

PlanMER Warmteprogramma

Gemeente Tilburg

7 juli 2026

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Verantwoording

Titel	PlanMER Warmteprogramma
Opdrachtgever	Gemeente Tilburg
Projectleider	Gerrit Jan Schraa
Auteur(s)	Britt Kwantes, Lorena van der Meer, Alisa van Gent
2e lezer/Kwaliteitsborger	Gerrit Jan Schraa
Kenmerk	R001-1301552AVG-V01-sss-NL
Aantal pagina's	111 (exclusief bijlagen)
Datum	7 juli 2026
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Inhoud

1 Inleiding 8

2 Methodiek van het planMER 34

3 Alternatieven 52

4 Zoneuitwerking 67

5 Mitigerende maatregelen 95

6 Doelbereik 105

7 Leemten in kennis 107

8 Monitoring 108

Bijlage 1 HSAO MER Warmteprogramma Tilburg

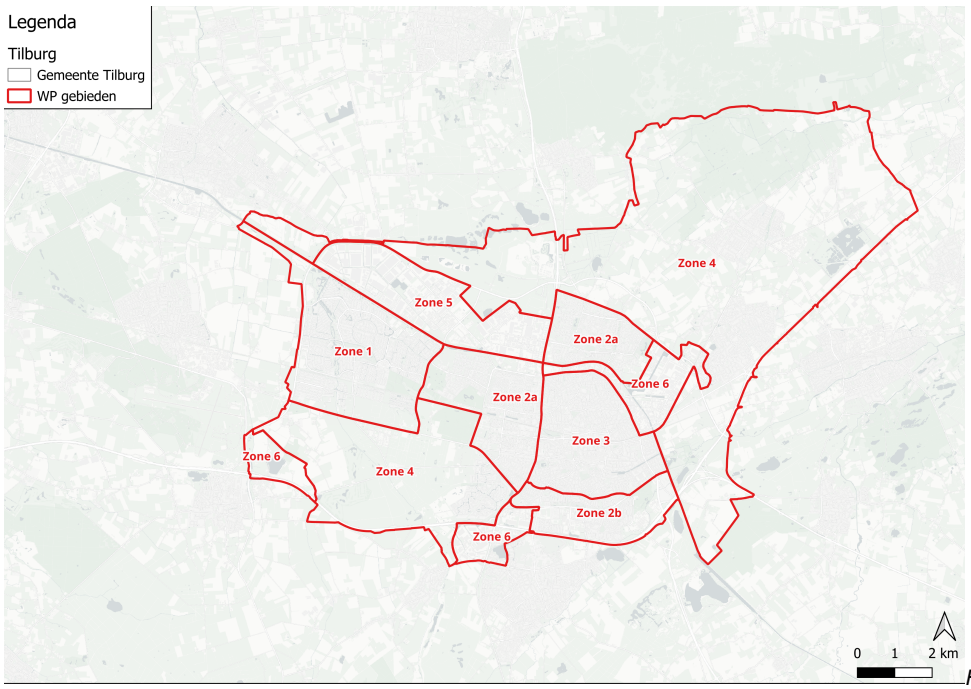
Bijlage 2 Effectbeoordeling MER Warmteprogramma Tilburg

Bijlage 3 planMER Warmteprogramma Tilburg

Samenvatting

Het planMER voor het Warmteprogramma van de gemeente Tilburg is opgesteld ter ondersteuning van de keuzes die de gemeente maakt in de warmtetransitie. Tilburg werkt aan een Warmteprogramma waarin per wijk wordt aangegeven welke aardgasvrije warmteoplossing in beeld is. Omdat dit programma kaderstellend kan zijn voor activiteiten met mogelijke milieugevolgen, is een planMER opgesteld. Het doel daarvan is om de milieueffecten van de verschillende warmtealternatieven inzichtelijk te maken, zodat milieu en leefomgeving volwaardig kunnen meewegen in de besluitvorming.

Hoofdstuk 1 beschrijft de aanleiding en het doel van het Warmteprogramma en het planMER. De aanleiding ligt in de landelijke ambitie om in 2050 alle gebouwen aardgasvrij te verwarmen. Gemeenten hebben hierin een regierol gekregen. Het Warmteprogramma van Tilburg vormt het beleidsmatige kader voor de komende tien jaar en geeft per wijk aan welke duurzame warmteoplossingen in beeld zijn. Het planMER is opgesteld om de milieueffecten van deze alternatieven inzichtelijk te maken, zodat deze volwaardig kunnen meewegen in de besluitvorming. Ook is in dit hoofdstuk toegelicht waarom voor het Warmteprogramma een planMER verplicht is, wat de relatie is met de Transitievisie Warmte en hoe reacties op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau in het MER zijn verwerkt.



Figuur 0.1 Gebieden van het Warmteprogramma Tilburg

Hoofdstuk 2 beschrijft de onderzoeksmethodiek van het planMER. Het onderzoek richt zich op de milieueffecten van de warmtealternatieven uit het Warmteprogramma, op een schaalniveau dat past bij het strategische karakter van het programma. De beoordeling vindt plaats ten opzichte

van de referentiesituatie en gebeurt met een vijfpuntsschaal van zeer positief tot zeer negatief. Daarbij zijn verschillende thema's beschouwd, zoals klimaat en energie, geluid en trillingen, bodem en ondergrond, lucht, water, natuur, circulariteit, ruimtelijke kwaliteit, archeologie, cultureel erfgoed en hitte. Ook is onderscheid gemaakt tussen effecten in de aanlegfase en gebruiksfase. Het hoofdstuk licht daarnaast toe dat sommige effecten per wijktypologie of locatie kunnen verschillen, en beschrijft daarom de gehanteerde wijktypologieën, de referentiesituatie en het relevante beleidskader.

Tabel 0.1 Beoordelingsmethodiek

Score	Toelichting
++	Zeer positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

Hoofdstuk 3 beschrijft de alternatieven en de technieken die in het planMER zijn onderzocht. Tilburg is verdeeld in zes zones, gebaseerd op kenmerken als bouwjaren, bebouwingsdichtheid, bestaande energie-infrastructuur en aanwezigheid van potentiële warmtebronnen. Per zone worden twee of drie kansrijke warmtealternatieven beschouwd. De Reeshof is daarbij buiten beschouwing gelaten als alternatievengebied, omdat deze zone al aardgasvrij is.

Tabel 0.2 Beoogde alternatieven per gebied

Gebied	Alternatief A1	Alternatief A2	Alternatief B
1. Reeshof	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2a. Tilburg Noord en West	Uitbreiding regionaal warmtenet (1)	(Z)LT warmtenet (3)	Individuele oplossing (4)
2b. Tilburg Zuid	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
3. Binnen de ringbanen en Tilburg-oost	MT warmtenet (2)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
4. Buitengebied en de Baak	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
5. Bedrijventerrein Vossenberg/Kraaiven	Uitbreiding regionaal warmtenet (1)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
6. Overige bedrijventerreinen	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)

Tabel 0.3 De beoogde technieken, bronnen en opwaardering/opslag per alternatief

Nr.	Techniek	Bron	Opwaardering en opslag
(1)	Uitbreiding regionaal warmtenet (MT) (55-75C) + LT-retourleiding (30-55C)	Combinatie van: geothermie, aquathermie en e-boiler	Restwarmte Opslag i.c.m. e-boiler

(2)	MT-warmtenet (55-75C)	Aquathermie	WKO i.c.m. centrale opwaardering
		Ondiepe geothermie	Centrale opwaardering
(3)	(Z)LT-warmtenet LT (30-55C) ZLT (10-30C)	Aquathermie	WKO i.c.m. centrale opwaardering in het gebouw
		Ondiepe geothermie	Centrale opwaardering
(4)	Individuele oplossingen	Luchtwaterwarmtepomp	N.v.t.
		Bodemlus en water-water warmtepomp	N.v.t.

Hoofdstuk 4 gaat in op de zoneuitwerking van het Warmteprogramma in Tilburg en beschrijft per zone en wijktypologie de milieueffecten van de verschillende alternatieven. De gemeente onderscheidt zes zones met daarin verschillende typen wijken (druk, gemiddeld, groen en bedrijventerrein), omdat de effecten per type kunnen verschillen. Het hoofdstuk vergelijkt collectieve oplossingen (zoals warmtenetten, geothermie en aquathermie) met individuele oplossingen (zoals warmtepompen), en maakt daarbij onderscheid tussen de tijdelijke effecten tijdens de aanleg en de permanente effecten tijdens gebruik. Ook is een bronnenvergelijking gemaakt, waarbij rekening wordt gehouden met verschillen in schaal en capaciteit: collectieve systemen bedienen veel woningen tegelijk, terwijl individuele systemen kleinschaliger zijn. In het algemeen hebben collectieve oplossingen meer negatieve effecten in de aanlegfase (bijvoorbeeld door omvang). In de gebruiksfase zijn de verschillen kleiner en hebben beide typen oplossingen zowel voor- als nadelen, zoals effecten op geluid, natuur en bodem. Per zone is vervolgens inzichtelijk gemaakt wat de warmtetechnieken en infrastructuur voor een effect hebben in de desbetreffende zone.

Hoofdstuk 5 beschrijft welke maatregelen kunnen worden genomen om negatieve milieueffecten van de warmtealternatieven te voorkomen, te beperken of te verzachten. Het gaat daarbij vooral om maatregelen voor thema's zoals geluid, bodem en ondergrond, water, natuur, ruimtelijke kwaliteit en hinder in de aanlegfase. Voorbeelden zijn het zorgvuldig inpassen van installaties in de openbare ruimte en het treffen van maatregelen zoals omkastingen tegen geluid van warmtepompen en buurtinstallaties. Ook voor natuur en biodiversiteit worden aandachtspunten genoemd, zoals werken buiten kwetsbare perioden. Het hoofdstuk laat zien dat een deel van de negatieve effecten kan worden beperkt of voorkomen door maatregelen te treffen. Daarmee biedt het hoofdstuk belangrijke aandachtspunten voor de verdere uitwerking van het Warmteprogramma.

Hoofdstuk 6 beoordeelt in hoeverre het Warmteprogramma bijdraagt aan de bredere gemeentelijke doelen en ambities. Daarbij wordt gekeken naar het doelbereik op hoofdlijnen, bijvoorbeeld ten aanzien van CO_2 reductie, ruimtelijke impasbaarheid en toekomstbestendigheid. De analyse maakt duidelijk dat het Warmteprogramma een belangrijke bijdrage levert aan de CO_2 reductie van de gemeente. Tegelijkertijd laat het hoofdstuk zien dat niet elk alternatief op alle doelen even goed scoort. Sommige oplossingen zijn bijvoorbeeld gunstiger voor klimaat en energie, terwijl andere beter aansluiten bij de ruimtelijke impasbaarheid. Het hoofdstuk helpt

daarmee om inzicht te geven in de mate waarin de alternatieven bijdragen aan de gemeentelijke ambities.

Hoofdstuk 7 benoemt de onzekerheden en kennislacunes die nog bestaan bij de beoordeling van de warmtealternatieven. Die leemten hangen samen met het strategische abstractieniveau van het Warmteprogramma: op dit moment zijn nog niet alle locaties, technische uitwerkingen en uitvoeringsdetails bekend. Daardoor kunnen sommige effecten alleen globaal of kwalitatief worden ingeschat. Ook zijn er onzekerheden over bijvoorbeeld de uiteindelijke beschikbaarheid van warmtebronnen, de ontwikkeling van de warmtevraag en koelvraag, netcongestie en de precieze lokale effecten op bodem, water, geluid en natuur. Het hoofdstuk maakt duidelijk dat deze onzekerheden niet ongebruikelijk zijn op dit planniveau, maar dat ze bij de verdere uitwerking in wijkuitvoeringsplannen en concrete projecten nader onderzocht moeten worden. Daarmee vormt dit hoofdstuk een belangrijke brug naar het vervolgtraject.

Hoofdstuk 8 bevat de monitoring en evaluatie. Het beschrijft waarom monitoring nodig is om te toetsen of de verwachte milieueffecten daadwerkelijk optreden en om tijdig bij te sturen als effecten anders uitpakken. Ook is toegelicht dat de gemeente Tilburg het Warmteprogramma elke vijf jaar evalueert op basis van monitoring. Tot slot geeft het hoofdstuk aanbevelingen voor de verdere inrichting van monitoring, waaronder het gebruik van een monitoringsmatrix, aandacht voor nieuwe ontwikkelingen en technieken en extra focus op milieuthema’s met potentieel grote negatieve effecten.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De gemeente Tilburg werkt aan het opstellen van een Warmteprogramma. Met het wetsvoorstel gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) wordt het Warmteprogramma als verplicht programma in de Omgevingswet opgenomen. Deze wet is naar verwachting vanaf 1 juli 2026 van kracht. In het Warmteprogramma beschrijft de gemeente Tilburg in welke buurt welke aardgasvrije warmteoplossing voorzien wordt. Gelijktijdig met het opstellen van het Warmteprogramma is voorliggend milieueffectrapport opgesteld. Omdat het een milieueffectrapport betreft voor een plan, is de afkorting planMER gebruikt.

Het doel van een milieueffectrapportage is het in beeld brengen van de milieueffecten van een project of programma, voordat de overheid een besluit over dat project of programma neemt. Onderdeel van de procedure milieueffectrapportage (mer) is een eindrapport, genaamd het milieueffectrapport (MER). Met een mer willen we inzicht verschaffen in de milieueffecten van de keuzes die we maken binnen het Warmteprogramma: de keuzes over welke warmteoplossing in een gebied het alternatief voor aardgas vormen (zie ook de alternatieven in hoofdstuk 3). Daarbij is niet alleen aandacht voor ingebedde milieuthema's, zoals luchtkwaliteit, geluid en waterkwaliteit, maar ook voor nieuwere thema's, zoals circulariteit en ruimtelijke kwaliteit. Het uitgangspunt is dat deze mer waardevolle inzichten biedt voor de op het Warmteprogramma volgende plannen (zoals Warmteplannen). Zo kan de gemeente het omgevingsbelang volwaardiger meenemen in deze en volgende afwegingen.

1.2 Waarom een Warmteprogramma?

In het klimaatakkoord uit 2019 is afgesproken dat in 2050 alle woningen aardgasvrij verwarmd worden. De landelijke ambitie is om dit te realiseren via een gebiedsgerichte aanpak waarin gemeenten de regie voeren. Het Warmteprogramma vormt hiervoor de basis. Het beschrijft hoe en waar de gemeente de komende 10 jaar aan de slag gaat met het duurzaam verwarmen van gebouwen, en welke technieken en strategieën daarbij worden ingezet. De gemeente kan hiervoor mogelijke gebieden aanwijzen in het Warmteprogramma waar op een bepaalde datum de levering van aardgas stopt (en daarbij gebruik maken van de zogenoemde aanwijsbevoegdheid van een warmtetransitiegebied[1]). Ook moeten gemeenten onderzoeken en uiteindelijk besluiten welk alternatief voor aardgas het meest haalbaar, betaalbaar en uitvoerbaar is in dat gebied.

1.3 Transitievisie warmte en de uitvoeringsplannen

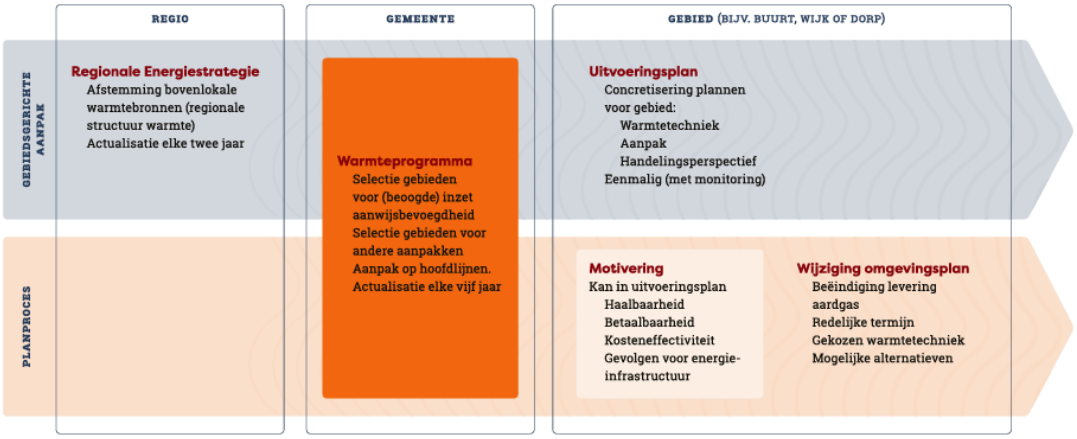
Het Warmteprogramma is de opvolger van de Transitievisie warmte (2021). De gemeente Tilburg stelt het Warmteprogramma op en laat het vaststellen door het college. De raad wordt gevraagd om aandachtspunten in te brengen. De verwachting is dat het totale Warmteprogramma eind 2026 wordt vastgesteld door het college van Tilburg (voor een programma onder de Omgevingswet is

[1] Aanwijsbevoegdheid: de bevoegdheid van een gemeente om een gebied juridisch in een omgevingsplan aan te wijzen met een einddatum voor de levering van aardgas

het college van B&W bevoegd gezag). Het Warmteprogramma geldt voor 10 jaar en elke vijf jaar wordt er een actualisatie gemaakt van het Warmteprogramma.

Vervolgens gaat de gemeente aan de slag met de uitvoering van het Warmteprogramma. Per gebied onderzoekt de gemeente de meest geschikte duurzame energieoplossing. Per buurt, wijk of gebied wordt dan een Wijkuitvoeringsplan voor de energievoorziening (WUPe) opgesteld om te bepalen welke duurzame warmtebron en techniek het meest geschikt is en hoe hier samen met inwoners en andere stakeholders naartoe gewerkt voor die specifieke locatie en wijk.

Figuur 1.1 laat zien hoe het gemeentelijke Warmteprogramma samenhangt met Regionaal beleid en de uitvoeringsplannen.



Figuur 1.1 Relatie tussen gebiedsgerichte aanpak en het planproces (Bron: Handreiking warmteprogramma, NLPW)

1.4 De mer-procedure voor het Warmteprogramma

Een Warmteprogramma wordt na inwerkingtreding van de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (WGIW) een verplicht programma zoals bedoeld in afdeling 3.2 van de Omgevingswet. Volgens artikel 16.36 van de Omgevingswet moet er voor een programma, wat een kader vormt voor projecten die genoemd zijn in bijlage V van het omgevingsbesluit, een milieueffectrapportage worden opgesteld. Het Warmteprogramma kan een kader zijn voor activiteiten die zijn genoemd in bijlage V van het omgevingsbesluit.

Het Warmteprogramma van Tilburg is kaderstellend voor een aantal categorieën die zijn opgenomen in bijlage V van het Omgevingsbesluit. Hieronder vallen in ieder geval categorie B4 (geothermische boringen), categorie J9 (buisleiding voor warmtetransport) en categorie K1 (onttrekken/aanvullen van grondwater).

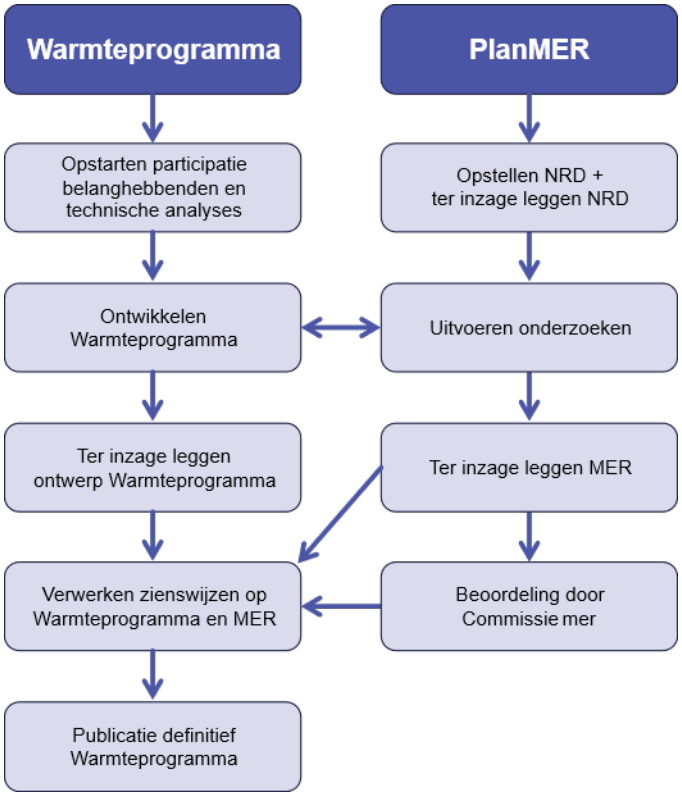
In het MER worden de milieueffecten van het Warmteprogramma van de gemeente Tilburg beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie: de huidige situatie en de autonome ontwikkeling (HSAO). In de referentiesituatie wordt de huidige situatie van het plangebied en omgeving beschreven en wordt aangegeven wat de zogenaamde autonome ontwikkelingen zijn. Dit zijn de ontwikkelingen die hier de komende 20 à 25 jaar plaats zullen vinden, waar al een besluit over is

genomen, zonder dat de voorgenomen activiteit (dus het Warmteprogramma) wordt uitgevoerd. Zie bijlage 1 voor de HSAO.

Daarnaast wordt ook inzichtelijk gemaakt in hoeverre het alternatief bijdraagt aan het behalen van gestelde ambities. Het planMER geeft de (milieu-)informatie die nodig is om een besluit te nemen over de vaststelling van het Warmteprogramma. Een besluit waarbij de milieubelangen op basis van het planMER volwaardig zijn meegewogen.

1.5 Koppeling tussen planMER en Warmteprogramma

Gedurende het proces van het opstellen van het Warmteprogramma heeft het PlanMER inzicht gegeven in de wijze waarop de gemeente met het Warmteprogramma haar (milieu)kwaliteiten kan behouden, versterken of toevoegen. De milieueffectrapportage is dan ook nadrukkelijk bedoeld om milieu- en omgevingseffecten mee te nemen tijdens het opstellen van het Warmteprogramma. Hiertoe zijn momenten van wisselwerking geweest (zie ook Figuur 1.2).



Figuur 1.2 Samenhang proces Warmteprogramma en planMER

Tijdens het opstellen van het Ontwerp-Warmteprogramma heeft het planMER inzicht gegeven in de mogelijke effecten van keuzes binnen de warmtetransitie op de leefomgeving en het milieu. De resultaten uit het planMER zijn gebruikt om milieu- en omgevingseffecten volwaardig mee te wegen bij de afweging van warmteoplossingen, de keuze voor voorkeursrichtingen en het bepalen van mogelijke mitigerende maatregelen.

Het planMER maakt de milieueffecten van de warmtetransitie inzichtelijk, waaronder effecten op luchtkwaliteit, geluid, bodem, water, natuur en leefomgeving. Daarmee ondersteunt het planMER de besluitvorming over het Warmteprogramma en draagt het bij aan een transparante en zorgvuldige afweging van alternatieven. Daarnaast helpt het planMER om mogelijke risico's en negatieve effecten tijdig te signaleren, zodat deze waar mogelijk kunnen worden voorkomen, beperkt of gemitigeerd.

Het planMER vormt daarmee zowel een inhoudelijke onderbouwing van het Warmteprogramma als een invulling van de geldende mer-verplichtingen. Ook het advies van de Commissie mer op het Ontwerp-Warmteprogramma, samen met de ontvangen zienswijzen, wordt betrokken bij de verdere uitwerking en vaststelling van het definitieve Warmteprogramma Tilburg.

In april 2026 zijn de eerste verkenningskaarten 'WAT' en 'WANNEER' aan de gemeente gepresenteerd. Deze verkenningskaarten geven een eerste overzicht van de gebieden waar de gemeente wil starten met de overstap naar aardgasvrij door middel van het opstellen van uitvoeringsplannen. Daarnaast geven de kaarten inzicht in welke toekomstige warmteoplossingen kansrijk kunnen zijn, op basis van zowel eerder onderzoek (Energiesysteem van de Toekomst en het Bronnenregister) als een doorrekening van de kosten van verschillende warmtealternatieven. Deze kaarten zijn niet definitief tijdens het opstellen van het Ontwerp-Warmteprogramma verfijnd op basis milieueffecten, opbrengt van participatie en informatie vanuit het proces om tot de omgevingsvisie 2050 te komen. In november 2025 heeft gemeente Tilburg uitgangspunten vastgesteld waarop getoetst wordt om kansrijke warmtealternatieven en een kansrijke fasering voor de komende jaren in kaart te brengen.

Energietransitie en de omgevingsvisie
Op dit moment werkt de gemeente Tilburg aan een nieuwe omgevingsvisie. In de Omgevingsvisie Tilburg 2050 wordt de Tilburgse ambitie voor brede welvaart vertaald naar de fysieke leefomgeving. De omgevingsvisie verbindt lopende gebiedsontwikkelingen, onderzoekt dilemma's op stedelijke schaal en geeft richting aan toekomstige ontwikkelingen. De gemeenteraad stelde begin 2026 Omgevingsvisie deel A vast. Deel B, de gebiedsgerichte verdieping van deel A, volgt naar verwachting in 2027.

De omgevingsvisie verbindt de verschillende integrale opgaven in de stad, waaronder de energie- en warmtetransitie. Ook hierbij vormt het Energiesysteem van de Toekomst een belangrijke basis voor het onderdeel energietransitie. De omgevingsvisie kijkt integraal naar de impact van de verschillende gemeentelijke opgaven op de fysieke leefomgeving op gemeente breed niveau en gebiedsgericht.

Na het Warmteprogramma
De komende jaren start in meerdere gebieden een proces voor het opstellen van uitvoeringsplannen om te komen tot aardgasvrije buurten en wijken. Informatie over milieueffecten uit zowel het Warmteprogramma als de Omgevingsvisie 2050 biedt inzicht in gebiedsgerichte

opgaven en uitdagingen, evenals in milieueffecten waarvoor mitigerende maatregelen nodig zijn. Daarmee dragen deze inzichten bij aan een leefbare en toekomstbestendige energietransitie.

1.6 Uitgangspunten planMER

Het doel van dit planMER is het inzichtelijk maken van de milieueffecten van het Warmteprogramma op de leefomgeving. De uitgangspunten van dit planMER zijn als volgt:

- Dit planMER heeft tot doel om op gemeenteniveau informatie te leveren waarmee milieueffecten mee kunnen worden gewogen in de afweging voor een voorkeursalternatief naar aardgasvrij per buurt. Het **abstractieniveau** van de informatie is dan ook toegespitst op dat doel. Hierop aansluitend is de effectbepaling en effectbeoordeling gedaan op basis van het oordeel van deskundigen: de effectbeoordeling is kwalitatief of semi-kwantitatief van aard. De kwalitatieve inschattingen worden gedaan door deskundigen van TAUW op de betreffende thema's. Waar mogelijk is dit aangevuld met (ken)getallen om zo tot een semi-kwantitatieve beoordeling te komen. De beoordeling is gedaan in samenspraak met en gebruikmakend van de expertise van deskundigen van de gemeente Tilburg. Na vaststelling van het Warmteprogramma gaat de gemeente met meer concrete uitwerkingen op buurtniveau. Dit planMER biedt aandachtspunten waar rekening mee gehouden moet worden in deze uitwerking. De uitwerking van een alternatief op straatniveau en de bijbehorende milieueffecten en vergunningsverlening op dat specifieke detailniveau komen daarom niet naar voren in dit MER
- Het Warmteprogramma kijkt 10 jaar vooruit, dus tot en met 2035. 2035 is daarom het referentiejaar voor het planMER. Het **referentiejaar** is het jaar waarop de milieueffecten in het planMER worden beoordeeld, dus tot en met 2035
- Het isoleren van woningen is nodig om met warmtetechnieken gebouwen comfortabel warm te krijgen en warmtetechnieken zo efficiënt mogelijk in te zetten. **Isolatie** is een onderdeel van het Warmteprogramma en een uitgangspunt van de Tilburgse Warmtestrategie. Het Warmteprogramma verwoordt het streven dat alle woningen en gebouwen in de gemeente op termijn voldoen aan de isolatiestandaard. De juiste manier van isoleren verschilt per woning. Het planMER is echter gericht op gemeenteniveau en wijkniveau. De gevolgen van isoleren op beschermde diersoorten worden meegenomen in het Soortenmanagementplan van de gemeente. De isolatietechnieken zijn te verschillend per individuele woning en een beoordeling is daarom niet passend bij het abstractieniveau van dit MER en niet meegenomen
- **Geldende protocollen, handreikingen en voorschriften uit wet- en regelgeving** worden nageleefd. Het risico van het niet naleven is in de beoordeling niet meegenomen (geen negatief effect), tenzij aantoonbaar blijkt dat dit in een aanzienlijk aantal gevallen misgaat. In dat geval is het risico wel als negatief effect meegenomen
- De gemeente Tilburg is aangesloten bij het **convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)**. Ten gevolge hiervan mag worden aangenomen dat vanaf 2035 alle ingezette mobiele werktuigen, met uitzondering van de zeer zware werktuigen (>560 kW), emissieloos zijn

1.7 Reacties op Notitie Reikwijdte en Detailniveau

1.7.1 Zienswijzen

De gemeente heeft 11 zienswijzen ontvangen op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau. De zienswijzen zijn afkomstig van zowel individuele inwoners als organisaties, waaronder een bewonersinitiatief, een energiecoöperatie, het waterschap en het (beoogd) warmtebedrijf. De zienswijzen zijn opgenomen als bijlage bij de publicatie van het Warmteprogramma. Hier volgt een samenvatting van de 11 zienswijzen.

- **Stichting Reeshofwarmte**
  De indiener uit kritiek op de onderbouwing van de duurzaamheid van het warmtenet in de Reeshof en stelt dat sprake is van (gedeeltelijk) fossiele bronnen in plaats van restwarmte.
- **Inwoner A**
  De indiener maakt bezwaar tegen de oprichting van een gemeentelijk warmtebedrijf, vanwege zorgen over kosten, deskundigheid en een mogelijke monopolypositie.
- **Inwoner B**
  De zienswijze richt zich op bezwaren tegen gemeentelijke warmtenetten, vanwege kosten, beperkte keuzevrijheid en twijfels over duurzaamheid. Daarnaast wordt kritiek geuit op de veronderstelde inzet van restwarmte in de Reeshof.
- **Inwoner C, D, F, en G**
  De indiener spreekt zich uit tegen een gemeentelijk warmtebedrijf en benadrukt het belang van deskundigheid en het betrekken van lokale initiatieven zoals Reeshofwarmte.
- **Inwoner E**
  Naast bezwaren tegen een gemeentelijk warmtebedrijf wordt aandacht gevraagd voor transparantie in besluitvorming, communicatie richting inwoners, en het betrekken van lokale initiatieven zoals Reeshofwarmte.
- **Energiefabriek 013**
  De zienswijze richt zich op de inhoud van de NRD, met aandacht voor de juridische en bestuurlijke status van gebiedsindelingen, de technische uitwerking van warmtenetten (zoals temperatuurniveaus) en het belang van eerst verduurzaming van bestaande infrastructuur.
- **Waterschap De Dommel**
  Het waterschap vraagt aandacht voor de effecten van warmteopties op het watersysteem. Specifiek worden onzekerheden rond aquathermie, risico's bij bodemenergie en de noodzaak tot nadere uitwerking van de beoordelingsmethodiek benoemd
- **Warmtebedrijf Tilburg i.o.**
  De indiener benadrukt het belang van flexibiliteit in de keuze van alternatieven en technieken, inclusief ruimte voor tijdelijke (transitie)oplossingen. Daarnaast wordt gepleit voor een bredere beschouwing van innovatieve en circulaire warmteopties en een nadere concretisering van beoordelingscriteria

1.7.2 Commissie voor de milieueffectrapportage

Op 17 juli 2025 heeft de Commissie voor de milieueffectrapportage (Cie mer) advies gegeven op de NRD. De Commissie is onafhankelijk, bij wet ingesteld en adviseert over de inhoud en de kwaliteit van het MER.

Tabel 1.1 Advies Commissie mer

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Doel	Beschrijf het doel van het warmteprogramma (voor de komende 10 jaar) en maak een doorkijk naar het doel voor 2050 om aardgasvrij te zijn, vergelijkbaar met hoofdstuk 1 van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD).	Licht toe wat het warmteprogramma vast gaat leggen en wat niet. Laat zien in hoeverre de gemeente op koers ligt met het behalen van de doelstelling richting 2050 en waar eventueel bijsturing nodig is. Breng daartoe, zoveel mogelijk kwantitatief (ontwikkelingen in) de warmte- en koudevraag van de gemeente in beeld, zie ook paragraaf 3.2 van dit advies.	Het doel van het Warmteprogramma (voor de komende 10 jaar) is opgenomen in de inleiding (H1) van het MER.
Kaders	Licht toe welke kaders volgen uit de Transitievisie Warmte en de recent uitgevoerde energiesysteemstudie.	In hoofdstuk 2 van de NRD is een uitgebreid beleidskader opgenomen. Neem een vergelijkbaar overzicht op in het MER, zodat dit rapport zelfstandig leesbaar is.	Paragraaf 2.3.2 bevat dit beleidskader.
Kaders	Geef duidelijk aan welke kaders en randvoorwaarden volgen uit het beleid. Geef ook aan waar de gemeente eventueel afwijkt van bestaand beleid, bijvoorbeeld vanwege voortschrijdende inzichten of nieuwe ontwikkelingen.	In ieder geval sprake is van voortschrijdende inzichten op gebied van het opzetten van een warmtebedrijf, onderzoek naar diepe geothermie en de bronnenstrategie. Ook zijn er verschillende relevante beleidsontwikkelingen, bijvoorbeeld ten aanzien van het Actieplan geluid en Actieplan netcongestie.	Paragraaf 2.3.2 bevat dit beleidskader met onder andere de Transitievisie Warmte en het Energiesysteem van de Toekomst. In hoofdstuk 6 is het doelbereik van het Warmteprogramma getoetst aan de doelen van de Omgevingsvisie.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Kaders	Beschrijf samenhang met ander beleid.	De Commissie vraagt in het bijzonder aandacht voor de samenhang met de Transitievisie Warmte, het Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst en het Regionaal water- en bodemprogramma. In deze documenten staan waardevolle inzichten en kaders voor het MER. Daarnaast is het belangrijk om de samenhang met de nieuwe omgevingsvisie in beeld te brengen. Geef aan welke keuzes waar worden gemaakt. Hieronder gaat de Commissie daar verder in detail op in.	Dit is opgenomen in het beleidskader (2.3.2) met onder andere de Transitievisie Warmte, het Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst, het Regionaal water- en bodemprogramma en de nieuwe omgevingsvisie.
Besluitvorming	Geef aan wat het programma vastlegt en welke keuzes op een later moment of in een ander traject (bijvoorbeeld in de omgevingsvisie) worden gemaakt.	Uit de NRD blijkt nog niet hoe en op welke momenten de informatie uit het MER wordt gebruikt bij de ontwikkeling en verfijning van het warmteprogramma. Geef aan op welke momenten in het proces de informatie uit het MER wordt benut. Belangrijk is dat ook de milieueffecten van de keuzes die in het (concept) programma worden gemaakt, inzichtelijk worden gemaakt in het MER. Vervolgens is belangrijk dat deze inzichten op een zinvol moment in het proces kunnen meewegen bij de afwegingen over het programma.	In de inleiding (1.2) is aangegeven wat het Warmteprogramma vastlegt en wat in het vervolg wordt vastgelegd in de Wijkuitvoeringsplannen.
Schaalniveau deelgebieden	Beschouw in hoeverre de deelgebieden nog steeds passend zijn, rekening houdend met actuele inzichten en informatie.	In de Transitievisie Warmte zijn een aantal deelgebieden onderscheiden (zie figuur 3.1). De Commissie begrijpt dat de deelgebieden een passende schaal zijn voor keuzes over warmte- en koudeoplossingen. Warmtenetten zijn qua schaal bijvoorbeeld vaak buurtoverstijgend. Belangrijk is om de keuze voor deelgebieden in het MER te verantwoorden.	In paragraaf 3.1 worden de deelgebieden, de zogenaamde zones, die in het MER zijn gehanteerd toegelicht, evenals de reden daarvoor.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Schaalniveau deelgebieden	Als ervoor wordt gekozen om de deelgebieden uit de Transitievisie Warmte aan te houden, nuanceer de effectbeoordelingen dan waar nodig zodat lokale verschillen in beeld komen.	Dit is nodig omdat binnen een aantal deelgebieden een grote diversiteit aan eigenschappen en kenmerken bestaat. Het risico van de huidige clustering is dat variatie binnen de gebieden 'onzichtbaar' wordt als voor het gehele deelgebied één generieke effectbeoordeling wordt gegeven.	In het MER is, waar relevant, onderscheid gemaakt in milieueffecten per wijkcategorie en ook locatiespecifiek.
Schaalniveau deelgebieden	Overweeg om de verdeling in deelgebieden opnieuw te beschouwen door ze op te bouwen vanuit buurtniveau.	Mogelijk blijkt een andere clustering dan logischer qua keuze voor een bepaalde warmteoplossing en/of qua eigenschappen en kenmerken van de bebouwing.	Overwogen is om de verdeling in deelgebieden op te bouwen vanuit buurtniveau. Echter, in het MER is hier niet voor gekozen. Er is aangesloten bij de zones uit het Warmteprogramma (en de Transitievisie Warmte), omdat deze zones passend zijn bij het gehanteerde abstractieniveau en herkenbaar zijn voor de lezer.
Schaalniveau buurten	Overweeg om de milieueffecten op buurtniveau in beeld te brengen, zodat zichtbaar wordt in hoeverre de onderscheidende kenmerken van buurten van invloed zijn op de milieueffecten.	Onderscheidende kenmerken van buurten: woningdichtheid, type woningen, bouwperiode en eigenschappen van de bodem. Voor de beoordeling van de milieugevolgen kan het relevant zijn waar een buurt ligt, en wat de eigenschappen van de buurt zijn. Bijvoorbeeld op welke ondergrond de buurt staat, of er vervuilde bodem is, of er archeologische (verwachtings)waarden aanwezig zijn, beschermde drinkwatergebieden in of vlak naast het gebied liggen of dat er specifieke zorgen zijn met betrekking tot externe veiligheid of geluid. Door (te) grote deelgebieden te beoordelen wordt dit niet goed zichtbaar.	In het MER is, waar relevant, onderscheid gemaakt in milieueffecten per wijkcategorie en ook locatiespecifiek. Wanneer bepaalde milieueffecten niet gelden voor een bepaalde zone (omdat de warmtetechniek niet aanwezig is of omdat het een bepaald kenmerk niet heeft) zijn de effecten niet opgenomen in de betreffende zone. Daarmee zijn onderscheidende kenmerken meegenomen in het MER.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Inzicht in de warmte- en koudevraag.	Onderbouw, mede op basis van eerder uitgevoerde onderzoeken zoals de energiesysteemstudie, de toekomstige warmte- en koudevraag van Tilburg.	De toekomstige warmte- en koudevraag kan van invloed zijn op de wenselijkheid van bepaalde oplossingen en op de ruimtelijke en milieugevolgen7. Breng daarom de toekomstige warmte- en koudevraag in beeld. Doe dit zowel voor de gehele gemeente als per buurt. Gebruik waar mogelijk en relevant informatie uit bestaande studies, zoals het rapport ‘Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst’ waarin de warmtevraag voldoende is onderbouwd. De koudevraag is nog niet in beeld, een nadere onderbouwing is daarom nodig. De Commissie begrijpt dat de toekomstige koudevraag nog onzeker is, daarom kan worden volstaan met een globale inschatting.	In paragraaf 2.4 is, op basis van de studie 'Tilburgs energiesysteem van de toekomst', de energievraag voor de verwarming van de gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsgebouwen; exclusief mobiliteit) én bedrijventerreinen (exclusief mobiliteit) beschreven voor de huidige situatie en voor 2050. De koeltevraag is lastiger in te schatten. In de huidige prognose is de mogelijke toename van het gebruik van airco’s nog niet meegenomen. Hoe groot die toename zal zijn is onzeker, maar de verwachting is dat dit zal leiden tot een extra stijging van de elektriciteitsvraag (tot ongeveer 3%). Deze inschatting is wel opgenomen. Een verwachte vraag per buurt is niet opgenomen, omdat deze informatie momenteel niet beschikbaar is.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Inzicht in de warmte- en koudevraag.	Warmte- en koudevraag aandachtspunten	Neem voor zowel de warmte- als de koudevraag in het MER de volgende informatie op, zodat het MER zelfstandig leesbaar is en zodat navolgbaar is hoe de opgave is bepaald: · Geef aan hoe de vraag wordt ingeschat en welke onderliggende aannames gebruikt zijn. · Laat zien hoe naar verwachting de warmte- en koudevraag door de tijd heen verandert. Ga bijvoorbeeld uit van de referentiejaren 2030, 2040 en 2050. Houd bij het maken van de prognoses rekening met de verwachte bevolkingsgroei van Tilburg. · Benoem en onderbouw de gehanteerde bandbreedte van oplossingen. · Geef duidelijk aan op welke aannames de inschattingen zijn gebaseerd en welke bandbreedte van onzekerheden hiermee gepaard gaan voor de uitwerking.	idem
Airco's	Breng effecten van airco's voor de verschillende alternatieven indicatief in beeld.	Met warmte-koude opslagsystemen (WKO) of warmtepompen is het qua techniek mogelijk om ook invulling te geven aan de koudevraag. Bij andere systemen is dit niet het geval, waardoor inwoners waarschijnlijk zelf voorzieningen zullen treffen voor de koudevraag, bijvoorbeeld door installatie van airco's. Airco's hebben effecten op de benodigde verzwaring van het elektriciteitsnet (hulpenergie) en hebben milieugevolgen (geluid, hittestress, ruimtelijke kwaliteit en circulariteit).	In de beschrijving van de alternatieven is per warmtetechniek kwalitatief toegelicht of wordt verwacht dat bewoners airco's zullen aanschaffen. Dit hangt samen met de vraag of de betreffende warmtetechniek ook mogelijkheden biedt voor koeling.
Overzicht warmte- en koudebronnen	Geef een overzicht van bronnen en technieken op volgende punten: potentie, ruimtebeslag,	· De potentie. De potentie per bron en piekvoorziening en in hoeverre daarmee aan de warmte- en koudevraag kan worden voldaan. Voor een aantal bronnen, zoals geothermie, restwarmte en aquathermie, is	Deze thema's komen terug in de alternatievenomschrijving en de effectbeoordeling.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
en - technieken.	impact op elektriciteitsnet, algemene milieugevolgen, indirecte milieugevolgen, voorwaarden voor gebouwen.	de potentie nog onzeker. Onderbouw dan de bandbreedte van de mogelijke capaciteit en verken de mogelijkheden als de potentie toch anders blijkt te zijn dan ingeschat, zodat dit goed wordt meegenomen in de beoordeling van de milieueffecten. · Het ruimtebeslag. Ondergronds en bovengronds, zie ook paragraaf 3.4 van dit advies. · De impact op het elektriciteitsnet. Gedurende basislast en tijdens inzet piekvermogen. · De algemene milieugevolgen. Het gaat om ingreep-effectrelaties. Bij aquathermie gaat het onder andere op de effecten op bodem en water. Bij geothermie zijn bijvoorbeeld de effecten op bodem en water (mogelijke lekkages en effecten van boringen) en effecten van trillingen in de aanlegfase relevant. Bij warmtepompen is geluid bijvoorbeeld een aandachtspunt. Bij een warmtenet gaat het bijvoorbeeld om de gevolgen voor andere infrastructuur zoals drinkwaterwaterleidingen. · De indirecte milieugevolgen. Eventuele milieugevolgen die verder reiken dan het onderzoeksgebied, zoals indirecte milieugevolgen (of milieugevolgen die elders optreden). Te denken valt aan CO_2-uitstoot, circulariteit of impact op stikstof- (of fijnstof)uitstoot. Dit speelt mogelijk bij het gebruik van restwarmte uit de industrie. · De voorwaarden voor gebouwen. Welke voorwaarden worden gesteld aan de gebouwen (schillabel, andere aanpassingen in de gebouwen).	

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Piekvoor-ziening	Boordeel per deelgebied, dan wel per buurt, in hoeverre de restwarmte en/of e-boilers de benodigde vraag in de pieklastscenario's kunnen opvangen. Verken daarbij oplossingen voor de piekvoorziening zoals groen gas of hoge temperatuuropslag als e-boilers of restwarmte geen optie blijken.	Het alternatief dat uitgaat van uitbreiding van het regionaal warmtenet (alternatief 1) leunt voor de totale warmtevraag sterk op restwarmte van industrie en e-boilers. Het is de vraag of dit voldoende is voor momenten van piekvraag. In de bronnenstrategie (in de energiesysteemstudie) wordt vermeld dat van de restwarmte uit de industrie niet voldoende is (p.112), en bovendien onzeker (p.107) en dat ook e-boilers niet kostenefficiënt zijn tijdens piekuren. In de energiesysteemstudie worden grootschalige warmteopslag op hogere temperatuur en groen gas als mogelijkheden voor de piekvoorziening benoemd, maar deze opties komen niet terug in de NRD. De Commissie ziet dit als een aandachtspunt en raadt aan om de milieueffecten van verschillende pieklastscenario's volwaardig te onderzoeken in het MER.	Toelichting is opgenomen in de alternatievenomschrijving.
Alternatieven voor het aardgasvrij maken van buurten.	De Commissie kan zich vinden in de voorgestelde alternatieven, maar adviseert wel om deze verder te onderbouwen.	Dit geldt met name voor 'alternatief B' (zie tabel 3 in de NRD), omdat deze onderbouwing in de NRD en eerdere documenten nog ontbreekt.	De warmtetechnieken uit de alternatieven A1, A2 en B zijn allemaal toegelicht in hoofdstuk 3.
Verschillen tussen type warmtenetten	Ga ook in op de verschillen tussen de twee types warmtenetten (alternatieven 1 en 2, zie tabel 4 in de NRD). Geef tenslotte aan in hoeverre de alternatieven ruimtelijk inpasbaar	Alternatieven 1 en 2 gaan beiden uit van een middentemperatuur (MT)-warmtenet. Daardoor lijken de alternatieven beperkt onderscheidend.9 Uit tabellen 3 en 4 van de NRD maakt de Commissie op dat alternatief 1 uitgaat van uitbreiding van het bestaande regionale warmtenet (een centrale oplossing), terwijl alternatief 2 uitgaat van een nieuw, decentraal warmtenet. De alternatieven verschillen daardoor qua locatie van bronnen. Licht dit	De warmtetechnieken uit de alternatieven A1, A2 en B zijn allemaal toegelicht in hoofdstuk 3. Daarbij is ook ingegaan op de verschillen tussen de twee types warmtenetten (MT en (Z)LT).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
	zijn en waar knelpunten te verwachten zijn.	verschil duidelijk toe in het MER, zodat het voor de lezer navolgbaar is. Leg daarbij ook uit waarom het temperatuurniveau van het bestaande warmtenet in de toekomst naar verwachting wordt teruggebracht naar MT-niveau en de consequenties daarvan voor de huidige gebruikers.	
Precieze temperatuur warmtenetten	Maak tenslotte een nauwkeuriger inschatting van het precieze temperatuurniveau.	Het verschil tussen 55°C en 75°C is nog aanzienlijk, en heeft impact op de benodigde isolatie en tapwateroplossing.	De temperatuur van een MT-warmtenet kan variëren van 55 tot 75 °C. In het MER is bij de beschrijving van de alternatieven in hoofdstuk 3 vastgelegd dat is uitgegaan van een warmtenet dat warmte levert aan de gebouwen met een temperatuur van 70 °C.
Onder- en bovengrondse ruimtebeslag	Breng voor de verschillende alternatieven globaal het onder- en bovengrondse ruimtebeslag in beeld.	Laat op basis daarvan zien in hoeverre de alternatieven ruimtelijk uitvoerbaar zijn in de verschillende buurten en geef aan waar knelpunten kunnen ontstaan. Houd daarbij ook rekening met het ruimtebeslag van de eventuele benodigde verzwaring van het elektriciteitsnet.	In het MER is onder- en bovengronds ruimtebeslag opgenomen als milieu-indicator. Hiermee is het ruimtebeslag van de verschillende warmtetechnieken op hoofdlijnen in beeld gebracht en meegewogen. Dit geeft een eerste indicatie van de ruimtelijke uitvoerbaarheid van de alternatieven. Er zijn echter locatiespecifieke nuanceringen mogelijk die niet passen bij het abstractieniveau van het MER. Voor deze nadere uitwerking voert de gemeente Tilburg een aparte studie uit.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Keuze en effecten van het voorkeursalternatief.	Geef aan hoe milieuoverwegingen worden meegenomen in de keuzes die worden gemaakt in het warmteprogramma. Breng de effecten van deze keuzes in beeld.	In het warmteprogramma worden keuzes gemaakt over de warmtetransitie voor de komende 10 jaar: het voorkeuralternatief. Geef aan hoe (milieu)afwegingen en optimalisaties zijn betrokken bij de keuze van het voorkeursalternatief, zodat de keuze van het voorkeursalternatief te volgen is voor belanghebbenden. 8	De resultaten van het planMER zijn gebruikt om de milieugevolgen van de verschillende warmtealternatieven inzichtelijk te maken. De milieuaspecten zijn daarbij niet doorslaggevend op zichzelf, maar vormen een volwaardig afwegingscriterium naast onder meer technische haalbaarheid, kosten en ruimtelijke inpasbaarheid. Door de milieueffecten vroegtijdig in beeld te brengen, is het mogelijk om per buurt inzicht te krijgen in de potentiële milieuknelpunten en -kansen van de verschillende warmteopties.
Voorkeursalternatief	Vergelijk de effecten van het voorkeursalternatief met de referentiesituatie én met de alternatieven, zodat duidelijk is hoe het voorkeursalternatief zich hiertoe verhoudt.	Als het voorkeursalternatief een combinatie is van verschillende alternatieven, dan is het belangrijk om de milieueffecten daarvan apart in het MER te beoordelen.	Er is geen sprake van een voorkeursalternatief in voorliggend MER.
Referentiesituatie en milieugevolgen.	Vergelijk de milieugevolgen van de alternatieven met de referentiesituatie. Verduidelijk hiertoe eerst welke aannames en uitgangspunten horen bij de referentiesituatie. Beoordeel de milieugevolgen voor de	In paragaaf 3.6 van de NRD is de referentiesituatie geschetst. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie plus autonome ontwikkelingen. De schets van de referentiesituatie in de NRD is nog onvoldoende eenduidig en concreet uitgewerkt om de effecten van de alternatieven mee te kunnen vergelijken. In de schets wordt bijvoorbeeld inzichtelijk gemaakt dat het aardgasnet behouden blijft en dat de warmtevraag daalt door	Dit advies is verwerkt in de referentiesituatie (bijlage 1) en de effectbeoordeling (bijlage 2).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
	aanlegfase (het gaat onder andere om bodem, water en natuur) en gebruiksfase (het gaat onder andere om geluid en water) apart.	energiebesparing, maar niet gekwantificeerd in welke mate of om welke labelsprong het gaat. Het is belangrijk om te verduidelijken of dat betekent dat er in de referentiesituatie in 2050 nog op gas wordt gestookt. Verduidelijk hoe de woningen die niet op een warmtenet zijn en worden aangesloten, in de referentiesituatie verwarmd worden.	
Autonome ontwikkeling	Daarnaast is verdere kwantificatie nodig van nieuwe activiteiten waarover al besluiten zijn genomen (de autonome ontwikkelingen). Zoals de verwachte nieuwbouw.		Deze gegevens zijn opgenomen in de autonome ontwikkelingen, te vinden in bijlage 1 HSAO.
Netcongestie	Geef ook inzicht in de huidige en toekomstige netcongestieproblematiek.	Kijk daarbij naar de ontwikkelingen in de komende 10 jaar en maak een doorkijk naar ontwikkelingen die tot 2050 worden verwacht. Deze inzichten zijn belangrijk voor de beoordeling van de uitvoerbaarheid en het doelbereik (in hoeverre wordt voldaan aan de vraag) van de alternatieven.	Deze gegevens zijn opgenomen in de autonome ontwikkelingen, te vinden in bijlage 1 HSAO en middels de indicator hulpenergie.
Algemene aandachtspunten effectanalyses en -beoordelingen	De Commissie adviseert het beoordelingskader en de onderzoeksmethode verder uit te werken in het MER.	Maak daarbij onderscheid tussen criteria die gaan over doelbereik (zoals reductie van CO_2-uitstoot), criteria die gaan over milieueffecten (bodem, geluid, lucht etc.) en criteria die gaan over de uitvoerbaarheid (zoals inpasbaarheid in de ondergrond).	In voorliggend MER is een apart hoofdstuk opgenomen met betrekking tot doelbereik (hoofdstuk 6). Er is voor gekozen om de milieu-indicatoren niet uit te splitsen naar doelbereik, milieueffecten en uitvoerbaarheid in lijn met het modelrapport van NPLW (zie paragraaf 1.9).
Algemene aandachtspunten effectanalyses en -beoordelingen		Werk voor elk beoordelingscriterium een beoordelingsschaal uit, zodat de effecten van de alternatieven navolgbaar beoordeeld kunnen worden ten opzichte van de referentiesituatie. Beoordeeld de effecten minimaal per deelgebied (maar bij voorkeur per buurt, zie advies hierover in paragraaf 3.2) en gebruik daarbij waar mogelijk kaartmateriaal.	De beoordelingsschalen zijn opgenomen in bijlage 2 (effectbeoordeling). Hierin zijn de effecten beoordeeld: gemeentebreed, gekoppeld aan wijktype en/of locatiespecifiek. In de effectbeoordeling is onderscheid gemaakt tussen de effecten in de aanleg- en gebruiksfase.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
		Maak in de beoordeling (en in de beoordelingstabel) onderscheid tussen effecten in de aanlegfase en effecten in de gebruiksfase.	
Methodes effectbeoordeling	Licht toe welke methodes (en eventueel modellen) worden gehanteerd voor de effectanalyse en -beoordeling.	Geef aan waarom deze aanpak passend is bij het detailniveau van het besluit. Ga ook in op onzekerheden die van invloed kunnen zijn op de effectbeoordeling.	Paragraaf 2.2 van voorliggend MER bevat de beoordelingsmethodiek. Hoofdstuk 7 bevat de leemten in kennis die beschrijft welke onzekerheden van invloed kunnen zijn op de effectbeoordeling.
Bodem	Maak daarom duidelijk voor welke dieptes de milieueffecten onderzocht zijn en waar effecten optreden. Ga ook in op de mogelijke effecten van het doorboren van scheidende bodemlagen bij het installeren van WKO-systemen of ondiepe geothermie.	biologische (bodemleven en microbiologie) chemische en fysische bodemkwaliteit EN de impact van bodemenergie op objecten in de ondergrond De verschillende warmtebronnen hebben elk een ander dieptebereik qua milieueffecten. Zo hebben de leidingen van een warmtenet voornamelijk effect op de bovenste meters, terwijl de effecten van WKO-systemen (tientallen meters) en ondiepe/diepe geothermie (kilometers) veel dieper reiken.	De effecten van de alternatieven op het thema bodem staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Bodem	Besteed aandacht aan de functie van de bodem voor de instandhouding van soorten en habitat.	Opwarming van ondiepe bodemlagen bij gebruik van een warmtenet kan uitdroging in droge periodes versterken, wat effect kan hebben op de soortenrijkdom (verdwijnen droogte-intolerante soorten). Beschrijf wat het effect is op plantengroei door opwarming in de wortelzone.	De effecten van de alternatieven op de thema's bodem en natuur staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
		Breng ook de effecten op het bodemleven in beeld, inclusief microfauna en bacteriën. Deze laatste ook vanwege het belang van microbiologische activiteit voor de afbraak van verontreinigingen.	
Water algemeen	Onderscheid maken in open en gesloten systemen.	De effecten op water betreffen zowel oppervlaktewater (aquathermie, zie volgende paragraaf) als grondwater (WKO en bodemwarmtepompen). Voor beiden geldt dat onderscheid gemaakt dient te worden tussen open en gesloten systemen.	De effecten van de alternatieven op het thema water staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Grondwater	Denk aan de verschillende effecten op grondwater door verschillende warmteoplossingen in de grond.	De verschillende warmteoplossingen en bijbehorende infrastructuur zullen verschillende effecten hebben op het grondwater. De milieueffecten van de aanleg van warmtenetten treden met name op voor het ondiepe grondwater. Zo zal voor de aanleg van warmtenetten mogelijke tijdelijke bronbemaling noodzakelijk zijn. De tijdelijke grondwaterstandsverlagingen kunnen effecten hebben in de omgeving. In de gebruiksfase kunnen de warmtenetten leiden tot opwarming van het grondwater en naastgelegen drinkwaterleidingen. De effecten van WKO-systemen (ook wel OBES of open systemen genoemd) zullen voornamelijk optreden op het middeldiepe grondwater.10 De uit te voeren boringen voor ondiepe geothermie kunnen op diepere grondwaterlagen effecten hebben. Breng de effecten op het grondwater op de verschillende diepteniveaus in beeld. Toets de impact op de vereisten van de Kaderrichtlijn Water. Geef aan of, en waar eventuele knelpunten	De effecten van de alternatieven op het thema grondwater staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
		optreden. Als knelpunten optreden, beschrijf dan welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn. De lozing van werkwater voor de boringen is een belangrijk aandachtspunt. Het rondpompen van grondwater kan voor verspreiding van vervuild grondwater zorgen en verontreinigingen kunnen zich tussen aangrenzende systemen verspreiden. Door gerichte ruimtelijke sturing van ondergrondse energiesystemen kan de eventuele interferentie tussen warmte- en koudebronnen en verspreiding van verontreinigingen beperkt worden.	
Grondwater	Denk aan cumulatieve effecten van systemen.	Waar meerdere systemen vlak naast elkaar worden aangelegd bestaat het risico op cumulatieve effecten. Geef aan waar dit kan optreden en wat daar de gevolgen van zijn. Maak ook gebruik van inzichten die zijn opgedaan in verschillende onderzoeksprogramma's.	De effecten van de alternatieven op het thema grondwater staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Oppervlakte-water		Toepassing van aquathermie zal temperatuureffecten hebben op het oppervlaktewater. Waar mogelijk raadt de Commissie aan om ook rekening te houden met de effecten van filtering op de ecologie bij aquathermiesystemen. Houd tenslotte rekening met cumulatieve effecten van aquathermiesystemen. Dit is relevant omdat gemeente Tilburg van plan is om veel gebruik te maken van aquathermie in zowel het regionale net als in Tilburg-Zuid.	De effecten van de alternatieven op het thema oppervlaktewater staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Oppervlakte-water	Geef aan wat de eventuele lozing van verontreinigende stoffen is (zoals (potentieel) Zeer Zorgwekkende Stoffen	Geef aan wat de eventuele lozing van verontreinigende stoffen is (zoals (potentieel) Zeer Zorgwekkende Stoffen), bijvoorbeeld tijdens het reinigen van de installatie, en welke impact dit heeft. Het kan ook gaan om positieve milieugevolgen. Zo kan de lozing van water de doorstroming bevorderen en daarmee het zuurstofgehalte verhogen. Een temperatuurverlaging vermindert de kans op algengroei. Gebruik voor de toetsing het STOWA rapport over de ecologische effecten van aquathermie systemen.	De effecten van de alternatieven op het thema oppervlaktewater staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Geluid	Geef kwantitatief inzicht in de te verwachten (energetisch gemiddelde) geluidniveaus en de optredende maximale (piek-) geluidniveaus over de dag-, avond- en nachtperiode.	Presenteer de te verwachten geluidniveaus in de vorm van geluidcontouren. Onderzoek of sprake kan zijn van tonale geluiden zoals geluid van bijvoorbeeld transformatoren, warmtepompen en dergelijke. Van bovengrondse installaties, zoals pompen en koelers, en ondergrondse installaties, zoals leidingen en buizen, kan mogelijk ook laagfrequent geluid worden verwacht. Neem dat in het onderzoek mee.	De effecten van de alternatieven op het thema geluid staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling). In paragraaf 2.2.3 is toegelicht waarom laagfrequent geluid (LFG) niet verder is onderzocht in voorliggend MER.
Geluid	Geef inzicht in de verschillen in effecten van maatregelen tussen collectieve en individuele oplossingen	Een keuze voor collectieve oplossingen (in plaats van individuele warmtepompen direct naast woningen) kent schaalvoordelen voor wat betreft mitigerende geluidmaatregelen en kosten. Ook voor de collectieve bronnen en installaties kan samenvoegen akoestisch zinvol zijn, zoals het samenvoegen van een nieuwe trafolocatie met een e-boiler of een collectieve warmtepompvoorziening.	De effecten van de alternatieven op het thema geluid staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Geluid	Onderzoek of vormen van (smart) monitoring denkbaar zijn om de aanlegwerkzaamheden in plaats, tijd en omvang te kunnen (bij-)sturen en eventuele overlast gedurende de aanlegfase zoveel mogelijk binnen de perken te kunnen houden.		Dit advies is opgenomen in H8 Monitoring.
Trillingen	Van belang is op basis van bijvoorbeeld kentallen zoveel mogelijk kwantitatief onderzoek te doen naar de hoogte van de te verwachten trillingen. Ook hier is voor kritische situaties (smart)monitoring opportuun.	Vooral bij de aanleg van de bronnen, inclusief onder- en bovengrondse installaties dient rekening te worden gehouden met de (via de bodem) veroorzaakte trillingen in woningen en andere gevoelige gebouwen (ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, datacenters). Trillingen kunnen verwacht worden bij geothermische (en andere) boringen en diverse eventuele andere (bouw-)werkzaamheden (zoals heien, graven, intrillen) voor de aanleg van het warmtenet.	Er is voor gekozen om geen kwantitatief onderzoek te doen naar de effecten van trillingen. Kwantitatief onderzoek bevat naar verwachting nog te veel onzekerheden, waardoor de resultaten onvoldoende bruikbaar zijn voor het planMER. Het punt van smart monitoring is opgenomen in H8 Monitoring.
Externe veiligheid	Externe veiligheid meenemen in algemene zin	In het NRD is veiligheid niet als thema meegenomen. De veiligheidsrisico's zijn afhankelijk van de gekozen warmtebron/-techniek. Bijvoorbeeld, er worden extra veiligheidseisen gesteld aan warmtepompen met propaan als natuurlijk koudemiddel. Voor geothermie kunnen ook veiligheidsrisico's spelen in verband met het risico op een blow-out. Omdat veiligheid ook als een milieueffect wordt beschouwd, is het advies om voor warmtebronnen en warmteapparaten in aanleg en/of exploitatie het veiligheidsrisico in algemene zin te beschrijven en te beoordelen, passend bij het abstractieniveau van het warmteprogramma.	Het risico van een blow-out is in een kader opgenomen in de effectbeoordeling (bijlage 2) onder het thema bodemkwaliteit.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Groen en natuur	Geef een globale landschapecologische of ecohydrologische beschouwing van het studiegebied en eventueel de verschillende landschapstypes daarbinnen	Om een goede basis voor de informatie voor natuur in het MER op te nemen, is het nodig om eerst een beknopt algemeen beeld van de natuur te geven, inclusief de verschillende samenhangende deelgebieden. Geef daarom een globale landschapsecologische of ecohydrologische beschouwing van het studiegebied en eventueel de verschillende landschapstypes daarbinnen.	In bijlage 1 zijn de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen opgenomen voor het thema natuur.
Groen en natuur	Geef een algemeen beeld van de belangrijkste processen en problemen, de natuurwaarden, de verschillende leefgebieden en de aanwezige soortgroepen hiervan. Geef vervolgens aan welke kenmerkende habitattypen en soorten aanwezig zijn, en hun onderlinge relaties.		De effecten van de alternatieven op het thema natuur staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Gebiedsbescherming	Beschrijf de mogelijke invloed van het voornemen op beschermde natuurgebieden	, zoals Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Maak onderscheid tussen de verschillende gebieden en geef hiervan de status aan. Ook als de ingreep niet in of direct naast een beschermd gebied ligt, kan het gevolgen hebben op een beschermd gebied (via zogenoemde externe werking) die in het MER moeten worden beschreven.	De effecten van de alternatieven op het thema natuur staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).
Natura 2000	Natura 2000 aandachtspunten	Geef voor omringende Natura 2000-gebieden: · De instandhoudingsdoelstellingen voor de verschillende soorten en habitattypen en geef aan of sprake is van een behoud- of verbeterdoelstelling. · De actuele en verwachte oppervlakte en kwaliteit van habitattypen en leefgebieden. · De actuele en verwachte populatieomvang aan de hand van meerjarige trends.	Bijlage 1 bevat de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen voor het thema natuur. De effecten van de alternatieven staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling).

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
		Voor dit warmteprogramma kunnen mogelijke gevolgen zijn: ruimtebeslag, stikstofdepositie, impact op waterkwaliteit en -kwantiteit. Onderzoek deze effecten, waaronder ook de effecten van stikstofdepositie (generiek), en geef aan in hoeverre deze een risico vormen voor de uitvoerbaarheid (significante gevolgen kunnen veroorzaken). Soms kan op grond van objectieve gegevens niet worden uitgesloten dat het voornemen, afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten, significante gevolgen kan hebben voor Natura 2000-gebieden. Gebruik hiervoor in deze fase een stoplichtenmodel voor de beoordeling van de alternatieven.	
Natuurnetwerk Brabant	Natuurnetwerk Brabant aandachtspunten	Beschrijf voor de gebieden uit het NNB in en rond het plangebied de wezenlijke kenmerken en waarden. Onderzoek welke gevolgen het initiatief op deze actuele en potentiële kenmerken en waarden heeft. Houd daarbij rekening met externe werking. Beschrijf mogelijke en/of nodige mitigerende en/of compenserende maatregelen om negatieve effecten te voorkomen of te verminderen.	Bijlage 1 bevat de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen voor het thema natuur. De effecten van de alternatieven staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling). In hoofdstuk 6 zijn de mitigerende maatregelen beschreven.
Beschermde en rode lijst-soorten	Beschrijf welke door de Omgevingswet beschermde soorten te verwachten zijn binnen het plangebied, waar zij voorkomen en hoe beïnvloed kunnen worden.	Bepaal of verbodsbepalingen overtreden kunnen worden, zoals het verbod op het verstoren van rust- of verblijfplaatsen. Geef aan in hoeverre dit de staat van instandhouding van de betreffende soort verslechtert. Beoordeel de verschillende alternatieven op de impact op beschermde soorten. Beschrijf mitigerende en/of compenserende maatregelen om negatieve effecten te voorkomen of te verminderen.	De effecten van de alternatieven voor het thema natuur staan beschreven in bijlage 2 (effectbeoordeling). Hierbij is besloten verder te kijken dan alleen beschermde en rode lijst soorten maar biodiversiteit in haar geheel. In hoofdstuk 5 zijn de mitigerende maatregelen beschreven.

Onderwerp	Advies	Aanvulling	Hoe mee omgegaan
Circulariteit	waarin gebruikte materialen beschikbaar zijn is in veel gevallen waarschijnlijk groter dan gemeente, dus groter gebied meenemen.	In de NRD is aangegeven ook semi-kwantitatief circulariteit te beoordelen op circulair materiaalgebruik en totaal materiaalgebruik. Voor beoordeling van circulariteit wordt gekeken naar het materiaal dat binnen de gemeente Tilburg hergebruikt kan worden. Dat is een mooie ambitie, echter, het gebied waarin gebruikte materialen beschikbaar zijn is in veel gevallen waarschijnlijk groter. De Commissie adviseert daarom een groter gebied mee te nemen waar relevant.	In het MER is breder gekeken naar circulair materiaal gebruik.
Monitoring.	Geef op hoofdlijnen aan op welke manier, hoe vaak en hoe lang monitoring zal plaatsvinden en wie daarvoor verantwoordelijk is. Geef ook aan hoe resultaten van de monitoring wordt betrokken bij de herziening van het warmteprogramma.	Beschrijf in het MER op welke onderwerpen monitoring zal plaatsvinden. Maak hiervoor een aanzet voor een monitoringsprogramma (op hoofdlijnen), en/of geef aan welke bestaande monitoringsprogramma's gebruikt kunnen worden. Denk hierbij na of monitoring in de aanleg- en/of gebruiksfase nodig is, op basis van de verwachte milieueffecten in beide fasen. Geef aan hoe de inzichten uit het monitoringsprogramma worden meegenomen bij de periodieke herziening van het warmteprogramma.	Dit advies is meegenomen in hoofdstuk 8: monitoring.
Samenvatting zelfstandig leesbaar	Besluitvormers en insprekers lezen in de eerste plaats de samenvatting van het MER. Daarom verdient dit onderdeel bijzondere aandacht. De samenvatting moet als zelfstandig document leesbaar zijn en een goede afspiegeling zijn van de inhoud van het MER.		Voorliggend MER begint met een samenvatting.
Kaartmateriaal gebruiken	De Commissie adviseert ook om in het MER veel kaartmateriaal te gebruiken, zodat duidelijk is waar welke milieugevolgen op gaan treden per deelgebied.		In voorliggend MER inclusief bijlagen is kaartmateriaal gebruikt wanneer dit van meerwaarde wordt geacht.

1.8 Wijzigingen in de scope van het MER t.o.v. de NRD

1.8.1 Wijzigingen in beoordelingskader

Er heeft een aantal wijzigingen plaatsgevonden in het beoordelingskader van het MER ten opzichte van de NRD, wegens voortschrijdend inzicht. Deze wijzigingen worden hieronder omschreven en gemotiveerd.

- Het thema groen & natuur zijn de aspecten: gebruiksgroen, beschermde gebieden – natura 2000, beschermde gebieden – NNN samengepakt in de effectbeoordeling in het aspect: Natura 2000, NNN en stadsnatuur Tilburg. Daarnaast is breder gekeken dan beschermde soorten, namelijk biodiversiteit
- Tenslotte is in een aantal gevallen de indicator tekstueel in het MER anders geformuleerd dan in de NRD. Op deze manier sluiten de indicatoren beter aan bij de toegepaste klassegrenzen in de effectbeoordeling

1.8.2 Wijzigingen in alternatieven

Er hebben geen significante wijzigingen plaatsgevonden in de alternatieven. De alternatieven zijn op de volgende drie punten aangepast en/of verder gespecifieerd:

1) De alternatieven zijn in het MER nader uitgewerkt. Dit is te lezen in hoofdstuk 3 van voorliggende rapportage
2) Ook voor zone 2a is er een individuele oplossing bij gekomen
3) In het planMER is gekeken naar warmtetechnieken en -infrastructuren die invloed hebben op het gebied als geheel, zoals bronnen, warmtenetten en temperatuurniveaus. Maatregelen die alleen in de woning worden toegepast en geen effect hebben op de ruimtelijke of milieukundige gevolgen op gebiedsniveau, worden niet meegenomen. Milieueffecten van woningaanpassingen, uit de vierde kolom van tabel 4 uit de NRD (versie 15 april 2015), niet behandeld

1.8.3 Beoordeling in wijktypen

Het is niet realistisch om één warmtealternatief uit te rollen over de hele gemeente. In de NRD zijn daarom 6 zones geïntroduceerd, deze onderscheiden zich van elkaar in bouwjaren, bebouwingsdichtheid en huidige energie-infrastructuur. De basis voor deze indeling is gemaakt in de Transitievisie Warmte waarin de gemeente werd opgedeeld in 4 zones en latere verfijning in het Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst. Daarnaast zijn er in de verschillende gebieden andere warmtebronnen aanwezig. De kenmerken bepalen welk warmtealternatief het meest kansrijk is in een gebied.

Ten opzichte van de NRD heeft er een wijziging plaatsgevonden in de contouren van zone 2b en 3. Zone 2b is uitgebreid, waarbij een deel van het gebied dat voorheen tot zone 3 behoorde, is heringedeeld naar zone 2b. Deze aanpassing betreft met name het gebied in Tilburg-Zuid rond en deels ten noorden van de Ringbaan. Hiermee is de zonering beter in lijn gebracht met de beoogde ontwikkelrichting van dit gebied.

Met het Warmteprogramma en daaropvolgende beleidsstukken maakt de gemeente keuzes op buurtniveau. Voor de relevante milieuthema's is daarom gekozen om de milieueffecten per wijktypologie inzichtelijk te maken. Dit geldt onder andere voor 'geluid', 'ondergronds

ruimtegebruik' en 'ruimtelijke beleving'. Ten behoeve van de uitvoerbaarheid, leesbaarheid en navolgbaarheid van het planMER is een clustering gemaakt van wijktypes naar wijktypologieën. Deze wijktypologieën zijn te onderscheiden op basis van ruimtelijke kenmerken waaronder bebouwingsdichtheid. Een uitgebreidere omschrijving van de wijktypologieën is te vinden in paragraaf 2.2.4.

1.9 Modelrapport

Het Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW) heeft op 5 februari 2026 een modelrapportage voor de planMER bij warmteprogramma's beschikbaar gesteld. Deze modelrapportage ondersteunt bij het sneller, eenvoudiger opstellen en laten beoordelen van de milieueffectrapportage. De modelrapportage vormt een basisopzet voor een MER bij een warmteprogramma. Zij is grotendeels gebaseerd op het MER van het warmteprogramma van de gemeente Utrecht en bestaat uit:

- een vaste hoofdstuk- en paragraafstructuur
- generiek toepasbare teksten
- bijlagen met een set onderzochte buurttypen en warmtealternatieven

Omdat deze publicatie heeft plaatsgevonden in de periode dat het proces van voorliggende rapportage al was opgestart is een aangepaste methode gehanteerd. Echter zijn met terugwerkende kracht op basis van de modelrapportage een aantal thema's en onderzoeken toegevoegd aan voorliggend MER:

- Toelichting op de effecten op elektromagnetische (EM) velden (zie paragraaf 2.2.3)
- Toelichting op de effecten op verkeer (zie paragraaf 2.2.3)
- Een AERIUS-proefberekening om de kwalitatieve beoordeling van de stikstofdepositie effecten van stikstofemissies als gevolg van het warmteprogramma op Natura 2000-gebieden kwantitatief te onderbouwen, als voorbeeld dient de renovatie en isolatie van meerdere flatgebouwen in het oostelijk deel van het project Ringpark-Zuid te Tilburg (zie bijlage 3)

2 Methodiek van het planMER

In dit hoofdstuk is het beoordelingskader van dit planMER en de onderzoeksmethodiek van het planMER toegelicht.

2.1 Wat is er onderzocht?

2.1.1 Voorgenomen activiteit: Warmteprogramma

De voorgenomen activiteit waarvoor het planMER is opgesteld is het Warmteprogramma van de gemeente Tilburg. In dit Warmteprogramma beschrijft de gemeente hoe de stad van aardgas overgaat op duurzamere energie om woningen en gebouwen te verwarmen, te koken en warm tapwater te krijgen. Hierin staan haar plannen voor de komende 10 jaar met als lange termijn doel om in 2050 als gemeente aardgasvrij te zijn. Het Warmteprogramma gaat over de bestaande bebouwing en niet over de nieuwbouw die in de komende 10 jaar en daarna wordt gerealiseerd.

In het Warmteprogramma komt te staan:

- Hoe elke buurt de beste duurzame energieoplossing krijgt (alles-elektrisch of een warmtenet)
- Wanneer buurten over kunnen gaan op een duurzamere energieoplossing
- In welke buurten we als eerste kunnen starten en hoe we dat doen

Wat staat er nog niet in?

- Een definitief besluit voor de duurzamere energieoplossing en een einddatum voor het gebruik van aardgas
- Een precieze kostenberekening
- Buurten waar op dit moment grotendeels geen gebruik meer wordt gemaakt van een aardgassluiting voor verwarming
- Een gebiedsgerichte uitwerking zoals in de WUPe

De gemeente onderzoekt voor de stap naar duurzame warmte twee á drie alternatieven voor zes zones. Het planMER doet geen onderzoek naar de haalbaarheid van de verschillende alternatieven. De keuze voor een warmteoplossing wordt door meerdere factoren bepaald. Naast de milieueffecten zijn ook de kosten, energievraag, ruimtelijke inpassing en andere factoren van belang.

2.1.2 Alternatieven

Het Warmteprogramma beschrijft hoe de gebouwde omgeving overstapt van aardgas naar duurzame warmte. Dit kan met verschillende warmtetechnieken en -bronnen. Om goed inzicht te krijgen in de milieueffecten van deze verschillende technieken en bronnen zijn in dit MER een aantal alternatieven beoordeeld. Dit planMER onderzoekt de effecten van deze alternatieven op de leefomgeving op stadsniveau, waar mogelijk op wijkniveau en voor verschillende thema's locatiespecifiek. Voor de alternatieven zijn nog geen specifieke locaties van installaties en tracés van de infrastructuur bekend. De alternatieven zijn beschreven in hoofdstuk 3.

2.2 Beoordelingsmethodiek

2.2.1 Wijze van beoordelen effecten

In het MER worden de effecten van de voorgenomen activiteit en de bandbreedte van het programma in beeld gebracht. De effecten worden met plussen en minnen op een vijfpuntschaal beoordeeld (van ++ naar --, zie voorbeeld Tabel 2.1) ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordelingskader per milieu-indicator zijn in de effectbeoordeling van bijlage 2 opgenomen. Voor de indicatoren waarvoor een (zeer) negatief effect verwacht wordt, zal in het MER ook een beoordeling worden gegeven na mitigerende en/of compenserende maatregelen.

Tabel 2.1 Beoordelingsmethodiek

Score	Toelichting
++	Zeer positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

2.2.2 Beoordelingskader

Het doel van dit MER is om de relevante milieueffecten van het Warmteprogramma inzichtelijk te maken. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de onderzoeksthema's die in het MER aan bod komen en de aspecten waarnaar is gekeken per thema. Dit zijn de beoordelingscriteria die we gebruiken om de milieu-impact van de alternatieven te beoordelen.

De effecten worden, waar relevant, beschreven voor zowel de aanleg- als de gebruiksfase. Het type onderzoek in het MER is vooral kwalitatief van aard. Doordat het gaat over een abstracter programma voor de hele gemeente en niet over een ontwerp van een techniek voor een buurt of straat, is het niet realistisch de alternatieven volledig door te rekenen. Wel is in veel gevallen door gebruik van specifieke gebiedstypen en/of voorbeeldwijken een meer kwantitatieve uitwerking gemaakt.

Tabel 2.2 Beoordelingskader

Thema	Aspect	Indicator
Klimaat en energie	CO_2-besparing door energieverbruik	Reductie in CO_2-uitstoot
	CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	CO_2-uitstoot
	Hulpenergie	Jaarlijkse gWh hulpenergie
Geluid en trillingen	Gecumuleerd geluid	Toename geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen
	Trillingen	Hinder of schade door trillingen

Thema	Aspect	Indicator
Bodem en ondergrond	Bodemkwaliteit	De impact biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit en de diepere ondergrond en op bodemleven in de leeflaag
	Ondergronds ruimtegebruik	Inpasbaarheid in de ondergrond
Lucht	Luchtkwaliteit	Uitstoot van fijnstof (PM10, PM2.5) en stikstofoxide (NO_2)
Water	Oppervlaktewaterkwaliteit	Thermisch effect en fysieke aantasting op waterleven
	Grondwater	De hydrologische en thermische impact op grondwaterkwaliteit en kwantiteit
	Drinkwater	Impact op de kwaliteit van het drinkwater in nabijgelegen leidingen van benoemde technieken
Natuur	Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	Impact op groene hoofdstructuur van de stad, instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden en omvang, samenhang en wezenlijke kenmerken en waarden van NNN
	Biodiversiteit	Impact op beschermde soorten
	Stikstofdepositie op Natura 2000	Stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden
Circulariteit	Circulair materiaalgebruik	Hoeveelheid te gebruiken materiaal en zeldzaamheid daarvan
Ruimtelijke Kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Verrommeling van de buitenruimte (mogelijkheden voor combinatie met andere functies/meervoudig ruimtegebruik) en impact op de uitstraling/vormgeving van gebouwen (bijvoorbeeld n.a.v. isoleren of het plaatsen van gebouwgebonde installaties)
	Bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte	Totaal benodigd bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid in de openbare ruimte
Archeologie en cultureel erfgoed	Archeologische waarden	Aanwezigheid en mogelijke aantasting van archeologische waarden.
	Cultuurhistorische waarden	Aanwezigheid en mogelijke aantasting van monumenten, stads- en dorpsgezichten en cultuurlandschappen
Hitte	Hittestress	Mate waarop de invulling van de koeltevraag resulteert in een stijging van de temperatuur (gevoelstemperatuur en de hoeveelheid warme nachten) met bijbehorende gezondheidseffecten

2.2.3 Wat nemen we niet mee in het beoordelingskader?

LFG

Een bijzondere vorm van geluid die tot hinder kan leiden is laagfrequent geluid (LFG). LFG is geluid met zeer lage tonen, te weten frequenties tussen 20 Hz en 100 tot 125 Hz. Geluid onder 20 Hz wordt infrasoon geluid genoemd. Geluid boven deze 100/125 Hz is gewoon geluid. Er bestaat geen specifieke wet- en regelgeving voor LFG in Nederland. Voor het beoordelen van LFG bestaan wel twee richtlijnen; te weten de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder en de Vercammen-curve. LFG-geluid manifesteert zich vaak als een brom- of zoemtoon, die niet alleen wordt waargenomen met de oren, maar ook gevoeld wordt (bijvoorbeeld als druk op de borst). Bekende geluidbronnen die tot LFG-hinder op relatief grotere afstanden van de bron kunnen leiden zijn bijvoorbeeld verkeer (weg, rail en luchtvaart), (grote) industriële transformatoren en muziekgeluid van festivals. Op woning-/gebouwniveau kunnen bij onvoldoende akoestische of trillings-ontkoppeling ook bijvoorbeeld airco's, lucht-water warmtepompen, cv-installaties en mechanische ventilatie tot LFG-hinder leiden. Verder is ook bekend dat er ook sprake kan zijn van LFG-fantoomgeluid ten gevolge van medische aandoeningen (bijvoorbeeld tinnitus). In dat geval is er geen sprake van een externe geluidbron.

LFG ten gevolge van kleine huisinstallaties, zoals lucht-water warmtepompen en airco's, is relatief eenvoudig te voorkomen of te verhelpen door de installatie akoestisch te ontkoppelen van constructiedelen en trillingvrij op te stellen. Toename van LFG-hinder ten gevolge van individuele installaties bij woningen zal daarmee geen issue (mogen) zijn voor de warmtetransitie. Ook is er geen informatie bekend over de actuele hinder van LFG in Tilburg

LFG van grote transformatoren kan een rol spelen op relatief korte afstanden van de transformatoren. Ook hiervoor geldt dat wanneer hiermee in het ontwerp voldoende rekening wordt gehouden, een toename van LFG-hinder geen issue is (of mag zijn).

Op basis van deze analyse achten wij het niet van belang om de effecten van LFG-hinder mee te nemen in de effectbeoordeling van het Warmteprogramma in dit planMER.

Elektromagnetische velden

In de recent vastgestelde NPLW-modelrapportage planMER bij warmteprogramma's (februari 2026) zijn elektromagnetische velden (EMV) expliciet benoemd als afzonderlijk milieuthema. In lijn met deze modelrapportage is in dit planMER beoordeeld of de uitvoering van het warmteprogramma aanleiding kan geven tot relevante milieueffecten door elektromagnetische velden.

Elektromagnetische velden maken integraal deel uit van de bestaande stedelijke omgeving en ontstaan onder meer bij elektriciteitskabels en transformatorstations. In het kader van de warmtetransitie kunnen dergelijke voorzieningen, met name bij verdergaande elektrificatie van de warmtevraag, in beperkte mate toenemen. Overeenkomstig de modelrapportage is vastgesteld dat elektromagnetische velden uitsluitend aan de orde zijn in de gebruiksfase en dat de veldsterkte sterk afneemt met toenemende afstand tot de bron.

Uit metingen en berekeningen blijkt dat bij gangbare transformatorhuisjes en ondergrondse elektriciteitskabels de zone waarin jaargemiddeld sprake kan zijn van verhoogde magneetvelden beperkt blijft tot de directe nabijheid van de installatie. Al op korte afstand van de bron (orde van enkele meters) worden veldsterktes bereikt die lager zijn dan de voorzorgswaarde van 0,4 microtesla die in het Nederlandse voorzorgbeleid en door de GGD wordt gehanteerd voor langdurig verblijf, met name van kinderen. Daarbuiten nemen de veldsterktes verder af tot niveaus die als achtergrondbelasting kunnen worden beschouwd.

De modelrapportage geeft aan dat, mits elektrische infrastructuur wordt ingepast volgens de geldende richtafstanden[2], technische ontwerpcriteria en het nationale voorzorgbeleid, geen sprake is van significante gezondheidseffecten. Deze conclusie is consistent met de stand van de wetenschap zoals samengevat door onder meer de GGD, het RIVM en de Wereldgezondheidsorganisatie, waarin is geconcludeerd dat bij blootstelling beneden de geldende normen geen causaal verband is aangetoond tussen elektromagnetische velden en gezondheidsklachten.

Voor het warmteprogramma van de gemeente Tilburg geldt daarom dat elektromagnetische velden weliswaar als aandachtspunt correct zijn onderkend, maar dat zij, bij toepassing en inpassing conform vigerende regelgeving, niet leiden tot een onderscheidend, significant of beperkend milieueffect in de zin van het planMER. Elektromagnetische velden vormen daarmee geen doorslaggevend criterium in de afweging tussen alternatieven binnen het warmteprogramma.

Verkeer

Het thema verkeer gaat over de mate van verkeershinder voor gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers. Verkeershinder betreft omstandigheden die het verkeer tijdens verplaatsingen belemmeren, zoals verkeersdrukte, werkzaamheden of weersomstandigheden. Deze hinder kan optreden tijdens vervoersbewegingen, maar speelt vooral in de aanlegfase, wanneer werkzaamheden worden uitgevoerd voor de aanleg van een alternatief warmtesysteem. In dit onderdeel is beschreven welke impact de benodigde werkzaamheden hebben op de doorstroming op de openbare weg.

Voor alle alternatieven ontstaat verkeershinder in de aanlegfase. Dit geldt zowel voor de installatie van warmtepompen als voor de aanleg van een warmtenet in de openbare ruimte. In drukke wijken, zoals de binnenstad van Tilburg en volkswijken in zone 3, kunnen door smalle straten en de hoeveelheid werkzaamheden extra maar tijdelijke verkeershinder ontstaan. Tijdens deze werkzaamheden wordt het verkeer doorgaans omgeleid. Waar mogelijk kunnen werkzaamheden in de openbare ruimte worden gecombineerd om hinder te beperken. Daarnaast helpt duidelijke en tijdige communicatie richting bewoners over de aard, duur en gevolgen van de

[2] In 2023 is een convenant afgesloten tussen netbeheerders en ministeries. De minister heeft het convenant middels een brief gecommuniceerd als advies naar al het bevoegd gezag ruimtelijke ordening (gemeenten, provincies, Rijk) en de netbeheerders voor de elektriciteit: “Voor overige netcomponenten adviseren we het bevoegd gezag voor de ruimtelijke ordening om geen specifieke afstanden tot bestemmingen waarin mensen langdurig verblijven te berekenen. We achten het voldoende om bij deze netcomponenten, in nieuwe situaties en bij voorgenomen wijzigingen van bestaande netcomponenten, proportionele bronmaatregelen te treffen”

werkzaamheden (zoals afsluitingen en omleidingen) om overlast te verminderen.

Omdat de effecten van verkeershinder tijdelijk zijn en niet als onderscheidend tussen alternatieven worden beschouwd, is dit thema niet opgenomen in het beoordelingskader.

2.2.4 Beoordeling op verschillende schaalniveaus

Aanlegfase en gebruiksfase

Dit planMER beoordeelt de effecten van de alternatieven die optreden als gevolg van de aanleg van de verschillende warmtetechnieken, -bronnen en bijbehorende infrastructuur en de effecten die er zijn als de warmtechniek in gebruik is. De effecten in de aanleg- en gebruiksfase worden separaat omschreven. Niet voor elk aspect zijn beiden fasen relevant. Dit is aangegeven in de effectbeschrijving en beoordelingstabel.

Effecten in de aanlegfase zijn tijdelijk en effecten in de gebruiksfase permanent. Beide fasen worden beoordeeld volgens hetzelfde beoordelingskader. Bij de uiteindelijke afweging van de alternatieven is het tijdelijke of permanente karakter meegenomen; permanente effecten wegen daarbij zwaarder dan tijdelijke.

Gemeentebreed, per wijktypologie en locatiespecifieke aanvulling

In dit planMER worden zowel collectieve (alternatief A) als individuele oplossingen (alternatief B) beschouwd. Bronnen zoals ondiepe geothermie, TEO en TEA worden op specifieke locaties ingezet. De beoordeling vindt daarom plaats op drie schaalniveaus: gemeentebreed, per wijktypologie en locatiespecifiek. Per indicator is aangegeven welke effecten waar relevant zijn.

Wijktypologieën

De Klimaateffectatlas onderscheidt verschillende wijktypen op basis van typerende kenmerken. Deze wijktypen met kenmerken is in dit MER als basis gebruikt. De kenmerken zijn namelijk relevant voor de effectbeoordeling van bepaalde indicatoren. In dit planMER zijn de wijktypen ten behoeve van de effectbeoordeling geclusterd tot vier wijktypologieën, omdat deze wijken per wijktypologie soortgelijke kenmerken hebben en daarmee, op het abstractieniveau van het Warmteprogramma, soortgelijke effecten ondervinden van de alternatieven. De wijktypologieën zijn op basis van de bebouwingsdichtheid, breedte van het straatprofiel, het percentage openbaar groen en de aanwezigheid en grootte van tuinen. De omschrijving per wijktypologie is weergegeven in Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Beschrijving wijktypologieën gemeente

Wijktypologie	Omschrijving	Wijktypen
Drukke wijken	• Hoge bebouwingsdichtheid > 22% • Smalle straatprofielen <10 m • Te weinig openbaar groen <20% • Geen tuinen	• Tuindorp • Volkswijk • Historische binnenstad

Wijktypologie	Omschrijving	Wijktypen
Gemiddelde wijken	• Gemiddelde bebouwingsdichtheid 15 - 25 % • Normale straatprofielen 8 – 14 m • Redelijk veel openbaar groen 20 – 30 % • Kleine tot normale tuin aanwezig	• Tuinstad hoogbouw • Tuinstad laagbouw • Hoogbouw • Bloemkoolwijk • Naoorlogse woonwijk 1. Vernieuwd 2. Gemengd gebied*
Groene wijken	• Lage bebouwingsdichtheid < 18% • Ruimte straatprofielen > 12 m • Veel openbaar groen > 30 % • Grote tuinen	• Villawijk • Vinex • Groen 3. Buitengebied**
Bedrijventerreinen	• Gemiddelde-hoge bebouwingsdichtheid 23-25% • Ruime straatprofielen > 12 m • Te weinig openbaar groen <20%	• Bedrijventerreinen

** De Klimaateffectatlas beschouwt gebieden met andere functies (al dan niet met wonen) als 'bedrijventerreinen'. Echter, de gemeente hanteert in het Warmteprogramma alleen formele bedrijventerreinen, waardoor deze gebieden zijn heringedeeld.*

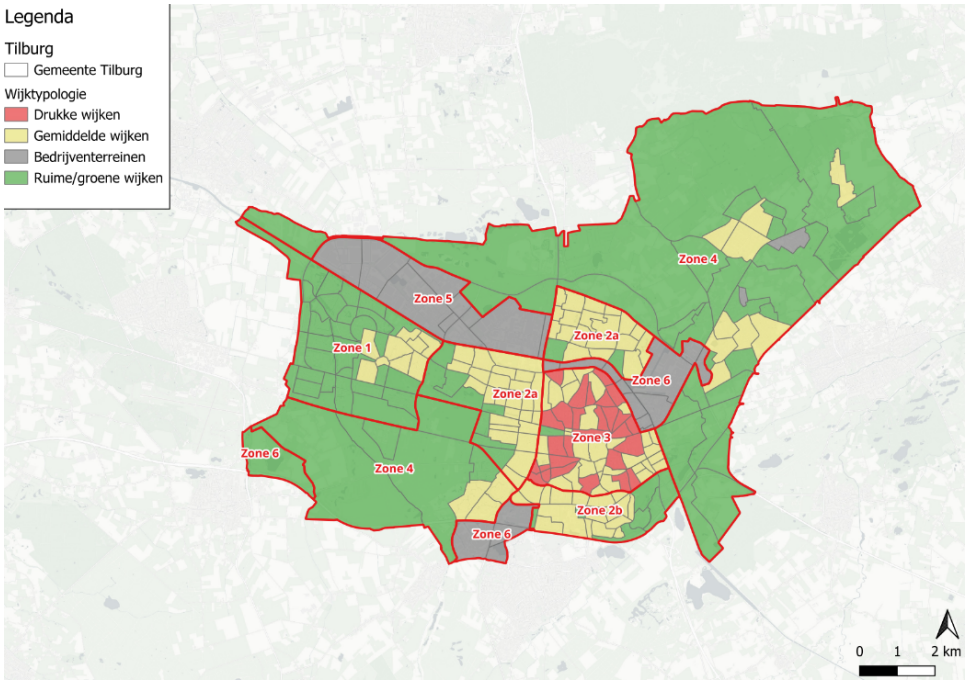
*** Voor het buitengebied zijn geen wijktypen vastgesteld in de Klimaateffectatlas. Vanwege vergelijkbare kenmerken is dit ingedeeld onder 'groene wijken'.*

In principe zijn de wijken ingedeeld in de wijktypologieën op basis van de wijktypen in de Klimaateffectatlas. Het kernteam warmtetransitie van de gemeente Tilburg heeft vervolgens per gecontroleerd of de wijktypologie in de praktijk overeenkomt met de theoretische indeling van de Klimaateffectatlas. De Tilburgse situatie vraagt om maatwerk bij de uitwerking. De beschreven typologieën zijn niet overal één op een te herkennen:

- Op basis van de Klimaateffectatlas worden binnen de wijktypologie 'bedrijventerreinen' ook gebieden meegenomen met functies zoals supermarkten, ziekenhuizen, onderwijs, sport, groen en detailhandel, al dan niet in combinatie met wonen. De gemeente hanteert in het Warmteprogramma uitsluitend formeel aangewezen bedrijventerreinen als bedrijventerrein. Daarom zijn deze gebieden met andere functies, op basis van lokale kennis en in afstemming met de gemeente, heringedeeld naar groene of gemiddelde wijken. De herindeling is afhankelijk van de mate van functiemenging (al dan niet met wonen) of een overwegend groen karakter. In de tabel is 'gemengd gebied' (zie *) daarom opgenomen onder gemiddelde wijken
- Op basis van de Klimaateffectatlas heeft het buitengebied (nog) geen wijktypen aangewezen gekregen. Aangezien de karakteristieken van het buitengebied overeenkomt met de karakteristieken van villawijken en vinex-wijken (e.g. lage bebouwingsdichtheid, ruime straat profielen, veel openbaar groen, grote tuinen) is het buitengebied opgenomen in de wijktypologie 'groene wijken' (zie **)

- Aan de westzijde van de gemeente, in zone 6, ligt Wijkevoort. Wijkevoort is een groen gebied dat, ondanks dat het gelegen is in zone 6 ‘overige bedrijventerreinen’, niet in de wijktypologie bedrijventerrein is ingedeeld. Dit komt overeen met de Klimaateffectatlas, maar vraagt wel om een toelichting. Het komt doordat het gebied nog niet is ontwikkeld als bedrijventerrein, maar er is wel een bestemmingsplan vastgesteld, waardoor de huidige kenmerken van het gebied beter aansluiten bij de wijktypologie ‘ruime, groene wijken’

Zo sluit de indeling beter aan bij de lokale situatie van de gemeente Tilburg en het Warmteprogramma. Figuur 2.1 geeft per zone weer welke wijken er onder welke wijktypologie vallen.



Figuur 2.1 Wijktypologieën per zone in gemeente Tilburg

2.3 Referentiesituatie en beleidskader

2.3.1 Referentiesituatie

Voor de effectbeoordeling worden de alternatieven in dit MER afgezet tegen de referentiesituatie. De referentiesituatie bestaat uit de HSAO. In de referentiesituatie is de huidige situatie van het plangebied en omgeving beschreven en is aangegeven wat de zogenaamde autonome ontwikkelingen zijn. Dit zijn de ontwikkelingen die hier de komende 10 jaar plaats zullen vinden, waar al een besluit over is genomen, zonder dat de voorgenomen activiteit (dus het Warmteprogramma) wordt uitgevoerd. De referentiesituatie per thema is opgenomen in Bijlage 1.

Voor het MER is de referentiesituatie aan warmtevoorziening gelijkgesteld aan de huidige situatie met autonome ontwikkelingen die onafhankelijk van het Warmteprogramma plaats zullen vinden. Alle ontwikkelingen op het gebied van warmte en aardgasvrij maken, zijn namelijk onderdeel van

de voorgenomen activiteit. Er is bij de referentiesituatie uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Alle huidige warmte-infrastructuur blijft behouden (bijvoorbeeld het aardgasnet, bestaande warmtenet en bestaande warmtepompen)
- Het huidige stadsbreed warmtenet krijgt een nieuwe duurzame bronnenmix om af te kunnen stappen van biomassa in 2027 maar er zijn geen uitbreidingen op het warmtenet
- Collegebesluit tot oprichting van warmtebedrijf Tilburg BV, dat onder meer de opdracht heeft om de aanleg van het warmte-koudenet in Tilburg-Zuid te realiseren
- De bestaande gebouwen besparen richting 2050 energie op hun warmtevraag door isolatiemaatregelen, ondersteund door bijvoorbeeld al vastgestelde subsidies en de projecten volkshuisvestingfonds in Wandelbos en Tilburg Noord
- Ten gevolge van klimaatverandering de warmtevraag afneemt en de koelvraag toeneemt

2.3.2 Beleidskader

In de afweging van alternatieven dient rekening gehouden te worden met bestaand beleid. Voor dit planMER gaan we uit van onderstaand beleidskader. De tabel geeft een overzicht van de belangrijkste kaders en beleidsstukken van internationaal tot lokaal niveau, waarbij is aangegeven wat de relevantie van het beleid is voor dit planMER.

Tabel 2.4 Beleidskader

Beleidskader	***Omschrijving en relevantie***
Internationaal/Europees	
Klimaatakkoord van Parijs	Om de mondiale klimaatverandering tegen te gaan hebben 195 landen in 2015 het Klimaatakkoord van Parijs ondertekend. Al deze landen, waaronder Nederland, maakten afspraken om de CO_2-uitstoot terug te dringen. Het nationaal Klimaatakkoord en het Warmteprogramma vinden hun oorsprong bij dit akkoord.
Europese Klimaatwet/Green Deal	Met de Europese Klimaatwet heeft Europa in de wet vastgelegd klimaatneutraal te zijn in 2050. In vergelijking met 1990 moeten broeikasgassen in 2030 met 55 % zijn afgenomen. De wet volgde op het Klimaatakkoord. De warmtetransitie draagt voor Nederland in grote mate bij aan het behalen van deze doelstelling.
Nationaal	
Nationaal Klimaatakkoord	Het Klimaatakkoord is een pakket van maatregelen en afspraken tussen bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden om gezamenlijk de uitstoot van broeikasgassen in Nederland in 2030 ongeveer te halveren (vergeleken met 1990). In 2050 moet de uitstoot van broeikasgassen met 95% afgenomen zijn. Eén van de afspraken die daarvoor is gemaakt, is dat Nederland uiterlijk in 2050 volledig aardgasvrij is. De ambitie is om dit te realiseren via een gebiedsgerichte aanpak waarin gemeenten de regie voeren. Het Warmteprogramma van gemeente Tilburg volgt hieruit.
Omgevingswet	De Omgevingswet bundelt verschillende wetten op het gebied van de fysieke leefomgeving met elkaar op het vlak van ruimte, wonen, infrastructuur, milieu, natuur en water. Hierbij gaat het om de balans tussen beschermen en benutten van de fysieke leefomgeving met het oog op duurzame ontwikkeling. In de

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	Omgevingswet zijn regels opgenomen voor bijvoorbeeld de thema's geluid, luchtkwaliteit, bodem en cultuurhistorische waarden. De Omgevingswet werkt door in vier algemene maatregelen van bestuur (AMvB's): het Omgevingsbesluit, het Besluit kwaliteit leefomgeving, het Besluit activiteiten leefomgeving en het Besluit bouwwerken leefomgeving.
Klimaatwet	In de Klimaatwet heeft Nederland wettelijk vastgelegd dat we in 2030 49 % minder broeikasgassen moeten uitstoten en in 2050 95 % minder ten opzichte van 1990. Het Warmteprogramma is een van de manieren waarop de gemeente Tilburg deze doelstellingen wil behalen.
Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw)	Op 23 april 2024 is de Wgiw aangenomen door de Tweede Kamer. De Wgiw is pas definitief nadat de Eerste Kamer ermee instemt, en de wet is gepubliceerd in de Staatscourant. De verwachting is dat de wet per 1 juli 2026 van kracht is. Met deze wet krijgen gemeenten meer bevoegdheden om de nieuwe manieren van verwarmen in de gemeente vast te leggen. Ook voor de gemeente Tilburg geldt dat zij haar plannen met deze wet definitief vast kan leggen.
Wet collectieve warmte	Met de aanstaande Wet Collectieve Warmtevoorzieningen (WCW, januari 2026) wordt beoogd de warmtetransitie in de gebouwde omgeving te bevorderen en tegelijkertijd de publieke belangen duurzaamheid, leveringszekerheid en betaalbaarheid beter te borgen. De wet belegt bij gemeenten een regierol in de ontwikkeling van warmtenetten en organiseert dat het eigendom daarvan publiek is.
Nationale Omgevingsvisie (NOVI)	De NOVI komt voort uit de Omgevingswet. In deze nieuwe aanpak wordt als uitgangspunt gesteld dat ingrepen in de leefomgeving niet los van elkaar plaatsvinden, maar in samenhang.
Nationaal plan energiesysteem	Het Nationaal Plan Energiesysteem is de kabinetsvisie voor het energiesysteem tot 2050. In dit plan geeft het kabinet aan hoe we kunnen bouwen, besparen, verdelen en verbinden voor een duurzaam en rechtvaardig energiesysteem - nu en in de toekomst.
Mijnbouwwet (Mbw)	De Mbw reguleert het gebruik van bestaansbronnen in de diepe ondergrond, zoals het opsporen, winnen en opslaan van delfstoffen en aardwarmte. De Wet is, met bepaalde uitzonderingen, alleen van toepassing op delfstoffen die op een diepte van meer dan 100 meter aanwezig zijn. Voor aardwarmte geldt een grens van een diepte van meer dan 500 meter. Deze wet reguleert het gebruik en toepassing van warmtetechnieken die gebruikmaken van bodemwarmte.
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)	In het Bal stelt het Rijk algemene regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving. Deze gelden voor alle partijen die actief zijn in de fysieke leefomgeving: burgers, bedrijven en overheid. Hierin staan onder andere beperkingen rondom monumenten. Het besluit biedt kaders voor de effectbeoordeling van verschillende aspecten.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) staan regels over omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring. Het Bkl geldt voor het Rijk en decentrale overheden. In het Bkl staan onder andere de rijksomgevingswaarden voor lucht. Deze zijn gelijk aan de Europese richtlijnen

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	Luchtkwaliteit en Gevaarlijke stoffen. Daarnaast staan er regels in voor onder andere omgevingslawaai en erfgoed. Het besluit biedt kaders voor de effectbeoordeling van verschillende aspecten.
Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)	In het Bbl staan regels over veiligheid, gezondheid, duurzaamheid en bruikbaarheid van bouwwerken. Daarnaast heeft het Bbl regels over de staat en het gebruik van een bouwwerk, het uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden in de dagperiode en regels omtrent erfgoed. Het besluit biedt kaders voor de effectbeoordeling van verschillende aspecten.
Programma Energiehoofdstructuur	De energietransitie vraagt meer ruimte in de fysieke leefomgeving, terwijl die ruimte beperkt is. Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) richt zich op de benodigde ruimte voor de nationale onderdelen van het energiesysteem op land voor een klimaatneutraal energiesysteem in 2050. Gemeenten kunnen in het PEH zien welke ruimtelijke ontwikkelingen van het energiesysteem op nationaal niveau worden verwacht.
Provinciaal	
Omgevingsvisie Noord-Brabant ‘De kwaliteit van Brabant’	De Omgevingsvisie bevat de provinciale visie op de ruimte in Noord-Brabant. In de Omgevingsvisie komen onderwerpen als ruimtelijke ordening, milieu, water, verkeer en vervoer, ondergrond en natuur in samenhang voor een duurzame ontwikkeling van de leefomgeving aanbod. Het gaat daarbij ook om ambities op het gebied van de energietransitie, klimaatadaptatie en -mitigatie en duurzaamheid. Onderwerpen die van invloed zijn op het Warmteprogramma van Tilburg.
Omgevingsverordening Provincie Noord-Brabant	In de Omgevingsverordening staan de juridisch bindende regels opgenomen waar overheden, bedrijven en burgers zich aan moeten houden. Voor gemeenten staan er instructieregels in over de uitoefening van taken en bevoegdheden en beoordelingsregels voor omgevingsvergunningen.
Energieagenda 2019-2030	De Energieagenda beschrijft hoe de provincie wil bijdragen aan de energietransitie en op binnen de vijf sectoren genoemd in het klimaatakkoord. Het doel is om in 2050 volledig over te stappen op een duurzame energievoorziening. De agenda richt zich op o.a. energiebesparing, het opwekken van hernieuwbare energie en het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving. Middels de Uitvoeringsagenda Energie 2024-2027 (2024) worden stappen gezet voor de provinciale inzet in deze periode.
Uitvoeringsagenda Energie 2024-2027	De Uitvoeringsagenda 2024-2027 is een uitwerking van de Energieagenda 2019-2030 en concretiseert de provinciale inzet in deze bestuursperiode. Met deze Uitvoeringsagenda wordend e voorgaande Uitvoeringsagenda’s geactualiseerd en herijkt. Hiermee wordt invulling gegeven aan de uitkomsten van een beknopte evaluatie van de voorgaande Uitvoeringsagenda’s, prioriteiten in het bestuursakkoord ‘Samen Maken We Brabant!’ en wordt ingespeeld op (nieuwe) ontwikkelingen in de energietransitie.
Regionaal	
Regionale Energie en Klimaatstrategie (REKS) (2021)	De REKS voor Hart van Brabant, vastgesteld op 1 juli 2021, beschrijft hoe de regio energie bespaart, duurzaam opwekt en zich aanpast aan klimaatverandering.

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	Overheden werken hierin samen met oog voor natuur, leefomgevingskwaliteit en de nationale klimaatdoelen.
Regionale Klimaatagenda Hart van Brabant 2022-2027 (Actualisatie 2023)	In het kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie moeten regio's werken aan een klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting, waarbij het gaat om de thema's waterveiligheid, wateroverlast, verdroging en hittestress. Daartoe worden kwetsbaarheden in beeld gebracht, klimaatdialogen gehouden en een Klimaatagenda opgesteld. In deze Regionale Klimaatagenda wordt beschreven hoe binnen Regio Hart van Brabant werk gemaakt wordt van klimaatadaptatie.
Regionale Structuur Warmte (RSW)	De regie in de warmtetransitie ligt op lokaal niveau: bij de gemeenten. De Regionale Structuur Warmte (RSW) is ondersteunend hieraan wanneer er in de regio sprake is van bovengemeentelijke aspecten van de warmtetransitie. De RSW heeft als doel de warmtetransitie te ondersteunen door inzichtelijk te maken waar en welke bovengemeentelijke meerwaarde er is. In de RWS wordt invulling gegeven aan de overgang van aardgas (in huis) of steenkool (in de Amercentrale) naar duurzame alternatieven voor het koken en verwarmen van water, woningen en gebouwen.
Regionaal Water en Bodem Programma 2022-2027	Het RWP is het provinciaal beleidskader voor water en vitale bodem in Noord-Brabant. Het programma richt zich op het realiseren van een klimaatadaptief Brabant met veilig, schoon en voldoende water en een gezonde bodem. Een centrale lijn is het herstellen van het water- en bodemsysteem, waarbij water en bodem sturend zijn voor ruimtelijke ontwikkelingen. In februari 2025 is het RWP aangevuld met een addendum, waarin nieuwe beleidsontwikkelingen en de uitwerking van 'Water en Bodem sturend' zijn opgenomen. Het RWP vormt daarmee richtinggevend kader voor beleid en samenwerking met gemeenten, waterschappen en andere partners.
Gemeentelijk	
Omgevingsvisie 2040 (2015)	De Omgevingsvisie Tilburg 2040 geeft richting aan de lange termijn ontwikkeling van de stad. De visie is opgesteld vóór de invoering van de Klimaatwet en bevat nog geen concrete uitvoering voor een aardgasvrije gemeente. Wel wordt ingezet op een duurzame, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Er wordt momenteel gewerkt aan een nieuwe omgevingsvisie, die naar verwachting in 2026 wordt vastgesteld.
Omgevingsvisie Tilburg 2025 deel A	Met deze omgevingsvisie zet Tilburg de koers naar de toekomst in Tilburgse stijl: met lef, ambitie en creativiteit, met de mouwen opgestroopt en met zorgzaamheid naar elkaar. In alles wat Tilburg doet, plaatsen zij kwaliteit voorop en zetten zij in op het vergroten van brede welvaart van hun inwoners – De inwoners van nu, en die van de toekomst. Voor mens, dier en natuur. De visie is een ruimtelijke vertaling van het traject Tilburg in 2050. In dit traject is verkend welke sociaal-maatschappelijke, economische en ecologische ambities te realiseren zijn, zodat Tilburg ook in 2050 een fijne plek is om te leven.
Transitievisie Warmte (2021)	De gemeenteraad stelde de Transitievisie Warmte vast als basis voor een aardgasvrij Tilburg in 2050, inclusief uitgangspunten, leidende principes en een aanpak in vier verschillende zones. De Transitievisie Warmte dient iedere vijf jaar te

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	worden herijkt. Het Warmteprogramma is de opvolger van deze visie; bij de inwerkingtreding ervan komt de Transitievisie Warmte te vervallen.
Tilburg Energiesysteem van de Toekomst (2025)	Tilburg wil in 2050 klimaatneutraal zijn. De studie onderzoekt hoe de stad kan overstappen op duurzame energie, aardgas kan uitfaseren en kan inspelen op de groeiende vraag naar elektriciteit, koeling en technologieën zoals waterstof en batterijen. De studie biedt richting voor stedelijke ontwikkeling en beleid en geeft inzicht in de ruimtevraag van het toekomstige energiesysteem. Daarnaast zijn de toekomstige energievraag en het energieaanbod onderzocht, inclusief warmtebronnen en warmtenetten. Dit leidt tot richtinggevende principes voor beleid, zoals de uitrol van warmtenetten, verdere elektrificatie, inzet van waterstof en de ontwikkeling van decentrale energiesystemen met lokale en regionale bronnen en opslag.
Routekaart ruimtelijk erfgoed (2023)	De Routekaart Ruimtelijk Erfgoed, vastgesteld in 2023, schetst de aanpak voor behoud en bescherming van erfgoed in de komende jaren. Er is aandacht voor regels, kwaliteit van de leefomgeving en nieuwe aandacht voor erfgoed uit de periode na 1965.
Doelen Energietransitie (2024)	In oktober 2024 heeft de gemeenteraad de Tilburgse doelen voor de energietransitie vastgesteld. Zo wil Tilburg als gemeente in 2025 CO_2 neutraal zijn. Daarnaast zijn diverse operationele doelen voor 2030 vastgelegd, zoals bijvoorbeeld het vaststellen van in totaal 26 wijkuitvoeringsplannen energie, het bereiken van minimaal energielabel B voor 65% van de geregistreerde gebouwen, de ontwikkeling van ten minste één geothermiebron en het uitsluitend gebruikmaken van hernieuwbare energie of restwarmte in alle warmtenetten.
Gebiedsperspectieven (2023-2024)	In een gebiedsperspectief komen wensen, ambities, plannen en beleid samen voor de toekomstige ontwikkeling van gebieden in Tilburg. Een gebiedsperspectief legt geen concrete plannen vast, maar biedt kaders voor toekomstige ontwikkelingen en zorgt ervoor dat plannen goed op elkaar aansluiten. Op dit moment zijn de gebiedsperspectieven voor Groenewoud (2023) en Tilburg Noord (2024) vastgesteld. Het gebiedsperspectief Udenhout is in december 2025 aan de gemeenteraad voorgelegd
Koersdocument Oostflank (2024)	Het Koersdocument Oostflank beschrijft de toekomstvisie voor de ontwikkeling van de dorpen Berkel-Enschot, Biezenmortel en Udenhout, evenals het Tilburgse buitengebied aan de oostkant en de randgemeenten. Hierbij ligt de nadruk op bereikbaarheid, natuurontwikkeling, versterking van de lokale economie en woningbouw. Het document biedt kaders en richting voor verdere planvorming en besluitvorming in dit gebied.
Uitvoeringsagenda klimaatadaptatie ‘Wij werken samen aan een koel Tilburg’ (2019-2022)	De Uitvoeringsagenda Klimaatadaptatie Koel Tilburg geeft middels zes doelstellingen richting aan het klimaatbestendiger maken van de stad. Het is een dynamische agenda die periodiek wordt geactualiseerd.
Warmteplan Kenniskwartier Tilburg (2025)	Het Warmteplan Kenniskwartier Tilburg is een besluit over de aanleg van een distributienet voor warmte, waarin voor een periode van ten hoogste 10 jaar,

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	uitgaande van het voor die periode geplande aantal aansluitingen op dat distributienet, de mate van energiezuinigheid en bescherming van het milieu, gebaseerd op de energiezuinigheid van dat distributienet en het opwekkingsrendement van de over dat distributienet getransporteerde warmte, bij aansluiting op dat distributienet is opgenomen.
Warmteplan Tilburg-Zuid (2023)	Het Warmteplan Tilburg-Zuid betreft een besluit over een warmtenet van de vijfde generatie met maximaal 2.546 woningequivalenten, waarvan 2.258 voor wonen en 288 voor voorzieningen/utiliteit. Het plan beschrijft voor een periode van maximaal tien jaar de energiezuinigheid en milieubescherming, gebaseerd op de efficiëntie van het distributienet en het opwekkingsrendement van de geleverde warmte.
Bestuursakkoord Meer voor Elkaar 2022-2026	In het Akkoord Meer Voor Elkaar wordt geschetst wat gemeente Tilburg tot hun doel stelt in de raadsperiode 2022-2026.
Schone Lucht Akkoord, Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen	De gemeente Tilburg behoort tot de eerste ondertekenaars van het Schone Lucht Akkoord en ondersteunt ook het convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB). Doel van het convenant is de transitie naar een sterkere natuur, een beter klimaat en een gezondere leefomgeving door verduurzaming van de bouwsector. Met de routekaart SEB wordt de weg geëffend naar schoon en emissieloos bouwen, waarbij werk-, voer- en vaartuigen met minder uitstoot worden ingezet. Het convenant draagt bij aan de doelen van het Schone Lucht Akkoord en geeft duidelijkheid over het tempo en de eisen bij aanbestedingen. Daarbij wordt ingezet op samenwerking, ondersteuning en subsidieregelingen om de transitie geleidelijk en haalbaar te maken.
Programma Tilburg Circulair 2025-2028	De gemeenteraad heeft in 2025 het *Programma Tilburg Circulair 2025–2028* vastgesteld. Hierin spreekt de gemeente de ambitie uit om in 2045 volledig circulair te zijn. Het programma beschrijft vijf overkoepelende uitgangspunten die richting geven aan dit traject. Samen zorgen deze ervoor dat Tilburg blijft werken aan haar doelstellingen: een economie die in 2030 voor 50% circulair is en in 2045 volledig circulair.
Actieplan Geluid (2025)	Voor het Actieplan geluid zijn in 2025 nieuwe geluidbelastingskaarten vastgesteld. Hierin staat het industrie-, rail- en wegverkeerslawaai cumulatief weergegeven. Er wordt hiermee inzichtelijk gemaakt waar de meeste geluidbelasting aanwezig is. Iedere 5 jaar wordt het actieplan geactualiseerd.
Nota bodembeheer gemeente Tilburg (2021)	Op 10 januari 2020 is de nota bodembeheer van 2 januari 2019 herzien. Gemeente wil nog beter invulling geven aan haar huidige milieuvriendelijke grondstromenbeleid. Om dit te realiseren heeft de gemeente de eerder vastgestelde bodemfunctieklassenkaart, de bodemkwaliteitskaart en de nota bodembeheer geactualiseerd. De kaarten zijn de instrumenten voor het grondstromenbeleid. Deze nota bodembeheer geeft aan hoe vrijgekomen grond en gerijpte baggerspecie mag worden opgeslagen (tijdelijk), hergebruikt of toegepast. De bodemkwaliteitskaart is in 2024 nogmaals geactualiseerd.
Gebiedsbeheerplan gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg (2016)	Het gebiedsgericht grondwaterbeheer in Tilburg richt zich op het duurzaam beschermen, benutten en verbeteren van de grondwaterkwaliteit door

Beleidskader	*Omschrijving en relevantie*
	verontreinigingen niet langer per afzonderlijke locatie, maar samenhangend op gebiedsniveau aan te pakken. De kern van de aanpak is het voorkomen van verdere verspreiding van verontreinigd grondwater (met name richting beekdalen en drinkwaterwinning), het gericht verbeteren van de grondwaterkwaliteit waar dit het meest effect heeft en het mogelijk maken van stedelijke ontwikkeling tegen lagere maatschappelijke kosten.
Programma water en riolering	
Bodemenergieplan Kenniskwartier (2025)	Een bodemenergieplan geeft de gemeente de mogelijkheid ondergrondse inrichting van Kenniskwartier m.b.t. bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen, omdat de open bodemenergiesystemen het beste aansluiten bij de intensiteit van de warmte-koudeaanvraag binnen dit gebied.
Bodemenergieplan Tilburg zuid (2023)	Een bodemenergieplan geeft de gemeente de mogelijkheid ondergrondse inrichting van Tilburg Zuid m.b.t. bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen, omdat de open bodemenergiesystemen het beste aansluiten bij de intensiteit van de warmte-koudeaanvraag binnen dit gebied.
Uitvoeringsplan Omgevingskwaliteit ‘Samen werken aan een genereus Tilburg’	Het Uitvoeringsplan Omgevingskwaliteit beschrijft de Tilburgse kwaliteitsambitie en geeft inzicht in het (tactisch) instrumentarium waarmee deze ambitie de komende jaren tot uitvoering gebracht wordt. Dit gebeurt langs twee sporen: focus op de uitvoering enerzijds en het weken aan een sterke ontwerp- en bouwcultuur anderzijds.
Omgevingsprogramma omgevingskwaliteit met beleidsregels (2026)	Met het Omgevingsprogramma Omgevingskwaliteit is het kwaliteitsbeleid van de gemeente Tilburg geactualiseerd en in lijn gebracht met de omgevingswet. Met het omgevingsprogramma wordt de samenhang en organisatie in het kwaliteitsbeleid gebracht.
Routekaart ruimtelijk erfgoed Tilburg 2023-2026	De Routekaart legt vast hoe gemeente Tilburg de komende jaren omgaat met hun ruimtelijk erfgoed en daarmee hoe ze het bestaande als bron voor inspiratie gebruiken voor de toekomst. Zo zetten ze de zorg voor huidige monumenten voort, zorgen ze ervoor dat waardevol erfgoed niet verloren gaat en geven ze mede richting aan nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen. Dit krijgt onder meer vorm in een nieuwe Erfgoedverordening, een aangepaste subsidieregeling en de aanwijzing van waardevolle gebouwen, structuren en ensembles.
Routekaart archeologisch erfgoed Tilburg 2022-2025	In de nota ‘Tilburg, een jonge stad met een oud verleden. Routekaart Archeologisch Erfgoed 2022-2025’ geeft gemeente Tilburg aan wat nodig is om het archeologisch

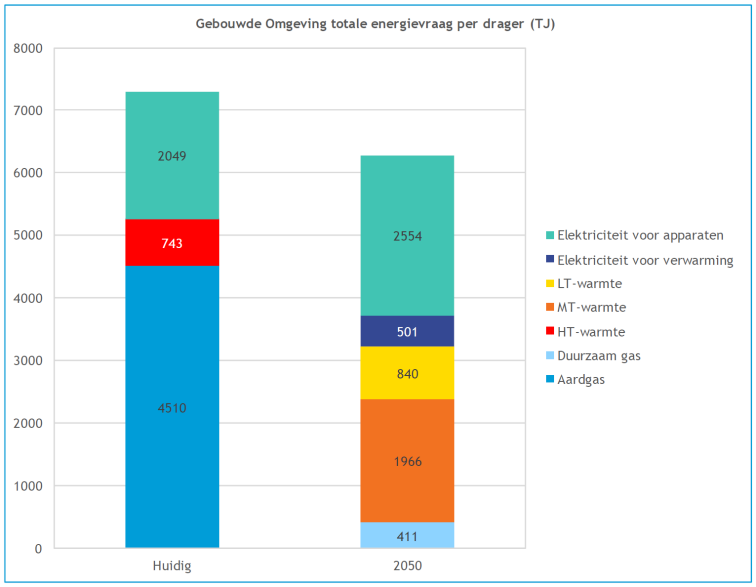
Beleidskader	Omschrijving en relevantie
	beleid van de gemeente Tilburg Omgevingswet-proof te maken en hoe ze het Verhaal van Tilburg vanuit de archeologische kennis kunnen presenteren.
Beleidsregels ontheffingen nul-emissiezone Tilburg 2025	Het ontheffingenbeleid is voor een groot deel gebaseerd op het ontheffingenbeleid voor de milieuzones vracht- en bedrijfsauto's van diverse gemeenten zoals dat de afgelopen jaren is uitgevoerd. Het ontheffingenbeleid bestaat uit een deel dat alle gemeenten met nul-emissiezones hanteren: de in dat deel opgenomen ontheffingen zijn gelijk getrokken. Daarnaast bestaat het ontheffingenbeleid uit gemeente-specifieke ontheffingen.

2.4 Energievraag: nu en in de toekomst

CE Delft heeft de studie Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst[3] uitgevoerd in samenwerking met Antea Group en Generation. Energy. Hiervoor is de toekomstige energievraag en -aanbod van het energiesysteem in kaart gebracht.

2.4.1 Gebouwde omgeving

Op dit moment wordt 72% van de energievraag in de gebouwde omgeving (= alle woningen en utiliteitsgebouwen, exclusief bedrijventerreinen; exclusief mobiliteit) gebruikt voor warmte en 28% voor elektrische apparaten en verlichting (zie Figuur). De warmtevraag wordt grotendeels ingevuld door aardgas (ruim 85%).



Figuur 2.2 Energievraag gebouwde omgeving (excl. mobiliteit). Bron: CE Delft, Antea Group & Generation.Energy, 2025.

In 2050 zal de gehele gebouwde omgeving door middel van hernieuwbare bronnen van energie worden voorzien. Door bestaande woningen en gebouwen te isoleren tot midden temperatuur of

[3] https://tilburg.raadsinformatie.nl/document/15515565/2?connection_type=16&connection_id=1044802

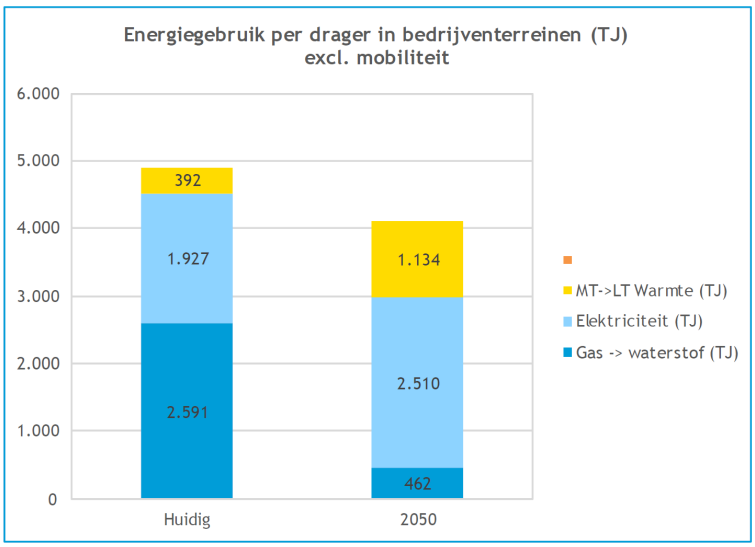
lage temperatuur standaard neemt de energievraag af. Warmtelevering speelt in 2050 een belangrijke rol voor het invullen van de energievraag van de gebouwde omgeving. Aangenomen is dat ca. 73% van de gebouwen dan op een warmtenet aangesloten is (midden temperatuur (MT) of laagtemperatuur (LT) warmtenetten).

Ook de elektriciteitsvraag neemt fors toe, naar 50% van het totale energieverbruik. Ca. 27% van de panden beschikt namelijk over een all-electric of hybride warmtepomp. Ook in de buurten waar de panden op een warmtenet wordt aangesloten, neemt de elektriciteitsvraag toe, bijvoorbeeld bij lokale bronnetten die warmtepompen nodig hebben om aan de warmtevraag van de panden te voldoen.

Wat nog niet in deze prognose is meegenomen, is de toename van airco's om aan de koeltevraag te voldoen. Onduidelijk is in welke mate dit gaat gebeuren maar hierdoor zal de elektriciteitsvraag nog verder toenemen (maximaal ca. 3%). De inzet van gassen (groengas in 2050) zal veel kleiner (ongeveer 5%) zijn in vergelijking met de huidige situatie met aardgas.

2.4.2 Bedrijventerreinen

Momenteel is aardgas de belangrijkste energiedrager voor gebouwverwarming en processen op de Tilburgse bedrijventerreinen (zie Figuur). Ca. 50% van de totale aardgasvraag op de Tilburgse bedrijventerreinen wordt gebruikt voor industriële processen. De overige 50% wordt gebruikt voor ruimteverwarming. Een deel van de bedrijven op de bedrijventerreinen Vossenberg en Kraaiven is op het regionale warmtenet aangesloten.



Figuur 2.3 Energievraag bedrijventerreinen (excl. mobiliteit). Bron: CE Delft, Antea Group & Generation.Energy, 2025.

In 2050 is aardgas vervangen door elektriciteit, warmte en waterstof. Waterstof zal voor industriële processen boven 200°C worden gebruikt. Processen onder 200°C elektrificeren of maken gebruik van (opgewaardeerde) warmte uit een warmtenet.

Ondanks de groei van de bedrijvigheid daalt de energievraag fors door isolatie van gebouwen, overige energiebesparende maatregelen en efficiëntieverbetering door onder andere elektrificatie van industriële processen.

3 Alternatieven

3.1 Alternatieven op hoofdlijnen

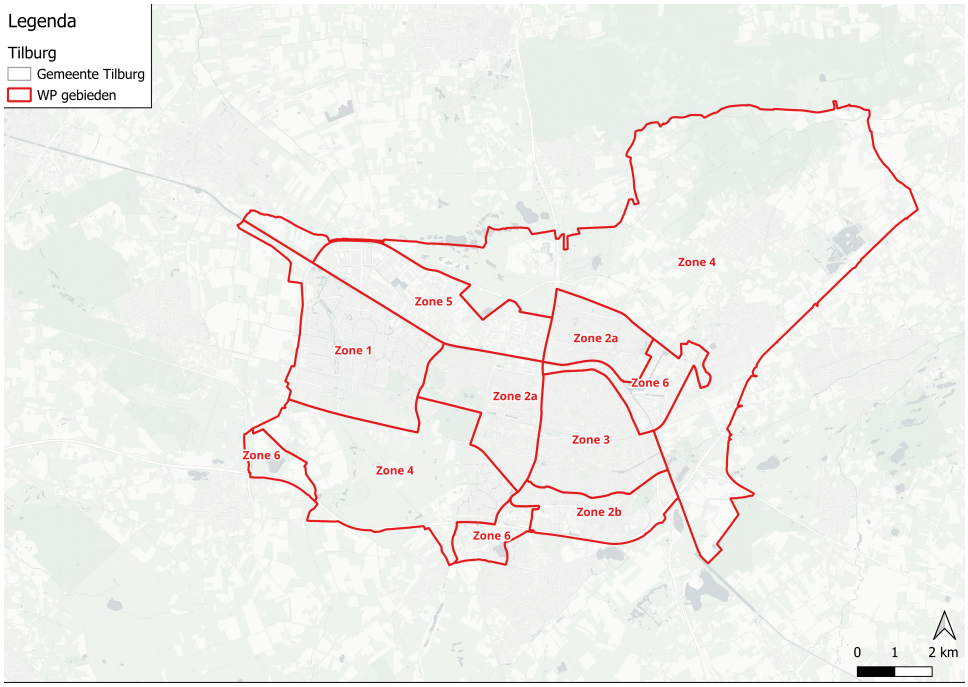
In de Transitievisie Warmte (TVW) is Tilburg opgedeeld in vier zones. De gebieden onderscheiden zich van elkaar in bouwjaren, bebouwingsdichtheid en huidige energie-infrastructuur. Daarnaast zijn er in de verschillende gebieden andere warmtebronnen aanwezig. De kenmerken bepalen welk warmtealternatief het meest kansrijk is in een gebied. Het is niet realistisch om één warmtealternatief uit te rollen over de hele gemeente. In Tilburgs Energiesysteem van de Toekomst zijn deze zones verder gespecificeerd. Een zone is opgedeeld in twee zones en is onderscheid gemaakt in de bedrijventerreinen Vossenberg en Kraaiven, waar het regionaal warmtenet aanwezig is, en de overige bedrijventerreinen. De gebieden worden zones genoemd en worden hierna toegelicht. In het MER is aangesloten bij deze zones, omdat het een passende en herkenbare schaal is. In het MER worden er twee (of drie) warmteoplossingen onderzocht per gebied die het meest realistisch en kansrijk zijn. Deze zijn in de NRD opgenomen op basis van de TVW, het gemeentelijk bronnenregister[4] ende startanalyse (2025) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

1. **Reeshof en omgeving:** In de gebieden aan de westzijde van Tilburg is het overgrote deel van de gebouwen aangesloten op de stadsverwarming (onderdeel van het regionale warmtenet). Deze gebouwen hebben geen aardgasaansluiting. Die wordt gevoed door aftapwarmte[5] van de Amercentrale in Geertruidenberg. Deze zone is gelegen in zone 1 op Figuur 3.1
2. **Tilburg-West en Noord:** Aan de noord- en westkant van de ringbanen is een deel van de gebouwen en gebouwen aangesloten op de stadsverwarming. Een ander deel heeft een aardgasaansluiting. Relatief veel gebouwen hebben naast stadsverwarming ook nog een aardgasaansluiting voor koken en/of warm tapwater.
   b. Tilburg-Zuid: Zuidelijk van de ringbanen ligt geen stadsverwarming. In dit gebied wordt momenteel de aanleg een 5e generatie warmte-koude net voorbereid
3. **Binnen de Ringbanen en Tilburg-Oost**: Binnen de ringbanen en binnenstad staan veel verschillende gebouwen, van monumenten tot nieuwbouw. De ondergrond ligt erg vol met kabels en leidingen. Als toekomstbeeld ziet de gemeente zoveel als mogelijk collectieve warmtenetten. Hiervoor zal ruimte gemaakt moeten worden in de ondergrond
4. **Dorpen en de Blaak:** Hier staan de gebouwen verder uit elkaar dan in de stad. Vaak is de gemeenschap er hecht. Ook een stadswijk als De Blaak lijkt hierop. Voor de gebieden heeft de gemeente nog geen concrete aardgasvrije oplossing in beeld en zal dit een afweging zijn tussen individuele oplossingen en lokale warmtenetten. Het buitengebied van de gemeente Tilburg valt ook in deze zone
5. **Bedrijventerreinen Kraaiven/Vossenberg:** Op de bedrijventerreinen Kraaiven/Vossenberg kan de mogelijkheid van uitbreiding van het bestaande warmtenet (voor met name

[4] Publieksversie bronnenregister, gemeente Tilburg.
[5] De Amercentrale levert warmte via aftap van stoom uit de turbine (warmtekrachtkoppeling). Hoewel deze warmte vrijkomt binnen het elektriciteitsproductieproces, wordt de productie ervan mede bepaald door de warmtevraag. Daarmee betreft het geen restwarmte in strikte zin, maar warmte uit warmtekrachtkoppeling, hier aftapwarmte genoemd.

ruimteverwarming) verder verkend worden als alternatief voor het huidige gebruik van aardgas. Verduurzaming van de lagetemperatuur-warmtevraag met warmtepompen is daar echter ook een goede mogelijkheid

6. **Overige bedrijventerreinen:** De bedrijventerreinen zijn erg divers. Op een aantal terreinen kan de mogelijkheid van een warmtenet voor (met name ruimteverwarming) verder verkend worden. Katsbogten, Het Laar en Kreitenmolen hebben voldoende potentiële warmtebronnen en een geschikte gebouwenvoorraad. Verduurzaming van de lage temperatuur warmtevraag met warmtepompen is daar ook een goede mogelijkheid. Dat geldt ook voor de overige terreinen, waarvoor een warmtenet een minder voor de hand liggende optie is[6]



Figuur 3.1. Gebieden Transitievisie Warmte inclusief bedrijventerreinen

In de TVW is onderzoek gedaan naar zowel de technische als financiële haalbaarheid van diverse alternatieven per gebied. Per gebied is aangegeven welke alternatieven het meest kansrijk zijn. In de TVW staat per gebied aangegeven of uitbreiding van het regionale net kansrijk is, of de aanleg van lokale warmtenetten of meer individuele oplossingen voor de hand liggen. In Tilburg-Noord en West wordt bijvoorbeeld uitbreiding van het regionale warmtenet en de aanleg van lokale warmtenetten als kansrijk gezien. Een overzicht van het type warmteoplossingen per gebied is weergegeven in Tabel 3.1. De Reeshof is uitgesloten omdat dit gebied al aardgasvrij is.

[6] Factsheets energie bedrijventerreinen - Duurzamer Tilburg

Tabel 3.1 Beoogde alternatieven per gebied

Gebied	Alternatief A1	Alternatief A2	Alternatief B
2. Reeshof	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2a. Tilburg Noord en West	Uitbreiding regionaal warmtenet (1)	(Z)LT warmtenet (3)	Individuele oplossing (4)
2b. Tilburg Zuid	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
3. Binnen de ringbanen en Tilburg-oost	MT warmtenet (2)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
4. Buitengebied en de Baak	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
5. Bedrijventerrein Vossenberg/Kraaiven	Uitbreiding regionaal warmtenet (1)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)
6. Overige bedrijventerreinen	(Z)LT warmtenet (3)	n.v.t.	Individuele oplossing (4)

Tabel 3.2 De beoogde technieken, bronnen en opwaardering/opslag per alternatief

Nr.	Techniek	Bron	Opwaardering en opslag
(1)	Uitbreiding regionaal warmtenet (MT) (55-75C) + LT-retourleiding (30-55C)	Combinatie van: geothermie, aquathermie en e-boiler	Restwarmte Opslag i.c.m. e-boiler
(2)	MT-warmtenet (55-75C)	Aquathermie	WKO i.c.m. centrale opwaardering
		Ondiepe geothermie	Centrale opwaardering
(3)	(Z)LT-warmtenet LT (30-55C) ZLT (10-30C)	Aquathermie	WKO i.c.m. centrale opwaardering in het gebouw
		Ondiepe geothermie	Centrale opwaardering
(4)	Individuele oplossingen	Luchtwaterwarmtepomp	N.v.t.
		Bodemlus en water-water warmtepomp	N.v.t.

In de volgende paragraaf volgt een toelichting op de beoogde warmtetechnieken, -bronnen en wijze van opwaardering en opslag. Deze paragraaf vormt de uitgangspunten voor de effectbeoordeling in hoofdstuk 4.

Afwijking alternatieven NRD

In het planMER is gekeken naar warmtetechnieken en -infrastructuren die invloed hebben op het gebied als geheel, zoals bronnen, warmtenetten en temperatuurniveaus. Maatregelen die alleen in de woning worden toegepast en geen effect hebben op de ruimtelijke of milieukundige gevolgen op gebiedsniveau, is niet meegenomen.

Daarmee is er sprake van een zekere discrepantie tussen de alternatieven uit de NRD en de alternatieven in dit planMER. Dit houdt in dat de milieueffecten van woningaanpassingen, uit de vierde kolom van tabel 4 uit de NRD (versie 15 april 2025), niet in dit planMER worden behandeld. Het gaat om de volgende aanpassingen: isolatie (minimale schillabel), afleverset, afgiftesysteem en een booster voor tapwater. De lucht-water warmtepompen en water-water warmtepompen worden wel meegenomen in het planMER, omdat deze technieken op gebiedsniveau invloed kunnen hebben wanneer zij op grotere schaal worden toegepast.

Afgiftesysteem
Veel warmtealternatieven hebben een afgiftesysteem nodig om de warmte over het huis te verspreiden. Dit afgiftesysteem ontvangt warmte van het warmtenet (via de afleverset) of warmtepomp en verspreidt deze warmte aan de hand van water via leidingen naar de afgiftepunten, zoals radiatoren of vloerverwarming. Met een thermostaat kun je de gewenste temperatuur van de ruimte instellen. Het warme water dat door het afgiftesysteem stroomt kan een hoge temperatuur of een lage temperatuur hebben. Uitgangspunt in het MER is dat het afgiftesysteem in de woning geschikt is voor de bijbehorende techniek, ook voor koeling.

Piekvoorziening
De gemeente Tilburg rekent in deze fase op deelgebied piek en back-upvoorzieningen mee, maar deze voorzieningen zijn niet in beton gegoten. Deze piek en back-upvoorzieningen leggen ze vast met het globaal kavelplan en later het uitgewerkt kavelplan.

Voor het regionale MT-net is de huidige locatie voor de piek en back-upvoorziening van het hele Tilburgse net het huidige pompstation op Vossenberg. Dat wordt gevoed met bio-olie en aardgas ketels. Het huidige warmtebedrijf Ennatuurlijk heeft hiervoor nog geen transitieplan opgesteld.

De warmtenetten van Warmtebedrijf Tilburg rolt dit bedrijf modulair uit en bestaan uit Piek- en back-upinstallaties met extra elektroboilers en/of warmtepompen met warmte uit WKO's lage temperatuur bronnen of lucht/water warmtepompen. Daarnaast lokale warmteopslagen voor de dagelijkse pieken. Als transitieoplossing zijn gasketels, of WKK's mogelijk. Indien nodig zullen we dan op projectbasis de MER-beoordelingsplicht uitvoeren.

3.2 Omschrijving infrastructuur en technieken

3.2.1 Warmtenet (infrastructuur)

Warmte wordt via een warmtenet naar woningen en andere gebouwen getransporteerd. Een warmtenet bestaat uit verschillende onderdelen. Het warme water stroomt via een hoofdleiding naar distributieleidingen, die vervolgens via overdrachts- en onderstations de warmte afleveren aan gebouwen en woningen.

Overdrachts- en onderstations houden de druk in de leidingen binnen de ontwerpvereisten. De overdrachtsstations voor woonwijken zitten in kleine gebouwen in de openbare ruimte. Bij levering aan hoogbouw of utiliteitsgebouwen kan een onderstation in de technische ruimte van het gebouw zitten. Het aantal woningen en gebouwen dat wordt aangesloten per overdracht- of onderstation

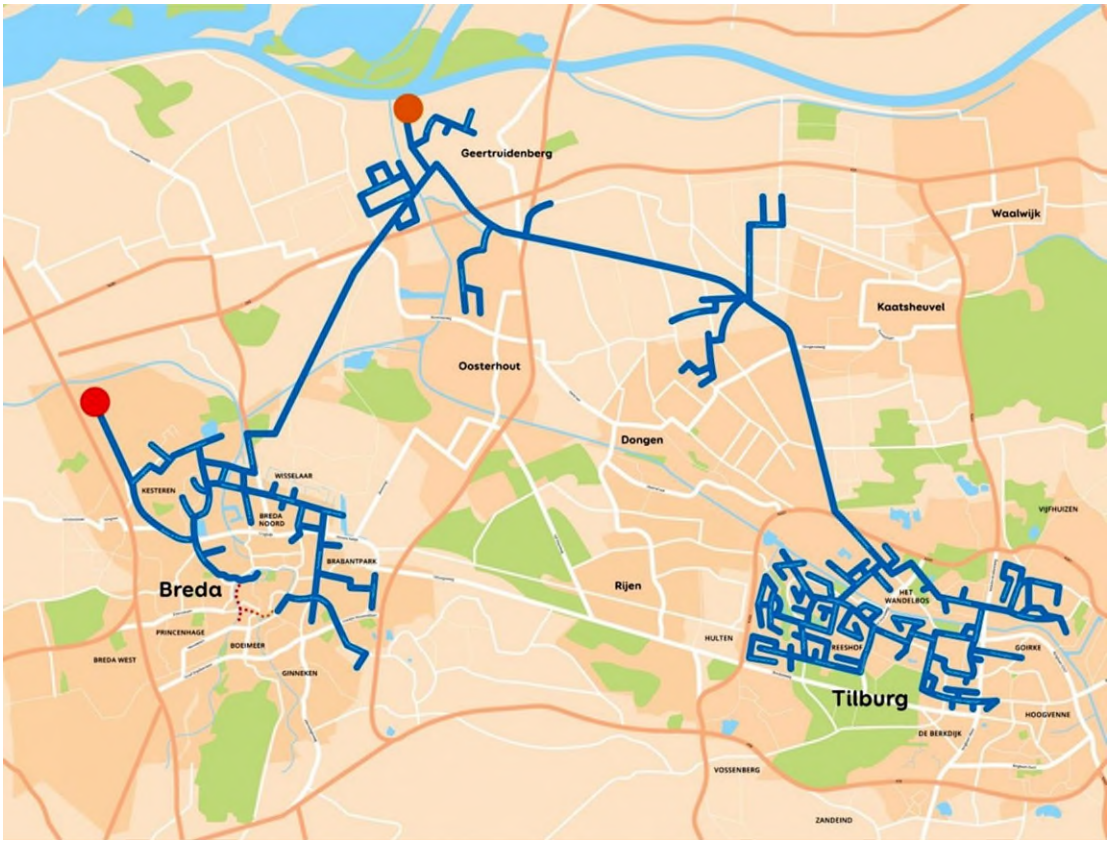
varieert sterk. Het leidingnetwerk van het warmtenet wordt doorgaans op circa één meter diepte aangelegd. De diameter van de leidingen is afhankelijk van de temperatuur van de bron: hoe lager de brontemperatuur, des te groter de diameter van de leiding. In dit planMER is voor de hoofdwarmteleiding een diameter van ongeveer 45 cm gehanteerd en de distributieleidingen een diameter van ongeveer 15 cm.

Uitbreiding regionaal warmtenet

In Midden- en West-Brabant is in de jaren ’80 een regionaal warmtenet aangelegd. Dit warmtenet levert warmte aan 51.000 huishoudens en 355 bedrijven in Breda, Tilburg, Oosterhout, Geertruidenberg, Drimmelen en Made. In totaal wordt via dit warmtenet zo’n 2.900.000 GJ warmte per jaar geleverd.

Bij de Amercentrale komt er veel warmte vrij bij het opwekken van elektriciteit. Deze centrale in Geertruidenberg is in eigendom van RWE en levert warmte aan Ennatuurlijk. Uit de stoomturbine wordt een deel van deze warmte afgetapt en gebruikt om water op te warmen. Via het warmtenet gaat dit water naar de woningen en bedrijven. Daarna gaat het afgekoelde water via een retourleiding terug en wordt opnieuw opgewarmd voor een volgende ronde. Een andere warmtebron voor dit warmtenet in Midden- en West-Brabant is de rioolwaterzuiveringsinstallatie van waterschap Brabantse Delta in Breda. Bij het zuiveren van rioolwater komt biogas vrij. Dit biogas wordt verbrand in een warmtekrachtkoppeling. Dat levert elektriciteit op voor Waterschap Brabantse Delta en warmte die wordt verspreid over het warmtenet in o.a. Breda en Tilburg.

Per 1 januari 2027 eindigt de warmtelevering vanuit de Amercentrale aan het warmtenet. Het is de bedoeling dat alle klanten van het Amernet via het warmtenet warmte krijgen van een nieuwe bron. Hiervoor wordt gekeken naar twee e-boilers met buffervaten op het terrein in Geertruidenberg, het onttrekken van warmte uit de Amer met een warmtepomp en aardwarmte. Aangezien deze bronnen niet (allemaal) op 1 januari 2027 beschikbaar dan wel gereed zijn, werkt Ennatuurlijk aan het operationeel maken van een back-up systeem. Dit systeem bestaat uit ketels die met gas en bio-olie gestookt worden. Al met al is de door Ennatuurlijk geleverde warmte nu nog niet aardgasvrij. De verwachting is dat alle fossiele brandstoffen, zoals aardgas, voor 2050 vervangen zijn door duurzame warmtebronnen.



Figuur 3.2.. Schematische weergave Amernet (Bron: Stichting Warmtenetwerk)

Tilburg beschikt dus al over een regionaal warmtenet in de Reeshof (zone 1) en omgeving (delen van zone 2b Tilburg Noord en West en zone 5 Bedrijventerrein Vossenberg/Kraaiven). Momenteel zijn er 29.000 woningequivalenten (weq's) aangesloten op het hoge temperatuur warmtenet, gevoed door de Amercentrale in Geertruidenberg. Er zijn twee distributiesystemen: een systeem met een aanvoertemperatuur van circa 90°C en een retourtemperatuur van 70°C én een systeem met een aanvoertemperatuur van circa 70°C en een retourtemperatuur van circa 40 °C. Het commerciële warmtebedrijf Ennatuurlijk werkt aan een nieuwe duurzame bronnenmix om af te kunnen stappen van biomassa in 2027. Het gaat o.a. om de bronnen: geothermie, aquathermie en twee elektroboilers. Deze bronnen worden in navolgende paragrafen beschreven. Naar verwachting daalt de aanvoertemperatuur voor de reeds aangesloten woningen en utiliteitsgebouwen op termijn van HT tot MT-niveau. De retourleiding kan in LT-warmte voorzien voor nieuwbouw en goed geïsoleerde gebouwen. Bij uitbreiding van het regionaal net wordt er rekening mee gehouden dat dit extra bronnen vraagt om te voorzien in de extra warmtevraag.

Het uitgangspunt voor de voorziene uitbreiding van het Amernet is dat het warmtenet wordt verwarmd met hernieuwbare energie.

Midden temperatuur (MT)
Een MT-warmtenet levert verwarmingswater met een temperatuur tussen ongeveer 55 en 75 °C. Dit betreft een geïsoleerd warmtenet. Bij minder goed geïsoleerde gebouwen en minder efficiënte warmteafgiftesystemen is doorgaans een aanvoertemperatuur van ongeveer 70 °C nodig om het gebouw comfortabel te verwarmen. Voordeel van deze temperatuur is dat dit ook geschikt is voor de levering van warm tapwater. In dit alternatief is het uitgangspunt dat het warmtenet warmte levert van 70 °C aan de gebouwen[7]. De leidingen van het MT-net zijn geïsoleerd, zodat er geen of minder warmte verloren raakt.

Bij MT-warmtenetten is isolatie van schillabel D voldoende en is er geen laagtemperatuurafgiftesysteem nodig. Wel is een warmte afgiftesysteem nodig. Een warmte afgiftesysteem is een “mini-onderstation” in een woning dat de warmte uit het MT-net overdraagt en verdeelt naar de radiatoren en het tapwater, zonder dat het netwater zelf het huis in komt. Het kan ook een warmtemeter voor verbruiksregistratie bevatten.

De bron van het MT-warmtenet kan (ondiepe) geothermie, aquathermie of een e-boiler zijn of een combinatie hiervan, met de volgende opwaardering en/of piekvoorziening: restwarmte, WKO of centrale opwaardering. Deze bronnen en manieren van opwaardering en/of piekvoorziening worden toegelicht in navolgende paragrafen. Een bron van MT kan ook (Z)LT-warmte zijn opgewaardeerd in een buurtwarmtecentrale.

(Zeer) lage temperatuur ((Z)LT)
Een LT-warmtenet levert verwarmingswater met een temperatuur van circa 30 tot 55 °C. Een ZLT-warmtenet levert verwarmingswater met een temperatuur van ongeveer 10 tot 30 °C. Een ZLT-warmtenet wordt in Tilburg niet geïsoleerd. Het ZLT-net alternatief kent benodigde aanpassingen in de woning. De aanvoertermperatuur naar het gebouw of de gebouwen is maatwerk. Dit is afhankelijk van de isolatie, de ruimte in het gebouw of de buurt, de warmtevraag en het warmteaanbod. Het opwaarderen naar de juiste aanvoertemperatuur kan met een buurt warmtecentrale, een warmtepomp in het gebouw of een boosterwarmtepomp in het gebouw voor tapwater. In de zomer kan een ZLT-net ook koude leveren, waardoor er geen airco meer nodig is. Een ZLT-net bestaat vaak uit een combinatie van een WKO met aquathermie of een lucht-water warmtepomp zijn. Als het afgiftesysteem geschikt is kan ook koeling worden geleverd. Er is minimaal schillabel B+ nodig voor de gebouwen.

De bron van het (Z)LT-warmtenet kan ondiepe geothermie of aquathermie zijn met de volgende opwaardering en/of piekvoorziening: WKO in combinatie met centrale opwaardering.

3.2.2 Ondiepe geothermie (bron)
Bij ondiepe geothermie wordt warmte onttrokken uit de diepe ondergrond, tussen de 500 meter en 1500 meter. Op deze diepte varieert de temperatuur tussen de 20 en de 55 graden Celsius. De ondiepe geothermie bron is in te zetten voor het voeden van (meerdere) woningblokken in een

[7] Middentemperatuur en hogetemperatuur warmtenet | NPLW

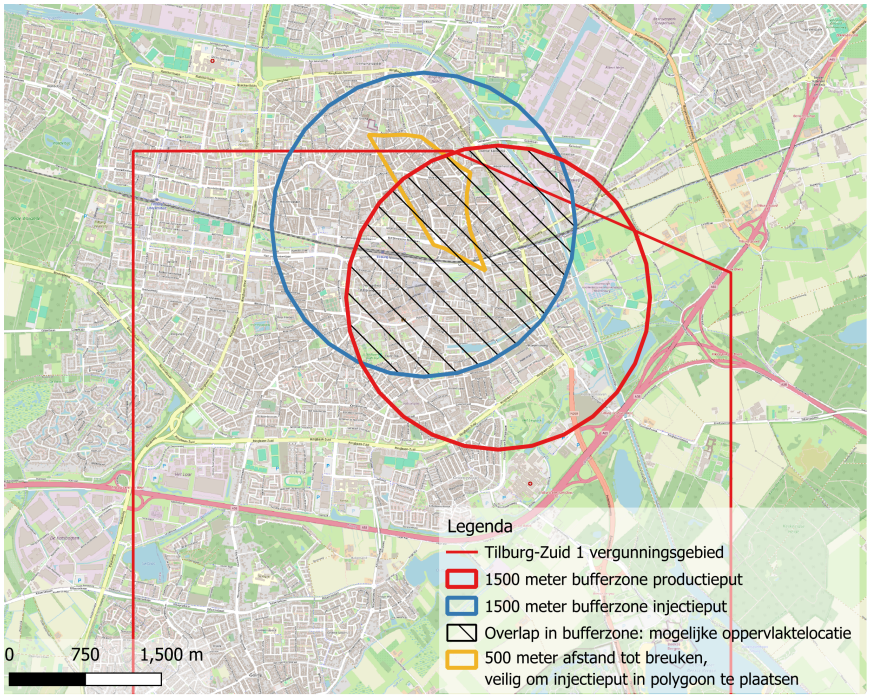
middelgroot warmtenet. De temperatuur van ondiepe geothermie is geschikt voor een laag- tot middentemperatuur-warmtenet.

Tilburg ziet ondiepe geothermie als een belangrijk potentiële warmtebron voor de warmtetransitie. De verwachte temperatuur van deze bron is 40-45°C. De gemeente Tilburg beschikt over een onderzoeksvergunning voor ondiepe geothermie. Het voor kansrijke bronnen aangeduide gebied (mogelijke locatie) bevindt zich in relatief sterk bebouwd gebied: binnen de Ringbanen en Tilburg-Oost en bedrijventerrein Schepersven en Enschot (zie Figuur 3.3). Bovengronds is ongeveer 1 tot 1,5 voetbalveld (0,6 tot 1 hectare) aan werkterrein nodig voor het boren van de bron in de aanlegfase. Het boren duurt enkele weken tot maanden[8][9]
De gemeente onderzoekt momenteel de concrete toepasbaarheid van ondiepe geothermie. De realisatie van een geothermiebron vergt veel tijd, onder andere vanwege de omvangrijke projectvoorbereiding en de wettelijke procedures. Pas gedurende de looptijd van het Warmteprogramma zal er meer duidelijkheid ontstaan over de verdere ontwikkeling hiervan.

- Vermogen: 13,5 MW
- 40-45 graden Celsius
- 1200 meter diepte
- 10.000 tot 15.000 huishoudens

Ondiepe geothermie is ongeschikt als bron om woningen passief te koelen.

[9] https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtebronnen/geothermie#voorbeeldprojecten-aardwarmte



Figuur 3.3. Kansrijk gebied ondiepe geothermie in gemeente Tilburg

Soort werktuigen voor aanlegfase

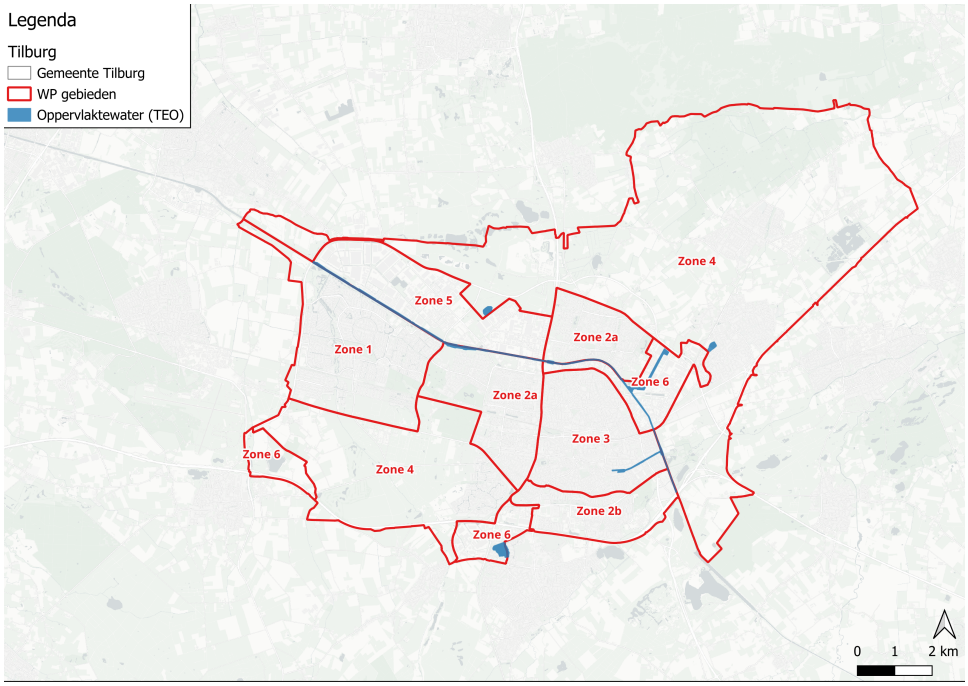
Voor de aanlegfase geldt dat geothermie een uitzondering vormt op het algemene uitgangspunt dat werkzaamheden emissieloos worden uitgevoerd. De gemeente Tilburg past bij haar projecten het convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) toe. De hoofdboormachine die noodzakelijk is voor het realiseren van geothermiebronnen valt binnen de SEB-vermogensklasse voor zeer zwaar materieel (≥560 kW). Volgens het SEB-ingroeipad wordt voor deze categorie pas vanaf 2035 een verplichting tot volledig emissieloos werken gesteld. Dit betekent dat de geothermieboringen in de aanlegfase, anders dan het overige bouwmaterieel, nog niet emissieloos hoeven te worden uitgevoerd.

3.2.3 Aquathermie (bron)

Voor aquathermie is onderscheid gemaakt tussen thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) en thermische energie uit afvalwater (TEA). Aquathermie wordt in Tilburg gecombineerd met WKO, waardoor deze techniek ook kan worden ingezet om in de zomer te koelen.

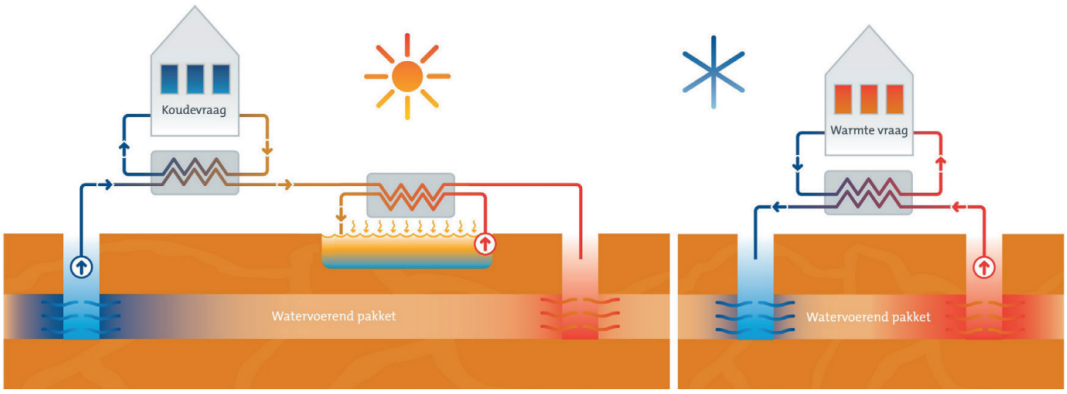
TEO

TEO staat voor thermische energie uit oppervlaktewater. Verspreid over de gemeente zijn er wateren met warmtepotentie. Het gaat daarbij om warmte vanuit het Wilhelminakanaal, Piushaven en Industriehaven Loven. Daarnaast zijn er nog een paar grotere stilstaande wateren in de stad zoals de Surfplas. Deze waterpartijen en kanaal hebben in theorie voldoende warmtepotentie om (delen van) naastgelegen gebieden te verwarmen. De oppervlaktewateren die mogelijk geschikt zijn voor TEO zijn weergegeven in Figuur .



Figuur 3.4 Potentiële oppervlaktenwateren voor TEO per zone in gemeente Tilburg.

De warmte (en eventueel koude) uit oppervlaktewater is het hele jaar beschikbaar. De temperatuur is echter laag (gemiddeld zo'n 10 graden, maar wisselend per seizoen). Deze warmte kan individueel of collectief worden toegepast. In het geval van individuele toepassing wordt de warmte uitgewisseld en opgewaardeerd met een warmtepomp; vervolgens is het warme water geschikt voor Lage Temperatuur (LT) verwarming van woningen. In het geval van collectieve toepassing wordt meestal gewerkt met seizoensopslag via warmte koudeopslag (WKO, zie voor uitleg onderdeel WKO verderop in deze bijlage). Dan kan er warmte tot maximaal 25 graden worden gewonnen en opgeslagen. Ook deze warmte kan worden uitgewisseld en opgewaardeerd met een (centrale) warmtepomp. De Lage Temperatuur (LT) toepassing van TEO voor woningen heeft invloed op het daadwerkelijke warmtepotentieel wat deze bronnen kunnen bieden. [2]



Figuur 3.5.. Visualisatie TEO met WKO (bron: STOWA, handreiking voor ontwikkeling TEO-projecten, 2017)

TEA

Thermische energie uit afvalwater (TEA) is op te wekken in de in Tilburg gelegen rioolwaterzuivering (RWZI). De temperatuur van het effluent van de RWZI is circa 10 (winter) - 25 graden (zomer); na afgifte van warmte via transportwater en opwaardering met een warmtepomp is deze temperatuur geschikt voor woningen met een lage temperatuur verwarming. Het effluent van de RWZI is het hele jaar door gelijkmatig en daarmee een zeer geschikte bron om jaarrond een warmtenet mee te kunnen voeden. Op kleinere schaal kan ook een warmtewisselaar geplaatst worden op lokale DWA-leidingen in de stad, dus voordat het rioolwater in de zuivering is. Het aanbod en de temperatuur daarvan zijn ook redelijk constant.

Om de warmte uit het afvalwater te gebruiken moet een warmtewisselaar in de afvalwaterleiding of het effluent worden geplaatst. Via een pompinstallatie en een apart leidingcircuit wordt vloeistof van de warmtewisselaar naar een warmtepomp verpompt. De warmtepomp waardeert de laagwaardige warmte uit het afvalwater (‘s winters ca. 10 en ‘s zomers ca. 20 °Celsius) op tot lage of midden temperatuur warmte (met een temperatuur van 40 à 60 °Celsius).

3.2.4 Restwarmte (bron)

In de gemeente Tilburg kan restwarmte worden ingezet afkomstig van de volgende bronnen: datacenter en/of een supermarkt. Restwarmte die vrijkomt bij deze processen wordt in veel gevallen geloosd op het oppervlaktewater of naar de lucht via rookgassen of verdamping via koeltorens (bron: CE Delft, 2019, Restwarmte, de stand van zaken). Door het gebruik van restwarmte voor de verwarming van panden wordt er minder warmte afgegeven aan de omgeving. Dit heeft een positief effect op de omgevingstemperatuur en de oppervlaktewaterkwaliteit ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van het gebruik van restwarmte komen niet terug in de effectbeoordeling

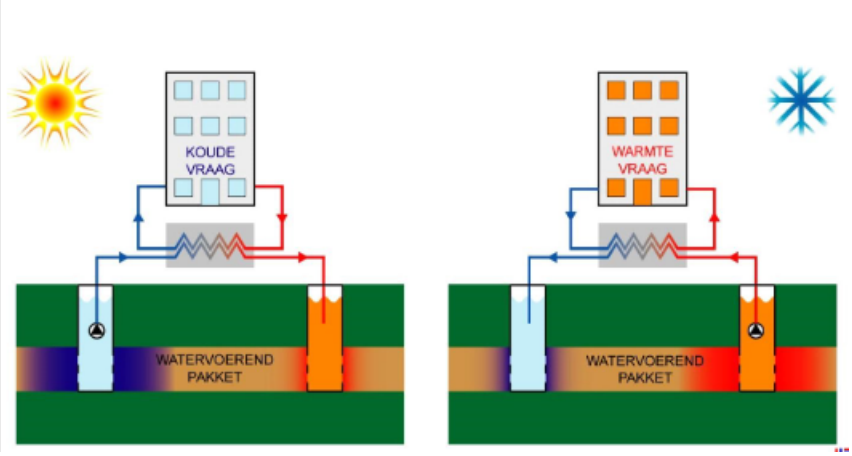
3.2.5 WKO (opwaardering en/of piekvoorziening)

Een Warmte Koude Opslag (WKO) is een opslag voor warmte en koude. WKO is synoniem aan een open bodemenergiesysteem. Hierbij wordt het warme en koude water in watervoerende lagen in de ondiepe grond (aquifers) gebracht. WKO’s in Tilburg zijn tussen de 35 en 65 meter diep (tot

de kleilaag die op 45-65 m diepte ligt)[10]. Ze slaan water op tussen de 5 en 25 °C. Een WKO kan meer dan dertig jaar meegaan. Eventueel kunnen verschillende WKO's met elkaar gekoppeld worden om de robuustheid van het systeem te vergroten.

Een WKO is onderdeel van een warmte-infrastructuur die in Tilburg ingezet wordt als opslag voor warmte en koude. Vaak is de warmtevraag groter dan de koudevraag. Met een andere warmtebron, zoals aquathermie, kan de warmte aangevuld worden (=regenereren).

Tijdens de zomer kan het koude water uit de WKO gehaald worden en naar het afgiftesysteem geleid worden om panden te koelen. Het warme water dat hierbij ontstaat wordt teruggepompt in de warme bron, zodat het in de winter opnieuw kan worden gebruikt voor verwarming. Op deze manier wordt warmte als het ware geoogst, waardoor minder regeneratie nodig is en er minder aanvullende warmtebronnen vereist zijn.



Figuur 3.6.. Principe open bodem systeem (bron: talboommilieu.be, 2024)

3.2.6 Centrale opwaardering (buurtwarmtecentrale)

Voor centrale opwaardering, die ook een functie als piekvoorziening kan hebben, heeft de gemeente Tilburg gekozen voor een water-water warmtepomp in een zogeheten buurtwarmtecentrale. De werking is vergelijkbaar met een individuele warmtepomp maar dan een stuk groter. De buurtwarmtecentrale levert geen koude.

De warmtepomp van een buurtwarmtecentrale heeft als bronzijde een hoofdleiding van het warmtenetwerk (MT of (Z)LT) dat zelf als bron aquathermie (ondersteund door WKO's) of een ondiepe geothermiebron heeft. Een buurtwarmtecentrale kan naast de warmtepomp ook buffervaten voor warm water bevatten en warmtewisselaars.

Een buurtwarmtecentrale kan verschillende uitvoeringen hebben. Onderstaand zijn een aantal uitvoeringsvarianten beschreven:

[10] https://www.brabant.nl/publish/pages/10473/19218_19153-a_nieuwe_regels_voor_bodemenergiesystemen_bescherming_drinkwater.pdf

A. Een water-water warmtepomp en eventuele buffervaten die als losstaande installatie (formaat van zeecontainer) in de openbare ruimte worden geplaatst
B. Een inpandige water-water warmtepomp en eventuele buffervaten die onderdeel uitmaken van een gebouw
C. Een volledig ondergrondse buurtwarmtecentrale in een kelder van een gebouw
D. Een volledig ondergrondse buurtwarmtecentrale niet gebonden aan een gebouw

Bij de effectbeoordeling is uitgegaan van optie A die voor bijvoorbeeld geluideffecten en bovengronds ruimtegebruik bepalend (“worst case”) is. Daarbij wordt opgemerkt dat optie D tot ondergronds ruimtegebruik leidt wat ook geldt voor buffervaten die eventueel ondergronds worden gerealiseerd. Dit is niet in de effectbeoordeling beschouwd.

3.2.7 E-boilers (opwaardering en/of piekvoorziening)

Dit is een industriële of grootschalige elektrische boiler die water of een andere vloeistof verwarmt met behulp van elektriciteit, in plaats van gas of andere fossiele brandstoffen. Twee e-boilers zijn geschikt voor pieklast en basislast van het Amernet. De e-boilers wordt geplaatst in Geertruidenberg (buiten de gemeente Tilburg) nabij de Amercentrale. Eén installatie heeft een oppervlakte van ongeveer 50m^2 nodig. Een e-boiler vraagt een netaansluiting, wat een issue kan zijn gezien netcongestie. De effecten van de e-boilers op de milieuthema’s worden beschreven in het MER.

3.2.8 Bodemlus en water-water warmtepomp (individuele oplossing)

De bodemlus en water-water warmtepomp bestaat uit een systeem van bodemwarmtewisselaar en warmtepomp en wordt ook wel een gesloten bodemenergiesysteem (GBES) genoemd. Een gesloten verticale bodemwarmtewisselaar (bodemlus) wordt geboord op eigen perceel, bijvoorbeeld in de tuin of op de oprit. Op basis van de provinciale omgevingsverordening geldt voor gesloten bodemenergiesystemen in Tilburg de basis van het eerste watervoerend pakket als maximaal toegestane diepte[11]. Deze ligt op zo’n 0 tot 20 meter diepte in het westen van de stad Tilburg tot 70 meter in de dorpen ten noordoosten van de stad Tilburg.

Omdat het hier een individueel systeem betreft, zijn er geen (ondiepe) leidingen voor warmtetransport tussen woningen nodig. In dit MER wordt uitgegaan van toepassing als individuele warmtetechniek, dus voor één woning.

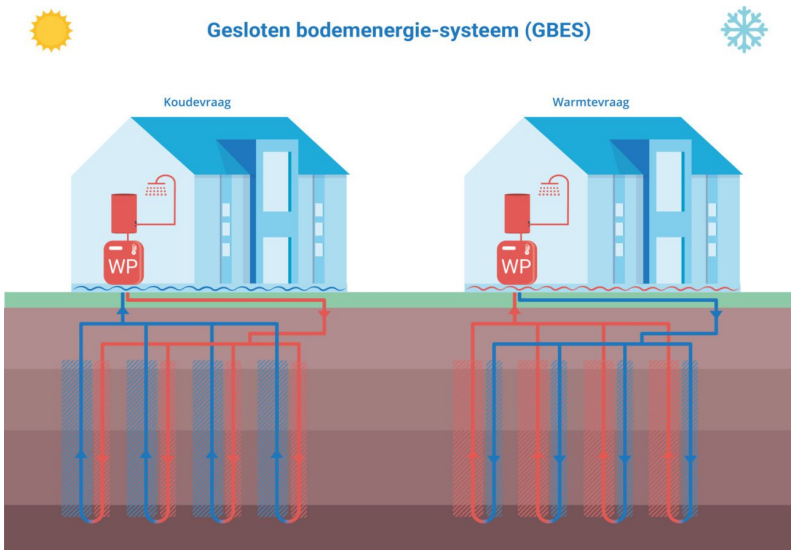
De bodemlus bestaat uit een dikwandige kunststofslang, waardoor puur water, al dan niet met toegevoegd kaliumcarbonaat of monopropyleenglycol, als circulatievloeistof wordt gepompt. Na de aanleg van de bodemlus bevindt het systeem zich geheel in de grond en hoor of zie je het niet meer. Het water in de bodemlus neemt de warmte van de bodem op en geeft deze door aan de warmtepomp. De temperatuur van de bodem heeft gedurende het jaar een constante temperatuur rond de 12-15 graden. De temperatuur in en rond een bodemlus loopt door het onttrekken van warmte in de winter terug tot rond of net onder het vriespunt.

[11] https://www.brabant.nl/publish/pages/10473/19218_19153-a_nieuwe_regels_voor_bodemenergiesystemen_bescherming_drinkwater.pdf

Het opgewarmde water uit de bodemlus wordt vervolgens afgegeven aan de warmtepomp. De warmtepomp bevindt zich binnenshuis. Hier wordt de temperatuur uit de bodem verhoogd met behulp van elektriciteit om de woning te kunnen verwarmen. De warmte wordt afgegeven via een lage temperatuur afgiftesysteem (bijvoorbeeld vloerverwarming). Er is in de woning dan nog een booster module nodig voor tapwater

De wetgeving voor het ontwerpen, aanleggen, beheren en controleren van bodemenergiesystemen door de omgevingsdienst zorgt dat er geen verstoring optreedt in de bodem en het grondwater. Met goed beheer van de bronnen hebben gesloten systemen een verwachte levensduur van meer dan 30 jaar.

Een water-water warmtepomp kan passief koelen door koelte uit de bodem over te dragen aan het afgiftesysteem. Hierbij wordt koud water rondgepompt, de compressor van de warmtepomp staat uit. Dit heeft als voordeel dat de bodem hierdoor in de zomer weer wat wordt opgewarmd zodat de warmtepomp in de winter daarop weer iets efficiënter kan werken. Echter, koeling is alleen mogelijk met een geschikt afgiftesysteem.



Figuur 3.1 Gesloten bodemenergiesysteem (bron: Bodemenergie Nederland)

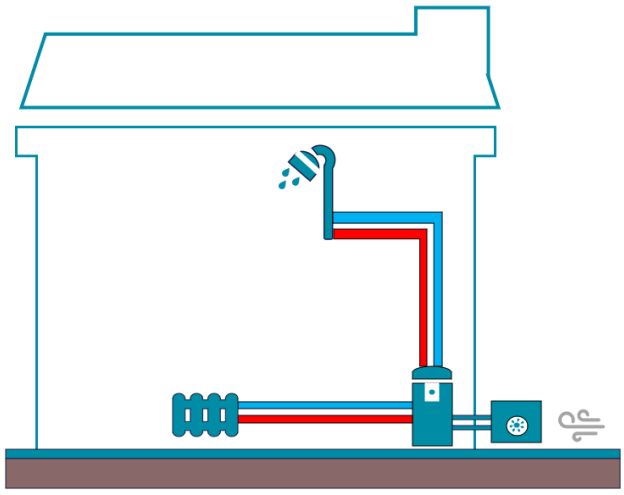
3.2.9 Lucht warmtepomp (individuele oplossing)

Een lucht-water warmtepomp is een warmtepomp die warmte uit de buitenlucht omzet tot warmte dat te gebruiken is in de woning. Een lucht-water warmtepomp wordt per huis individueel geïnstalleerd. Er vindt dus geen warmtetransport via ondergrondse leidingen plaats. De warmtepomp bestaat uit een binnen- en buitenunit. De binnen-unit moet in huis geplaatst worden en is gemiddeld 70 cm breed, 25 cm diep en 90 cm hoog. De buitenunit kan in de achter- of voortuin of op het dak of aan de gevel geplaatst worden en is gemiddeld 80 cm breed, 30 cm diep en 60 cm hoog. Er is in de woning dan nog een booster module nodig voor tapwater.

De lucht-water warmtepomp gebruikt de warmte uit de lucht als warmtebron. Deze lucht wordt via de buitenunit aangezogen. Vervolgens wordt de warmte uit de buitenlucht verder opgewarmd in de binnen-unit met behulp van elektriciteit. De meeste lucht-water warmtepompen kunnen water tot 55 graden verwarmen. Het verwarmde water wordt afgegeven aan een afgiftesysteem (zoals vloerverwarming of radiatoren) en kan worden gebruikt voor warm tapwater. Een gemiddelde warmtepomp gaat 15-20 jaar mee.

In het alternatief gaan we uit van een conventionele lucht-waterwarmtepomp. Deze warmtepomp wordt gebruikt voor verwarming en kan in de zomer doorgaans niet actief koelen. Sommige typen kunnen wel koelen in combinatie met vloerverwarming; dit is in ontwikkeling, maar de verwachting is dat de conventionele lucht-water warmtepomp gedurende de looptijd van het warmteprogramma dominant blijft.

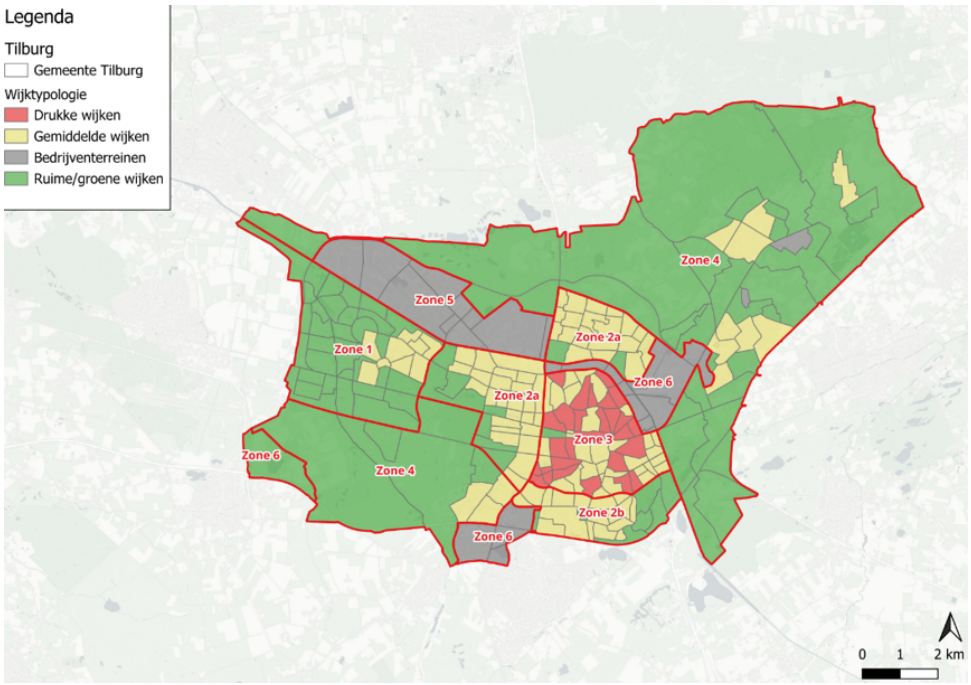
We gaan ervan uit dat huishoudens die behoefte hebben aan actieve koeling zelf een airco aanschaffen wanneer de warmtepomp die functie niet biedt. Een airconditioner kan zowel een vaste installatie met buitenunit zijn als een mobiele unit met een afvoerslang. In beide gevallen geldt dat het effect op de buitenlucht, namelijk het afgeven van warmte, ongeveer vergelijkbaar is met het warmteafgifte-effect van een warmtepomp die actief koelt.



Figuur 3.8.. schematische weergave van een lucht-water warmtepomp

4 Zoneuitwerking

Het Warmteprogramma van de gemeente Tilburg onderscheidt zes zones. Binnen deze zones komen verschillende wijktypologieën voor: druk, gemiddeld, groen en bedrijventerrein (zie Figuur 4.1). Binnen één zone kunnen meerdere wijktypologieën voorkomen. De milieueffecten kunnen per wijktypologie soms verschillen. Daarom is daar onderscheid in gemaakt.



Figuur 4.1. Wijktypologieën per zone in gemeente Tilburg

In dit hoofdstuk is per zone een overzicht gegeven van de milieueffecten van de alternatieven en de bijbehorende warmtetechnieken uit het Warmteprogramma. Daarbij worden de wijktypologieën met elkaar vergeleken, wat relevant is wanneer bepaalde typen in een zone meer of minder voorkomen. Daarnaast is het verschil tussen alternatief A1 (collectief), alternatief A2 (indien van toepassing, collectief) en alternatief B (individueel) beschreven.

Er is onderscheid gemaakt tussen de aanlegfase en de gebruiksfase. De milieueffecten in de aanlegfase zijn tijdelijk. De milieueffecten in de gebruiksfase blijven bestaan zolang de warmtetechniek in werking is.

Dit hoofdstuk vormt de samenvattende conclusie van het MER. Bijlage 2 bevat de volledige effectbeoordeling. De effectbeoordeling is kwalitatief en gebruikt een vijfpuntsschaal (van ++ tot --; zie Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Beoordelingsmethodiek

Score	Toelichting
++	Zeer positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

4.1 Bronnen

Binnen het MER is rekening gehouden met het feit dat de beschouwde warmtevoorzieningen – zowel individuele als collectieve bronnen – verschillen in schaal, leveringscapaciteit en toepassingsbereik. Individuele systemen, zoals (lucht- of bodemgebonden) warmtepompen, voorzien doorgaans in de warmtebehoefte van één of enkele woningen. Collectieve systemen, zoals warmtenetten of WKO-installaties, kunnen daarentegen een aanzienlijk groter aantal woningen bedienen, afhankelijk van de dimensionering en de lokale context.

In deze paragraaf worden de milieueffecten van warmtebronnen kwalitatief beschreven en onderling vergeleken. Deze vergelijking vormt de basis voor de zonebeschouwingen, waarin per zone de relevante bronnen en effecten worden toegelicht. Per zone wordt een mix van collectieve en individuele bronnen voorzien, maar niet elke techniek komt overal voor; zo zijn bepaalde bronnen slechts in specifieke zones gepland en zijn exacte locaties soms nog onbekend. Deze paragraaf bevat ook een omschrijving van de locaties van de beoogde bronnen.

4.1.1 Bronnenvergelijking

In deze paragraaf worden de verschillende bronnen onderling vergeleken op basis van hun bijdrage aan de warmtevoorziening. Daarbij wordt duidelijk dat niet elke bron in staat is om eenzelfde aantal huishoudens te bedienen. De verschillen hangen samen met onder meer de capaciteit, beschikbaarheid en efficiëntie van de bronnen. In de onderstaande tabel is inzichtelijk gemaakt hoeveel huishoudens per bron kunnen worden voorzien, zodat de onderlinge verhoudingen goed zichtbaar worden.

Tabel 4.2 Aantal woningen per bron

Bron	Aantal woningen per bron
Ondiepe geothermie	~23.256*
Thermische energie oppervlakte	~48.700*
Thermische energie afvalwater	~25.000*
Bodemlus	1
Lucht-water warmtepomp	1

** deze getallen zijn gebaseerd op het bronnenregister*

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van de bronnen. Let op: de effecten van leveringstechnieken (bijvoorbeeld een warmtenet) en

opwaarderingstechnieken (bijvoorbeeld een buurtcentrale) worden per zone toegelicht. In deze paragraaf worden uitsluitend de bronnen beschouwd.

Tabel 4.3 Milieueffecten van de aanlegfase bij bronnenvergelijking

Bronnenvergelijking	Alternatief A. Collectief										Alternatief B. Individueel							
	Ondiepe geothermie			TEO				TEA			Bodemlus				Lucht-water warmtepomp			
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --
Hulpenergie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: --	A: --	A: --	A: --	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Bodemkwaliteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: --	A: --	A: --	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Grondwater	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --	A: --	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Biodiversiteit	A: --	A: --	A: --	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Bovengronds ruimtegebruik	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

Zoals blijkt uit de effectbeoordeling hebben collectieve warmtetechnieken in de aanlegfase over het algemeen meer negatieve effecten dan individuele oplossingen. Dit geldt met name voor ondiepe geothermie, vanwege de omvang en impact van de techniek, vooral in de bebouwde omgeving waar deze is voorzien (zone 3 of naast gelegen zone 6). Ook TEO kent relatief negatieve effecten, omdat deze vaak wordt toegepast nabij oppervlaktewater in bebouwd gebied. Aangezien de exacte locaties nog onbekend zijn, leidt dit tot potentiële negatieve effecten op Natura 2000, het NNN en stadsnatuur in Tilburg. Voor TEA zijn de effecten beperkter, aangezien deze techniek wordt gerealiseerd bij een RWZI, waar al grootschalige installaties aanwezig zijn. Hierdoor valt de extra impact van TEA relatief weg binnen het bestaande. Hierbij dient te worden vermeld dat de collectieve oplossingen meer woningen kunnen bedienen in energie dan de individuele.

Bij individuele oplossingen is de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik relatief hoog. Om evenveel woningen te verwarmen als met één collectieve bron (zoals geothermie), zijn namelijk veel meer installaties en dus meer materiaal nodig. Een ander zeer negatief milieueffect is dat van bodemlussen met water-water warmtepompen op gecumuleerd geluid. In de aanlegfase moet worden geboord en doordat de systemen individueel en dicht bij woningen komen, kan bij grootschalige toepassing in een wijk sprake zijn van aanzienlijke geluidshinder.

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Tabel 4.4 Milieueffecten van de gebruiksfase bij bronnenvergelijking

	Alternatief A. Collectief												Alternatief B. Individueel							
	Ondiepe geothermie				TEO				TEA				Bodemlus				Lucht-water warmtepomp			
Wijktypologie:	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: +	G: +	G: +	G: +
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Hulpenergie	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: -
Bodemkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0 G: -	G: 0 G: -	G: 0 G: -	G: 0 G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: +	G: +	G: +	G: +	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Biodiversiteit	G: 0	G: -	G: --	G: 0	G: --	G: --	G: --	G: --	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: --	G: --	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid	G: --	G: --	G: -	G: 0 G: -	G: --	G: --	G: --	G: -	n.v.t.	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0 G: -	G: 0 G: -	G:0	G:0	G: - G: 0	G: - G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaarheid en beleving	G: --	G: --	G: - G: --	G: -	G: --	G: --	G: -	G: 0	n.v.t.	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0 G: -	G: 0 G: -	G:0	G:0	G: -	G: -- G: -	G: --	G: 0
Archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: - G: 0	G: 0	G: - G: 0 G: -
Hittestress	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: -	G: +	G: - G: +	G: - G: + G: - G: +

In de gebruiksfase zijn de positieve en negatieve effecten van de collectieve en individuele oplossingen grotendeels vergelijkbaar. Een in het oog springend effect is dat de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik bij collectieve oplossingen neutraal zijn en de individuele oplossingen positief. Voor de collectieve systemen gaat het om relatief beperkt onderhoud wat vergelijkbaar is met de referentiesituatie. Dit komt doordat de materiaalinzet voor onderhoud en vervanging bij individuele systemen relatief beperkt is ten opzichte van de referentiesituatie (namelijk een cv-ketel). Echter dient hierbij opnieuw de kanttekening te worden geplaatst dat de collectieve oplossingen meer woningen kunnen bedienen in energie dan de individuele oplossingen.

Iets wat verder opvalt is dat de lucht-waterwarmtepomp negatief scoort op gecumuleerd geluid en trillingen. Dit komt doordat deze dicht bij woningen wordt geplaatst en door particulieren wordt toegepast. Overlast van geluid en trillingen door lucht-water warmtepompen is bekend. Bij individuele bodemlussen speelt dit niet, en bij collectieve oplossingen is de afstand tot woningen doorgaans groter.

Bodemlussen hebben een negatief effect op de bodemkwaliteit. Door wisselend opwarming en afkoeling van de ondergrond wordt op grote schaal de biologische kwaliteit ondergrond beïnvloed. Hetzelfde geldt voor negatieve effecten op grondwaterkwaliteit als gevolg van dit systeem.

Ondiepe geothermie is vergunningsplichtig en er zijn strenge regels om de risico's van het systeem te beperken ook het toezicht is strikter vergeleken met individuele systemen, waardoor de risico's kleiner zijn. Voor de oppervlaktewaterkwaliteit geldt dat de collectieve technieken TEO en TEA een positief effect hebben, doordat warmte aan het water wordt onttrokken en na lozing

de fysische waterkwaliteit kan verbeteren. Tegelijkertijd kan TEO ook een negatief effect hebben, vanwege mogelijke invloed op de biologische waterkwaliteit.

Geothermie heeft een negatief effect op de stadsnatuur in Tilburg door lokaal ruimtebeslag en mogelijke kwaliteitsafname. Dit geldt ook voor TEO. TEA heeft geen negatief effect, omdat toepassing plaatsvindt bij een RWZI. Bij individuele bodemlussen kunnen veranderingen in de ondergrond leiden tot aantasting van bovengrondse kwaliteit, zoals schade aan boomwortels. In de gebruiksfase kunnen de warmtetechnieken leiden tot lokaal verlies van leefgebied en verstoring van soorten (biodiversiteit), waarbij in een worstcasescenario installaties in leefgebieden van beschermde soorten worden geplaatst. Bij TEO komt daar een extra sterk negatief effect bij door aantasting van de biologische waterkwaliteit (o.a. temperatuurverandering, aanzuiging en verstoring van ecosystemen). Ook geluid bij lucht-water warmtepompen kunnen zorgen voor blijvende verstoring.

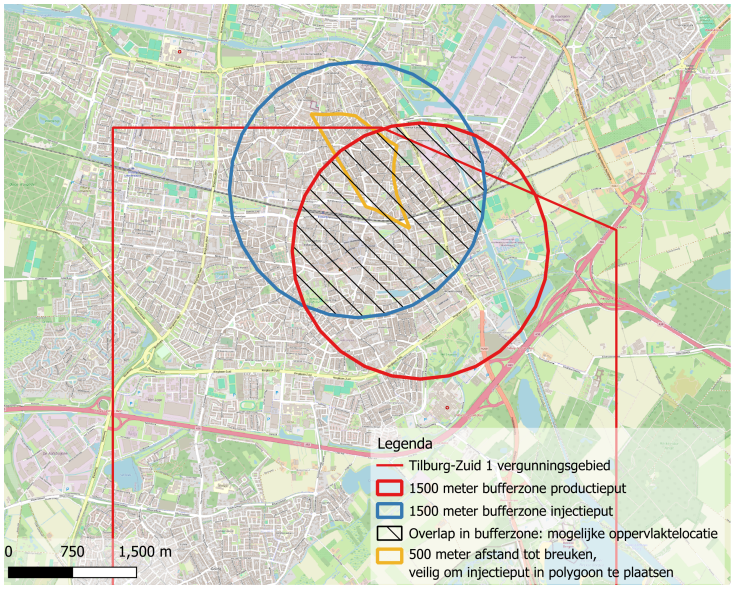
(Zeer) negatieve effecten op zichtbaarheid, beleving en bovengronds ruimtegebruik treden vooral op in dichtbebouwde wijken (drukke en gemiddelde wijken) en minder in groene wijken en op bedrijventerreinen. Dit komt doordat daar meer ruimte is voor een goede inpassing.

Cultuurhistorische waarden worden negatief beoordeeld bij zowel collectieve als individuele oplossingen, omdat deze mogelijk monumenten aantasten. Alleen bij TEA is dit niet het geval, omdat deze techniek bij een RWZI wordt toegepast.

Een ondiepe geothermie-installatie kan in versteende wijken het hitte-eilandeffect versterken door extra verharding en verlies van groen, terwijl dit effect in groene wijken en op bedrijventerreinen beperkter is. Individuele oplossingen hebben juist een positief effect doordat ze (passief) kunnen koelen. Een uitzondering is de lucht-water warmtepomp, die warmte afgeeft aan de buitenlucht en daardoor lokaal de temperatuur kan verhogen en juist bijdraagt aan het hitte-eilandeffect.

4.1.2 Locatie ondiepe geothermiebron

Het zoekgebied voor ondiepe geothermie binnen de gemeente Tilburg ligt grotendeels in zone 3, maar ook gedeeltelijk in zone 6. De locatiespecifieke milieueffecten van zowel de aanleg als het gebruik van geothermie zullen zich dan ook in deze zones voordoen. De locatie die op basis van het geothermieonderzoek als geschikt wordt aangemerkt (zie figuur 4.2) bevindt zich in de drukke en gemiddelde wijken van zone 3 of de aangrenzende bedrijventerreinen van zone 6.

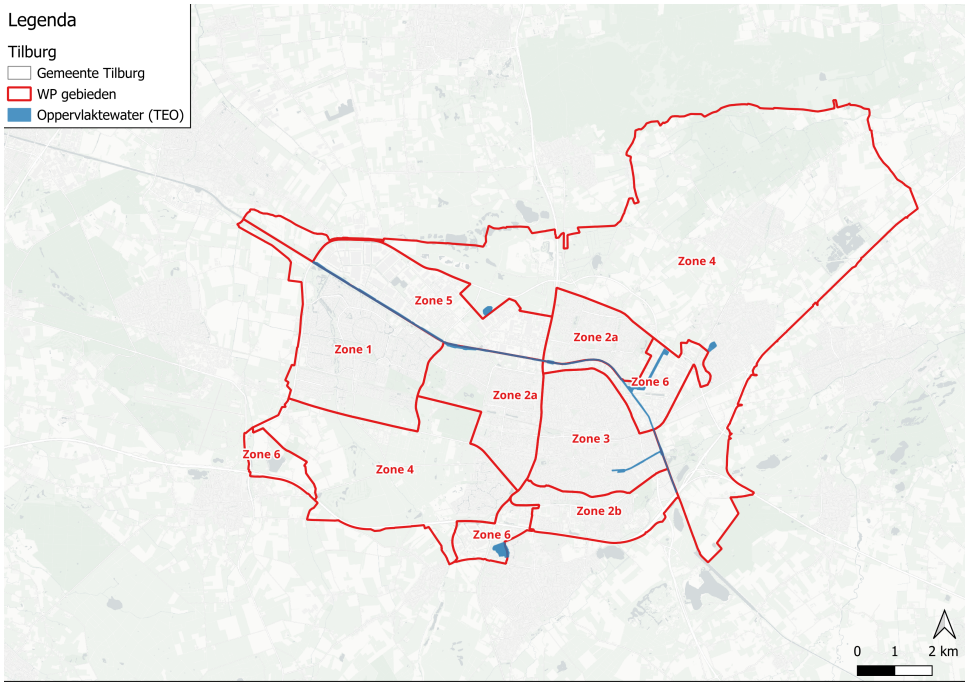


Figuur 4.2 Locatiespecifieke milieueffecten van de aanlegfase van ondiepe geothermie in zone 3

Wanneer de geothermiebron wordt gerealiseerd in zone 3 of zone 6 treden deze locatiespecifieke effecten op in deze zone samen met de effecten van het collectieve alternatief (alternatief A). In de andere zones kan ook gebruik worden gemaakt van de ondiepe geothermie bron die mogelijk wordt gerealiseerd, maar er komt geen bron in die zones. Dat betekent dat het toepassen van ondiepe geothermie in die zones indirect ook effect heeft op de zone waar de bron wordt gerealiseerd, in dit geval dus zone 3 of 6

4.1.3 Locatie TEO-bron

De gemeente Tilburg heeft verschillende potentiële oppervlaktewateren geïdentificeerd voor warmte via thermische energie uit oppervlaktewater, namelijk het Wilhelminakanaal, de Piushaven, de Industriehaven Loven en de Surfplas. Deze oppervlaktewateren liggen verspreid over de gemeente, liggend of grenzend aan alle zones. Op dit moment is ook nog onbekend binnen welke wijktypologieën de oppervlaktewateren precies vallen. Daarom zijn in de bronnenvergelijking de milieueffecten voor alle vier wijktypologieën meegenomen.

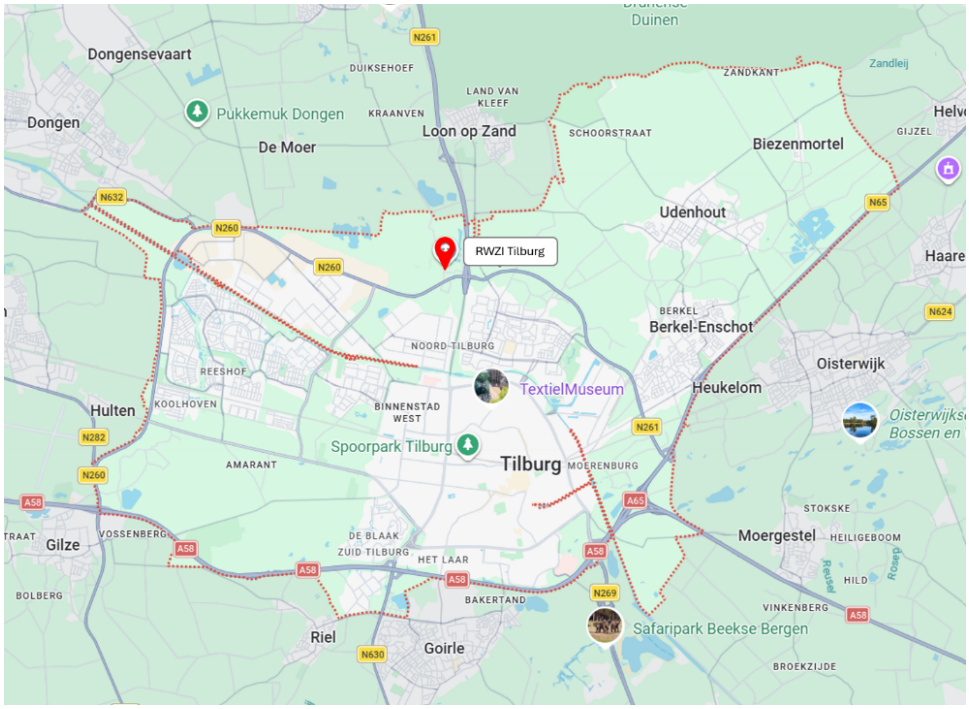


Figuur 4.3 Potentiële locaties van TEO.

Deze locatiespecifieke effecten treden op in de zones waar de techniek wordt toegepast. In de zones waar de techniek niet wordt toegepast, kan nog steeds gebruik worden gemaakt van een TEO bron. Dat betekent dat het toepassen van TEO in die zones indirect ook effect heeft op de zone waar de techniek daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

4.1.4 Locatie TEA

De RWZI van Tilburg ligt in zone 4, in wijktypologie groene wijken. De TEA-installatie is bij deze RWZI voorzien. De locatiespecifieke milieueffecten van zowel de aanleg als het gebruik van TEA zullen zich dan ook in deze zone, op die locatie voordoen.



Figuur 4.4 Locatie van RWZI Tilburg

4.2 Zone 1

Zone 1 “Reeshof en omgeving” is al aardgasvrij; gebouwen hebben hier geen gasaansluiting. Voor deze zone zijn daarom geen alternatieven opgesteld. Deze paragraaf bevat geen effectbeoordeling.

4.3 Zone 2a

In zone 2a “Tilburg-West en Noord” liggen de volgende wijkcategorieën:

- Gemiddelde wijken
- Groene wijken
- In zone 2a komen gemiddelde wijken gemiddeld vaker voor dan de groene wijken

Voor zone 2a zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: uitbreiding regionaal **MT-warmtenet** + **LT-retourleiding** met als bron:

- een combinatie van geothermie, aquathermie en een e-boiler

A2. Collectief: **(Z)LT-warmtenet** met

- Aquathermie (TEO en TEA) met WKO in combinatie met centrale opwaardering in het gebouw, en/of
- Ondiepe geothermie met centrale opwaardering

B. Individueel: **bodemlus met water-water** warmtepomp of een lucht-water warmtepomp

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 2a per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.5 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 2a

Zone 2a	Alternatief A1 en A2. Collectief							
	MT-warmtenet		(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: --	A: --	A: - / A: --	A: - / A: --	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Grondwater	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: --	A: --
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Bovengronds ruimtegebruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*

Tabel 4.6 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 2a

Zone 2a	Alternatief A1 en A2. Collectief							
	MT-warmtenet		(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	G: 0	G: 0	G: ++	G: ++
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +
Hulpenergie	G: +	G: +	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: -	G: 0	G: -	G: 0	G: -	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: - G: +	G: - G: +	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: - G: +	G: - G: +	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: --	G: - G: --	G: --	G: - G: --	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: --	G: - G: --	G: --	G: - G: --	G: 0	G: 0	G: - G: --	G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: --	G: - G: --	G: --	G: - G: --	G: 0	G: 0	G: --	G: -
Archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: -	G: 0	G: - G: +	G: 0 G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +

4.3.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur en opwaardering zijn in navolgende paragraaf beschreven; voor de impact van bronnen zie 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 2a bestaat vooral uit gemiddelde wijken, maar ook groene wijken direct naast het centrum. Er is geen Natura 2000-gebied in de zone of aangrenzend aanwezig.

<u>Aanlegfase</u>

De aanleg van een geïsoleerd LT- en MT- warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik. Daarnaast vraagt de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales om bovengronds ruimtegebruik. Ondanks dat in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur blijft dit een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor groene en gemiddelde wijken (--).

De vergelijking tussen alternatief A1 en A2 laat in de aanlegfase geen duidelijke verschillen in milieueffecten zien; de overlast is vergelijkbaar. Wel geldt dat bij A2 op één of meerdere locaties extra voorzieningen zoals een buurtcentrale en WKO-systemen worden gerealiseerd. Dit leidt tot extra overlast tijdens de aanleg. Per wijktypologie zijn er nauwelijks verschillen in milieueffecten tijdens de aanlegfase.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een buurtwarmtecentrale een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft CO_2-besparing door energieverbruik, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Daarnaast scoren de infrastructuren/technieken (Z)LT-warmtenet, WKO en de buurtwarmtecentrale zeer positief (++) op het thema hulpenergie. Er is namelijk veel minder hulpenergie nodig ten opzichte van de referentiesituatie. In de gebruiksfase vormen de overdrachtsstations van de warmtenetten een mogelijk knelpunt voor de thema's natuur en ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en groene wijken. Ook de buurtwarmtecentrale heeft (zeer) negatieve effecten op de ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en groene wijken. In de gebruiksfase er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie van een buurtwarmtecentrale. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, wordt er uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten.

Het MT-warmtenet in alternatief A1 heeft een negatief (-) effect op bodemkwaliteit en grondwater wegens het temperatuurverschil tussen warmte die door temperatuurverschillen tussen het netwerk en de ondergrond. De ZLT-netten in A1 en A2 hebben juist een positief effect op hittestress, omdat zij (passieve) koeling mogelijk maken; verder zijn de verschillen tussen de warmtenetten beperkt. Bij A2 worden op één of meerdere locaties extra voorzieningen zoals een buurtwarmtecentrale en WKO-systemen gerealiseerd, wat leidt tot aanvullende effecten in de gebruiksfase. Dit kan negatief uitpakken voor biodiversiteit door lokaal verlies van leefgebied (worstcasescenario: plaatsing in leefgebied van soorten, zeer negatief (--)), maar ook positief (+) voor stikstofdepositie op Natura 2000, omdat deze systemen warmte kunnen leveren zonder verbranding.

4.3.2 Bronnen voor zone 2a

Voor alternatief A1 in zone 2a wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA), ondiepe geothermie, e-boiler en restwarmte; voor alternatief A2 in zone 2a wordt ook gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA) en ondiepe geothermie. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Voor de milieueffecten zie paragraaf 4.1.

De TEA-bron en de ondiepe geothermiebron komen niet in zone 2a. De TEA-bron is voorzien in zone 4. De ondiepe geothermiebron is voorzien in zone 3 en/of 6. Voor de milieueffecten zie paragraaf 4.1. Ook de milieueffecten van TEO zijn in 4.1 opgenomen. Hoewel de betreffende oppervlaktewateren bekend zijn, is nog onbekend waar de TEO-bron precies wordt gerealiseerd en daarmee ook in welke zone en wijktypologie deze valt.

De e-boilers zijn eveneens niet voorzien in zone 2a; deze worden gerealiseerd in Geertruidenberg. De bijbehorende milieueffecten treden daardoor buiten de gemeente Tilburg op, maar worden wel meegewogen. Deze effecten zijn opgenomen in paragraaf 4.9 Overige locatiespecifieke milieueffecten.

Restwarmte is niet opgenomen, omdat dit geen warmtebron is die in het kader van het warmteprogramma wordt gerealiseerd. Het betreft een restproduct dat onafhankelijk van het Warmteprogramma beschikbaar is.

4.4 Zone 2b

In zone 2b “Tilburg Zuid” liggen de volgende wijkcategorieën:

- Gemiddelde wijken
- Groene wijken
- In zone 2b komen gemiddelde wijken en groene wijken ongeveer evenveel voor

Voor zone 2b zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: **(Z)LT-warmtenet** met

- aquathermie (TEO en TEA) met WKO in combinatie met centrale opwaardering in het gebouw, en/of
- ondiepe geothermie met centrale opwaardering

B. Individueel: **bodemlus met water-water warmtepomp** of een **lucht-water warmtepomp**

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 2b per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.7 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 2b

Zone 2b	Alternatief A1. Collectief					
	(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: -	A: --	A: -	A: --	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: -	A: +	A: -	A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: -	A: 0	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Grondwater	A: -	A: +	A: -	A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: --	A: --
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bovengronds ruimtegebruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 4.8 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 2b

Zone 2b	Alternatief A1. Collectief					
	(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	G: 0	G: 0	G: ++	G: ++
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +
Hulpenergie	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: -	G: 0	G: -	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: 0	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: --	G: - / G: --	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: --	G: - / G: --	G: 0	G: 0	G: - / G: --	G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: --	G: - / G: --	G: 0	G: 0	G: --	G: -
Archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: - / G: +	G: 0 / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +

4.4.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur zijn in navolgende paragraaf beschreven, voor impact van bronnen zie paragraaf 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 2b bestaat uit gemiddelde en groene wijken.

Aanlegfase

De aanleg van een geïsoleerd LT-warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik. Daarnaast vraagt de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales om bovengronds ruimtegebruik. Ondanks dat in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur blijft dit een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor groene en gemiddelde wijken (--).

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een buurtwarmtecentrale een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft CO_2-besparing door energieverbruik, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Daarnaast scoren alle infrastructuren/technieken ((Z)LT-warmtenet, WKO en de buurtwarmtecentrale) zeer positief (++) op het thema hulpenergie. Er is namelijk veel minder hulpenergie nodig ten opzichte van de referentiesituatie. In de gebruiksfase vormen de overdrachtsstations van een (Z)LT een mogelijk knelpunt voor de thema's natuur en ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en groene wijken. Ook de buurtwarmtecentrale heeft (zeer) negatieve

effecten op de ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en groene wijken. In de gebruiksfase er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie van een buurtwarmtecentrale. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten.

4.4.2 Bronnen voor zone 2b

Voor alternatief A1 in zone 2b wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA) en ondiepe geothermie. Voor TEO zijn de potentiële oppervlaktewateren bekend, maar nog niet de exacte bronlocatie en dus zone. Mogelijk komt deze wel in zone 2b. De TEA-bron en de ondiepe geothermiebron liggen niet in zone 2b, maar zijn voorzien in respectievelijk zone 4 en zone 3 en/of 6. De effecten van de bronnen zijn opgenomen in paragraaf 4.1. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Deze effecten zijn ook opgenomen in paragraaf 4.1.

4.5 Zone 3

In zone 3 “Binnen de Ringbanen en Tilburg-Oost” liggen de volgende wijkcategorieën:

- Drukke wijken
- Gemiddelde wijken
- Groene wijken (relatief zeer klein deel)

In zone 3 bestaat het overgrote gedeelte uit drukke en gemiddelde wijken. Het is ook de enige zone met drukke wijken. Er is slechts één groene wijk.

Voor zone 3 zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: **MT-warmtenet** met

- aquathermie (TEO en TEA) en opwaardering met WKO in combinatie met centrale opwaardering in de vorm van een buurtwarmtecentrale
- ondiepe geothermie met centrale opwaardering in de vorm van een buurtwarmtecentrale

B. Individueel: **bodemlus met water-water warmtepomp** of een **lucht-water warmtepomp**

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 3 per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.9 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 3

Zone 3	Alternatief A1. Collectief								
	MT-warmtenet			WKO			Buurtwarmte-centrale		
Wijktypologie:	Drukke	Gemiddelde	Groene	Drukke	Gemiddelde	Groene	Drukke	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: --	A: --	A: --	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: --	A: -	A: 0	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Grondwater	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: --	A: --	A: --
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bovengronds ruimtegebruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 4.10 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 3

Zone 3	Alternatief A1. Collectief								
	MT-warmtenet			WKO			Buurtwarmte-centrale		
Wijktypologie:	Drukke	Gemiddelde	Groene	Drukke	Gemiddelde	Groene	Drukke	Gemiddelde	Groene
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	G: 0	G: 0	G: 0	G: ++	G: ++	G: ++
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +
Hulpenergie	G: +	G: +	G: +	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: -	G: -	G: -	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: - / G: --	G: - / G: --	G: - / G: --	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: --	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: - / G: --	G: - / G: --	G: - / G: --	G: 0	G: 0	G: 0	G: --	G: --	G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: --	G: --	G: - / G: --	G: 0	G: 0	G: 0	G: --	G: - / G: --	G: -
Archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: -	G: -	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +

4.5.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur en opwaardering zijn in navolgende paragraaf beschreven; voor de impact van bronnen zie 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 3 bestaat vooral uit drukke en gemiddelde wijken; de woningdichtheid is hoog. Er is geen Natura 2000-gebied in de zone of aangrenzend aanwezig.

Aanlegfase

De aanleg van een geïsoleerd MT-warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik. In drukke wijken heeft een warmtenet ook een zeer negatief effect op het ondergronds ruimtegebruik. Daarnaast vraagt de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales om bovengronds ruimtegebruik. Ondanks dat in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur blijft dit een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de stadsnatuur van Tilburg. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor groene, gemiddelde en drukke wijken (--).

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een buurtwarmtecentrale een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft CO_2-besparing door energieverbruik, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Daarnaast scoren de WKO en de buurtwarmtecentrale zeer positief (++) op de indicator hulpenergie. De overdrachtsstations van een MT warmtenet vormen een mogelijk knelpunt voor de thema's natuur en ruimtelijke kwaliteit in de drukke, gemiddelde en groene wijken. Ook de buurtwarmtecentrale heeft (zeer) negatieve effecten op de ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en drukke wijken. In de gebruiksfase er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/ leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie van een buurtwarmtecentrale. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten.

Stikstof berekening

Zoals aanbevolen in de NPLW-modelrapportage planMER bij warmteprogramma's (februari 2026, zie ook paragraaf 1.8) is de kwalitatieve beoordeling van stikstofeffecten onderbouwd met een voorbeeldberekening, omdat het warmteprogramma kaderstellend is en daadwerkelijke effecten pas in latere projectfasen concreet worden. Voor Tilburg geldt dat de aanleg van warmtenetten en bijbehorende infrastructuur emissieloos materieel inzet, waardoor geen relevante stikstofemissie optreedt en een kwalitatieve beoordeling volstaat. Projecten die hiervan afwijken, zoals de aanleg van ondiepe geothermie, worden afzonderlijk beoordeeld via project specifieke besluiten en AERIUS-berekeningen. Ter illustratie is daarom een representatieve case gebruikt: de renovatie van een aantal flatgebouwen in Ringpark-Zuid (zone 3), die voorbereid worden op aansluiting op een (Z)LT-warmtenet, waarbij de benodigde renovatie- en isolatiewerkzaamheden wél tijdelijke stikstofemissie veroorzaken. Deze berekening (zie ook bijlage 3) ondersteunt daarmee de eerder kwalitatief beoordeelde effecten en bevestigt dat het warmteprogramma, binnen de gehanteerde uitgangspunten, geen belemmering vormt vanuit het stikstofaspect.

4.5.2 Bronnen voor zone 3

Voor alternatief A1 in zone 3 wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA) en ondiepe geothermie. Voor TEO zijn de potentiële oppervlaktewateren bekend, maar nog niet de exacte bronlocatie en dus zone. Mogelijk komt deze wel in zone 3. De TEA-bron ligt niet in zone 3, maar is voorzien in zone 4. De ondiepe geothermiebron ligt wel in zone 3 (en/of 6). De effecten van de bronnen zijn opgenomen in paragraaf 4.1. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Deze effecten zijn ook opgenomen in paragraaf 4.1.

4.6 Zone 4

In zone 4 “Dorpen en de Blaak” liggen de volgende wijkcategorieën:

- Gemiddelde wijken
- Groene wijken
- Bedrijventerreinen

In zone 4 bestaat het overgrote gedeelte uit groene wijken.

Voor zone 4 zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: **(Z)LT-warmtenet** met als bron:

- Aquathermie (TEO en TEA) met WKO in combinatie met centrale opwaardering in het gebouw, en/of
- Ondiepe geothermie met centrale opwaardering

B. Individueel: **bodemlus met water-water warmtepomp** of **een lucht-water warmtepomp**

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 4 per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.11 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 4

	Alternatief A1. Collectief								
	(Z)LT-warmtenet			WKO			Buurtwarmte-centrale		
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: - / A: --	A: - / A: --	A: - / A: --	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: -	A: 0	A: 0	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Grondwater	A: - / A: +	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: --	A: --	A: -
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Bovengronds ruimtegebruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*

Tabel 4.12 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 4

	Alternatief A1. Collectief								
	(Z)LT-warmtenet			WKO			Buurtwarmte-centrale		
Wijktypologie:	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Gemiddelde	Groene	Bedrijven	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	G: 0	G: 0	G: 0	G: ++	G: ++	G: ++
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +
Hulpenergie	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: -	G: 0	G: 0	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: 0	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: --	G: - / G: --	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: --	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: --	G: - / G: --	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: - / G: --	G: -	G: 0 / G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: --	G: - / G: --	G: -	G: 0	G: 0	G: 0	G: --	G: -	G: 0
Archeologische waarden	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: - / G: +	G: 0 / G: +	G: 0 / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +	G: - / G: +

4.6.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur zijn in navolgende paragraaf beschreven, voor impact van bronnen zie paragraaf 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 4 bestaat uit gemiddelde en groene wijken en bedrijventerrein. Een belangrijk aandachtspunt in deze zone is het grondwaterbeschermingsgebied Gilzerbaan ten zuiden van het centrum van Tilburg en Natura 2000-gebied Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen in het noorden van de gemeente.

<u>Aanlegfase</u>

De aanleg van een geïsoleerd LT-warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik. Daarnaast vraagt de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales om bovengronds ruimtegebruik. Ondanks dat in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur blijft dit een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Ook de aanwezigheid van en Natura 2000-gebied in het noordelijke deel van deze zone 4 kan tot effecten leiden. Dit geldt in mindere mate voor bedrijventerreinen. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor groene en gemiddelde wijken (--).

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een buurtwarmtecentrale een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft CO_2-besparing door energieverbruik, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Daarnaast scoren alle infrastructuren/technieken ((Z)LT-warmtenet, WKO en de buurtwarmtecentrale) zeer positief (++) op het thema hulpenergie. Er is namelijk veel minder hulpenergie nodig ten opzichte van de referentiesituatie. In de gebruiksfase vormen de overdrachtsstations van een (Z)LT een mogelijk knelpunt voor de thema's natuur en ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en groene wijken. Ook de buurtwarmtecentrale heeft (zeer) negatieve effecten op de ruimtelijke kwaliteit in de gemiddelde en drukke wijken. In de gebruiksfase er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie van een buurtwarmtecentrale. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten. Ook de aanwezigheid van en Natura 2000-gebied in het noordelijke deel van deze zone 4 kan tot effecten leiden.

4.6.2 Bronnen voor zone 4

Voor alternatief A1 in zone 4 wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA) en ondiepe geothermie. Voor TEO zijn de potentiële oppervlaktewateren bekend, maar nog niet de exacte bronlocatie en dus zone. Mogelijk komt deze wel in zone 4. De ondiepe geothermiebron ligt niet in zone 4, maar in zone 3 en/of 6. De TEA-bron ligt wel in zone 4. De effecten van de bronnen zijn opgenomen in paragraaf 4.1. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Deze effecten zijn ook opgenomen in paragraaf 4.1.

4.7 Zone 5

In zone 5 "Bedrijventerreinen Kraaiven/Vossenberg" ligt de volgende wijkcategorie:

- Bedrijventerreinen

Voor zone 5 zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: uitbreiding regionaal **MT-warmtenet** + **LT-retourleiding** met als bron:

  - een combinatie van geothermie, aquathermie en een e-boiler

B. Individueel: **bodemlus met water-water warmtepomp** of **een lucht-water warmtepomp**

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 5 per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.13 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 5

	Alternatief A1. Collectief	
	MT-warmtenet	**(Z)LT-warmtenet**
Wijktypologie:	Bedrijven	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: --	A: - | A: --
Hulpenergie	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: - | A: +	A: - | A: +
Ondergronds ruimtegebruik	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0
Grondwater	A: - | A: +	A: - | A: +
Drinkwater	A: -	A: -
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -
Biodiversiteit	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Bovengronds ruimtegebruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Archeologische waarden	A: -	A: -
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0
Hittestress	*n.v.t.*	*n.v.t.*

Tabel 4.14 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 5

	Alternatief A1. Collectief	
	MT-warmtenet	**(Z)LT-warmtenet**
Wijktypologie:	Bedrijven	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0
Hulpenergie	G: +	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: -	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0
Grondwater	G: -	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: 0	G: 0
Biodiversiteit	G: 0	G: 0
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +
Zichtbaar en beleveing	G: -	G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: -	G: -
Archeologische waarden	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -
Hittestress	G: 0	G: 0 | G: +

4.7.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur zijn in navolgende paragraaf beschreven, voor impact van bronnen zie paragraaf 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 5 bestaat uit bedrijventerrein. Er is geen Natura 2000-gebied in de zone of aangrenzend aanwezig.

Aanlegfase

De aanleg van een geïsoleerd MT en LT-warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een (Z)LT warmtenet een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft hulpenergie, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Er is namelijk veel minder hulpenergie nodig ten opzichte van de referentiesituatie.

4.7.2 Bronnen voor zone 5

Voor alternatief A1 in zone 5 wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA), ondiepe geothermie, e-boilers en restwarmte. Voor TEO zijn de potentiële oppervlaktewateren bekend, maar nog niet de exacte bronlocatie en dus zone. Mogelijk komt deze wel in zone 4. De ondiepe geothermiebron ligt niet in zone 4, maar in zone 3 en/of 6. De TEA-bron ligt wel in zone 4. De effecten van de bronnen zijn opgenomen in paragraaf 4.1. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Deze effecten zijn ook opgenomen in paragraaf 4.1.

De e-boilers zijn eveneens niet voorzien in zone 5; deze worden gerealiseerd in Geertruidenberg. De bijbehorende milieueffecten treden daardoor buiten de gemeente Tilburg op, maar worden wel meegewogen. Deze effecten zijn opgenomen in paragraaf 4.9 Overige locatiespecifieke milieueffecten.

Restwarmte is niet opgenomen, omdat dit geen warmtebron is die in het kader van het warmteprogramma wordt gerealiseerd. Het betreft een restproduct dat onafhankelijk van het Warmteprogramma beschikbaar is.

4.8 Zone 6

In zone 6 “overige bedrijventerreinen” liggen de volgende wijkcategorieën:

- Groene wijken
- Bedrijventerreinen

In zone 6 bestaat het overgrote gedeelte uit bedrijventerreinen. Slechts één gebied valt onder de wijktypologie groene wijk. Momenteel ligt hier nog geen bedrijventerrein, maar deze is hier wel voorzien.

Voor zone 6 zijn in het Warmteprogramma de volgende alternatieven bepaald:

A1. Collectief: **(Z)LT-warmtenet** met als bron:

- aquathermie (TEO en TEA) met WKO in combinatie met centrale opwaardering in het gebouw, en/of
- ondiepe geothermie met centrale opwaardering

B. Individueel: **bodemlus met water-water warmtepomp** of **een lucht-water warmtepomp**

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van zone 6 per aanwezige wijktypologie.

Tabel 4.15 Milieueffecten van de aanlegfase in zone 6

	Alternatief A1. Collectief					
	(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Groene	Bedrijven	Groene	Bedrijven	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: - / A: --	A: - / A: --	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Bodemkwaliteit	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Grondwater	A: - / A: +	A: - / A: +	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: 0	A: 0	A: --	A: -
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bovengronds ruimtegebruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -	A: 0	A: 0
Cultuurhistorische waarden	A: 0	A: 0	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 4.36 Milieueffecten van de gebruiksfase in zone 6

	Alternatief A1. Collectief					
	(Z)LT-warmtenet		WKO		Buurtwarmte-centrale	
Wijktypologie:	Groene	Bedrijven	Groene	Bedrijven	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	*n.v.t.*	*n.v.t.*	G: 0	G: 0	G: ++	G: ++
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: +	G: +
Hulpenergie	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++	G: ++
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: 0	G: 0	G: - G: +	G: - G: +	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: - G: +	G: - G: +	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: - G: --	G: 0	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: 0	G: 0	G: -	G: -	G: --	G: --
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: 0	G: 0	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: +	G: +	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: - G: --	G: -	G: 0	G: 0	G: -	G: 0 G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: - G: --	G: -	G: 0	G: 0	G: -	G: 0
Archeologische waarden	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: 0 G: +	G: 0 G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +	G: - G: +

4.8.1 Milieueffecten

In het oog springende effecten als gevolg van de benodigde infrastructuur en opwaardering zijn in navolgende paragraaf beschreven, voor impact van bronnen zie 4.1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de aanleg en gebruiksfase. Zone 6 bestaat vooral uit bedrijventerreinen. Er is geen Natura 2000-gebied in de zone of aangrenzend aanwezig.

Aanlegfase

De aanleg van een geïsoleerd LT-warmtenet kost veel materiaal, daarom scoort deze infrastructuur zeer negatief (--) op de indicator CO_2-uitstoot door materiaalgebruik. Daarnaast vraagt de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales om bovengronds ruimtegebruik. Ondanks dat in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur blijft dit een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Dit geldt in mindere mate voor bedrijventerreinen. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor groene wijken (--). Hierbij dient te worden genuanceerd dat in de groene wijk wel een bedrijventerrein is voorzien.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijkt dat een buurtwarmtecentrale een aanzienlijke verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie wat betreft CO_2-besparing, deze scoort daarom ook zeer positief (++). Daarnaast scoren alle infrastructuren/technieken ((Z)LT-warmtenet, WKO en de buurtwarmtecentrale) zeer positief (++) op het thema hulpenergie. Er is namelijk veel minder

hulpenergie nodig ten opzichte van de referentiesituatie. In de gebruiksfase vormen de overdrachtsstations van een (Z)LT een mogelijk knelpunt voor de thema's natuur en ruimtelijke kwaliteit in de groene wijken. Hierbij dient te worden genuanceerd dat in de groene wijk wel een bedrijventerrein is voorzien. Tot slot kan in de gebruiksfase lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie van een buurtwarmtecentrale. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten. Deze warmtetechniek heeft daarom een zeer negatief effect (--) ten opzichte van de referentiesituatie.

4.8.2 Bronnen voor zone 6

Voor alternatief A1 in zone 6 wordt gebruik gemaakt van aquathermie (TEO en TEA) en ondiepe geothermie. Voor TEO zijn de potentiële oppervlaktewateren bekend, maar nog niet de exacte bronlocatie en dus zone. Mogelijk komt deze wel in zone 3. De TEA-bron ligt niet in zone 3, maar is voorzien in zone 4. De ondiepe geothermiebron ligt wel in zone 3 (en/of 6). De effecten van de bronnen zijn opgenomen in paragraaf 4.1. Voor alternatief B zijn de individuele bronnen bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp voorzien. Deze effecten zijn ook opgenomen in paragraaf 4.1.

4.9 Overige locatiespecifieke milieueffecten

In deze paragraaf zijn de warmtetechnieken opgenomen waarvan de locatie en daarmee de zone en/of wijktypologie nog niet precies bekend is.

4.9.1 E-boilers

Vanuit het warmteprogramma is de gemeente Tilburg een van de gebruikers van e-boilers als bron voor het regionale MT-warmtenetwerk. Deze e-boilers worden gerealiseerd in Geertruidenberg. De bijbehorende milieueffecten treden daardoor buiten de gemeente Tilburg op, maar moeten wel worden meegewogen, aangezien het effecten betreft van het Warmteprogramma. Daarom zijn in deze paragraaf de milieueffecten voor de vier wijktypologieën opgenomen.

In de tabellen hieronder staan de milieueffecten voor de aanlegfase en gebruiksfase van e-boilers per wijktypologie.

Tabel 4.17 Locatiespecifieke milieueffecten van de aanlegfase van e-boilers

	Alternatief A1. Collectief			
	E-boilers			
Wijktypologie:	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -
Hulpenergie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Gecumuleerd geluid	A: -	A: -	A: -	A: -
Trillingen	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Bodemkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Ondergronds ruimtegebruik	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Luchtkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Oppervlaktewaterkwaliteit	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Grondwater	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Drinkwater	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	A: -	A: -	A: -	A: -
Biodiversiteit	A: -	A: -	A: -	A: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	A: 0	A: 0	A: 0	A: 0
Circulair materiaalgebruik	A: -	A: -	A: -	A: -
Zichtbaar en beleveing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bovengronds ruimtegebruik	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Archeologische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -
Cultuurhistorische waarden	A: -	A: -	A: -	A: -
Hittestress	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 4.18 Locatiespecifieke milieueffecten van de gebruiksfase van e-boilers

	Alternatief A1. Collectief			
	E-boilers			
Wijktypologie:	Drukke	Gemiddelde	Groene	Bedrijven
CO_2-besparing door energieverbruik	G: -	G: -	G: -	G: -
CO_2-uitstoot door materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Hulpenergie	G: -	G: -	G: -	G: -
Gecumuleerd geluid	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Trillingen	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Bodemkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Ondergronds ruimtegebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Luchtkwaliteit	G: +	G: +	G: +	G: +
Oppervlaktewaterkwaliteit	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Grondwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Drinkwater	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg	G: -	G: -	G: -	G: -
Biodiversiteit	G: -	G: -	G: -	G: -
Stikstofdepositie op Natura 2000	G: +	G: +	G: +	G: +
Circulair materiaalgebruik	G: 0	G: 0	G: 0	G: 0
Zichtbaar en beleveing	G: -	G: -	G: -	G: -
Bovengronds ruimtegebruik	G: -	G: -	G: -	G: -
Archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Cultuurhistorische waarden	G: -	G: -	G: -	G: -
Hittestress	G: -	G: -	G: -	G: -

Aanlegfase

De aanleg van e-boilers leidt in vergelijking met de referentiesituatie tot overwegend beperkte, maar op enkele onderdelen negatieve milieueffecten. Deze hangen vooral samen met de realisatie van de installatie en de daarvoor benodigde materialen en werkzaamheden. Zo is sprake van een negatieve beoordeling voor CO_2-uitstoot door materiaalgebruik, omdat voor de aanleg diverse onderdelen nodig zijn, zoals een warmtebuffer, pompen, een elektrische aansluiting, een transformator, een middenspanningsaansluiting en een behuizing. Ook op het aspect gecumuleerd geluid is het effect negatief, als gevolg van de werkzaamheden en de aanleg van grootschalige installaties. Daarnaast kunnen negatieve effecten optreden voor natuur en biodiversiteit doordat de aanleg lokaal tot verstoring en mogelijk ruimtebeslag leidt. Voor circulair materiaalgebruik is eveneens sprake van een negatief effect, omdat voor de installatie onder meer PVC, koper, staal en andere materialen nodig zijn. Daar staat tegenover dat de centralisatie van e-boilers efficiënter kan zijn dan een groot aantal kleinschalige installaties. Ook voor archeologie en cultureel erfgoed geldt een negatief effect, omdat graafwerkzaamheden mogelijk nodig zijn en afhankelijk van de locatie aanvullend onderzoek vereist kan zijn. Voor de overige milieu-indicatoren is het effect in de aanlegfase neutraal.

Gebruiksfase

Ten opzichte van de referentiesituatie scoren e-boilers positief op luchtkwaliteit en stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden, doordat tijdens het gebruik geen directe emissies van verbrandingsgassen optreden. Tegelijkertijd blijven op enkele milieu-indicatoren negatieve effecten bestaan. Zo treden negatieve effecten op voor besparing en hulpenergie, omdat e-boilers een aanzienlijke elektriciteitsvraag met zich meebrengen. Ook voor NNN en stadsnatuur en biodiversiteit kunnen negatieve effecten optreden, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van bovengrondse installaties en het daarmee samenhangende ruimtebeslag en de verstoring van de directe omgeving. Daarnaast zijn negatieve effecten mogelijk op zichtbaarheid en beleving en bovengronds ruimtegebruik, doordat de installaties ruimtelijk zichtbaar zijn en ruimte innemen. Voor cultureel erfgoed kunnen eveneens negatieve effecten optreden, afhankelijk van de locatie en de wijze van inpassing. Tot slot is sprake van een negatief effect op hittestress, doordat bij het gebruik van e-boilers lokaal warmte kan vrijkomen naar de omgeving. Voor de overige milieu-indicatoren is het effect in de gebruiksfase neutraal.

4.10 Conclusie

In het Warmteprogramma wordt de technische haalbaarheid van deze alternatieven, de bijbehorende kosten, het onder- en bovengronds ruimtegebruik en de interactie met de (toekomstige) koelvraag beschreven. Het planMER beoordeelt de bijbehorende milieueffecten en weegt daar nadrukkelijk niet de technische haalbaarheid van warmteoplossingen mee. Dit planMER brengt daarmee in beeld welke milieueffecten kunnen optreden wanneer één van deze alternatieven als voorkeursalternatief in een buurt(type) wordt gekozen. Het planMER geeft hiermee beslisinformatie over milieueffecten, waardoor deze vroegtijdig, naast andere criteria, kunnen worden meegewogen in de keuze voor een voorkeursoplossing per buurt.

In de buurten die de komende jaren onderdeel uitmaken van een traject voor het opstellen van een uitvoeringsplan, geeft het Warmteprogramma richting aan het voorkeursalternatief dat nader wordt onderzocht, uitgewerkt en getoetst. Pas bij een wijziging van het omgevingsplan, waarin een gebied wordt aangewezen als warmtetransitiegebied, legt de gemeenteraad een definitief voorkeursalternatief en een tijdlijn voor de overstap vast.

5 Mitigerende maatregelen

In deze paragraaf zijn per milieuthema mitigerende maatregelen beschreven om (zeer) negatieve effecten te beperken.

5.1 Klimaat en energie

5.1.1 CO_2-besparing door energieverbruik

Om de CO_2-besparing van het warmtesysteem verder te bevorderen, is het noodzakelijk om te streven naar een zo groen mogelijke elektriciteitsmix, zodat de energie die wordt gebruikt voor de warmtevoorziening steeds duurzamer wordt. Hierbij is een belangrijke link met regionale programma's die de energietransitie verder brengen. Daarnaast helpt het versneld implementeren van deze maatregelen bij een grotere CO_2-besparing. Ook kan worden overwogen om de afgiftetemperatuur zo laag mogelijk te houden, omdat dit bijdraagt aan een efficiëntere en energiezuinigere installatie.

Voor de warmtepompen is het van belang dat er gebruik wordt gemaakt van een koudemiddel met een lage of geen impact op klimaatverandering. Daarnaast draagt een hoge efficiëntie (COP) bij aan het verminderen van het elektriciteitsgebruik en daarmee indirecte emissies. Ook slim aansturen van warmtepompen, bijvoorbeeld door inzet op momenten met een hoog aandeel duurzame energie, helpt om de milieubelasting te verlagen.

Bij warmtenetten kunnen warmteverliezen worden geminimaliseerd door een zo laag mogelijke afgifte temperatuur, zowel door de buisleidingen als in het afgiftesysteem in huis. Verder kan de totale milieubelasting worden beperkt door te kiezen voor een collectief warmtenet in plaats van individuele systemen, omdat hierbij minder warmtepompen nodig zijn en het materiaalgebruik afneemt.

5.1.2 CO_2-uitstoot door materiaalgebruik

Om de uitstoot in de aanlegfase te mitigeren moet elektrisch materieel worden ingezet. Dit is zeker mogelijk voor het minder zware materieel, zoals het transport van materiaal. Voor zwaar materieel waar (nog) geen elektrische alternatieven voor zijn is het mogelijk om te kijken naar een zo efficiënt mogelijk gebruik of brandstoffen die minder uitstoten.

De milieu-impact van koper in warmtepompen zou verlaagd kunnen worden door minder van het materiaal te gebruiken door anders te ontwerpen en meer te recyclen. De gemeente kan hier mogelijk op sturen met door eisen op te nemen bij het collectief inkopen van warmtepompen, maar ook door zorgvuldig met het materiaal om te gaan aan het einde van de levensduur van de pomp. Daarnaast kan de milieu-impact van warmtepompen worden verlaagd door te stimuleren dat wordt gekozen voor systemen met koudemiddelen met een lage impact op klimaatverandering. De impact van koudemiddelen verschilt sterk per type: natuurlijke koudemiddelen zoals propaan, isobutaan, CO_2 en ammoniak hebben een duidelijk lagere belasting dan veel synthetische varianten.

Voor alle alternatieven kan de impact verlaagd worden door zoveel mogelijk hergebruikte materialen te gebruiken en de hoeveelheid staal in het algemene netwerk te beperken. Het raamwerk Het Nieuwe Normaal (HNN) biedt een richtlijn voor de materialentransitie en het verlagen van de milieu-impact van het materiaalgebruik volgens een gestandaardiseerde reeks KPI's. Hierin zijn onder andere de thema's ingebedde CO_2, herkomst van materialen en herbruikbaarheid in opgenomen.

5.1.3 Hulpenergie

Voor iedere warmtetechniek geldt dat hoe lager de afgifte temperatuur in de woning is en hoe beter de woning geïsoleerd is, hoe minder hulpenergie er nodig is om de warmte uit de lucht, de bodem of het water verder te verwarmen naar de gewenste afgifte temperatuur. Dit verschil is het grootste voor warmtetechnieken met een lage brontemperatuur, zoals de lucht-water warmtepomp en het warmtenet met centrale buurtwarmtepomp.

Daarnaast hangt de hoeveelheid benodigde hulpenergie af van de bron en bijbehorende technologie die wordt gekozen (COP), de efficiëntie van de gebruikte technologieën en de specifieke configuratie van het systeem, waaronder afgiftetemperatuur, grootte van gebouwen, en mate van isolatie, etc. Het is belangrijk om deze aspecten te overwegen bij het ontwerpen en implementeren van verwarmingssystemen met warmtepompen.

5.2 Geluid en trillingen

5.2.1 Gecumuleerd geluid

Er staan al regels voor geluid in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl 4.107, 4.108, 5.14 & 7.17).

Geluidsoverlast van individuele buitenunits, zoals lucht-water warmtepompen, kan worden beperkt door gerichte maatregelen. Denk aan geluiddempende omkastingen, warmtepompen met laag geluidsvermogen, een stille nachtmodus en akoestische isolatie van leidingen. Trillingsdempers, resonatoren, flexibele koppelingen en geoptimaliseerde leidingroutes verminderen bovendien het risico op laagfrequent geluid.

Deze maatregelen kunnen deels worden geborgd via regels in het omgevingsplan, bijvoorbeeld door voorschriften voor plaatsing op daken of gevels en het akoestisch ontkoppelen van installaties om geluidoverdracht naar aangrenzende gebouwen te voorkomen. De sturingsmogelijkheden van gemeenten zijn echter beperkt, want voor kleinere units geldt geen vergunningplicht waardoor aanvullende regels niet altijd toepasbaar zijn.

Stimuleren van stille warmtepompen is een andere optie. Dit kan door collectieve inkoopacties en het kiezen van modellen met betere geluidsspecificaties, zoals laag geluidsvermogen, geen tonaal geluid en een stille modus. Dit brengt echter het risico met zich mee dat inwoners verplicht worden om een duurdere unit aan te schaffen. Uit het Peutz-onderzoek 'Effect cumulatie geluid warmtepompen op wijkniveau' (2025) blijkt dat plaatsing op daken, binnen of achter bergingen of

op grotere percelen de voorkeur heeft. Vermijd opstelling aan smalle straten of nabij kleine achtertuinen om overlast te beperken.

Ook tijdens de bouwfase zijn maatregelen mogelijk. Elektrisch aangedreven materieel veroorzaakt minder geluid dan materieel met verbrandingsmotoren en kan verplicht worden gesteld via het omgevingsplan. Daarnaast kunnen regels voor werktijden worden aangescherpt, zodat werkzaamheden alleen op werkdagen en binnen de dagperiode plaatsvinden. Het Bbl biedt hiervoor al kaders, maar lokale aanscherping kan de leefkwaliteit verder waarborgen.

5.2.2 Trillingen

Bij plaatsing van de buitenunit van een warmtepomp op een dak of aan een gevel moet trillingen effectief worden gedempt. Gebruik trillingsdempers, flexibele koppelingen en een stabiele, akoestisch ontkoppelde bevestiging om overdracht naar de constructie en aangrenzende woningen te voorkomen. Daarnaast kan het verstandig zijn de unit niet direct naast hindergevoelige ruimtes of objecten te plaatsen

Wanneer de aanlegfase risico geeft op trillinghinder of -schade, kunnen trillingsarme technieken worden toegepast. Geluid zal in de bouwfase doorgaans maatgevend zijn; schade door boren wordt niet verwacht.

5.3 Bodem en ondergrond

5.3.1 Bodemkwaliteit

De verstoring van de bodemopbouw en de aantasting van de biologische bodemkwaliteit kunnen worden beperkt door warmtesystemen en bijbehorende infrastructuur zoveel mogelijk te vermijden in gebieden met een nog ongestoorde bodemopbouw en een hoge biologische bodemkwaliteit. Waar mogelijk worden nieuwe leidingen en voorzieningen geconcentreerd op locaties waar de bodem al is verstoord, zoals langs bestaande infrastructuur. Hierdoor wordt de impact op waardevolle bodemlagen beperkt.

Het minimaliseren van de totale impact op de ondergrond vraagt om afstemming en bundeling van werkzaamheden. Daarom is het wenselijk om warmte-infrastructuur en andere ondergrondse werkzaamheden gelijktijdig uit te voeren, bijvoorbeeld door tijdig overleg met de netbeheerder wanneer onderhoud of vervanging van kabels en leidingen gepland staat. Door werkzaamheden te combineren wordt de totale bodemverstoring aanzienlijk verminderd.

Wanneer werkzaamheden plaatsvinden in verontreinigde grond, wordt de aanleg van warmtesystemen benut als een koppelkans om de kwaliteit van bodem en grondwater te verbeteren. Verontreinigde grond wordt niet teruggeplaatst, en mobiele verontreinigingen worden waar mogelijk actief gesaneerd. Deze aanpak draagt bij aan een structurele verbetering van de ondergrond in plaats van enkel het mitigeren van effecten.

Zie ook de mitigerende maatregelen onder 5.5.2 Grondwater ten behoeve van bodemkwaliteit.

5.3.2 Ondergronds ruimtegebruik

Om negatieve effecten op het ondergronds ruimtegebruik te beperken, is het belangrijk warmtesystemen en bijbehorende leidingen zo in te passen dat bestaande functies in de ondergrond zo min mogelijk worden gehinderd. Waar voldoende ruimte aanwezig is, wordt afstand gehouden tot boomwortels, groenstructuren en andere ecologische functies, zodat schade aan wortelzones en groeiplaatsen kan worden voorkomen. Dit draagt bij aan het behouden van zowel bovengrondse als ondergrondse groenkwaliteit.

Daarnaast kunnen belemmeringen door bestaande kabels en leidingen worden beperkt door herinrichting en optimalisatie van de ondergrondse infrastructuur. Door een efficiënter gebruik van de beschikbare ruimte, bijvoorbeeld door bundeling of verlegging, kan voldoende ruimte worden vrijgemaakt voor nieuwe warmtesystemen zonder dat de ondergrond overbelast raakt. Dit vergroot de technische en ruimtelijke inpasbaarheid van zowel bestaande als nieuwe ondergrondse voorzieningen.

Op wijkniveau kan een 4D-benadering van de ondergrond bijdragen aan een toekomstbestendige inrichting. Hierbij wordt ondergronds ruimtegebruik zowel horizontaal als verticaal gepland, en wordt expliciet ruimte gereserveerd voor toekomstige functies en systemen die nog niet worden aangelegd maar wel te verwachten zijn. Deze aanpak maakt het mogelijk om conflicten tussen verschillende ondergrondse functies te vermijden en het totale ruimtegebruik in de ondergrond efficiënter te organiseren.

Op termijn kan ruimte worden gewonnen door het verwijderen van gasleidingen wanneer deze niet meer nodig zijn. Binnen de looptijd van het warmteprogramma (tien jaar) wordt echter niet uitgegaan dat deze leidingen al worden verwijderd.

5.4 Lucht

5.4.1 Luchtkwaliteit

Er zijn verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen om de negatieve effecten op de luchtkwaliteit te beperken. Om de luchtkwaliteit minder te verslechteren tijdens bouwwerkzaamheden van ondiepe geothermie, kunnen deze uitgevoerd worden met elektrisch materieel. Dit helpt de uitstoot van schadelijke stoffen te verminderen en kan worden vastgelegd in aanbestedingen, samenwerkingsovereenkomsten of door specifieke regels in het omgevingsplan op te nemen. Door dergelijke maatregelen te implementeren, kunnen gemeenten en aannemers bijdragen aan een betere luchtkwaliteit tijdens de bouwfase. Met name het elektrificeren van zware werktuigen (denk aan bijvoorbeeld boorapparatuur) kan de milieueffecten van sommige warmtetechnieken fors reduceren.

5.5 Water

5.5.1 Oppervlaktewaterkwaliteit

Om de negatieve effecten op het oppervlaktewater te beperken, zijn er verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen. Ten eerste dient het onttrekkingsdebiet van de TEO-installatie per maand minder dan tien procent van het watervolume van het waterlichaam te zijn, of

minder dan tien procent van de maatgevende lage afvoer van een stromend waterlichaam. Deze beperking helpt om de impact op het waterlichaam te minimaliseren.

Daarnaast is er een specifieke lozingsperiode vastgesteld. In het voorjaar, wanneer de temperatuur tussen de 10 °C en 15 °C ligt, mag er maximaal met een temperatuurverschil van 2 °C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur worden geloosd. Dit voorkomt negatieve effecten op opkomende waterplanten, die kwetsbaar zijn voor temperatuurveranderingen. De planning van werkzaamheden is ook van cruciaal belang. Het is aan te raden om deze werkzaamheden uit te voeren buiten de gevoelige perioden voor bepaalde soorten, met name in de maanden oktober, november en december.

Verder is het van belang om de best beschikbare technieken toe te passen. Er zijn steeds meer technieken beschikbaar op de markt die geen of minder effect hebben op de watertemperatuur, en waarbij fysieke aantasting door filters en warmtewisselaars niet meer plaatsvindt. Door gebruik te maken van deze technieken kan de impact op het milieu verder worden beperkt.

Bovenstaande criteria komen uit de Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen, versie 2 (STOWA: 2023-40), maar recente onderzoeken geven nieuwe inzichten en met name het eerste criterium (tien procent van het watervolume van het waterlichaam) staat ter discussie. De handreiking wordt daarom regelmatig bijgewerkt en de meest recente versie van de "Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen dient gehanteerd te worden bij vergunningverlening, waarbij ook cumulatieve effecten in acht genomen dienen te worden. Er komt een nieuwe versie van de handreiking aan, waarin recente inzichten en aangepaste criteria worden verwerkt. Bij vergunningverlening dient altijd de meest actuele versie te worden gehanteerd.

Een vooraf op te stellen bemalingsadvies moet inzicht geven op de mogelijk negatieve effecten van een bemaling op de kwaliteit van het oppervlaktewater bij het aanleggen van een warmtenet.

Werk-, spoel- en spuiwater dient te worden geloosd op de riolering om verontreinig te voorkomen in de aanleg- en gebruiksfase van de warmtetechnieken.

5.5.2 Grondwater

Om de negatieve effecten op het grondwater te beperken, zijn er verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen. Het is belangrijk dat alle werkzaamheden conform BRL 2100 en BRL 11000 worden uitgevoerd, inclusief een goede afdichting van scheidende lagen om kortsluiting tussen grondwaterpakketten te voorkomen. Bemalingen voor de realisatie van aan- en afvoerleidingen kunnen zowel inhoudelijk als in de planning het beste worden gecombineerd met andere werkzaamheden (zoals kabels, leidingen en riolering), zodat de straat slechts één keer open hoeft. Dit vermindert verstoring van de omgeving en verkleint het risico op contaminatie.

Daarnaast is monitoring cruciaal: zowel op de effectiviteit van het systeem en mogelijke lekkages als op de grondwaterkwaliteit, conform BRL 11000. Regelmatig onderhoud, zoals het controleren van filters en leidingen en het voorkomen van sedimentatie en algengroei, helpt bronverstopping te voorkomen.

Tijdens de aanleg van warmtenetten of WKO's in of nabij verontreinigingen kan lokaal saneren van grondwater worden overwogen, vooral wanneer er grondwater moet worden weggepompt. Dit draagt bij aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Verder kunnen stimulerende maatregelen, zoals het toepassen van WKO+ (waarbij menging van verontreinigingen biologische afbraak stimuleert) en het inzetten van stedelijk groen, bijdragen aan een betere waterhuishouding. Het positioneren van warmtebronnen in de buurt van stedelijk groen kan bovendien synergievoordelen opleveren.

Tot slot is het opstellen van een bodemenergieplan essentieel om bronnen op de juiste plek te positioneren en thermische interferentie, verontreinigingsrisico's en conflicten met stedelijk groen te voorkomen. Dit wordt locatiespecifieke uitgewerkt bij gebiedsontwikkelingen.

5.5.3 Drinkwater

Om de negatieve effecten op het drinkwater te beperken, zijn er verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen. Ten eerste is het essentieel om goede isolatiewaarden van de warmteleidingen en de vereiste onderlinge afstand tussen leidingen van het warmtenet en drinkwaternet te waarborgen. Dit voorkomt dat de drinkwaterleidingen opwarmen, wat helpt om de temperatuur van het drinkwater op een veilig en comfortabel niveau te houden, en voorkomt negatieve effecten op de waterkwaliteit.

Daarnaast kan specifieke monitoring van drinkwaterbeschermingsgebieden gerelateerd aan de nieuwe activiteit, bijdragen aan het tijdig te signaleren van mogelijk negatieve effecten. Alle werkzaamheden, inclusief de plaatsing van bronnen en aanleg van warmtenetten, moeten conform BRL-richtlijnen (BRL 2100 en BRL 11000) worden uitgevoerd, met een goede afdichting van scheidende lagen om kortsluiting tussen grondwaterpakketten te voorkomen. Op deze manier kan vervuiling of andere schadelijke effecten van het Warmteprogramma worden voorkomen.

Verder kan een beheersmaatregel zoals WKO+ worden toegepast, waarbij menging van verontreinigingen de biologische afbraak stimuleert. Ook het strategisch positioneren van warmtebronnen in de buurt van stedelijk groen kan bijdragen aan een betere waterhuishouding en infiltratie.

Zoals genoemd in de effectbeschrijving kan een WKO een positieve invloed hebben op de kwaliteit van het grondwater/het drinkwater in de winning. Dit kan verder worden onderzocht om de waterkwaliteit in de winning in Tilburg (Gilzerbaan) te verbeteren.

5.6 Natuur

5.6.1 Gebieden

Bij de ontwikkeling van nieuwe installaties en gebouwen binnen het warmteprogramma is een zorgvuldige locatiekeuze van groot belang. Nieuwe voorzieningen worden bij voorkeur op voldoende afstand van Natura 2000-gebieden, het Natuurnetwerk Nederland en Stadsnatuur zodat verstoring van natuurwaarden wordt beperkt. Waar mogelijk kunnen technische installaties inpandig worden opgenomen in nieuwbouw of bestaande bijgebouwen, waardoor zij geen beslag leggen op schaarse groene ruimte. Wanneer dit niet mogelijk is worden nieuwe (centrale) installaties bij voorkeur gesitueerd op reeds verhard terrein, zodat het beslag op stedelijke natuur en groene openbare ruimte zoveel mogelijk wordt voorkomen. Indien bouw in groene ruimte onvermijdelijk blijkt, kan de ecologische schade worden beperkt door het toepassen van een multifunctioneel ontwerp. Dit kan bestaan uit natuurinclusieve maatregelen zoals groene daken en gevels, het creëren van verblijfplaatsen voor fauna. Deze maatregelen dragen bij aan het behoud of zelfs de versterking van de ruimtelijke en ecologische structuur van de omgeving.

Negatieve effecten kunnen verder worden verminderd door de aanleg van ondergrondse infrastructuur zo te plannen dat deze wordt gebundeld met bestaande kabels en leidingen. Hierdoor is de kans kleiner dat het nieuwe leidingstelsel onder (gevoelige) groenstroken, waaronder boomrijen en ecologische verbindingszones, komt te liggen.

5.6.2 Biodiversiteit

Bij het plaatsen van nieuwe technische installaties en gebouwen dient zoveel mogelijk gekozen te worden voor locaties die geen functie vervullen voor beschermde soorten. Door reeds verstoorde of verhardde locaties te benutten, wordt voorkomen dat leefgebieden worden aangetast en wordt versnippering van habitat beperkt. Dit kan worden gecombineerd met natuurinclusief bouwen, waarbij nieuwe gebouwen en installaties worden voorzien van voorzieningen zoals nestkasten, inbouwstenen, groene gevels of vegetatiedaken die bijdragen aan nieuwe of verbeterde leefgebieden voor diverse soorten.

De uitvoering van werkzaamheden vindt plaats volgens een erkende gedragscode, zodat verstoring van gevoelige soorten en habitat zoveel mogelijk wordt voorkomen. Binnen deze werkwijze wordt aandacht besteed aan het zorgvuldig omgaan met vegetatie, faunaroutes en bekende verblijfplaatsen. Waar mogelijk worden werkzaamheden ingepland buiten ecologisch gevoelige perioden, zoals broedseizoenen of overwinteringsperiodes, om verstoring te minimaliseren.

Voor warmtesystemen die interactie hebben met oppervlaktewater, zoals WKO-systemen of warmtewisselaars, worden maatregelen genomen om negatieve effecten op watergebonden biodiversiteit te voorkomen. Hierbij kan het gaan om het minimaliseren van temperatuurverschillen bij lozingen of het voorkomen van emissies van schadelijke stoffen. Dit draagt bij aan het behoud van waterkwaliteit en gezonde aquatische ecosystemen.

Indien warmtepompen of technische installaties in de nabijheid van gevoelige soorten worden geplaatst, kan (bureau)onderzoek naar mogelijke geluidseffecten noodzakelijk zijn. Wanneer blijkt dat bepaalde soorten hinder kunnen ondervinden, kunnen geluiddempende maatregelen, alternatieve opstellingsplaatsen of een andere technische configuratie worden toegepast. Dit geldt ook voor het voorkomen van trillingen die effect kunnen hebben op gebouwbewonende soorten; door de juiste technische keuzes te maken kan verstoring volledig worden voorkomen.

5.6.3 Stikstofdepositie op Natura 2000

Tijdens de aanlegfase kan de uitstoot van stikstof en andere emissies worden verminderd door het inzetten van elektrische voertuigen en emissiearme werktuigen bij de aanleg van ondiepe geothermie. Dit draagt bij aan het beperken van tijdelijke effecten op nabijgelegen natuur. De inzet van maatregelen gericht op het beperken van stikstofdepositie sluit bovendien aan bij de geldende verplichtingen binnen het Natura 2000-beleid en ondersteunt de bescherming van kwetsbare habitattypen.

5.7 Circulariteit

5.7.1 Circulair materiaalgebruik

Het meest schaarse materiaal dat wordt ingezet is koper voor warmtepompen. Door de systemen anders te ontwerpen of koper meer te recyclen kan de milieu-impact van dit metaal verlaagd worden. Koper is een materiaal dat makkelijk hergebruikt kan worden. Daarnaast zijn er een aantal materialen waar vooral veel van wordt gebruikt, zoals staal. Om de hoeveelheid materiaalgebruik te mitigeren kan zoveel mogelijk worden ingezet op hergebruik. Daarnaast moet circulariteit expliciet al in de ontwerpfase worden geïntegreerd. Dit betekent dat systemen zó moeten worden ontworpen dat het materiaalgebruik wordt geminimaliseerd en dat toegepaste materialen hoogwaardig herbruikbaar of recyclebaar zijn aan het einde van de levensduur. Daarbij kan ook worden gekeken of er nu al, bij de aanleg en het beheer van de warmtetechnieken, hergebruikte materialen kunnen worden toegepast, zodat er direct impact wordt gerealiseerd in plaats van pas na de gebruiksduur van de techniek. Dit circulaire ontwerpprincipe moet zich vervolgens doorvertalen in circulaire aanbestedingen, materiaalkeuzes en uitvoeringspraktijken, zodat in de hele keten (van ontwerp tot en met uitvoering en beheer) circulair wordt gewerkt. In het programma “Tilburg Circulair 2026-2028” worden diverse doelstellingen voor circulair materiaalgebruik omschreven, waaronder het toepassen van de methodiek van Het Nieuwe Normaal. Het raamwerk Het Nieuwe Normaal (HNN) biedt een richtlijn voor de materialentransitie en circulair materiaalgebruik volgens een gestandaardiseerde reeks KPI’s. Hierin zijn onder andere de thema’s ingebedde CO_2, herkomst van materialen en herbruikbaarheid in opgenomen. Het warmteprogramma kan hiermee goed aansluiten op de ambities uit het programma Circulair van de gemeente Tilburg, door het hanteren van deze methodieken en KPI’s tijdens de uitvoering.

Een tweede schaarse component zijn zeldzame metalen. Installaties zoals warmtepompen bevatten steeds meer slimme sensoren en sturingstechniek. EU en Rijk sturen steeds meer op onafhankelijkheid van landen als China en de VS op dit vlak. Door installaties en leidingen modulair te ontwerpen zijn er geen nieuwe materialen nodig voor updates, onderhoud of vervanging. Denk aan dat leidingen gemakkelijk te vervangen zijn door goede verbindingen te

kiezen dus bij voorkeur niet lijmen of lassen. Met nieuwe eigendoms- en contractvormen zoals leasing kunnen gemeente en gebouweigenaren dit stimuleren.

De gemeente moet ook meewegen dat cv-ketels mogelijk eerder worden afgeschreven. De gemeente kan borgen dat deze ketels een tweede leven krijgen of hoogwaardig worden gedemonteerd, zodat grondstoffen behouden blijven. Daarnaast kan zoveel mogelijk worden aangesloten bij natuurlijke vervangingsmomenten, zoals defecten, verbouwingen of andere verduurzamingsmaatregelen.

5.8 Ruimtelijke kwaliteit

Om de negatieve effecten op ruimtelijke kwaliteit te beperken, zijn er verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen. Deze maatregelen worden hieronder beschreven. In de Nota Omgevingskwaliteit Tilburg (december 2025) staat dat deze installaties bij voorkeur inpandig worden gebouwd; alleen wanneer dat technisch onmogelijk is, zijn ze toegestaan op het dak, mits zo laag mogelijk en niet zichtbaar vanaf het openbaar gebied. Plaatsing op voor- of zijgevels grenzend aan openbaar toegankelijk gebied is niet toegestaan. Als een geïntegreerde toevoeging niet mogelijk is, moet de installatie worden gecamoufleerd met bijvoorbeeld een dicht ogende roosterconstructie, die als nieuw architectonisch element past bij de bestaande architectuur en de installatie moet een neutrale kleur hebben. Indien dit niet mogelijk is, zoek naar (verharde) restruimte zonder functie. Ga daarna op zoek naar infrastructurele restruimtes. Kijk daarna naar oplossingen binnen het bouwblok, zoals parkeerplaatsen of groenstroken van lage kwaliteit. Pas maatwerk toe als al deze genoemde zoekgebieden niet leiden tot een geschikte locatie.

Zorg ervoor dat buitenunits, buurtwarmtepompen of centrale installaties zo min mogelijk ruimte in beslag nemen, bijvoorbeeld door installaties ondergronds aan te leggen of door te onderzoeken of multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk is. Plaats buitenunits zoveel mogelijk op slecht zichtbare plekken of tref maatregelen om de buitenunit beter in het straatbeeld te laten passen, door bijvoorbeeld een omkasting aan te brengen of de afmeting van de buitenunit zo laag en compact mogelijk uit te voeren.

Zorg ervoor dat tussenstations, buurtwarmtepompen of centrale installaties passen bij de stijl en materialisatie van de omliggende bebouwing, of kies er juist voor om ze als bijzonder (kunst)object toe te passen. Zorg ervoor dat het aanleggen van leidingstelsels en installaties niet leidt tot vermindering van groene ruimte en de kap van bomen. Als dit niet mogelijk is, zorg er dan voor dat de groene ruimte en de gekapte bomen gecompenseerd worden, passend bij de groenstructuur van de stad.

Probeer werkzaamheden in de ondergrond te beperken door werkzaamheden tegelijkertijd te laten plaatsvinden. Stem bijvoorbeeld af met de netbeheerder of er de komende jaren werkzaamheden in de ondergrond zullen plaatsvinden. Herstel de bestrating in de oorspronkelijke staat na werkzaamheden in de ondergrond. Als dit niet mogelijk is, probeer dan blijvende schade aan de bestrating zoveel mogelijk te voorkomen.

5.9 Archeologie

5.9.1 Archeologische waarden

Om de negatieve effecten op archeologie te beperken, zijn er verschillende mitigerende maatregelen die kunnen worden genomen. Bekende archeologische vindplaatsen en gebieden met een hogere archeologische verwachtingswaarde moeten zoveel mogelijk worden ontzien. Waar mogelijk dient aanleg plaats te vinden in bestaande kabeltracés, omdat de bodem daar al geroerd is en archeologische waarden niet te verwachten zijn. Bemaling moet worden voorkomen om oxidatie en verdroging van organische resten tegen te gaan. Waar nodig dient vooronderzoek te worden gedaan. Bij nieuwe ontwikkelingen is archeologisch onderzoek verplicht, conform gemeentelijk beleid en regels voor graaf- en bouwwerkzaamheden in het omgevingsplan.

Voor alle warmtetechnieken en -infrastructuur waarbij de grond open moet voor de aanleg van het systeem geldt dat negatieve effecten gemitigeerd kunnen worden door de gebieden met een hogere verwachtingswaarde of reeds bekende archeologische vindplaatsen te ontzien. Eventuele ingrepen kunnen worden gepland in de gebieden elders, met een lagere archeologische verwachtingswaarde of in al bestaande tracés. Hierbij hebben bestaande tracés de voorkeur, omdat de bodem hier al aantoonbaar geroerd is en daarmee geen archeologische waarden te verwachten zijn.

5.10 Cultureel erfgoed

5.10.1 Cultuurhistorische waarden

De gemeente Tilburg heeft op Cultureel erfgoed beleid voor gebouw gebonden installaties, zoals warmtepompen. In de Nota Omgevingskwaliteit Tilburg (december 2025) staat dat deze installaties bij voorkeur inpandig worden gebouwd; alleen wanneer dat technisch onmogelijk is, zijn ze toegestaan op het dak, mits zo laag mogelijk en niet zichtbaar vanaf het openbaar gebied. Plaatsing op voor- of zijgevels grenzend aan openbaar toegankelijk gebied is niet toegestaan. Als een geïntegreerde toevoeging niet mogelijk is, moet de installatie worden gecamoufleerd met bijvoorbeeld een dicht ogende roosterconstructie, die als nieuw architectonisch element past bij de bestaande architectuur en de installatie moet een neutrale kleur hebben. Daarnaast geldt een beoordelingskader voor ingrepen aan, op of bij beschermde monumenten, cultuurhistorisch waardevolle objecten met een aanduiding 'waarde [12]', beschermde stads- en dorpsgezichten, cultuurlandschappen en waardevolle gebieden, structuren en gebouwen zoals aangegeven op de basiskaart (steden-)bouwkundig erfgoed.[13]. Dit vormt reeds een goede basis aan beleid, maar mogelijk zijn aanscherpingen of uitbreidingen op dit beleid wenselijk voor andere technieken zoals WKO's, warmteoverdrachtstations, geothermie of aquathermie[14]. Dit vormt reeds een goede basis aan beleid, maar mogelijk zijn aanscherpingen of uitbreidingen op dit beleid wenselijk voor andere technieken zoals WKO's, warmteoverdrachtstations, geothermie of aquathermie.

[12] https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR749090/1#intitule
[13] https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR749090/1
[14] Warmtetransitie in historische centra | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

5.11 Hitte

5.11.1 Hittestress

Om extra verharding door warmtetechnieken, zoals overdrachtsstations bij warmtenetten, te voorkomen, kan nieuwe bebouwing zoveel mogelijk worden geplaatst op reeds verharde locaties of in bestaande (openbare) gebouwen. Zo blijft groen behouden. Als dit niet mogelijk is, kan compensatie plaatsvinden door extra groen aan te leggen op een andere plek in de buurt.

Daarnaast kan het ontwerp zo worden ingericht dat het effect op de omgeving minimaal is, bijvoorbeeld door een groen dak, groene gevels of het aanplanten van bomen rondom de nieuwe bebouwing.

6 Doelbereik

In dit hoofdstuk gaan we in op in hoeverre het Warmteprogramma bijdraagt aan de stadsbrede beleidsdoelen van de gemeente Tilburg (groene pijl), of waar het Warmteprogramma wringt met bepaalde ambities of opgaven (rode pijl). Dit kan per alternatief verschillen. Daarnaast wordt ingegaan op de beïnvloedingsruimte van de gemeente. Oftewel, waar is de gemeente zelf aan zet en waar is de gemeente afhankelijk van andere partijen. De volgende indeling wordt gehanteerd:

- Lage invloed: verantwoordelijkheid ligt vooral bij andere partijen, zoals particuliere woningeigenaren, ondernemers. De gemeente kan alleen faciliteren of stimuleren
- Gemiddelde invloed: gemeente werkt samen met andere partijen. Ze heeft zelf een actieve rol, maar is ook afhankelijk van medewerking van bijvoorbeeld bewoners en netbeheerders
- Hoge invloed: gemeente beslist en voert zelf uit, bijvoorbeeld bij gemeentelijk vastgoed, publieke gebouwen of eigen infrastructuur

In Tabel 6.1 is per beleidsdoel uitgewerkt hoe het Warmteprogramma bijdraagt en welke mate van invloed de gemeente daarin heeft.

Tabel 6.1 Doelbereik per beleidsdoel van de gemeente Tilburg

Beleidsdoel	Bijdrage aan beleidsdoel	Mate van invloed	Toelichting
CO_2-neutrale gemeente in 2050		Hoog	Het Warmteprogramma levert een belangrijke bijdrage aan een CO_2-neutraal Tilburg in 2050. Sterker nog, het Warmteprogramma is daarvoor noodzakelijk. Dit geldt voor de alle alternatieven. De gemeente heeft met haar Warmteprogramma dan ook hoge invloed. Alle warmtetechnieken resulteren in een CO_2-besparing in de gebruiksfase. De enige uitzondering zijn de e-boilers, omdat de benodigde stroom momenteel niet volledig duurzaam is. Binnen de looptijd van het warmteprogramma verandert dat waarschijnlijk niet, maar richting 2050 (wanneer Tilburg energieneutraal wil zijn) wordt de beoordeling naar verwachting positiever.

Beleidsdoel	Bijdrage aan beleidsdoel	Mate van invloed	Toelichting
Ruimtelijke inpasbaarheid: het moet passen in de omgeving		Gemiddeld	Voor de beoogde warmte- infrastructuren en technieken als onderdeel van het Warmteprogramma van Tilburg is sprake van bovengronds ruimtegebruik. Dit geldt voor zowel de individuele oplossingen (zoals lucht-water warmtepomp) als de collectieve oplossingen (zoals buurtwarmtepompen, ondiepe geothermie en warmteoverdrachtstations bij een warmtenet). Een aantal oplossingen (zoals de warmtepompen) doen een beroep op het elektriciteitsnet. Dit betekent dat er op grote schaal elektriciteitshuisjes aangelegd moeten worden wat resulteert in bovengronds ruimtegebruik. Dit bovengrondse ruimtegebruik kan resulteren in verrommeling van de buitenruimte. In wijken die reeds al druk zijn deze effecten groter. Wanneer het gaat om installaties in de openbare ruimte geeft de gemeente vanzelfsprekend invloed op de ruimtelijke inpassing. Bij installaties op particulier terrein ligt dit anders. De gemeente kan regels opnemen in haar omgevingsplan over de plaatsing van een warmtepomp. Het toepassen van omkasting of andere methoden om warmtepompen beter in het straatbeeld te integreren ligt deels ook bij de bewoners. De maatregelen om negatieve effecten op ruimtelijke inpassing te mitigeren zijn in hoofdstuk 5.8 opgenomen.
Toekomstbestendig: ook geschikt voor de lange termijn		Gemiddeld	De collectieve oplossingen vragen om onderhoud, denk hierbij aan het toepassen van staal en isolatiemateriaal. De individuele oplossingen (warmtepompen) vergen minder onderhoud dan de CV-ketel. Deze oplossingen zijn daarom geschikt voor de lange termijn. Hierbij geldt dat de gemeente meer invloed heeft op de collectieve oplossingen (zoals ondiepe geothermie en aquathermie) en minder invloed op de individuele oplossingen zoals warmtepompen.

7 Leemten in kennis

In de effectstudies zijn een aantal leemten in kennis of is ontbrekende informatie geconstateerd. Dit betreft een leemten in kennis over de gevolgen van aquathermie en een onzekerheid over de ontwikkeling van de warmte- en koudevraag.

Een belangrijke leemte in kennis betreft het ontbreken van voldoende inzicht in de effecten van filters van TEO-systemen (Thermische Energie uit Oppervlaktewater) op het aquatisch ecosysteem. Deze kennis is essentieel om te kunnen bepalen wat het maximaal te onttrekken debiet uit het watersysteem kan zijn voor warmtelevering, zonder dat dit schadelijke ecologische gevolgen heeft. Naar verwachting komen [15][16] beschikbaar die hierover meer duidelijkheid geven. Daarnaast is nog onvoldoende bekend hoe het verkoelende effect van TEO zich verhoudt tot de opwarming van het water als gevolg van klimaatverandering. Wel is vastgesteld dat verkoeling in het voorjaar een negatief effect kan hebben op de ontwikkeling van waterplanten, wat aangeeft dat het ecologische effect van TEO sterk seizoensgebonden is.

De effectbeoordeling is voornamelijk kwalitatief en waar mogelijk semi-kwantitatief en sluit aan bij het abstractieniveau van het Warmteprogramma. Het Warmteprogramma is richtinggevend voor de uitwerking van Warmteplannen op buurt- en wijkniveau. Meer gedetailleerde effectbeoordeling, kwantificering van effecten en toetsing daarvan moet plaatsvinden bij de uitwerking van Warmteplannen voor specifieke locaties. In dit stadium is nog onvoldoende duidelijk welke warmtetechnieken mogelijk in combinatie worden ingezet. Als gevolg hiervan zijn de cumulatieve milieueffecten ook nog niet in beeld te brengen. De effecten die zich uiteindelijk in de praktijk voor zullen doen, moeten op basis van monitoring en evaluatie in beeld gebracht worden, zoals behandeld in hoofdstuk 8 Monitoring en evaluatie.

[16] Dit onderzoek is in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) in samenwerking met Gemeente Amsterdam, Rijkswaterstaat, Provincie Noord-Holland, STOWA, Bosman Watermanagement.

8 Monitoring

Monitoring en evaluatie zijn nodig om te kunnen bepalen of de voorspelde effecten ook daadwerkelijk uitkomen zoals verwacht, of juist positiever of negatiever uitvallen. Als effecten negatiever uitpakken, is het van belang bij te sturen door maatregelen in te zetten of beleid aan te passen. De volgende paragraaf benadrukt het belang van monitoring en beschrijft hoe de effecten van de warmtetransitie (kunnen) worden gemonitord. Daarbij geldt dat monitoring in sommige gevallen verplicht is.

8.1 Belang monitoring

De daadwerkelijk optredende effecten van de alternatieven kunnen om verschillende redenen anders blijken dan in dit planMER omschreven wordt. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van:

- Aanpassing van de gehanteerde alternatieven
- Onvoorziene effecten
- Andere ontwikkelingen binnen de leefomgeving
- Nieuwe inzichten
- Nieuwe technieken die in de loop van de tijd beschikbaar komen

Door te monitoren maak je inzichtelijk of effecten op het milieu optreden zoals verwacht, of dat milieunormen worden overschreven. Op basis van dit inzicht kan besloten worden of er bijsturing of ingrijpen nodig is. Dit kan leiden tot het inzetten van maatregelen achter de hand, aanpassingen binnen bestaande plannen of nieuwe (deel)plannen. Het is ook belangrijk in de communicatie richting belanghebbenden, zoals inwoners.

Monitoring is met name belangrijk wanneer:

- De effecten onzeker zijn
- Ontwikkelingen onzeker zijn
- Er een leemte in kennis is

8.2 Monitoring en evaluatie Warmteprogramma

Een Warmteprogramma moet elke vijf jaar herzien worden. De gemeente Tilburg is verantwoordelijk hiervoor. Hierbij moeten de voortgang van het programma en de optredende milieueffecten geëvalueerd worden op basis van monitoring. Daarnaast moet getoetst worden of de autonome ontwikkeling heeft plaatsgevonden en of er nieuwe autonome ontwikkelingen zijn die invloed hebben op de uitvoering van de warmtetransitie. Op deze manier toetst de gemeente of het Warmteprogramma blijft aansluiten bij de behoeften en ontwikkelingen in de gemeente.

De gemeente Tilburg heeft een conceptlijst met monitoringsaspecten opgesteld (zie tabel 8.1). Na de voorhang van het Bgiw wordt deze lijst getoetst en waar nodig aangepast, op basis van de daaruit voorkomende monitoringsaspecten.

Tabel 8.1 Conceptlijst monitoringsaspecten (Bron: gemeente Tilburg)

Indicator	Uitwerking	Frequentie	Bron/Actiehouder
Hoofdverwarmingsinstallatie	% van de woningen dat per type installatie wordt verwarmd (aardgas, warmtepomp, warmtenet, etc.)	Jaarlijks	CBS
Aantal aardgasvrije gebouwen*	Aantal gebouwen zonder aardgasaansluiting	Jaarlijks	Netbeheerder
Aantal aansluitingen op warmtenet**	Aantal aangesloten gebouwen op het warmtenet voor gebieden waar een warmtenet wordt gerealiseerd	Jaarlijks	Warmtebedrijf
Gemiddeld energieverbruik per woning**	Totaal aantal GJ-energieverbruik per woning.	Jaarlijks	CBS
% gebouwen geïsoleerd naar minimaal label B**	Percentage woningen per buurt dat naar minimaal label B is geïsoleerd.	Jaarlijks	Gemeente
Vergewisplicht*	Voortgang van de aanleg of verzwaring van de aangewezen energie-infrastructuur	Jaarlijks	Warmtebedrijf/ Netbeheerder
	Voortgang van de aansluitingen van gebouwen op de aangewezen energie-infrastructuur	Jaarlijks	Gemeente/ warmtebedrijf
Opt-outs*	Aantal gebouweigenaren dat gemeld heeft een alternatieve warmteoplossing te willen realiseren en het aantal dat dit al gerealiseerd heeft in een gebied waar een collectieve oplossing wordt gerealiseerd	Jaarlijks	Warmtebedrijf
Uitrol uitvoeringsplannen **	Aantal woningen waarvoor een wijkuitvoeringsplan is gestart.	Jaarlijks	Coördinator uitvoering WUPe's
Uitvoering acties uitvoeringsagenda	Check op of alle acties uit de uitvoeringsagenda volgens planning worden uitgevoerd.	Incidenteel	Coördinator uitvoering WUPe's

CO_2-bijdrage uitvoeringsplannen	Verwachte CO_2-reductie van opgestelde uitvoeringsplannen	Jaarlijks	Gemeente
Participatie & bewonerstevredenheid**	Tevredenheid van bewoners en gebouweigenaren over de nieuwe warmteoplossing	Incidenteel	Coördinator uitvoering WUPe's
Betaalbaarheid van de warmtetechnieken**	Actualisatie van de inschatting van nationale kosten voor de gekozen warmtetechnieken per buurt.	Incidenteel	Gemeente
	Actualisatie van de inschatting van eindgebruikerskosten voor de gekozen warmtetechnieken per buurt.	Incidenteel	Gemeente
Bereik van middelen en informatievoorzieningen	Check op het bereik van middelen en informatievoorzieningen tijdens de uitvoeringsfase	Incidenteel	Coördinator uitvoering WUPe's

** Alleen van toepassing na aanwijzing van een warmtetransitiegebied in een omgevingsplan door de gemeenteraad*

*** Gerelateerd aan doelenboom voor de energietransitie (link)*

Naast de verplichte monitoring kan ook aanvullend onderzoek of monitoring worden uitgevoerd. In de mitigerende maatregelen is hier het een en ander over opgenomen.

- Voor bodemkwaliteit kan aanvullend onderzoek nodig zijn om de afdichting van scheidende lagen te controleren of om de bodem- en grondwaterkwaliteit te volgen bij mogelijke risico's op verontreiniging. Dit kan ook ondervangen worden door toezicht bij het zetten van de boring om daarbij te controleren of de afdichting van de scheidende lagen goed gebeurt

Hieronder staan een aantal aanbevelingen voor monitoring van het Warmteprogramma van Tilburg:

- Optredende milieueffecten kunnen gemonitord worden met behulp van een monitoringsmatrix. In de monitoringsmatrix kan de gemeente per indicator aangeven hoe deze gemonitord dient te worden: op welk schaalniveau, op welke wijze (rekenmodel, toezicht, metingen, etc.) en met welke frequentie (doorlopend, jaarlijks, eenmalig)
- Tijdens de uitvoering van het Warmteprogramma kunnen nieuwe of efficiëntere aardgasvrije alternatieven ontstaan. Het is belangrijk om hier tijdig inzicht in te krijgen, samen met innovatieve partners, om te beoordelen of nieuwe technologieën kunnen bijdragen aan het verminderen van negatieve milieueffecten.
- De woningbouwopgave van de gemeente Tilburg: Het MER gaat in op de huidige bebouwing in de gemeente Tilburg. Het is van belang om de wijze waarop nieuwbouw impact heeft op de warmtevraag inzichtelijk te houden

- Smart monitoring kan worden ingezet om tijdens de uitvoering van het warmteprogramma geluid en trillingen continu of periodiek te meten met sensoren. Dit maakt het mogelijk om de feitelijke milieubelasting in real time te volgen. Hierdoor kunnen overschrijdingen of afwijkingen tijdig worden gesignaleerd en kan direct worden bijgestuurd, bijvoorbeeld door aanpassing van werkzaamheden of inzet van maatregelen. Daarnaast biedt smart monitoring inzicht in trends en draagt het bij aan transparante communicatie met de omgeving. Binnen het planMER kan dit worden ingezet om aannames te toetsen, hinder te beperken en adaptief te sturen op een goed woon- en leefklimaat
- Een indicator die zeer negatief scoort, wordt gezien als kritisch aandachtspunt en behoeft daarom prioriteit in de monitoring. Dit houdt in dat de ontwikkeling van deze indicator nauwlettend en frequent moet worden gevolgd bij de toepassing van bepaalde warmtetechnieken, zodat vroegtijdig kan worden bijgestuurd en passende maatregelen kunnen worden genomen om verslechtering te voorkomen. Specifiek wordt aanbevolen om de volgende milieuthema's te monitoren:
  - CO_2-uitstoot door materiaalgebruik (aanlegfase)
  - Ondergronds ruimtegebruik (gebruiksfase)
  - Luchtkwaliteit (aanlegfase)
  - Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg (aanleg- en gebruiksfase)
  - Biodiversiteit (aanleg- en gebruiksfase)
  - Zichtbaarheid en beleving; bovengronds ruimtegebruik (gebruiksfase)

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Bijlage 1 HSAO MER Warmteprogramma Tilburg



Huidige situatie en autonome ontwikkeling

PlanMER Warmteprogramma gemeente Tilburg

2 juli 2026

Kenmerk R003-1301552AVG-V01-sss-NL

Verantwoording

Titel	Huidige situatie en autonome ontwikkeling
Opdrachtgever	Gemeente Tilburg
Projectleider	Gerrit Jan Schraa
Auteur(s)	Alisa van Gent, Lorena van der Meer en Daan Berkhout
Tweede lezer	Esther Snepvangers, Gerrit-Jan Schraa, Eline Dierikx en Aletta Versluis
Kenmerk	R003-1301552AVG-V01-sss-NL
Aantal pagina's	105 (exclusief bijlagen)
Datum	2 juli 2026
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Kenmerk R003-1301552AVG-V01-sss-NL

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Autonome ontwikkeling 7
2 Klimaat en energie 13
2.1 Algemeen 13
2.2 CO2-besparing door energieverbruik 14
2.3 CO2-uitstoot door materiaalgebruik 19
2.4 Hulpenergie 21
3 Circulariteit 23
3.1 Algemeen 23
3.2 Circulair materiaalgebruik 24
4 Geluid en trillingen 26
4.1 Algemeen 26
4.2 Cumulatieve geluidshinder 28
4.3 Trillingen 34
5 Bodem 36
5.1 Algemeen 36
5.2 Bodemkwaliteit 37
5.3 Ondergronds ruimtegebruik 42
6 Water 47
6.1 Algemeen 47
6.2 Oppervlaktewater 47
6.3 Grondwater 54
6.4 Drinkwater 56
7 Lucht 57
7.1 Algemeen 57
7.2 Stikstofdioxide 58
7.3 Fijnstof 61
8 Groen & natuur 65
8.1 Algemeen 65
8.2 Stadsnatuur 65

8.3 Beschermde gebieden – Natura 2000 68
8.4 Stikstofdepositie op Natura2000 gebieden 72
8.5 Beschermde gebieden – Natuurnetwerk Nederland (NNN) 72
8.6 Beschermde soorten 73
9 Ruimtelijke kwaliteit 77
9.1 Algemeen 77
9.2 Zichtbaarheid en beleving 77
9.3 Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid 93
10 Archeologie en cultureel erfgoed 95
10.1 Algemeen 95
10.2 Archeologische waarden 96
10.3 Cultuurhistorische waarden 97
11 Hitte 102
11.1 Algemeen 102
11.2 Hittestress 102

1 Inleiding

Voor u ligt de beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen (HSAO). De HSAO dient als referentiesituatie voor het bepalen van de effecten van de warmtetechnieken uit het warmteprogramma op de verschillende milieuthema's. De HSAO is een bijlage bij het nog op te stellen milieueffectrapport (MER) bij het warmteprogramma van de gemeente Tilburg. Het MER levert input bij het maken van keuzes in het warmteprogramma.

In onderstaande tabel 1.1 is het beoordelingskader voor dit MER opgenomen. Het beoordelingskader geeft aan van welke milieuthema's en indicatoren de effecten van het warmteprogramma in beeld worden gebracht. Per thema is een hoofdstuk in dit rapport opgenomen met een beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling.

Tabel 1.1 Beoordelingskader planMER Warmteprogramma gemeente Tilburg

Thema	Aspect	Indicator
Klimaat en energie	CO_2-besparing	Reductie in CO_2-uitstoot
	CO_2-uitstoot	CO_2-uitstoot materialen
	Hulpenergie	Jaarlijkse gWh hulpenergie
Circulariteit	Circulair materiaalgebruik	Hoeveelheid te gebruiken materiaal en zeldzaamheid daarvan
Geluid en trillingen	Cumulatieve geluidshinder	Toename geluidsbelasting
	Trillingen	Hinder of schade door trillingen
Bodem	Bodemkwaliteit	Impact op de biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit, de diepere ondergrond en op bodemleven in de leeflaag
	Ondergronds ruimtegebruik	Inpasbaarheid in de ondergrond
Water	Oppervlaktewater	Thermisch effect en fysieke aantasting op waterleven
	Grondwater	Hydrologische en thermische impact op grondwaterkwaliteit en kwantiteit
	Drinkwater	Impact op de kwaliteit van het drinkwater in nabijgelegen drinkwaterleidingen
Lucht	Luchtkwaliteit	Uitstoot van fijnstof (PM10, PM2.5) en stikstofdioxide (NO_2)
Natuur	Stadsnatuur	Impact op groene hoofdstructuur van de stad
	Beschermde gebieden - Natura2000 inclusief stikstofdepositie	Impact op instandhoudingsdoelstellingen van Natura2000-gebieden en stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura2000-gebieden
	Beschermde gebieden - Natuurnetwerk Nederland (NNN)	Impact op omvang, samenhang en wezenlijke kenmerken en waarden

Thema	Aspect	Indicator
	Beschermde soorten	Impact op beschermde soorten
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Verrommeling van de buitenruimte (mogelijkheden voor combinatie met andere functies /meervoudig ruimtegebruik)
	Bovengronds ruimtegebruik, inpasbaarheid openbare ruimte	Totaal benodigd bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte
Archeologie en cultureel erfgoed	Archeologische waarden Cultuurhistorische waarden	Aantasting archeologische waarden Aanwezigheid en mogelijke aantasting van monumenten, stads- en dorpsgezichten en cultuurlandschappen
Hitte	Effect op hittestress	Mate waarop invulling van de koeltevraag impact heeft op de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur met bijbehorende gezondheidseffecten

In het MER worden de milieueffecten van het warmteprogramma van de gemeente Tilburg beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie: de huidige situatie en de autonome ontwikkeling (HSAO). In de referentiesituatie wordt de huidige situatie van het plangebied en omgeving beschreven en wordt aangegeven wat de zogenaamde autonome ontwikkelingen zijn. Dit zijn de ontwikkelingen die hier de komende 10 jaar plaats zullen vinden, waar al een besluit over is genomen, zonder dat de voorgenomen activiteit (dus het warmteprogramma) wordt uitgevoerd.

Voor het MER wordt de referentiesituatie aan warmtevoorziening gelijkgesteld aan de huidige situatie. Alle ontwikkelingen op het gebied van warmte en aardgasvrij maken, zijn namelijk onderdeel van de voorgenomen activiteit. Er wordt bij de referentiesituatie uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De levering van warmte blijft op het temperatuurniveau van 2020
- Alle huidige warmte-infrastructuur blijft behouden (bijvoorbeeld het aardgasnet, bestaande warmtenet en bestaande warmtepompen)
- Het huidige stadsbreed warmtenet krijgt een nieuwe duurzame bronnenmix om af te kunnen stappen van biomassa in 2027 maar er zijn geen uitbreidingen op het warmtenet
- De aanleg van een warmte-koude-net in Tilburg-Zuid zoals vastgelegd in een raadsbesluit
- Volgens de collegebesluiten van 15 april 2025 richt de gemeente Tilburg een eigen warmtebedrijf op: Warmtebedrijf Tilburg BV. Dit bedrijf gaat duurzame warmtenetten ontwikkelen en beheren, te beginnen in Tilburg-Zuid
- In de Transitievisie Warmte “Naar het nieuwe verwarmen in Tilburg” (2021) hanteert de gemeente als uitgangspunt dat bestaande gebouwen in 2030 gemiddeld 20 procent minder energie gebruiken en in 2045 50 procent, ten opzichte van 1990. In dit MER wordt dit ook als uitgangspunt gebruikt/. De gemeente sluit hiermee aan bij de Regionale Energie- en Klimaatstrategie (REKS) van Hart van Brabant (2021) en is gebaseerd op onderzoek waaruit blijkt dat vooral het isoleren van bestaande gebouwen een belangrijke manier is om het

energieverbruik te verminderen. In dat onderzoek wordt een energiebesparing van 20 procent in 2030 als noodzakelijk beschouwd en 50 procent richting 2050 als wenselijk. De REKS richt zich enkel op isolatie; de gemeente Tilburg kiest voor een bredere benadering waarin ook aandacht is voor ventilatie, het dichten van kieren, elektrisch koken en het opwekken van duurzame energie

- Als gevolg van klimaatverandering en daarmee warmere zomers neemt de behoefte aan koeling in de woning, en daarmee het aircogebruik, toe

1.1 Autonome ontwikkeling

Alle ontwikkelingen die te maken hebben met het aardgasvrij maken van de gemeente Tilburg zijn onderdeel van het warmteprogramma. Voor het vergelijken van de referentiesituatie wordt uitgegaan van 2035 als richtjaar. Wij gaan uit van de volgende algemene autonome ontwikkelingen: woningbouw, verzwaring van het elektriciteitsnet en klimaatverandering. Deze ontwikkelingen zijn onderstaand beschreven. Per thema kunnen de ontwikkelingen variëren en dit wordt dit het MER beschreven.

Woningbouw

Het woonprogramma van de gemeente voorziet in een groei van circa 19.000 woningen in de periode van 2025 tot 2035, gevolgd door een verdere toename van circa 10.000 woningen tot 2040.Tabel 1.2 bevat een overzicht van de geplande opleveringen in de tijd. Deze nieuw woningen worden, zoals opgenomen in de Gaswet artikel 10 lid 7, gasloos opgeleverd.

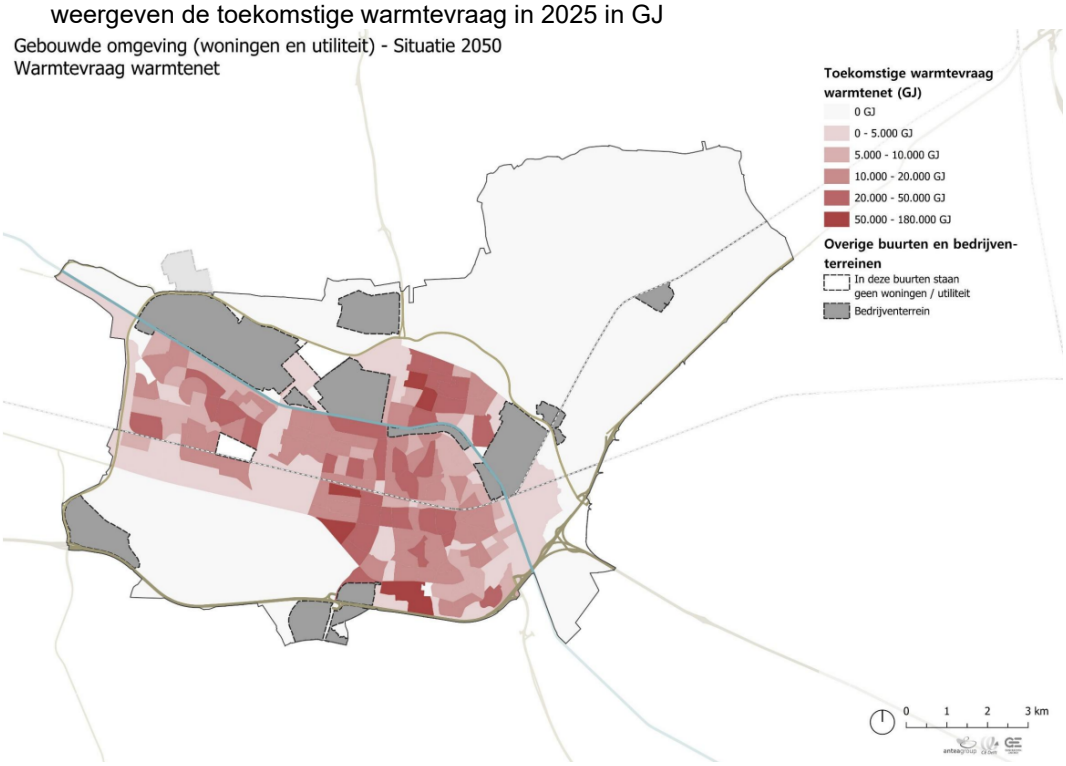
Tabel 1.2 Aantallen woningbouw

Jaar	Totaal oplevering Tilburg
2025	814
2026	1781
2027	3359
2028	1608
2029	2021
2030	2484
2031	1589
2032	3324
2033	789
2034	676
2035	699
2036	1793
2037	531
2038	583
2039	411
2040	2136

Energie- en warmtevraag

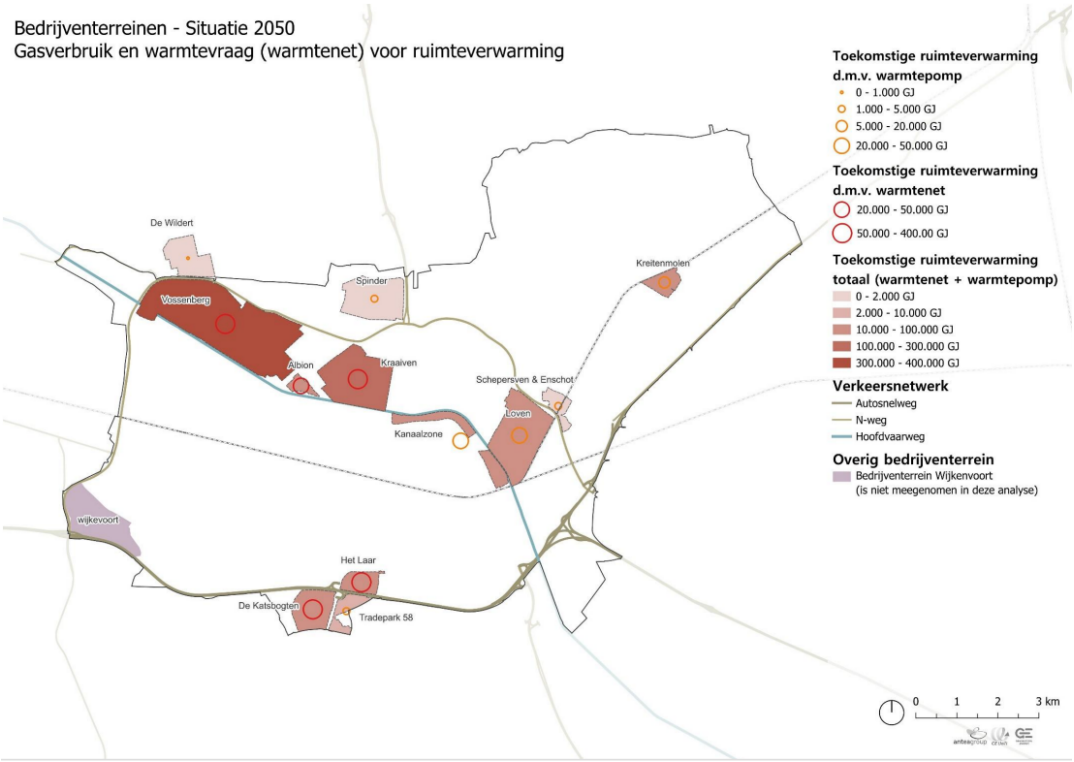
De energie- en warmtevraag gaat toenemen als gevolg van de extra woningbouw in Tilburg en de algemene toename van energievraag (o.a. door elektrificatie van vervoer, toename zonnepanelen). De toekomstige energie- en warmtevraag in Tilburg is als volgt:

- Ondanks de ontwikkeling van warmtenetten neemt de elektriciteitsvraag fors toe, naar 50% van het totale energieverbruik. De totale elektriciteitsvraag is in 2050 verdubbeld[1]
- Er is sprake van een toename van de warmtevraag van het warmtenet voor de gebouwde omgeving en bedrijventerreinen. Figuur 1.1 Gebouwde omgeving toekomstige warmtevraag van warmtenet (Bron: Tilburgs energiesysteem van de toekomst)Figuur 1.1 en Figuur 1.2 en weergeven de toekomstige warmtevraag in 2025 in GJ



Figuur 1.1 Gebouwde omgeving toekomstige warmtevraag van warmtenet (Bron: Tilburgs energiesysteem van de toekomst)

[1] Tilburgs energiesysteem van de toekomst (2025) door Antea Group, Generation Energy en CEDelft



Figuur 1.2 Industrie en bedrijventerreinen toekomstige warmtevraag voor ruimteverwarming (Bron: Tilburgs energiesysteem van de toekomst)[2]

Om deze toenemende vraag te kunnen faciliteren, zet de gemeente samen met netbeheerder Enexis in op verzwaring van het elektriciteitsnet. Zo wordt de capaciteit van de bestaande MS/LS stations, MS/MS stations en kabels vergroot. Daarnaast worden er nieuwe MS/LS stations, MS/MS stations en kabels aangelegd.

In de praktijk worden verschillende termen gebruikt voor dezelfde type elektriciteitsstations. Daarom staat hieronder een kort overzicht van de verschillende termen:

- MS/LS station: elektriciteitshuisje, MSR (middenspanningsruimte), netstation, trafohuisje, compactstation, MS-D, distributiestation, laagspanningsstation
- MS/MS station: er bestaande twee typen MS/MS stations
    - MS/MS transportverdeelstation: transportstation, verdeelstation, schakelstation, schakelverdeelstation, MS-T
    - MS/MS regelstation: regelverdeelstation, MS-T, 20/10 kV station
- HS/MS station: onderstation, hoogspanningsstation, hoofdstation

De verzwaring van het elektriciteitsnet heeft impact op de omgeving, zowel boven- als ondergronds. De ontwikkelingen van het elektriciteitsnet worden hieronder toegelicht. Deze

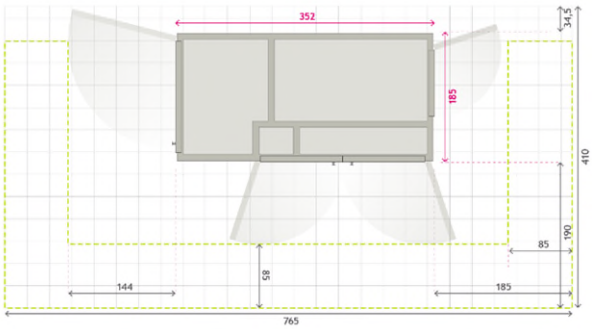
[2] Aan de zuidwest kant van Tilburg - aan de A58 en de Burgemeester Letschertweg - wil de gemeente campus Wijkevoort ontwikkelen. Het wordt een groene, hoogwaardige omgeving voor kennisintensieve bedrijven in de maakeconomie, slimme en schone logistiek. Op de campus gaan bedrijven, onderwijs – en onderzoeksinstellingen ook samen innoveren en medewerkers opleiden.

ontwikkelingen zijn geen onderdeel van het warmteprogramma, omdat ze ingaan op de elektriciteitsvraag en niet op de warmtevraag. Daarmee valt dit dus niet binnen de scope van het planMER. Echter, het is het wel relevant om te benoemen.

MS/LS stations

Een MS/LS station, ook wel elektriciteitshuisje of trafohuisje genoemd, zet de elektriciteit om van middenspanning naar laagspanning. Er staan momenteel circa 800 MS/LS stations in de gemeente Tilburg. Om te kunnen voldoen aan de toekomstige energievraag zijn in het bestaande bebouwd gebied extra MS/LS stations nodig, elk op een perceel van circa 30 m^2. Daarnaast is nieuwe infrastructuur nodig voor nieuwbouwwoningen, voorzieningen en bedrijvenlocaties. Voor nieuwbouwwoningen wordt gerekend met één MS/LS stations per 100 woningen. In totaal wordt voor deze ontwikkelingen tot 2035 uitgegaan van een toename van circa 190 MS/LS stations. In Figuur 1.3 is een plattegrond met het perceeloppervlak van een MS/LS station van Enexis weergegeven.

Pacto 20

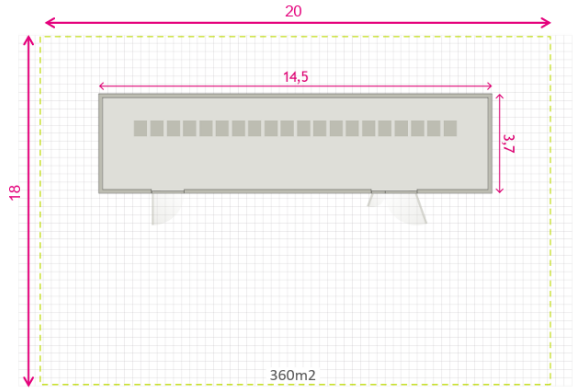


Afmetingen perceel MS/LS station	Pacto 10	Pacto 20	Pacto 25	GKP-S3
Lengte (cm)	653	765	586	624
Breedte (cm)	350	410	430	416
Grondoppervlak (m^2)	23	31	26	26

Figuur 1.3 Plattegrond en perceeloppervlak van MS/LS station. (Bron: Enexis).

MS/MS stations: transportverdeelstations en regelstations

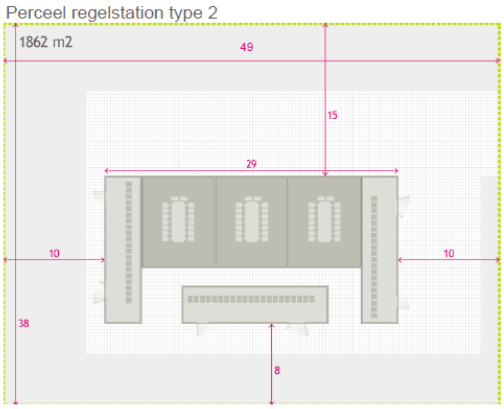
Er zijn twee verschillende MS/MS stations in de gemeente Tilburg: transportverdeelstations en regelstations. Een MS/MS transportverdeelstation geeft een boost aan het elektriciteitsnet en verdeelt de stroom zo over langere afstanden tussen de elektriciteitsstations. In Figuur 1.5 is een plattegrond met het perceeloppervlak van een MS/MS transportverdeelstation van Enexis weergegeven.



Afmeting perceel MS/MS transportverdeelstation	meter
Lengte (m)	20
Breedte (m)	18
Perceeloppervlak (m2)	360

Figuur 1.4 Plattegrond en perceeloppervlak van MS/MS transportverdeelstation. (Bron: Enexis).

Door het gebruik van 20 kV is er via een regelstation meer capaciteit beschikbaar dan een normaal transportverdeelstation. Op strategische locaties kan een regelstation dus enorm helpen om in de capaciteit te voorzien. Een MS/MS regelstation wordt geplaatst daar waar spanning van 20 kV omgezet moet worden naar 10 KV. Ze worden hierom ook 20/10 kV regelstations genoemd. Een gemiddeld regelstation voor stedelijke gebieden heeft een oppervlakte van ongeveer 1.500 (bij twee transformatoren) tot 2.000 (bij drie transformatoren) vierkante meter. In Figuur 1.5 is een plattegrond met het perceeloppervlak van een MS/MS regelstation van Enexis weergegeven.



Afmeting perceel MS/MS regelstation met 3 transformatoren	meter
Lengte (m)	49
Breedte (m)	38
Perceeloppervlak (m2)	1862

Figuur 1.5 Plattegrond en perceeloppervlak van MS/MS regelstation (met drie transformatoren). (Bron: Enexis).

De gemeente Tilburg maakt geen onderscheid tussen deze verschillende typen MS/MS stations. In de gemeente staan momenteel 35 MS/MS stations. Volgens de prognose van Enexis, zoals uitgewerkt in hun MS-netvisie, zullen er in de gemeente Tilburg tot 2040 15 nieuwe MS/MS-stations worden gerealiseerd.

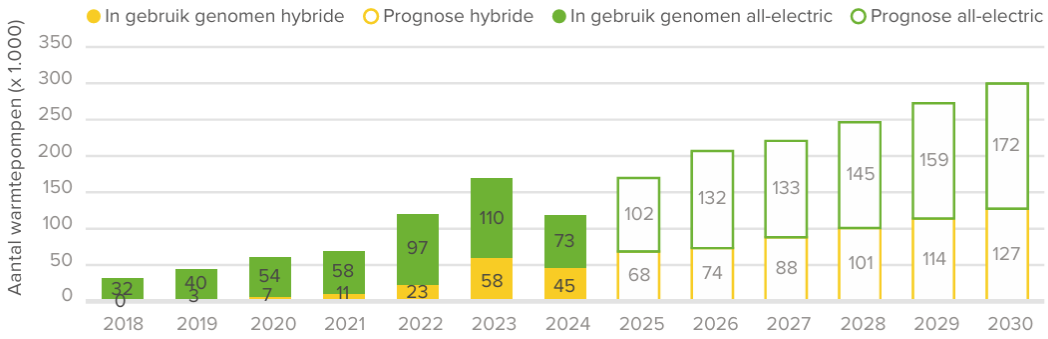
HS/MS station

Een HS/MS station, ook wel onderstation of hoogspanningsstation genoemd, zet de elektriciteit om van hoogspanning naar middenspanning. De percelen van deze stations hebben een oppervlakte tussen de 20.000 en 50.000 vierkante meter. De komende tien jaar komen er geen

nieuwe HS/MS stations bij in de gemeente Tilburg. De bestaande HS/MS stations in Tilburg-Zuid, -Noord en -West worden wel uitgebreid.

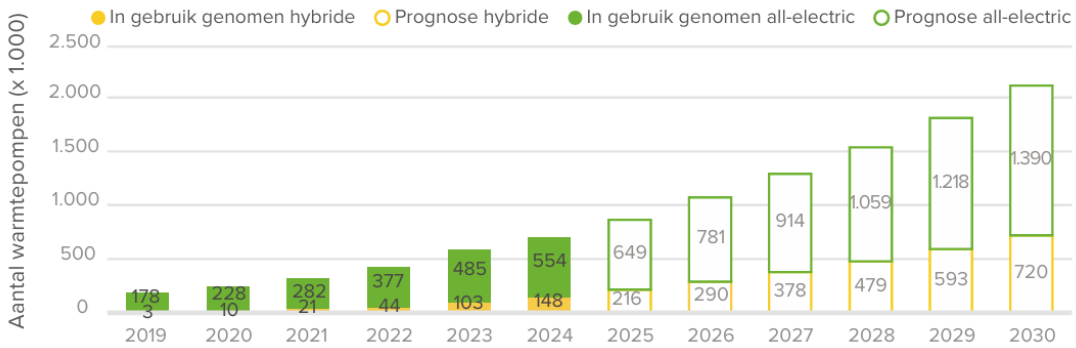
Kabelverzwaring
Voor de netverzwaring wordt de straat opengelegd om laagspanningskabels te verzwaren. Het gaat om ongeveer 400 km kabel, verspreid door de stad, met een ruimtebeslag van 50 cm breed op een diepte van 60 cm. Ook de middenspanningskabels worden verzwaard. Voor middenspanningskabels gaat het om circa 200 km, ook verspreid door de stad, met een ruimtebeslag van 2 meter breed en 80 cm diep.

Warmtepompen
Dutch New Energy Research beschrijft in het Nationaal Warmtepomp Trendrapport 2025[3] een verwachte toename van het aantal in gebruik genomen warmtepompen in woningen. De verwachting is dat het aantal de komende jaren landelijk zal toenemen tot bijna 300.000 warmtepompen. Het grootste deel hiervan bestaat uit all-electric systemen, in totaal ongeveer 172.000 warmtepompen, aangevuld met circa 127.000 hybride warmtepompen (Figuur 1.6). Figuur 1.7 laat zien dat het aantal geïnstalleerde warmtepompen in woningen zal toenemen tot 2,1 miljoen in 2030. Er wordt daarom voor de autonome ontwikkelingen uitgegaan van een toename van het aantal warmtepompen in de gemeente Tilburg.



Figuur 1.6 Verwachte groei van het aantal geïnstalleerde warmtepompen in Nederlandse woningen in de komende jaren (Bron: Dutch New Energy Research).

[3] Nationaal Warmtepomp Trendrapport | Dutch New Energy



Figuur 1.7 Verwacht totaal aantal geïnstalleerde warmtepompen in Nederlandse woningen in de komende jaren (Bron: Dutch New Energy Research).

Klimaatverandering
Voor de autonome ontwikkeling klimaatverandering worden de KNMI'23-klimaatscenario's als leidend gezien.

Toename aircogebruik
Als gevolg van klimaatverandering neemt het aantal huishoudens met een airconditioner (lucht-lucht warmtepomp, oftewel de klassieke airco) de laatste jaren snel toe. Uit onderzoek van TNO blijkt dat in 2021 zo'n 16 tot 19% van de huishoudens een vaste of mobiele airconditioner heeft[1]. Tilburg telt 115.829 huishoudens[4], wat neerkomt op ongeveer 18.530 tot 22.000 huishoudens met een airco. TNO schat dat in 2030 ruim 40% van de huishoudens over tenminste één airco beschikt, en dat deze trend zich daarna verder doorzet door de toenemende koeltevraag als gevolg van de temperatuurstijging. Op basis van deze landelijke trend in aircogebruik en de verwachte bevolkingsgroei in Tilburg (toename van circa 19.000 huishoudens), zal het aantal huishoudens met een airco stijgen van 18.530 - 22.000 (huidig) tot circa 54.500 huishoudens in 2035.

2 Klimaat en energie

2.1 Algemeen

Koolstofdioxide (CO_2) is een van de belangrijkste broeikasgassen die bijdragen aan de opwarming van de aarde en klimaatverandering. Het wordt voornamelijk uitgestoten door menselijke activiteiten, zoals het verbranden van fossiele brandstoffen (aardgas, olie en steenkool) voor energie, vervoer en industriële processen. De verhoging van de CO_2-concentraties in de atmosfeer heeft aanzienlijke gevolgen voor het milieu, waaronder stijgende temperaturen, veranderingen in neerslagpatronen en extreme weersomstandigheden. Het verminderen van CO_2-uitstoot is cruciaal voor het behalen van mondiale klimaatdoelen, zoals de doelen uit het Klimaatakkoord van Parijs. Dit vereist een transitie naar duurzame energiebronnen, energie-

[4] Gemeente Tilburg in cijfers en grafieken | AlleCijfers.nl

efficiëntie, en innovatieve technologieën die de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen verminderen. Het bevorderen van circulaire economieën en het verbeteren van de energie-infrastructuur zijn belangrijke stappen in deze richting.

Nederland wil van het aardgas af, om zo de uitstoot van CO_2 te verminderen. Dit is nodig om de klimaatdoelstellingen te halen die zijn afgesproken in het klimaatakkoord in Parijs (2015) en het Nederlandse klimaatakkoord (2019). Het doel van het warmteprogramma is de overstap van fossiele warmtebronnen als aardgas naar duurzame alternatieven. Dit is in essentie een duurzame stap, waarmee wordt bijgedragen aan het doel om aardgasvrij te zijn. Daarnaast draagt het ook bij aan het doel om CO_2-uitstoot te verminderen. Alle alternatieven dragen bij aan reductie van het gebruik van fossiele brandstoffen en dragen bij aan de reductie in CO_2-uitstoot. Thema klimaat en energie laat de mate van duurzaamheid zien van verschillende systemen door te kijken naar de reductie in CO_2-uitstoot, de CO_2-uitstoot van materialen en de benodigde gWh-hulpenergie.

2.2 CO2-besparing door energieverbruik

2.2.1 Toelichting

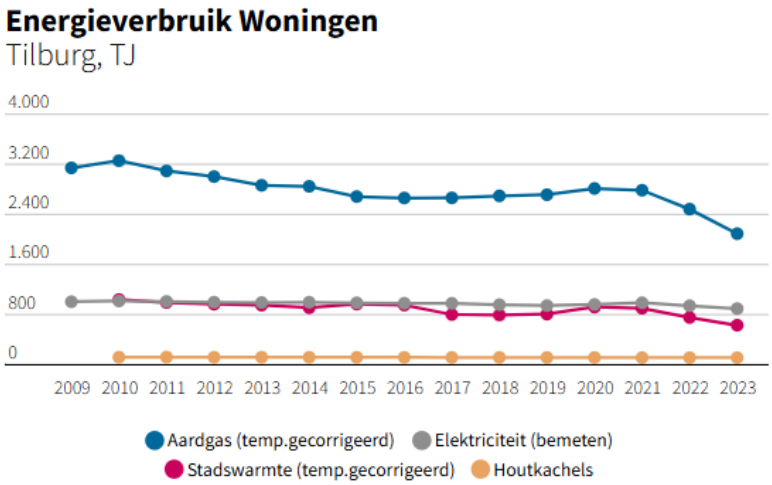
Bij alle alternatieven is aardgasvrij het einddoel. Daarmee is het resultaat op CO_2-besparing in de eindsituatie vergelijkbaar, wanneer de aanname wordt gemaakt dat het benodigde stroomverbruik groen is. Naar verwachting zal er geen of weinig verschil zijn tussen de alternatieven op dit onderdeel. Toch zal wel een verschil blijken tussen de alternatieven en de referentiesituatie. Daarom wordt deze dimensie voor het warmteprogramma wel omschreven.

2.2.2 Huidige situatie

Figuur 2.1 laat zien dat het grootste deel van het warmtegebruik van woningbouw in Tilburg in de huidige situatie bestaat uit aardgas. In 2023 was dit 2.080 TJ aardgas, wat neerkomt op een totaal van **117,7 kton CO_2,** zoals aangegeven in figuur 2.3. Er is sinds 2021 een dalende lijn te zien van het aardgasgebruik, en daarmee ook in de CO_2-uitstoot van aardgas.

Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van stadswarmte, namelijk 618 TJ in 2023. Dit staat gelijk aan **20,2 kton CO_2-uitstoot**. Het gebruik en de CO_2-uitstoot van stadswarme is vrijwel stabiel sinds 2011.

Er is daarnaast een totaal van 883 Tj elektriciteitsgebruik. Dit komt neer op **54,0 kton CO_2**. Het elektriciteitsverbruik is vrijwel stabiel sinds 2011. Tegelijkertijd is voor CO_2-uitstoot van elektriciteit sinds 2015 een lichte daling te zien.



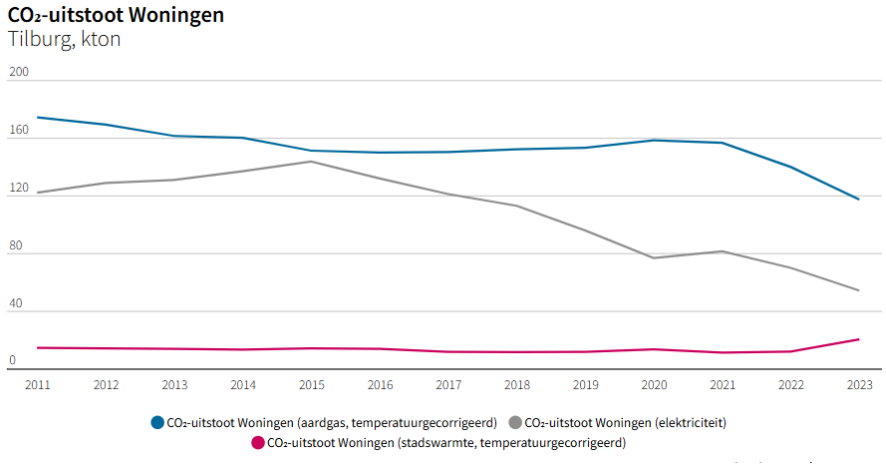
Energieverbruik Woningen - Tilburg, TJ

	Aardgas (temp.gecorrigeer	Elektriciteit (bemeten)	Stadswarmte (temp.gecorrigeer	Houtkachels
2009	3.131	993		
2010	3.246	1.005	1.028	107
2011	3.082	997	980	109
2012	2.992	985	954	106
2013	2.853	980	938	107
2014	2.836	985	897	106
2015	2.673	975	955	105
2016	2.650	968	939	104
2017	2.652	967	789	103
2018	2.684	945	781	103
2019	2.702	931	795	102
2020	2.802	949	908	102
2021	2.774	976	889	100
2022	2.472	929	741	100
2023	2.080	883	618	99

Figuur 2.1 Energieverbruik Woningen Tilburg. Bron: klimaatmonitor woningbouw Tilburg

CO_2-emissiefactor	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	2022	2023	2024
Elektriciteit (kg/kWh)	0,46	0,47	0,50	0,49	0,43	0,29	0,30	0,27	0,22	x
Aardgas (kg/m3)	1,791	1,788	1,785	1,788	1,791	1,785	1,785	1,788	1,782	1,779
Stadswarmte (kg/GJ)	14,62	14,62	14,62	14,62	14,62	14,62	12,35	15,76	32,74	x

Figuur 2.2 Emissiefactoren gemeente Tilburg

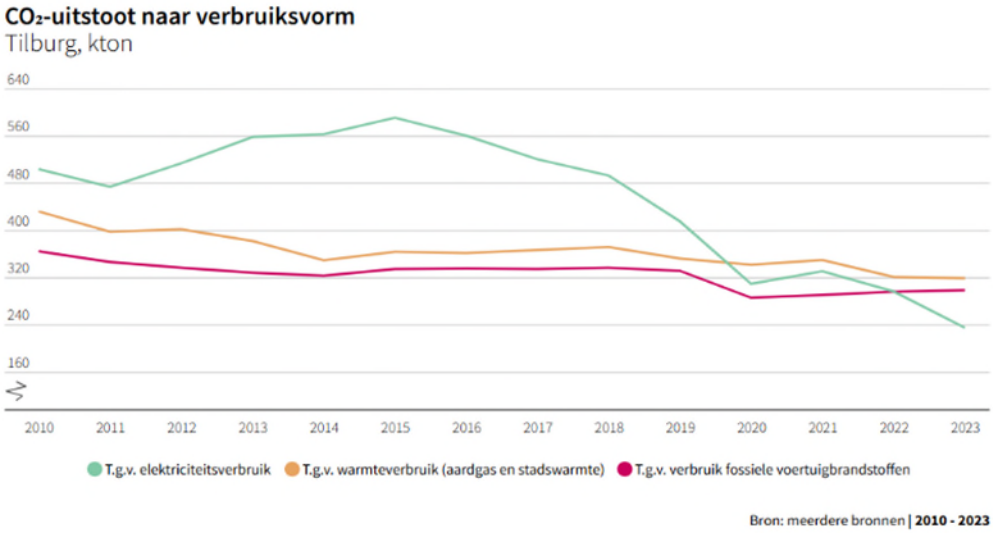


CO₂-uitstoot Woningen - Tilburg, kton

	(aardgas, temperatuurgecor	(elektriciteit)	(stadswarmte, temperatuurgecor
2011	174,1	121,9	14,3
2012	169,0	128,6	13,9
2013	161,2	130,6	13,7
2014	159,9	136,8	13,1
2015	151,0	143,5	14,0
2016	149,7	131,7	13,7
2017	150,1	120,9	11,5
2018	151,9	112,8	11,4
2019	153,0	95,7	11,6
2020	158,1	76,5	13,3
2021	156,4	81,3	11,0
2022	139,7	69,7	11,7
2023	117,1	54,0	20,2

Figuur 2.3 CO_2-uitstoot Woningen Tilburg. Bron: klimaatmonitor woningbouw Tilburg

Als we breder kijken dan alleen woningbouw zien we dat de CO_2-uitstoot van elektriciteitsverbruik en warmteverbruik in Tilburg in het jaar 2023 lager liggen dan voorgaande jaren (figuur 2.4). Namelijk 234,5 kton CO_2-uitstoot voor elektriciteitsverbruik en 318,5 kton CO_2-uitstoot voor aardgas en stadswarmte.



CO₂-uitstoot naar verbruiksvorm - Tilburg, kton

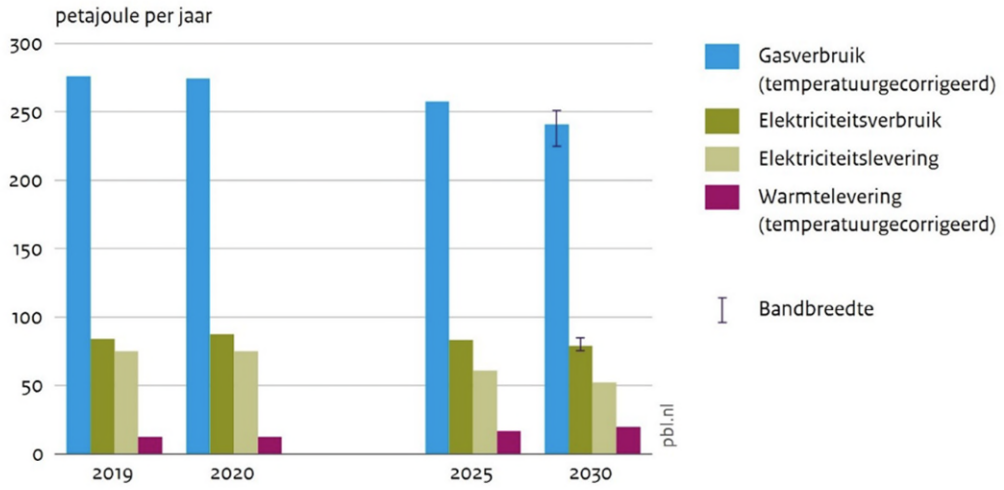
	t.g.v. elektriciteitsverbr	t.g.v. warmteverbruik (aardgas en stadswarmte)	Verkeer en vervoer incl. auto(snel)wegen (fossiele brandstoffen)
2010	503,0	431,4	364,0
2011	473,0	397,1	345,8
2012	512,9	401,1	336,1
2013	557,6	381,3	327,5
2014	562,3	348,7	322,7
2015	590,2	363,3	334,2
2016	559,7	361,2	334,8
2017	519,8	?	333,9
2018	492,3	371,3	336,3
2019	414,8	351,6	330,7
2020	308,9	341,3	285,3
2021	330,2	349,3	289,9
2022	296,0	320,4	295,6
2023	234,5	318,5	298,1

Figuur 2.4 CO2-uitstoot naar Verbruiksvorm – totaal Tilburg. Bron: klimaatmonitor woningbouw Tilburg.

In de gemeente Tilburg bevindt zich het Amernet. Het Amernet is één van de grootste en oudste warmtenetten van Nederland en levert warmte aan zo'n 51.000 huishoudens en ruim 350 bedrijven in Midden- en West-Brabant. Het warmtenet is aangelegd in de jaren 80 en werd in 2024 verwarmd door een mix van biomassa, biogas, aardgas en warmte van een elektriciteitscentrale. De warmte uit een elektriciteitscentrale in Geertruidenberg is aftapwarmte uit verbranding van biomassa en wordt aangevuld met warmte uit gasketels en bio-olie-ketels. De afzet van het netwerk was in 2024: 2.957.811 GJ en kende een CO_2-uitstoot van 44,6 kg/GJ. Het netwerk gaf in 2024 in een CO_2 -besparing van 24%, en kende een aandeel van 47% hernieuwbare energie.

2.2.3 Autonome ontwikkeling

Er is een trend te identificeren als het gaat om de toekomstige warmte- en koudevraag. Een belangrijke maatschappelijke factor voor de toekomstige warmte- en koudevraag is de toename van de bevolkingsomvang en huizenvoorraad. Volgens de Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2022-2050 zullen vooral de grote en middelgrote steden (met ten minste 100 duizend inwoners) tot 2035 groeien, net als diverse randgemeenten rondom de grote steden.[5] Voor Tilburg is de verwachting dat de bevolking tussen 2021 en 2035 13% groeit. Dit kan tot een forse extra warmte- en koudevraag leiden.



Figuur 2.5 Finaal verbruik en levering van energie aan woningen in Nederland. Bron: CBS[6]

Er is een trend te zien in toename van het aantal warmtepompen in bestaande bouw. Het trendrapport van Dutch New Energy Research (2025) laat zien dat er in Nederland tot 2030 jaarlijks 300.000 warmtepompen worden geplaatst. Daarmee zal het aantal opgestelde warmtepompen in woningen toenemen tot 2,1 miljoen warmtepompen in 2030. De exacte aantallen voor de gemeente Tilburg zijn onbekend, maar ook voor Tilburg wordt een toename verwacht.

Per 1 januari 2027 eindigt de warmtelevering vanuit de Amercentrale aan het warmtenet. Het is de bedoeling dat alle klanten van het Amernet via het warmtenet warmte krijgen van een nieuwe bron. Hiervoor wordt gekeken naar twee e-boilers met buffervaten op het terrein in Geertruidenberg, het onttrekken van warmte uit de Amer en aardwarmte. Aangezien deze bronnen niet (allemaal) op 1 januari 2027 beschikbaar dan wel gereed zijn, werkt Ennatuurlijk aan het operationeel maken van een back-up systeem. Dit systeem bestaat uit ketels die met gas en bio-olie gestookt worden. Dit systeem kan in de warmtevraag voorzien maar is minder duurzaam.

[5] Groei en krimp per gemeente | CBS
[6] Ontwikkelingen in de energierekening tot en met 2030. Achtergrondrapport bij de Klimaat- en Energieverkenning 2021.

2.3 CO2-uitstoot door materiaalgebruik

2.3.1 Toelichting

De alternatieven kunnen verschillen op basis van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik. Voor het plaatsen en onderhouden van infrastructuur (inclusief installaties) zijn materiaal en werkzaamheden nodig. Met dit aspect wordt er via semi-kwantitatieve beoordelingen gekeken naar de milieu impact van de materialen die nodig zijn (bijvoorbeeld uitgedrukt in een milieu kosten indicator of CO_2-equivalent).

2.3.2 Huidige situatie

Zoals figuur 2.7 laat zien bestaat de huidige warmtevoorziening van de bestaande bouw in de gemeente Tilburg voor het grootste deel uit aardgas. In de huidige situatie ligt er een aardgasleidingennetwerk (hoge- en lage druk) en warmtenetwerk. Het overgrote deel van de warmteleidingen in Nederland zijn gemaakt van staal. In Tilburg zijn de aardgasleidingen nagenoeg geheel vervangen door kunststofleidingen.

Energieverbruik Woningen - Tilburg, TJ

	Aardgas (temp.gecorrigeer	Elektriciteit (bemeten)	Stadswarmte (temp.gecorrigeer	Houtkachels
2009	3.131	993		
2010	3.246	1.005	1.028	107
2011	3.082	997	980	109
2012	2.992	985	954	106
2013	2.853	980	938	107
2014	2.836	985	897	106
2015	2.673	975	955	105
2016	2.650	968	939	104
2017	2.652	967	789	103
2018	2.684	945	781	103
2019	2.702	931	795	102
2020	2.802	949	908	102
2021	2.774	976	889	100
2022	2.472	929	741	100

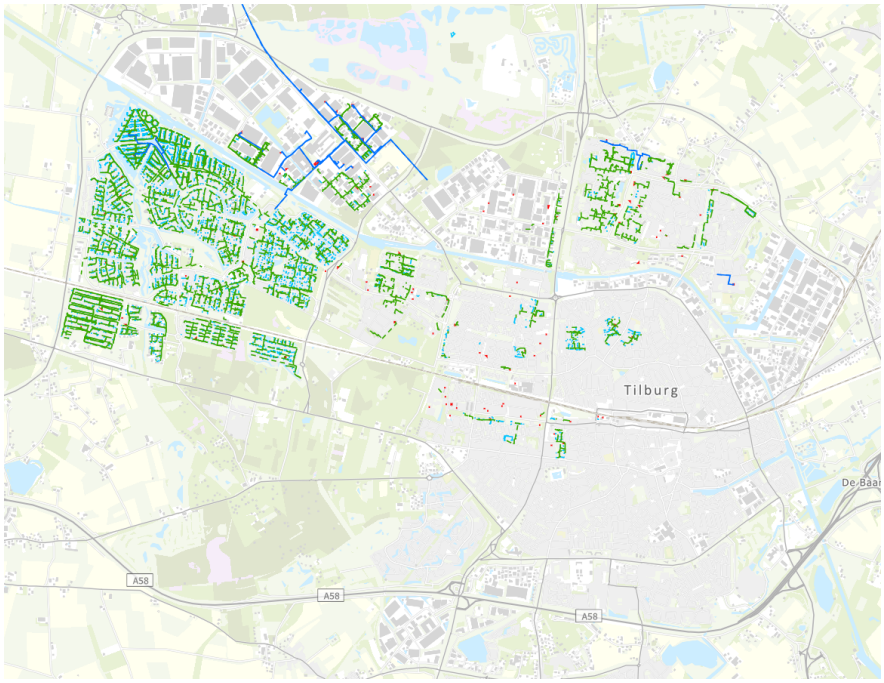
Energieverbruik Woningen - Tilburg, TJ

	Aardgas (temp.gecorrigeer	Elektriciteit (bemeten)	Stadswarmte (temp.gecorrigeer	Houtkachels
2009	3.131	993		
2010	3.246	1.005	1.028	107
2011	3.082	997	980	109
2012	2.992	985	954	106
2013	2.853	980	938	107
2014	2.836	985	897	106
2015	2.673	975	955	105
2016	2.650	968	939	104
2017	2.652	967	789	103
2018	2.684	945	781	103
2019	2.702	931	795	102
2020	2.802	949	908	102
2021	2.774	976	889	100
2022	2.472	929	741	100
2023	2.080	883	618	99

Figuur 2.7 Energieverbruik Woningen Tilburg. Bron: klimaatmonitor woningbouw Tilburg

Er is veel materiaal nodig geweest voor de aanleg van de bestaande aardgas- en warmtenetvoorzieningen, die ook al voor lange tijd in gebruik zijn. Leidingwerk wordt over het algemeen gebouwd met nieuwe, niet-herbruikte materialen, wat een negatieve invloed heeft op de CO_2-uitstoot, vergeleken met een leidingnetwerk waarvoor geen nieuwe materialen voor worden toegepast. Nadat het oorspronkelijke netwerk is aangelegd, worden in de opvolgende jaren over het algemeen geen grote wijzigingen doorgevoerd waarvoor opnieuw veel materiaal nodig is. Het bestaande netwerk wordt onderhouden, uitgebreid en waar nodig aan het einde van de levensduur vervangen. Warmtenetten worden vaak aangelegd op locaties waar het

aardgasnetwerk aan vervanging toe is. Figuur 2.8 laat het bestaande warmtenet van Ennatuurlijk in Tilburg zien. Daarnaast bevindt zich in Tilburg ook een aardgasnetwerk met zowel hoge als lage druk leidingen.



Figuur 2.8 Het bestaande warmtenet van Ennatuurlijk in de gemeente Tilburg.

2.3.3 Autonome ontwikkeling

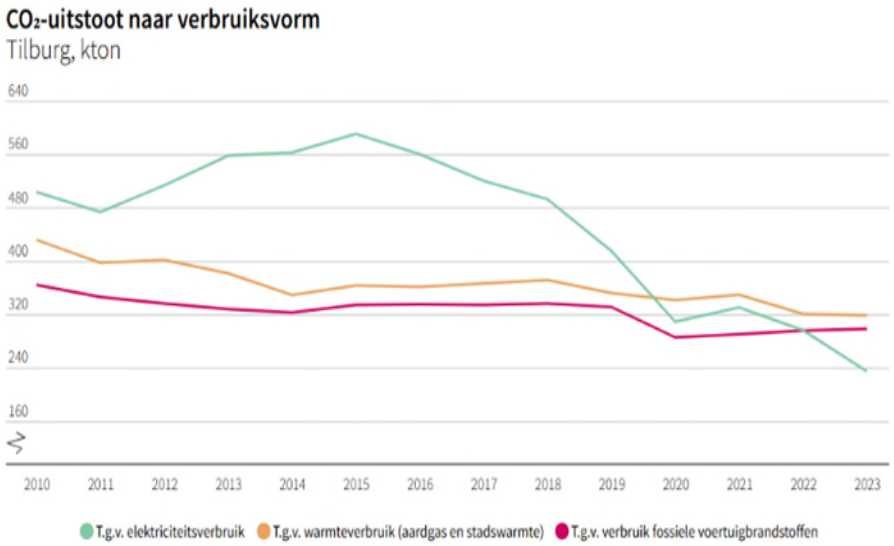
Voor de autonome ontwikkeling wordt er vanuit gegaan dat de bestaande leidingennetwerken blijven bestaan. Voor het in stand houden van het leidingennetwerk is onderhoud nodig. Voor stalen leidingen gaan we uit van een levensduur van 50 jaar. Voor het onderhouden van het bestaande leidingen netwerk is beperkt nieuw materiaal nodig wat verwaarloosbaar is ten opzichte van het aanleggen van nieuwe technieken.

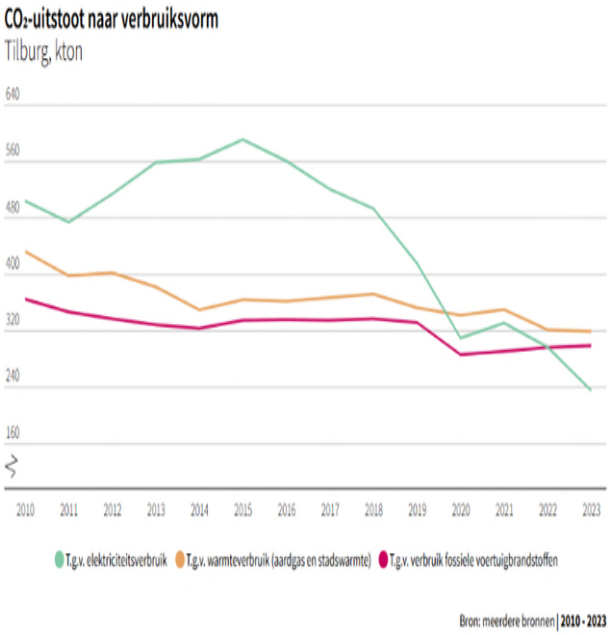
2.4 Hulpenergie

2.4.1 Toelichting

Het aspect Jaarlijkse gWh-hulpenergie gaat over de hoeveelheid hulpenergie die de alternatieven nodig hebben om duurzame warmte bruikbaar te maken voor de gebouwde omgeving. Denk hierbij aan de stroom die nodig is om een warmtepomp te laten draaien. Dit geldt voor zowel het elektriciteitsnet (kabels, laag- en hoogspanningsstations) als groene opwekinstallaties (significant door ruimtebeslag en materialenverbruik). De indicator jaarlijkse gWh-hulpenergie gaat om de hoeveelheid (fossiele) energie die nog als back up nodig is, en zegt daarmee dus iets over de milieu-impact van een bepaalde techniek of systeem. Voor dit aspect wordt niet gekeken naar het winnen van de energie.

2.4.2 Huidige situatie





Figuur 2.8 Energieverbruik Woningen Tilburg. Bron: klimaatmonitor woningbouw Tilburg

In de huidige situatie wordt voor een groot deel gebruik gemaakt van warmte vanuit aardgas, zoals in figuur 2.8 te zien is. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van stadswarmte en elektriciteit. Voor de winning van aardgas is hulpenergie nodig voor het transport van aardgas door leidingen. Er zijn (compressie)pompen nodig om het gas onder druk te houden, waarvoor elektriciteit of andere energiebronnen nodig zijn. Verder is energie nodig voor de distributie naar huishoudens

en bedrijven voor het beheer en de controle van het gasnetwerk. Vergeleken met andere type warmte installaties heeft de infrastructuur voor aardgas amper hulpenergie nodig. Voor aardgas wordt uitgegaan van een gemiddelde energiegebruik bij transport van 112 in kJ/m^3 aardgas. Het totale energiegebruik bij het transport van 2080 TJ aardgas is ongeveer **6,6 TJ** aardgas.[7] Wat betreft stadswarmte is de hulpenergie voor de transportpompen die het water rondpompen in het warmtenet is over het algemeen erg laag. In bestaande warmtenetten ligt de hulpenergie vaak rond 1,26% van de geleverde warmte.[8] Dit komt neer op: (618*1,26/100) **7,78 TJ**. In de referentiesituatie valt de hoeveelheid benodigde hulpenergie daarmee laag (0,5% van het totaal).

2.4.3 Autonome ontwikkeling

Er zijn factoren die bij kunnen dragen aan het verlagen van de benodigde hulpenergie, zoals het verkorten van transportafstanden. Er zijn ook ontwikkelingen die zullen bijdragen aan het verhogen van de benodigde hulpenergie. Denk aan de toename van warmtepompen en airco's. De autonome ontwikkeling blijft daarmee gelijk aan de huidige situatie.

Voor de situaties met E-boilers wordt verwacht dat deze minimaal 55% van de GJ's zullen leveren voor de Energiebelasting vrijstelling. Daarnaast wordt in dat geval 44% geleverd door middel van aardgas. Het deel biogas zal op 1% blijven. Hulpenergie (transportpompen) zal vergelijkbaar zijn met de huidige situatie, omdat de vraag en temperaturen niet zullen veranderen. Voor de toekomst is de verwachting dat de nettemperatuur verlaagd wordt voor een betere inpassing van duurzame bronnen (GEO, AQUA). Hierdoor zal de hulpenergie toenemen, omdat er meer water verplaatst moet worden om hetzelfde vermogen op locatie te krijgen. Dit kan een significant effect hebben en is een autonome ontwikkeling. Daarnaast zal de warmteafname teruglopen waardoor de efficiëntie ook terugloopt, met name in de zomersituatie.

3 Circulariteit

3.1 Algemeen

Momenteel gebruiken we als wereldbevolking meer grondstoffen dan de aarde kan bieden en putten hiermee de aarde uit. De verwachting is dat het wereldwijde grondstoffengebruik tussen nu en 2060 zal verdubbelen (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2023). Daarnaast kost het maken van producten, het winnen van grondstoffen en transport energie. Dit leidt bijvoorbeeld tot uitstoot van broeikasgassen en verontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem, ofwel een hoge milieu-impact. Deze ontwikkelingen brengen ongewenste gevolgen met zich mee, zoals klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en andere soorten van vervuiling. Daarnaast kan het voorzichtiger omgaan met grondstoffen de risico's verminderen voor de leveringszekerheid van grondstoffen. Circulariteit is een manier om slim en zuinig om te gaan met onze grondstoffen. Een transitie naar de circulaire economie is noodzakelijk om de negatieve consequenties van de huidige lineaire economie te voorkomen.

[7] CE Delft Energiebesparing in de Nederlandse aardgasketen Energiebesparing in de Nederlandse aardgasketen
[8] TNO-2020-duurzaamheid.pdf

Naast het overstappen op een duurzame energiebron is ook materiaalgebruik een manier om impact op het milieu te beperken. Het bouwen van een nieuwe infrastructuur is een forse ingreep en zal daardoor invloed hebben op duurzaamheid. Materiaalgebruik kan grote impact hebben op het milieu. Bijvoorbeeld omdat een deel van de materialen eindig zijn en grondstofvoorraden steeds kleiner worden. Daarnaast hebben sommige materialen grote impact op het milieu omdat ze bijvoorbeeld stoffen bevatten die de leefomgeving aantasten en verontreinigen.

Met dit gegeven wordt binnen het MER voor het warmteprogramma van de Gemeente Tilburg gekeken naar het materiaalgebruik dat nodig is voor het realiseren van een gasloze warmte-inrichting.

3.2 Circulair materiaalgebruik

3.2.1 Toelichting

Bij het onderwerp circulariteit wordt naar het circulair materiaalgebruik gekeken. Bij het circulair materiaalgebruik wordt onderzocht hoeveel materiaal er nodig is en of er veel zeldzame materialen nodig zijn. Dit wordt bepaald aan de hand semi-kwantitatieve beoordelingen van de hoeveelheid materialen die wordt gebruikt en de zeldzaamheid van materialen.

Het materiaalgebruik van de warmtetransitie kan grofweg verdeeld worden in twee fasen: de aanlegfase en de gebruiksfase. De aanlegfase is de fase van een project waarin de infrastructuur (inclusief installaties binnenshuis) daadwerkelijk wordt geplaatst. Denk hierbij aan de aanleg van nieuwe fabrieken of kabels en leidingen. De gebruiksfase betreft het materiaal dat nodig is voor het gebruik van de infrastructuur (inclusief installaties binnenshuis), zoals de materialen die nodig zijn voor het onderhouden van de infrastructuur.

3.2.2 Huidige situatie

De huidige warmtevoorziening van de bestaande bouw in de gemeente Tilburg bestaat voor het grootste deel uit aardgas en voor een deel uit een bestaand warmtenet. In de huidige situatie ligt er een aardgasleidingennetwerk (hoge- en lage druk) en warmtenetwerk. Het warmtenet in Tilburg is in beheer van Ennatuurlijk en onderdeel van het warmtenet Midden- en West-Brabant. In totaal zijn er 29.000 adressen aangesloten op het warmtenet, ook wel het Amernet[9][OEJ]. Dit warmtenet wordt gevoed door een mix van biomassa, biogas, aardgas en warmte van de elektriciteitscentrale.

De warmteleidingen in Tilburg zijn van staal (koolstofstaal). Staalbuizen worden vaak gecoat met een beschermende laag, zoals epoxy of bitumen, om corrosie te voorkomen en de levensduur van de leidingen te verlengen. Het aardgasnet in Tilburg is nagenoeg geheel vervangen door leidingen van kunststof, zoals polythyleen (PE), vooral bij kleinere leidingen of binneninstallaties waar de druk lager is. Daarnaast bestaat een klein deel van de buizen nog uit wit PVC. In de huidige situatie worden de materialen waaruit de huidige infrastructuur bestaat nog maar nauwelijks hergebruikt, of met secundair materiaal gebouwd.

[9] Stijging prijzen warmtenet en aardgas - Gemeente Tilburg

Er is veel materiaal nodig geweest voor de aanleg van de bestaande aardgas- en warmtenetvoorzieningen, die ook al voor lange tijd in gebruik zijn. Leidingwerk wordt over het algemeen gebouwd met nieuwe (primaire) materialen. Nadat het oorspronkelijke netwerk is aangelegd, worden over het algemeen voor veel jaar geen grote wijzigingen doorgevoerd waarvoor opnieuw veel materiaal nodig is. Het bestaande netwerk wordt onderhouden, uitgebreid en waar nodig vervangen. Voor een aardgasnetwerk wordt een gemiddelde levensduur van 50 jaar aangehouden. Warmtenetten worden vaak geplaatst op plekken waar het aardgasnetwerk aan vervanging toe is.

Wat betreft materialen bestaat de huidige infrastructuur uit verschillende materialen, zoals staal, polythyleen, koper en PVC. Koper is een schaarse grondstof[10]. Het gebruik van deze grondstof in primaire vorm (niet hergebruikt) zorgt voor een verdere afname van de mondiale reserves. Koper heeft een hoge milieu-impact. Dus hoewel het percentage gebruik van koper laag is, heeft het wel een negatieve impact op de circulariteit. Verdere uitputting van schaarse grondstoffen is minder circulair dan het toepassen van grondstoffen die niet schaars zijn. Die circulaire economie is namelijk gericht op het toepassen van zo min mogelijk nieuw en schaars materiaal.

Nederlandse elektriciteits-, gas- en watersystemen bevat een omvangrijke hoeveelheid materialen, waarvan een grote, grotendeels ondergrondse voorraad materialen in kabels, pijpen en leidingen. Wanneer deze niet meer worden gebruikt, worden ze vaak niet aangeboden aan een afvalverwerkingsdienst maar blijven ze in de grond liggen als zogenoemde voorraden in winterslaap.[11] Tot op heden worden deze voorraden van materialen (onder andere ijzer, staal, koper en aluminium, maar ook kunststoffen) nauwelijks benut.

Het Programma Tilburg Circulair 2025–2028 geeft invulling aan de ambitie om Tilburg in 2030 voor 50% en in 2045 volledig circulair te maken, zoals vastgelegd in het Koersdocument Tilburg Circulair en het coalitieakkoord 2022–2026. Het programma bouwt voort op de evaluatie van het Uitvoeringsprogramma 2022–2025, waaruit blijkt dat de huidige aanpak effect heeft, maar versnelling nodig is. Daarom is gekozen voor meer overzicht en structuur en voor concretere doelstellingen om stakeholders beter te betrekken. De focus ligt op drie gebieden: Bouw en Openbare Ruimte, Circulaire Economie als Economische Kans en de Gemeentelijke Organisatie. Met deze aangescherpte aanpak biedt het programma een gerichte basis om de transitie naar een circulaire samenleving verder te versnellen op terreinen waar de gemeente daadwerkelijk invloed kan uitoefenen.

3.2.3 Autonome ontwikkeling

Voor de autonome ontwikkeling wordt er vanuit gegaan dat het bestaande leidingennetwerk blijft bestaan. Voor het in stand houden van het aardgasleidingen netwerk is onderhoud nodig. We gaan uit van een gemiddelde levensduur van 50 jaar. Onderhoud aan het netwerk wordt volgens de huidige beheercyclus onderzocht, en het beheer bestaat voornamelijk uit het onderhouden en

[10] Wat zijn kritieke grondstoffen? Buitenlandse Zaken in begrijpelijke taal | Ministeries | Rijksoverheid.nl
[11] Integrale Circulaire Economie Rapportage 2023 Planbureau voor de leefomgeving. bijlage-3-integrale-circulaire-economie-rapportage-2023-pbl.pdf

vervangen van de bestaande netwerken. Voor het onderhouden van het bestaande aardgasleidingen netwerk is beperkt nieuw materiaal nodig. Echter worden materialen schaarser op een mondiaal niveau (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2023).

Per 1 januari 2027 eindigt de warmtelevering vanuit de Amercentrale aan het warmtenet. Het is de bedoeling dat alle klanten van het Amernet via het warmtenet warmte krijgen van een nieuwe bron. Hiervoor wordt gekeken naar een e-boiler met buffervaten op het terrein in Geertruidenberg, het onttrekken van warmte uit de Amer en geothermie. Aangezien deze bronnen niet (allemaal) op 1 januari 2027 beschikbaar dan wel gereed zijn, werkt Ennatuurlijk aan het operationeel maken van een back-upsysteem. Dit systeem bestaat uit ketels die met gas en bio-olie gestookt worden. Voor het realiseren van deze back-up is een groot volume primair materiaal nodig. Daarnaast is er een continue toestroom van grondstoffen (gas en bio-olie), wat voor een toename zorgt van het materiaalgebruik, in ieder geval totdat er een alternatieven warmtebron wordt gevonden voor het Amernet.

4 Geluid en trillingen

4.1 Algemeen

De warmteoplossingen en -technieken hebben ruimtelijke consequenties die effect kunnen hebben op de geluidbelasting. De effecten van het Warmteprogramma Tilburg op het thema geluid wordt beoordeeld aan de hand van de indicator gecumuleerd geluid. Deze indicator wordt hieronder kort toegelicht. Ook is beschreven waarom laagfrequent geluid niet wordt beoordeeld in het MER.

Gecumuleerd geluid

Het effect van het Warmteprogramma op het thema geluid wordt beoordeeld aan de hand van de indicator gecumuleerd geluid, uitgedrukt in dB L_{den} (decibel Level Day-Evening-Night). Voor het Warmteprogramma Tilburg kijken we naar het geluid van warmtepompen en andere installaties nodig voor technieken als geothermie, WKO's en groengasfabriek die bijdragen aan de warmtetransitie.

Voor verschillende geluidsoorten zijn er in het Omgevingsplan (OP), Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), Besluit kwaliteit bouwwerken (Bbl), Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), de Wet geluidhinder Wgh) en Wet luchtvaart (Wl) separate richt- en grenswaarden opgenomen. Globaal gaat het om de volgende geluidsoorten en regelingen en het gemeentelijke beleid (onder meer over gezoneerde gebieden en het actieplan geluid):

- Industrielawaai op geluidgezoneerde industrieterreinen. Geregeld in het Wgh, Bkl en tijdelijk deel OP
- Geluid van installaties en milieubelastende activiteiten (niet geluidgezoneerd). Geregeld in het Bkl en tijdelijk deel OP
- Geluid van windturbines. Geregeld in het Bkl en tijdelijk deel OP
- Geluid van individuele warmtepompen en airco's van woningen. Geregeld in het Bbl

- Geluid van bouw- en sloopwerkzaamheden. Geregeld in het Bbl
- Geluid van verkeer. Geregeld in de Wgh[2] en het Bkl
- Geluid van vliegverkeer. Geregeld in de Wl

Daarnaast zijn er in het Bbl regels opgenomen voor de gevelwering van nieuwe geluidgevoelige gebouwen. Deze gelden voor het gezamenlijke geluid van bronnen. Bij de berekening van gezamenlijk geluid wordt, in tegenstelling tot bij berekenen van gecumuleerd geluid, geen correctie toegepast voor de specifieke hinderlijkheid van een geluidsoort.

Niet opgenomen in het MER: Laagfrequent geluid
Een bijzondere vorm van geluid die tot hinder kan leiden is laagfrequent geluid (LFG). LFG is geluid met zeer lage tonen te weten frequenties tussen 20 Hz en 100 tot 125 Hz. Geluid onder 20 Hz wordt infrasoon geluid genoemd. Geluid boven deze 100/125 Hz is gewoon geluid. Er bestaat geen specifieke wet- en regelgeving voor LFG in Nederland. Voor het beoordelen van LFG bestaan wel twee richtlijnen; te weten de richtlijn Laagfrequent geluid van de Nederlandse Stichting Geluidhinder en de Vercammen-curve. LFG geluid manifesteert zich vaak als een brom- of zoemtoon, die niet alleen wordt waargenomen met de oren, maar ook gevoeld wordt (bijvoorbeeld als druk op de borst). Bekende geluidbronnen die tot LFG-hinder op relatief grotere afstanden van de bron kunnen leiden zijn bijvoorbeeld verkeer (weg, rail en luchtvaart), (grote) industriële transformatoren en muziekgeluid van festivals. Op woning-/gebouwniveau kunnen bij onvoldoende akoestische of trillings-ontkoppeling ook bijvoorbeeld airco's, warmtepompen, cv-installaties en mechanische ventilatie tot LFG-hinder leiden. Verder is ook bekend dat er ook sprake kan zijn van LFG-fantoomgeluid ten gevolge van medische aandoeningen (bijvoorbeeld tinnitus). In dat geval is er geen sprake van een externe geluidbron.

LFG ten gevolge van kleine huisinstallaties, zoals warmtepompen en airco's, is relatief eenvoudig te voorkomen of te verhelpen door de installatie akoestisch te ontkoppelen van constructiedelen en trillingvrij op te stellen. Daarnaast zijn er bij de OMWB geen (directe) geluidklachten over piep- of bromgeluiden bekend die afkomstig zijn van stadsverwarming of WKO's. Meer informatie is hier (momenteel) niet over bekend. Een toename van LFG-hinder ten gevolge van individuele installaties bij woningen zal, wanneer deze correct geïnstalleerd en onderhouden worden, geen probleem (mogen) zijn voor de warmtetransitie.

LFG van grote transformatoren kan een rol spelen op relatief korte afstanden van de transformatoren. Ook hiervoor geldt dat wanneer hiermee in het ontwerp voldoende rekening wordt gehouden, een toename van LFG-hinder geen probleem is (of mag zijn).

Op basis van bovenstaande analyse en het uitgangspunt dat er uitgegaan wordt van toepassing van de stand der techniek en het volgen van richtlijnen (zoals het plaatsen van verdeelstations en transformatorhuisjes op tenminste 4 meter afstand van woningen) voor de mogelijk relevante LFG-bronnen voor alle onderzoeksvarianten, wordt het niet van belang geacht om de effecten van LFG-hinder mee te nemen in de effectbeoordeling van het Warmteprogramma in dit MER.

4.2 Cumulatieve geluidshinder

4.2.1 Toelichting

Ongewenst geluid kan hinder en gezondheidsklachten geven. Geluid is opgenomen in het beoordelingskader van het planMER en wordt gemeten aan de hand van cumulatie van alle geluidbronnen. Het gaat hier om het gecumuleerde geluid van het gemiddelde geluidsniveau per jaar van wegverkeer, treinverkeer, vliegtuigen, industrie en windturbines in dB (decibel).

Om de hoeveelheid geluid uit te drukken is gebruik gemaakt van dosismaat L_{den} (Level day-evening-night). Dit is een Europese één-getalswaarde die aangeeft hoeveel geluid er gemiddeld per etmaal aanwezig is, waarbij een correctie toegepast is voor de extra verstoring die optreedt in de avond- en nachtperiode. Het gecumuleerd geluid op de gevel is het geluid van verschillende geluidbronnen energetisch tezamen op die gevel. De berekening van het cumuleren van geluid houdt rekening met verschillen in hinderlijkheid tussen verschillende soorten geluid.

In Tabel 4.1 Kwalificatie van gecumuleerd geluid is aangegeven hoe het omgevingsgeluid kan worden gekwalificeerd.

Tabel 4.1 Kwalificatie van gecumuleerd geluid

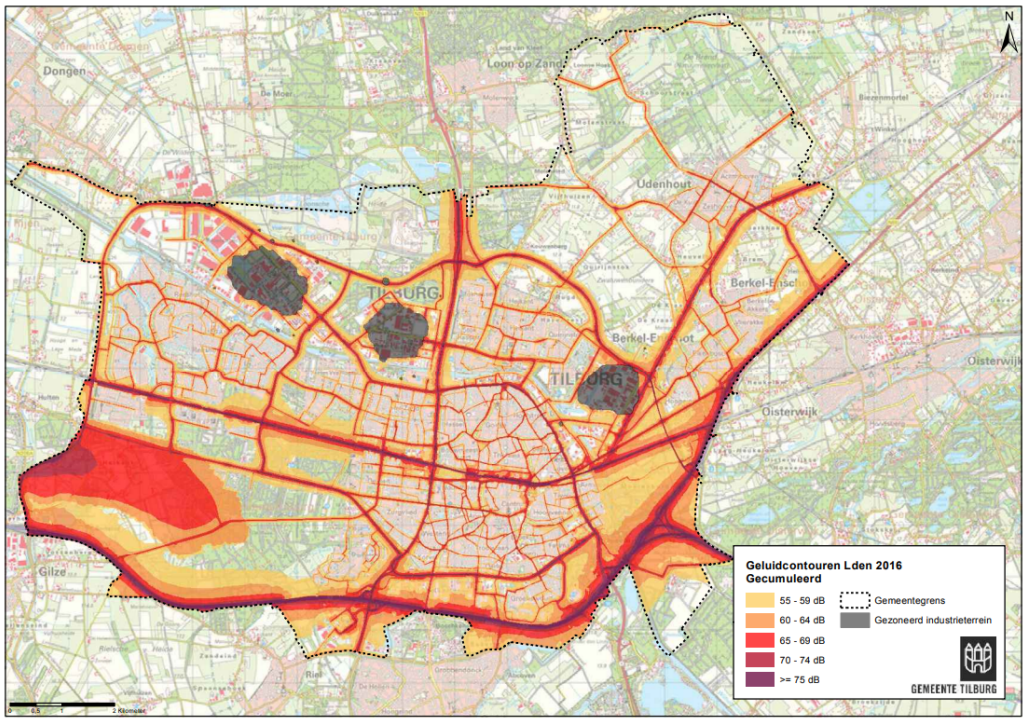
Gecumuleerd geluid in L_{cum}	Kwalificatie
≤ 45	Zeer goed
46-50	Goed
51-55	Redelijk
56-60	Matig
61-65	Tamelijk slecht
66-70	Slecht
≥ 71	Zeer slecht

Deze kwalificatie wordt al sinds de jaren ’90 veelvuldig gebruikt in onder meer MER-studies en toelichtingen bij bestemmingsplannen. Het is niet wettelijk vastgesteld, dus de kwalificatie is een bestuurlijke afweging. Het gebruik is aanvaard is vaste juristprudentie van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. De categorieën van ‘zeer goed’ tot ‘zeer slecht’ komen uit de Consultatieversie Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet. Deze indeling is afgeleid van studies naar de relatie tussen geluid en hinder (TNO). Alle geluidbronnen tellen even zwaar mee (er is geen weging gedaan).

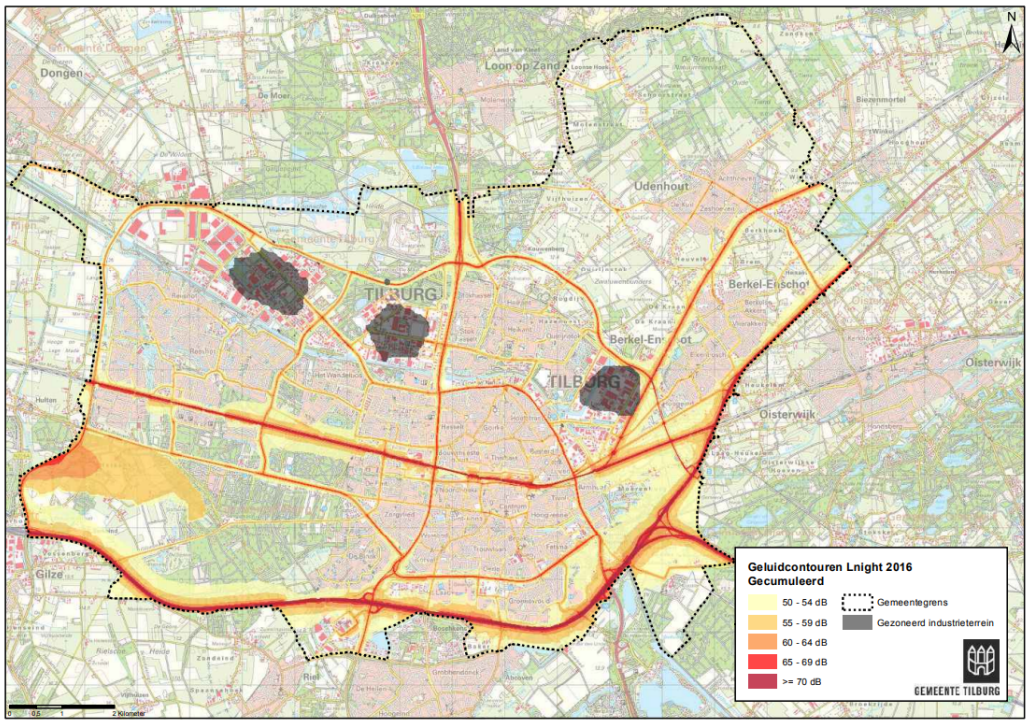
4.2.2 Huidige situatie

Voor de gemeente Tilburg zijn in 2016 geluidbelastingenkaarten gemaakt en analyses uitgevoerd per bronsoort in het kader van de EU-Richtlijn Omgevingslawaai (END). De analyses omvatten het in kaart brengen van het aantal geluidgevoelige gebouwen per geluidbelastingsklasse, evenals het aantal bewoners in deze gebouwen en het aantal mensen dat (ernstige) hinder ondervindt of slaapproblemen ervaart. Momenteel werkt de gemeente aan een actualisatie van het actieplan geluid, daarom wordt in de beschrijving van de huidige situatie uitgegaan van de meest actuele kaarten uit 2016.

Voor het opstellen van de geluidbelastingenkaart zijn de volgende geluidsbronnen inzichtelijk gemaakt: wegverkeer (lokale wegen, provinciale wegen, rijkswegen), railverkeer, horeca, industrielawaai en vliegverkeer. Figuur 4.1 en Figuur 4.2 bevatten de meest actuele geluidsbelastingen kaart L_{den} en L_{night} respectievelijk.



Figuur 4.1 Geluidcontouren L_{den} 2016 gecumuleerd



Figuur 4.2 Geluidcontouren L_{night} 2016 gecumuleerd

Over het algemeen kan worden gesteld dat wegverkeerslawaai de meest maatgevende bronsoort is in de gemeente Tilburg. Op de geluidsbelastingenkaarten is te zien dat het **wegverkeer** van de Rijksweg A58 geluidsbelasting veroorzaakt aan de zuid- en oostelijke grens van de gemeente. In de omgeving zijn een beperkt aantal geluidgevoelige gebouwen aanwezig. Waar de geluidgevoelige gebouwen wel liggen, staan geluidschermen. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor een actieplan voor de Rijksweg A58.

De gemeente kent twee provinciale wegen namelijk de N269 en de N261. De invloed van deze wegen op geluidshinder is nihil. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze provinciale wegen maar in erg beperkte mate zich binnen de gemeentegrenzen bevinden, zie ook bijlage 1 van de END Geluidkartering 2016.

Uit de toelichting op de samenstelling van het datamodel[12] blijkt dat het gemeentelijke wegennet maatgevend is voor de geluidbelasting op de woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen. In stadsdeel Oud-Zuid is de kans op hinder en slaapverstoring het grootst, in Noord-West en Oost het minst. Geluidsbelastingen hoger dan 75 dB L_{den} en 70 dB L_{night} komen niet voor.

[12] Gemeente Tilburg – END Geluidkartering 2016 (20dBvision, 2016)

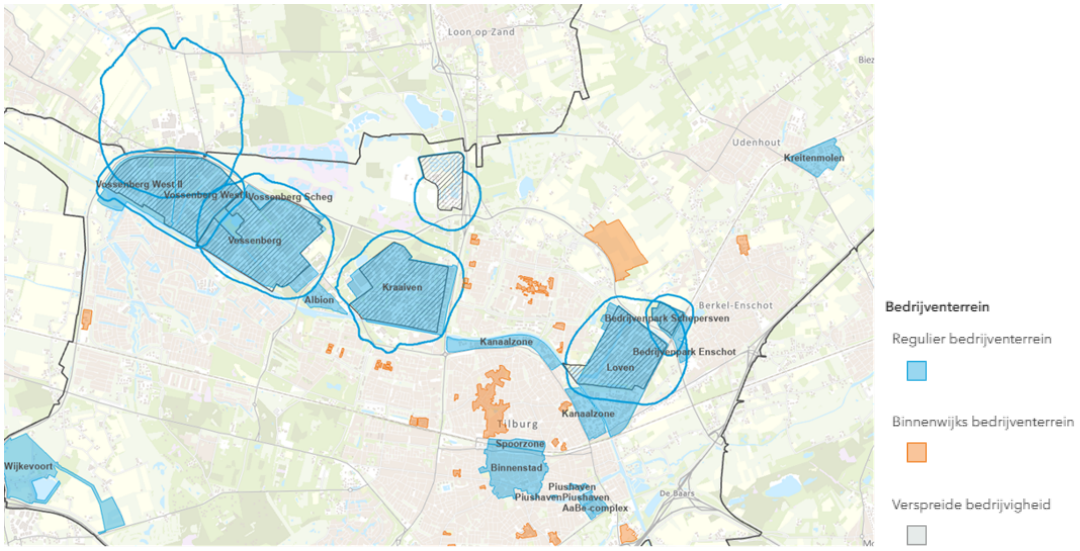
De geluidsbelasting van **railverkeer** is bepaald door de volgende trajecten:

- Breda -Tilburg
- Tilburg – 's Hertogenbosch;
- Tilburg - Eindhoven

Railverkeer is slechts in stadsdeel Oost maatgevend voor L_{night} en in vier stadsdelen in een geluidsbelastingsklasse maatgevend. Railverkeer resulteert in geluidbelaste gebouwen en gehinderden in de volgende stadsdelen: Berkel-Enschot, Binnenstad, Oost, Oud-Noord, Oud-Zuid, Reeshof, Udenhout en West. De meeste geluidhinder als gevolg van railverkeer treedt op in stadsdeel Oud-Zuid.

Daarnaast kent de binnenstad geluidscontouren voor **horeca.** Dit worden ook wel horecaconcentratiegebieden genoemd. Horecalawaai is hier niet maatgevend voor de geluidsbelasting. Horeca is daarmee niet bepalend voor de mate waarin (ernstige) hinder en slaapverstoring optreedt[11]. .

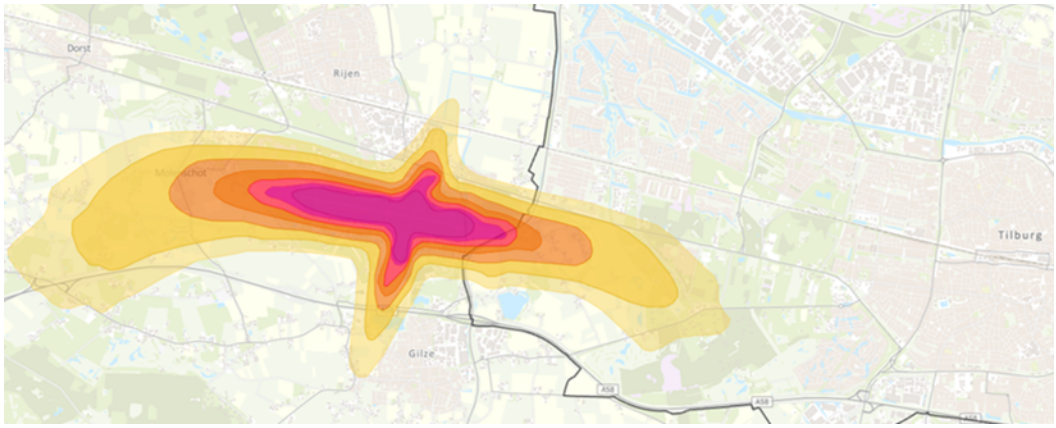
Wat betreft **industrielawaai**, kent de gemeente Tilburg een aantal gezoneerde industrieterreinen (Kraaiven, Loven, Vossenberg) en industrieterreinen met een geluidbeheerplan (Bedrijvenpark Schepersven ook wel Loven Noord I genoemd en Vossenberg West II). Figuur 4.3 geeft weer de afbakening van de gezoneerde industrietereinen met bijbehorende geluidzone (50 dB(A) etmaalwaarde) en de industrieterreinen met een geluidbeheerplan met bijbehorende geluidzone. Ter hoogte van Dongen ligt ook een geluidzone. Deze is van de Coca Cola fabriek gelegen buiten de gemeente Tilburg. Daarnaast is ten noorden van Kraaiven een geluidzone aanwezig, maar deze is inmiddels van rechtswege komen te vallen. Dit betreft de RWZI Tilburg Noord.



Figuur 4.3 Gezoneerde industrieterreinen met geluidszone en industrieterreinen met een geluidbeheerplan

De gemeente kent ook geluidsbelasting van **vliegverkeer.** Dit betreft het vliegveld Gilze-Rijen gelegen buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. In Figuur 4.4 zijn de

geluidscontouren van het vliegveld opgenomen. Er komen alleen woningen of andere geluidsgevoelige gebouwen en locaties voor binnen de contour van 55 dB L_{den}.



Figuur 4.4 Geluidscontouren vliegveld Gilze-Rijen

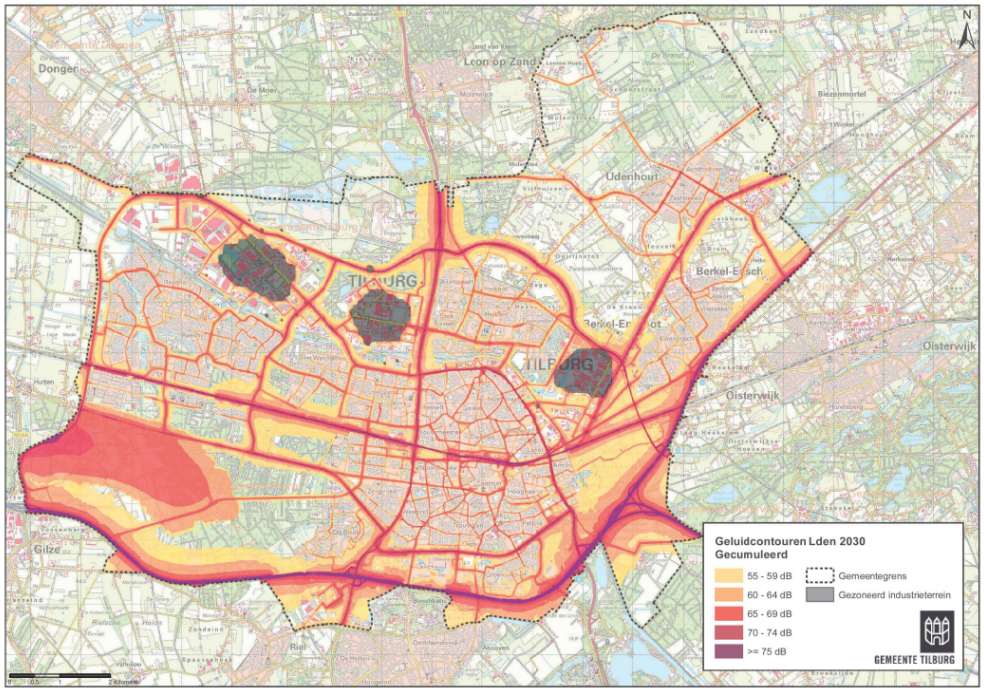
Daarnaast kent de gemeente Tilburg 2 hoogspanningstations met een individuele geluidcontour gelegen aan de Technopol 5-7 respectievelijk Kalverstraat 48.

De gemeente ziet een toename van het aantal klachten van buren met betrekking tot warmtepompen. Er zijn bij de OMWB echter geen (directe) geluidklachten over piep- of bromgeluiden bekend die afkomstig zijn van stadsverwarming of WKO's. Meer informatie is hier (momenteel) niet over bekend.

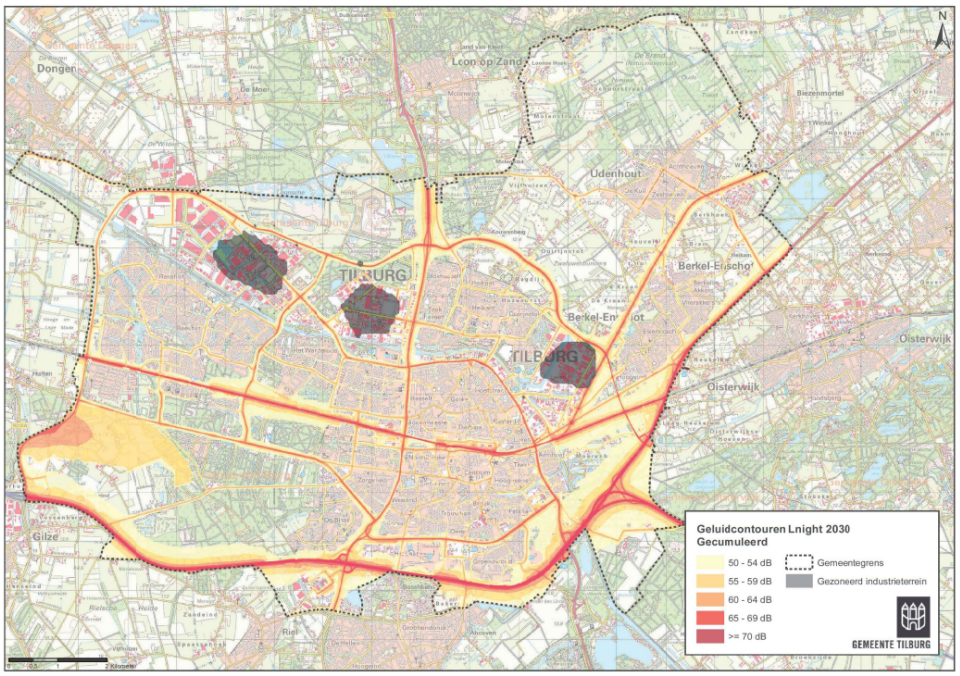
4.2.3 Autonome ontwikkeling

In 2017 heeft dBvision een rekenmodel opgesteld om de geluidsituatie te bepalen voor het jaar 2030[13]. Hierbij is gekeken naar het wegverkeer, het railverkeer, industrielawaai inclusief horecalawaai en luchtvaart lawaai. In Figuur 4.5 en Figuur 4.6 zijn respectievelijk de geluidscontouren L_{den} en L_{night} 2030 gecumuleerd weergeven.

[13] Gemeente Tilburg Geluidsituatie 2030 (dBvision, 2017)



Figuur 4.5 Geluidscontouren Lden 2030 gecumuleerd



Figuur 4.6 Geluidscontouren L_{night} 2030 gecumuleerd

Op basis van deze analyse kan worden gesteld dat ook in 2030 wegverkeerslawaai de meest maatgevende bronsoort is in de gemeente Tilburg. Railverkeer is slechts in stadsdeel Oost

maatgevend voor L_{night}. Industrielawaai, inclusief horecalawaai en luchtvaartlawaai zijn in geen enkel stadsdeel maatgevend.

Gezien de autonome ontwikkeling van de toename van het aantal warmtepompen is de verwachting dat het aantal klachten van buren betreffende geluidsoverlast van warmtepompen ook toeneemt. De gemeente is voornemens hierop te gaan sturen en sluit hiervoor aan bij het landelijk onderzoek van RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland). RVO onderzoekt welke maatwerkregels op te stellen zijn voor het omgevingsplan met betrekking tot de sterke toename van het aantal warmtepompen.

4.3 Trillingen

4.3.1 Toelichting

Diverse werkzaamheden kunnen trillingen in de omgeving veroorzaken. Dit betreffen bijvoorbeeld alle werkzaamheden waarbij elementen in de grond worden gebracht door middel van heien of hoogfrequent trillen en het slopen van bestaande objecten. Deze trillingen worden door de ondergrond doorgegeven aan de aangrenzende percelen (belendingen) en kunnen daar schade veroorzaken.

De SBR-richtlijnen (Stichting Bouwresearch) bieden een wetenschappelijk kader voor het meten en beoordelen van trillingen in gebouwen en constructies. Deze richtlijnen zijn ontwikkeld om schade door trillingen te voorkomen en om hinder voor bewoners en gebruikers te beperken. De richtlijnen worden onderverdeeld in drie categorieën:

- SBR-A: Deze richtlijn richt zich op het voorkomen van schade aan gebouwen. Het beoordeelt de trillingen die ontstaan door bouwactiviteiten, verkeer of industriële bronnen
- SBR-B: Deze richtlijn gaat over het beperken van hinder voor personen binnen gebouwen. Hierbij wordt gekeken naar trillingen die bewoners of gebruikers kunnen storen
- SBR-C: Deze richtlijn beschermt apparatuur en gevoelige instrumenten tegen schadelijke trillingen. Dit is met name van belang voor bedrijven of laboratoria waar trillingen de nauwkeurigheid van machines of experimenten kunnen beïnvloeden

Het risico op schade wordt in Nederland doorgaans beoordeeld aan de hand van de SBR-A richtlijn – schade door trillingen. Aan de hand van deze richtlijn kan het risico op schade per object bepaald worden aan de hand van de te verwachten trillingssnelheden en trillingsversnellingen.

Daarnaast kunnen door trillingen grondvervormingen ontstaan in de omgeving. Door trillingen kunnen los gepakte zandlagen namelijk inklinken. Deze grondvervormingen kunnen leiden tot schade aan op staal gefundeerde gebouwen en kabels en leidingen. De te verwachten grondvervorming kan worden berekend aan hand van de trillingsintensiteit. Aan de hand van de te verwachten grondvervorming kan ook het risico op schade worden bepaald.

De gemeente Tilburg heeft in het nieuwe deel van het omgevingsplan vooralsnog geen normen opgenomen voor continue en herhaald voorkomende trillingen conform artikelen 5.87 en 5.87a uit

het Bkl. Tot deze normen opgenomen zijn wordt verwezen naar de bruidsschat waar normen opgenomen zijn voor het totaal aan trillingen, zowel continu als herhaald voorkomend.

4.3.2 Huidige situatie

Het Rijk wil mensen beschermen tegen trillinghinder. Dat deed het door regels te stellen aan activiteiten die trillingen veroorzaken in trillinggevoelige gebouwen. De instructieregels uit het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) wezen trillinggevoelige gebouwen en trillinggevoelige ruimten aan. Artikel 5.80 van het Bkl wees trillinggevoelige gebouwen of gedeeltes van gebouwen aan. De voormalige rijksregels zijn via de Bruidsschat gemeentelijk geworden en zijn opgenomen in het tijdelijk deel van OP. Hieronder vallen alle gebouwen met een woonfunctie, zoals woningen en verzorgingshuizen. Onderstaand tekstblok bevat artikel 5.80 voor de definitie van trillinggevoelige gebouwen.

Artikel 5.80. (trillinggevoelige gebouwen)

1. Een trillinggevoelig gebouw is een gebouw of een gedeelte van een gebouw met een:
   a. woonfunctie en nevengebruiksfuncties daarvan;
   b. onderwijsfunctie en nevengebruiksfuncties daarvan;
   c. gezondheidszorgfuncties met bedgebied en nevengebruiksfuncties daarvan; of
   d. bijeenkomstfunctie voor kinderopvang met bedgebied en nevengebruiksfuncties daarvan.
2. Het eerste lid geldt niet voor een gedeelte van een gebouw als het omgevingsplan in dat gedeelte geen trillinggevoelige ruimten toelaat.
3. In afwijking van het eerste lid, aanhef en onder a, zijn woonschepen en woonwagens geen trillinggevoelige gebouwen.

Binnen de gemeente Tilburg zijn diverse trillingsgevoelige gebouwen (zoals gedefinieerd in artikel 5.80 van het Bkl) gelegen. Dit betreffen gebouwen met een woon-/onderwijs- en bijeenkomstfunctie voor kinderopvang. Gezien het schaalniveau van het planMER worden niet al deze locaties inzichtelijk gemaakt. Ten aanzien van de ziekenhuizen opgemerkt dat er in Tilburg twee ziekenhuizen zijn, namelijk ETZ TweeSteden aan de Doctor Deelenlaan 5 en het ETZ Elisabeth aan de Hilvarenbeekseweg 60. Daarnaast kent de gemeente Tilburg drie laboratoria. Deze zijn opgenomen in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Overzicht laboratoria Tilburg

Naam inrichting	Locatie	Branche GUK
Agristo B.V.	Heieinde 1, 5047SX, Tilburg	Industrie - Voedingsmiddelen
Innofa B.V.	Minosstraat 20, 5048CK, Tilburg	Industrie - Textiel / Leer
Tweesteden Ziekenhuis	Dr. Deelenlaan 5, 5042AD, Tilburg	Zorg - Ziekenhuis

In de huidige situatie zijn geen continue trillingen aanwezig. Echter vinden er continue, verdeeld over de stad, overal verschillende werkzaamheden plaats. Nieuwbouw, sloop, onderhoud en renovatie vinden voortdurend door de stad plaats en kunnen gepaard gaan met trillingen.

In de huidige situatie zijn geen continue trillingen aanwezig die leiden tot het inklinken van zandlagen. Trillingen van wegverkeer zijn al dusdanig veel opgetreden dat deze niet meer leiden tot grondvervormingen.

In de huidige situatie is een warmtenet aanwezig, maar die leidt voor zover bekend niet tot trillingshinder.

4.3.3 Autonome ontwikkeling

De bouwfase van projecten kan leiden tot tijdelijke trillingshinder. In paragraaf 1.1 zijn de autonome ontwikkelingen voor woningbouw beschreven. Trillingen ten gevolgen van bouw hebben een relatief kleine invloed zone van maximaal 50 m vanaf de bron. Wel zijn er steeds meer trillingsvrije of trillingsarme technieken beschikbaar.

De verwachting is dat het goederen- en personenvervoer over de spoorlijn toeneemt. Dit is opgemaakt uit de “Doorgroeireferentie”. Dit voorjaar is de Doorgroeireferentie vastgesteld als beleidsmatig uitgangspunt in het kader van het Toekomstbeeld OV 2040. Er is echter (nog) geen zichtjaar voor implementatie ervan. Voor Tilburg betekent dit op termijn 12 treinen per uur op de corridor Breda – Tilburg (10x reiziger en 2x goederenpaden). Als gevolg hiervan wordt verwacht dat de trillingshinder rondom het spoor toeneemt in de autonome ontwikkeling.

5 Bodem

5.1 Algemeen

Technieken als WKO, de bodemwarmtepomp en geothermie (aardwarmte) maken onderdeel uit van het warmteprogramma van de gemeente Tilburg. Deze technieken kunnen echter bij aanleg en gebruik van invloed zijn op de kwaliteit van de bodem en de ondergrond. Daarnaast kunnen de graafwerkzaamheden ten behoeve van de aanleg van warmtenetten of de verzwaring van het elektriciteitsnetwerk de bodemkwaliteit beïnvloeden.

Zowel de warmtetechnieken, de distributie van warmte als een verzwaring van het elektriciteitsnetwerk leggen een claim op de beschikbare ondergrondse ruimte. De ondergrondse inpassing kan op haar beurt weer van invloed zijn op het gebruik van de bovengrondse ruimte

Voor bodem en ondergrond worden drie aspecten onderzocht in het MER, te weten:

- Kwaliteit boven- en ondergrond: gaat in op het effect die de aanleg of het gebruik van alternatieven heeft op de biologische, chemische en fysische kwaliteit van de bovengrond (boven grondwaterniveau) en op de bodemopbouw in de ondergrond (bijv. effecten op scheidende lagen)
- Ondergronds ruimtegebruik: betreft de ondergrondse inpasbaarheid en het ondergrondse ruimtebeslag van de verschillende alternatieven

Vanuit de opbouw en samenstelling van de ondergrond is de kans op aantasting van funderingen of verzakkingen zeer beperkt. Dit aspect wordt dan ook niet verder uitgewerkt onder dit thema.

Geïnduceerde bevingen
Een mogelijke risico bij geothermie is het optreden van aardbevingen. Bij geothermie kan bestaande spanning op breuken verstoord worden door drukveranderingen, afkoeling en krimp van gesteente rond de injectieput wat mogelijk leidt tot breukbeweging. Een aardbeving die optreedt als gevolg van menselijk handelen in de ondergrond heet een geïnduceerde aardbeving. In de gemeente Tilburg lopen er onderzoeken naar ondiepe geothermie tot 1500 meter. Pas gedurende de looptijd van het Warmteprogramma zal er meer duidelijkheid ontstaan over de verdere ontwikkeling hiervan.

De ondiepe geothermie in Tilburg is tussen de 500 en 1.500 m, dus dit valt buiten de Mijnbouwwetgeving. De ondiepe geothermie in Tilburg is tussen de 500 en 1.500 m. Dit valt binnen de Mijnbouwwetgeving. Dit betekent dat er een mijnbouwvergunning en advies van de Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) nodig zijn. De kans op geïnduceerde bevingen met een kracht van ongeveer 3,5 of meer is heel klein in dit soort gevallen. Dit blijkt ook uit wat TNO weet over hoe spanningsveranderingen op breuken ontstaan en doordat er bij vergelijkbare projecten geen bevingen zijn gemeten. Bij ondiepe vormen van geothermie is de kans op merkbare bevingen zelfs nog kleiner.[14]

5.2 Bodemkwaliteit

5.2.1 Toelichting

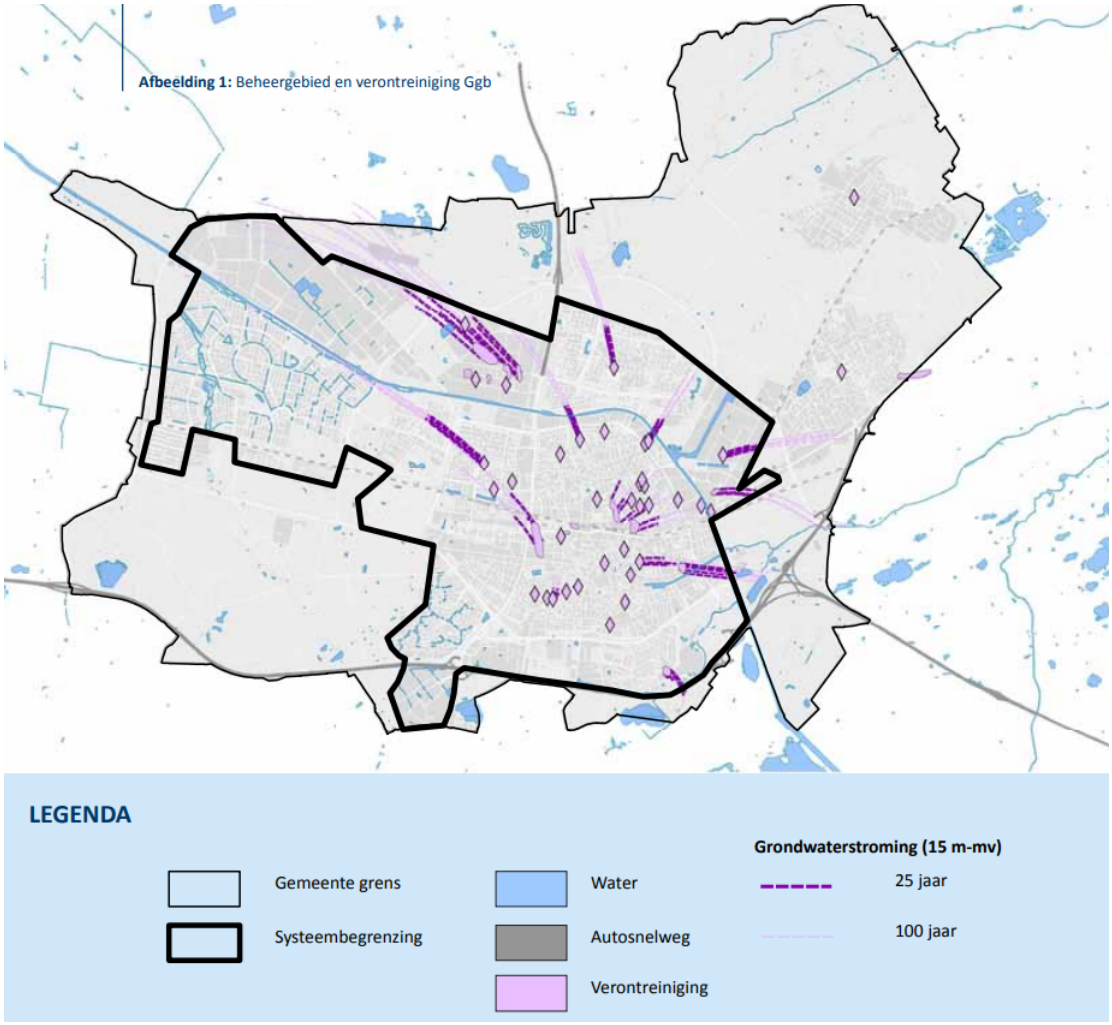
De bodemkwaliteit kan worden beïnvloed door de bovengrondse activiteiten die samenhangen met de realisatie van de maatregelen uit het Warmteprogramma (aanleg en exploitatie WKO, geothermie, aanleg en exploitatie warmtenet) en door lekkage uit ondergrondse leidingen en systemen. Door grondwerkzaamheden en de toepassing van WKO kunnen reeds aanwezige bodemverontreinigingen worden verplaatst en de biologische bodemkwaliteit worden aangetast.

5.2.2 Huidige situatie

Bodemverontreiniging
Als (voormalige) textiel- en industriestad kent Tilburg verhoudingsgewijs veel bodemverontreiniging. Middels systematisch onderzoek (tussen 2007 en 2016) zijn 1.100 gevallen van bodemverontreiniging in kaart gebracht. In slechts vijf gevallen was of is sprake van actueel risico voor mensen.[15]

Figuur 5.1 laat de ligging van bekende verontreinigingen zien binnen de gemeentegrenzen. Dit figuur is afkomstig uit het Gebiedsbeheerplan van de gemeente Tilburg uit 2016. WKO's vormen een risico voor verplaatsing van bestaande verontreiniging als gevolg van de beïnvloeding van de grondwaterstromingsrichting en/of -snelheid. In dat verband zijn met name de (mobiele) grondwaterverontreinigingen relevant. De omschrijving van de referentiesituatie voor grondwater is opgenomen in paragaaf 6.3.

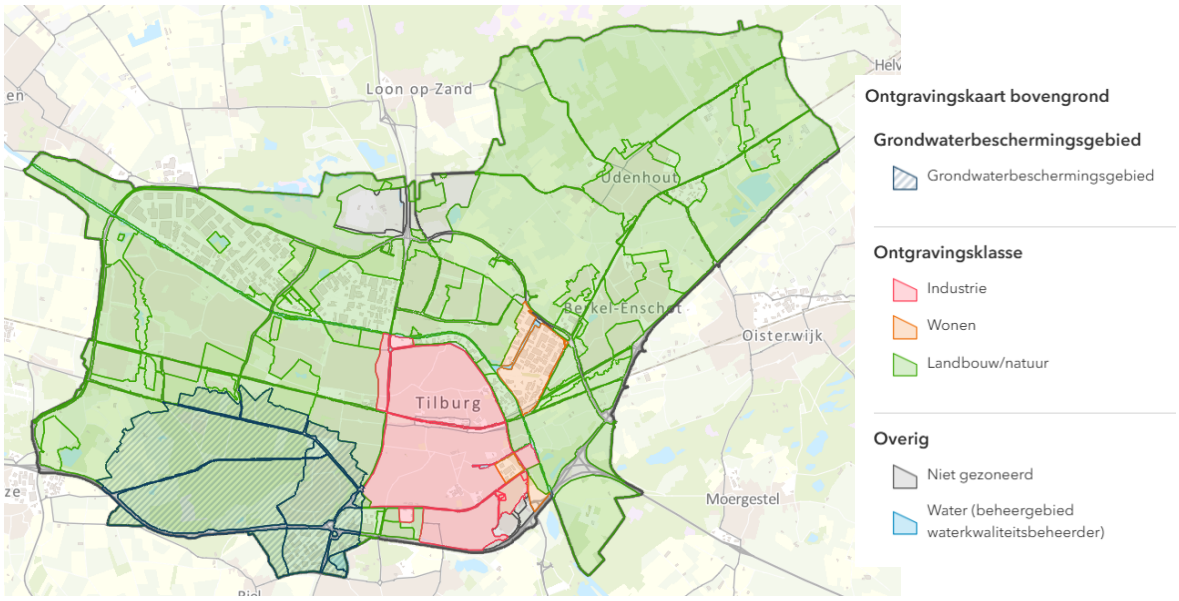
[14] https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-05/age_20-10.036_risicos_seismiciteit_geothermie.pdf
[15] Bron: Brabants Dagblad, 27 december 2015.



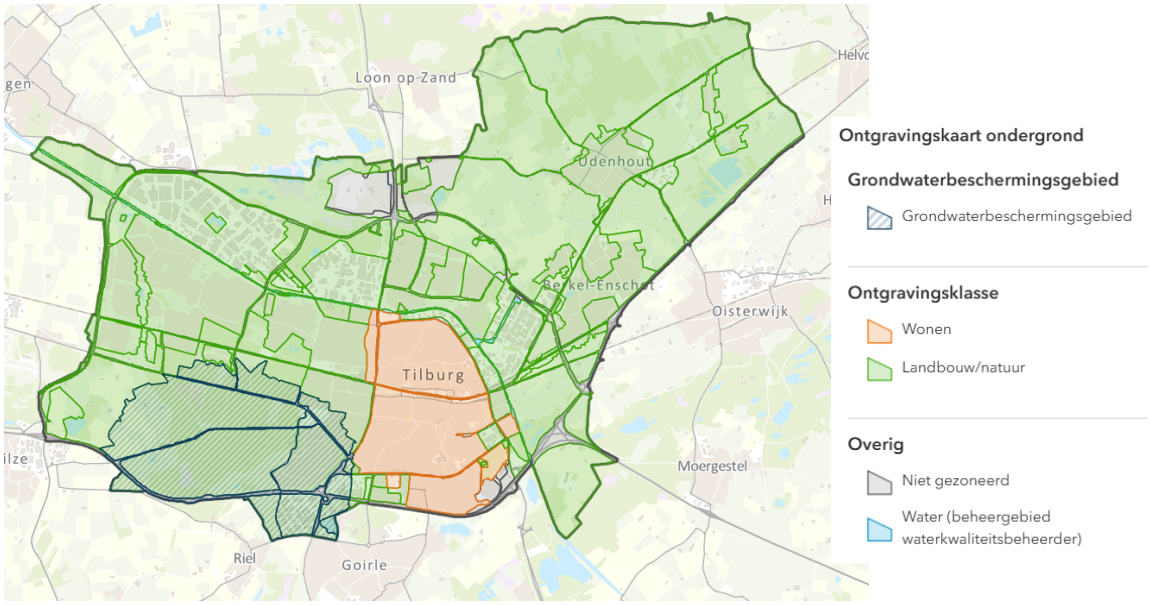
Figuur 5.1 Beheergebied en verontreiniging (bron: Gebiedsbeheerplan, Gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg, 2016)

De bodemkwaliteitskaart geeft inzicht in de mate van verontreiniging en het voorkomen van diffuus verspreide bodemverontreiniging in Tilburg. De ontgravingskaarten (kwaliteitsklassen van grond als die wordt ontgraven) laten per gebied het beeld zien voor bodemverontreiniging volgens de toetsingswaarden uit de Regeling 2022 en het Handelingskader hergebruik PFAS-houdende grond en baggerspecie. Figuur 5.2 toont de ontgravingskaart van de bovengrond (0 tot 0,5 m-mv). Hierin is te zien dat de binnenstad de ontgravingsklasse industrie kent. Hiervoor is koper de kwaliteitsbepalende stof. De oude industriegebieden kennen de ontgravingsklasse wonen in verband met Lood, PCB en PAK. Figuur 5.3 toont de ontgravingskaart van de ondergrond (0,5 tot 3 m-mv). Hierin is te zien dat de kwaliteitsklasse Wonen is toegewezen aan de binnenstad in verband met de aanwezigheid van Koper, lood, PCB en PAK in de ondergrond.[16]

[16] Bodemkwaliteitskaart 2024 gemeente Tilburg (2023) door WSP



Figuur 5.2 Ontgravingskaart bovengrond (bron: BKK Tilburg, 2024)

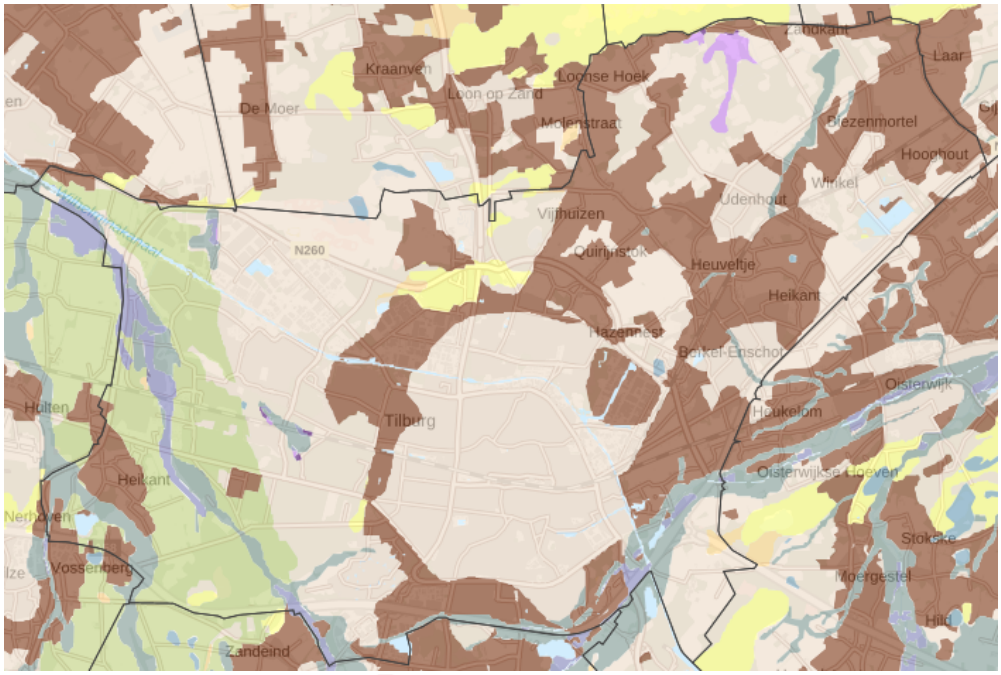


Figuur 5.3 Ontgravingskaart ondergrond (bron: BKK Tilburg, 2024)

Biologische bodemkwaliteit

De levende bodem is het ecologische systeem in de ondergrond met ontelbare organismen zoals schimmels, algen, regenwormen, springstaartjes en aaltjes. Een goed functionerend bodemecosysteem kent essentiële functies zoals voedingsstoffen vrijmaken voor opname door planten, ziekte- en plaagwering, stoffen afbreken, waaronder schadelijke, het waterbergend vermogen en de waterfilterende kwaliteit.

In gebieden met meer bodemafdekking en waar de bodem sterk is vergraven (bebouwd gebied) is het bodemleven in mindere mate aanwezig. Het is vooral het gehalte organische stof in de bodem dat de weerbaarheid van de bodem bepaalt en letterlijk de voedingsbodem is voor heel veel bodemleven. Het gehalte organische stof is in veen en kleigronden (van nature) hoger dan in zandgronden. De gemeente Tilburg ligt in een dekzandgebied. Als je inzoomt liggen er op de dekzandvlakte, essen en stuifzandduinen verspreid over de gemeente. Rondom de Oude Leij bevindt zich een stroomrug (oeverwal) met beekdal.



Legenda:

- Bd1 Strandwal
- Bd2 Strandvlakte
- Bd3 Kustduinen
- Dr1 Meerbodem
- Dr2 Kreekrug
- Dr3 Veenrest
- Dz1 Dekzandrug
- Dz2 Dekzandvlakte
- Dz3 Stuifzandduin
- Dz4 Es
- Dz5 Beekdal zand/leem
- Dz6 Beekdal veen
- Dz7 Depressie zand
- Dz8 Depressie veen
- Dz9 Laagveenvlakte
- Hv1 Hoogveen
- Hv2 Ontgonnen hoogveen
- Hv3 Depressie
- Kl1 Grondmorenerug
- Kl2 Grondmorene plateau, -vlakte
- Kl3 Pingoruines en periglaciale laagtes
- Lg1 Lossplateau
- Lg2 Losshelling
- Lg3 Kalkhelling
- Lg5 Beekdal
- Lg6 Droogdal
- Lg7 Rivierterras
- Lg8 Overige afzettingen
- Lv1 Laagveenvlakte
- Lv2 Petgaten
- Rg1 Stroomrug, oeverwal
- Rg2 Rivierkom
- Rg3 Uiterwaard
- Rg4 Overslaggronden
- Rg5 Restgeul
- Rt1 Rivierterras zand
- Rt2 Rivierterras klei
- Rt3 Rivierduin
- Rt4 Restgeul
- Sw1 Stuwwal
- Sw2 Smeltwaterafzetting, sandr
- Sw3 Daluitspoelingswaaier
- Sw4 Droogdal
- Sw4v Droogdal met veen
- Sw4x Droogdal met keileem
- Sw5 Es
- Zk2 Zeekleivlakte
- Zk3 Kreekrug
- Zk4 Kreekbedding
- Zk6 Zoetwatergetijdenafzetting
- Zk7 Zoutwatergetijdenafzetting
- A Antropogeen element
- At Terp
- W Water

Figuur 5.4 Basiskaart natuurlijk systeem (bron: Klimaateffectatlas)

Aardkundige waarden
Noord-Brabant herbergt ongeveer 40 gebieden met onvervangbare aardkundige waarden die van provinciale of nationale betekenis zijn en die beschermd moeten worden. Aardkundige waarden zijn belangrijke onderdelen van het landschap die inzicht geven in de oorsprong en ontwikkeling van het gebied. In Noord-Brabant zijn deze waarden van ecologische en cultuurhistorische betekenis. De provincie werkt samen met verschillende organisaties om deze gebieden te behouden en te beheren.

In de gemeente Tilburg bevindt zich één gebied met een aardkundige waarde, dit gebied heet de Gilze-Rijen breuk (zie Figuur 5.5). Deze breuk ligt aan de zuidwestrand van een groot dalingsgebied in Zuid-Nederland, de Roerdal Slenk. Het betreft een onderdeel van het peelrandbreukenstelsel. De Peelrandbreuk is een geologische breukzone in Limburg en Noord-Brabant en is genoemd naar het gebied de Peel. De breuk loopt in Nederland grofweg van Roermond tot Oss en scheidt de hoger gelegen Peelhorst van de langzaam naar beneden zakkende Roerdalslenk.



Figuur 5.5 Aardkundige waardenkaart Noord-Brabant (bron: Omgevingsverordening Noord-Brabant)

5.2.3 Autonome ontwikkeling

Door de landelijke bodemsaneringsoperatie is het aantal verontreinigingen in de afgelopen jaren sterk afgenomen. Door afronding van de zogeheten spoedoperatie en de regelgeving dat resterende puntverontreinigingen op ‘natuurlijke momenten’ (als er ontwikkelingen plaatsvinden op een locatie) worden gesaneerd, zal zich dat in de komende jaren verder voortzetten. Er zal echter altijd sprake blijven van een aanzienlijke restverontreiniging.

De verdere ontwikkeling van de diffuse bodemkwaliteit hangt af van de mate waarin toekomstige bodembelasting uit diffuse bronnen kan worden voorkomen.

Grondverzet speelt daarbij een belangrijke rol. Eén van de belangrijke instrumenten daarbij zijn de kwaliteitseisen die worden gesteld aan de toepassing van materialen en grondverzet. De kwaliteit van de ontvangende bodem speelt een belangrijke rol bij de eisen die worden gesteld bij toepassing van grond.

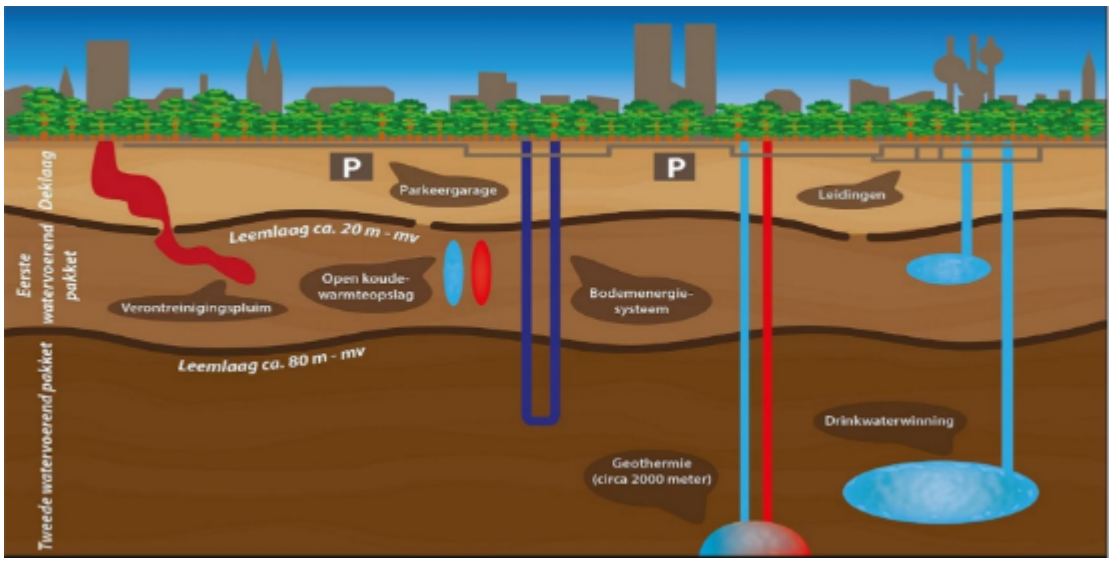
5.3 Ondergronds ruimtegebruik

5.3.1 Toelichting

Ondergronds ruimtegebruik wordt steeds intensiever, bijvoorbeeld als gevolg van de verdergaande verstedelijking en verdichting binnen het bestaand stedelijk gebied, maatregelen in het kader van de energietransitie en gericht op klimaatadaptatie.

Het Warmteprogramma van Tilburg bevat verschillende warmteoplossingen en -technieken die ook een claim leggen op de ondergrondse ruimte. In de ondiepe ondergrond gaat het om de aanleg van kabels en leidingen (verzwaring elektriciteitsnetwerk bij all-electric) en bij de aanleg van een warmtenet. In de diepere ondergrond gaat het om de claim op de ondergrondse ruimte vanuit WKO en geothermie (zie figuur 5.6).

Het gebruik en de toekomstige claims op de ondergrondse ruimte verschillen met de diepte (zie Figuur 5.6 die dit principe weergeeft. Let op! Bodemopbouw en dieptes wijken af van Tilburg).



Figuur 5.6 Ter visualisatie: ondergronds ruimtegebruik per laag van de ondergrond. Let op! Dit is niet de (exacte) situatie van Tilburg (bron: Atlas van de ondergrond)

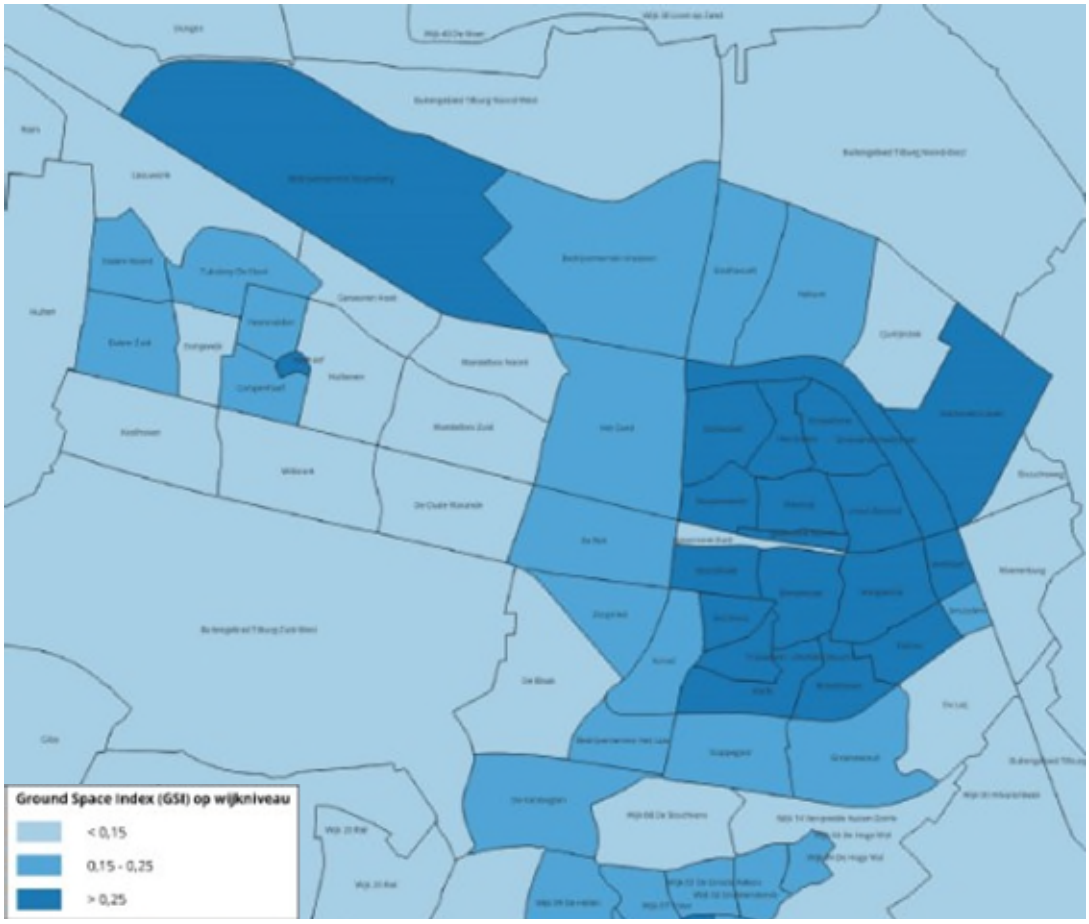
Daarom wordt bij de beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling onderscheid gemaakt tussen de ondiepe ondergrond (de deklaag in Figuur 5.6) en de diepere ondergrond (eerste en tweede watervoerend pakket in Figuur 5.6).

5.3.2 Huidige situatie

Ondiepe ondergrond

In vrijwel het gehele bebouwd gebied zijn in de ondiepe ondergrond onder de openbare weg kabels en leidingen voor elektriciteit, telecom en riolering aangelegd. Daarnaast neemt de bestaande groenvoorziening de noodzakelijke wortelruimte ruimte in. Ook zijn op diverse plaatsen ondergrondse bouwwerken aanwezig, ondergrondse containers geplaatst en is sprake van een aantal tracés van ondergrondse buisleidingen en infiltratievoorzieningen voor hemelwater zoals infiltratiekratten en wadi's..

Het ondergronds ruimtebeslag verandert voortdurend en is niet goed in beeld te brengen. Daarom wordt voor de beschrijving van de huidige situatie van de ondiepe ondergrond gebruik gemaakt van de Ground Space Index (GSI) (zoals opgenomen in de openbare data Ruimtelijke Dichtheden en Functiemenging in Nederland (RUDIFUN) dataset van het Planbureau van de Leefomgeving). De GSI geeft aan welk aandeel van een wijk bebouwd is. Een GSI van 0,2 betekent bijvoorbeeld dat 20% van het oppervlak van de wijk bebouwd is.



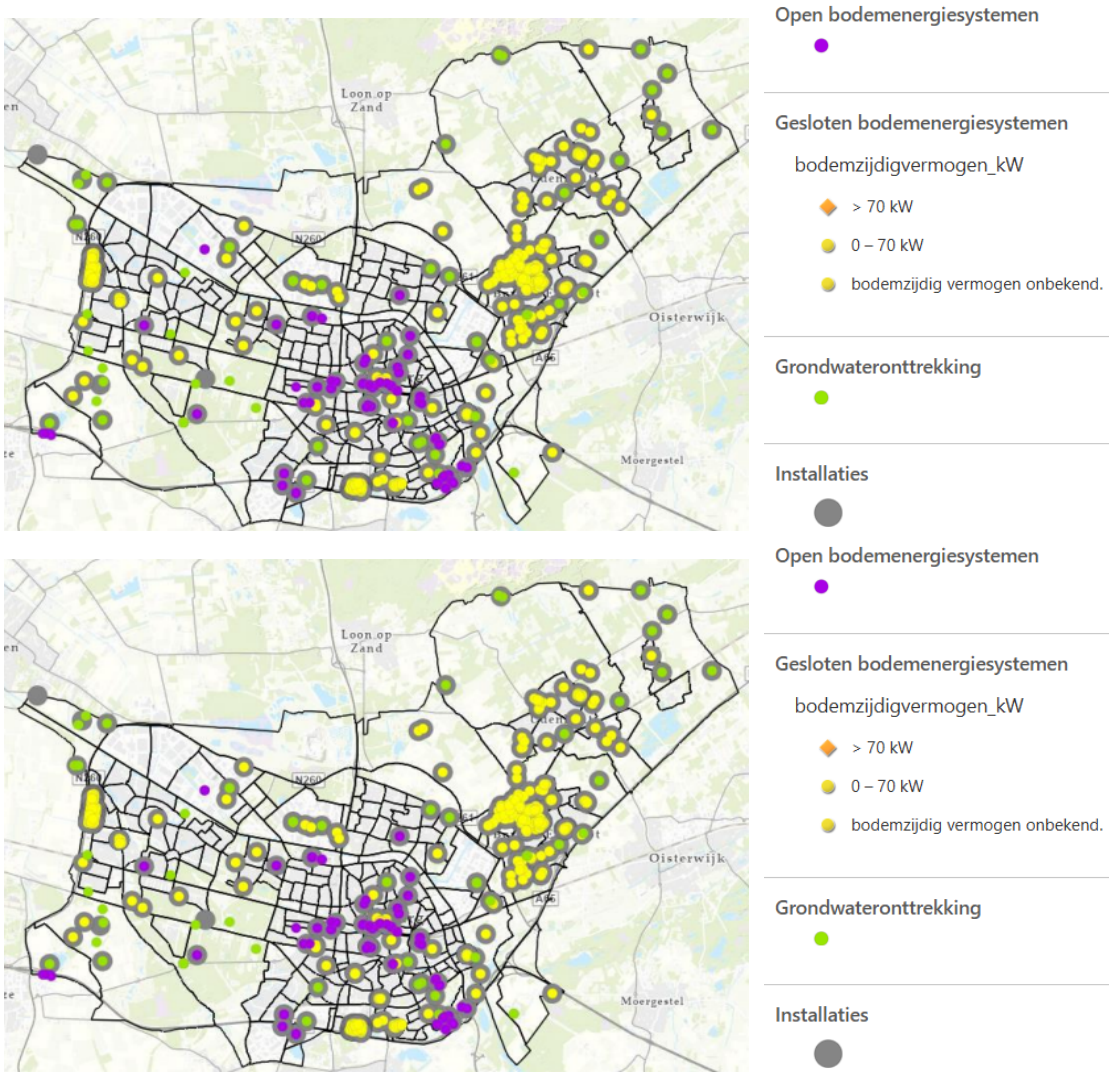
Figuur 5.7: Ground Space Index per wijk in Tilburg (Bron: PBL)

Op basis van de GSI wordt er een driedeling gemaakt tussen rustige wijken, gemiddelde wijken en drukke wijken. Wijken met een GSI <0,15 zijn rustige wijken, wijken met een GSI van 0,15-0,25 zijn gemiddelde wijken, en wijken met een GSI >0,25 zijn drukke wijken. Figuur 5.6 geeft een kaart weer van Tilburg op basis van deze driedeling.

De drie wijktypen geven ook de relatieve drukte in de ondergrond weer. Het is namelijk aan te nemen dat een hoge bovengrondse bebouwingsdichtheid ook leidt tot een hoge drukte in de ondergrond. Hierbij moet de nuancering worden gemaakt dat de GSI van bedrijventerrein Vossenberg relatief hoog is vanwege het grote areaal aan bedrijfshallen, maar het aantal aansluitingen is waarschijnlijk laag ten opzichte van het binnenstedelijk gebied.

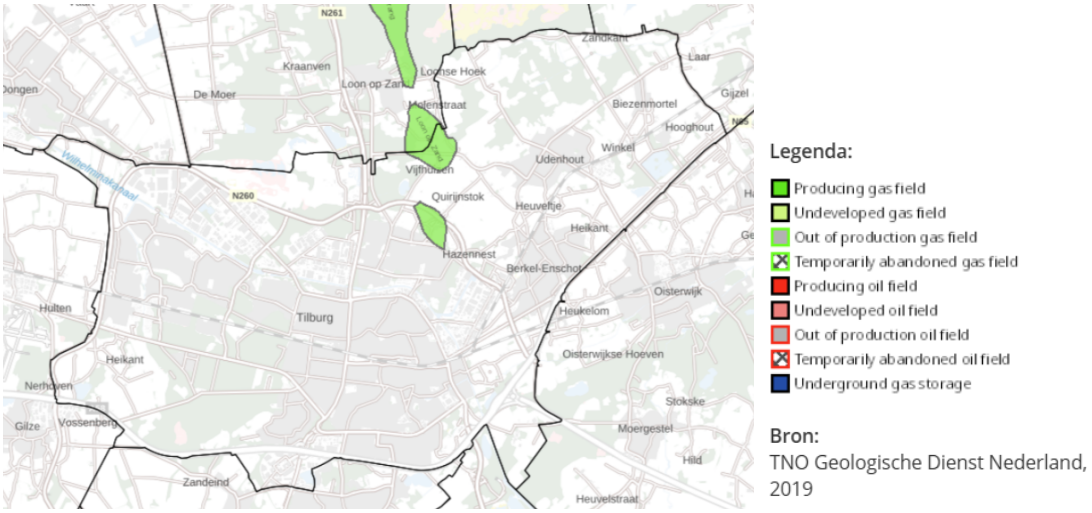
Uit deze dataset blijkt dat in het centrum, wijken rondom het centrum en op delen van bedrijventerreinen de GSI hoger dan 0,25 is. In deze wijken is er naar verwachting sprake van een hoge ondergrondse ruimtedruk. In de wijken aan de rand van de stad is de GSI over het algemeen lager en is sprake van lage ondergrondse ruimtedruk.

Diepe ondergrond
In de huidige situatie nemen vooral drinkwaterwinningen en bestaande WKO's ruimte in de diepere ondergrond. Figuur 5.7 geeft de ligging van de bestaande open en gesloten bodem energiesystemen weer.



Figuur 5.7 WKO's binnen de gemeente Tilburg

Ook gaswinning legt beslag op de diepe ondergrond. Zie Figuur 5.8 voor de gasvelden in Tilburg-Noord.



Figuur 5.8 Gasvelden in de gemeente Tilburg.

5.3.3 Autonome ontwikkeling

Ondiepe ondergrond

Ondergronds ruimtegebruik wordt steeds intensiever, onder andere als gevolg van de energietransitie, geplande nieuwbouw en ondergrondse oplossingen voor de mobiliteitsproblemen. Daarnaast zal extra (woning)bouw zorgen voor nieuwe funderingen, nutsaansluitingen, ondergrondse parkeergarages en afvalcontainers. Ook maatregelen ten behoeve van klimaatadaptatie zoals de aanleg van wadi's, bomen en een gescheiden rioolstelsel doen een beroep op de ruimte in de ondiepe ondergrond.

Diepe ondergrond

Ook zonder warmteprogramma zal het aantal open en gesloten bodem energiesystemen toenemen. Misschien zelfs wel sterker, omdat dan de verwachting is dat er meer individuele voorzieningen worden gerealiseerd dan bij een programmatische aanpak. Daarnaast wordt er in Brabant, vanuit de toenemende vraag naar drinkwater, gezocht naar mogelijkheden om de drinkwaterwinning uit grondwater uit te breiden, maar hiervoor wordt naar relatief onbebouwd gebied gekeken. Er is ook een opsporingsvergunning uitgegeven voor diepe geothermie van Eavor/En natuurlijk. Daarnaast is er een opsporingsvergunning uitgegeven voor ondiepe geothermie van de gemeente. Verder zal de gaswinning onder Tilburg-Noord in 2029 eindigen, conform het aflopen van de verlengde winningsvergunning.

6 Water

6.1 Algemeen

Voor het thema water worden verschillende aspecten beschouwd, namelijk oppervlaktewater, grondwater en drinkwater.

6.2 Oppervlaktewater

6.2.1 Toelichting

Vanuit Europa geldt de Kaderrichtlijn Water (KRW) die stelt dat al het oppervlaktewater in 2027 moet voldoen aan een goede waterkwaliteit en er geen achteruitgang mag plaatsvinden. Dit geldt in de eerste plaats voor begrensde oppervlaktewaterlichamen, maar ook voor het overige wateren geldt een inspanningsverplichting.

Het Warmteprogramma heeft mogelijk impact op het oppervlaktewater. Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) kan de aanleg en het gebruik van de hiervoor benodigde installaties voor een temperatuurverschil zorgen, wat invloed heeft op het waterleven en andere fysisch-chemische en biologische processen in het water. Een verlaging van de watertemperatuur zorgt ervoor dat een aantal processen vertragen en de kans op zuurstofloosheid afneemt. Daarnaast kan er een fysieke impact zijn op het waterleven op het moment dat er oppervlaktewater door filters en een warmtewisselaar gaat.

De warmteonttrekking zal voornamelijk gedurende de zomermaanden plaatsvinden en worden opgeslagen met een WKO-systeem. Het effect van de temperatuurverlaging en de fysieke aantasting treden dus op tijdens het groeiseizoen. Aan het begin van het groeiseizoen is een verlaging van de temperatuur minder wenselijk, maar in de zomer wordt een lagere temperatuur als positief beoordeeld.

6.2.2 Huidige situatie

In en rondom Tilburg ligt een aantal KRW-oppervlaktewaterlichamen (Figuur 6.1). Het betreft de volgende waterlichamen:

- Met blauw aangegeven is Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen (M6b)
- Met donkerpaars aangegeven is Donge (R4a)
- Met lichtpaars aangegeven is De Nieuwe Leij, Poppelse Leij, Rovertse Leij en Voorste Stroom (R5)
- Met lichtblauw aangegeven is Zandleij (M1a)



Figuur 6.1 KRW-oppervlaktewaterlichamen inclusief watertype. Bron: Waterkwaliteitsportaal.

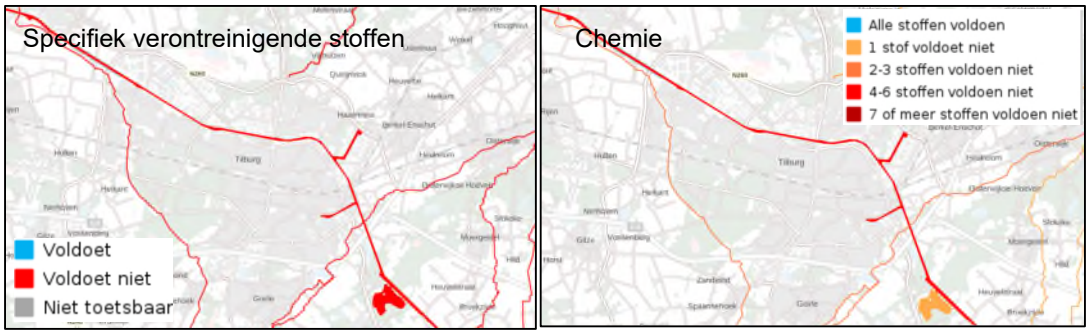
De huidige toestand van de biologische kwaliteitselementen en van de ondersteunende algemeen fysische chemie, met daarbij specifiek temperatuur, zijn gepresenteerd in Figuur 6.2.



Figuur 6.2 Kwaliteitsoordeel 2024 voor de biologische kwaliteitselementen Fytoplankton, Macrofauna, Vis en Overige waterflora. Bron: Waterkwaliteitsportaal.



Figuur 6.3 Kwaliteitsoordeel 2024 voor fysisch chemisch kwaliteitselement Temperatuur. Bron: Waterkwaliteitsportaal.



Figuur 6.4 Kwaliteitsoordeel 2024 voor specifiek verontreinigende stoffen (links) en aantal norm overschrijdende stoffen voor chemie (rechts). Bron: Waterkwaliteitsportaal.

In Tilburg liggen verschillende plassen en vijvers die geen deel uitmaken van het (KRW) Watersysteem. Deze vijvers worden gevoed met grondwater en soms met regenwater uit omliggende wijken maar ze staan niet in contact met andere wateren. Deze vijvers hebben meestal wel waarde voor de ecologie, dragen bij aan de belevingswaarde van de buurt en/of hebben een functie voor waterberging.

Relatie van Zandleij tot RWZI
De rioolwaterzuivering in Tilburg maakt het rioolwater van Tilburg, Udenhout, Berkel-Enschot en Biezenmortel schoon. Het schoongemaakte water stroomt in de rivier de Zandleij. De Zandleij is een kunstmatig waterlichaam, aangelegd door mensen, met een lengte van zo'n 16 kilometer. Deze begint in Tilburg Noord en stroomt via Udenhout, Helvoirt en Cromvoirt om bij Vught uit te komen in het Drongelens Kanaal.

Schoongemaakt water uit een RWZI komt meestal terecht in een bestaande beek waar al water door stroomt. Voor de Zandleij is het gezuiverde afvalwater de belangrijkste bron, in natte perioden aangevuld met regenwater. In droge maanden stroomt door de Zandleij vrijwel alleen gezuiverd afvalwater. Dit water is anders dan natuurlijk water en verre van schoon.[17]

6.2.3 Autonome ontwikkeling

In Tabel 6.1 is een overzicht gegeven van het doel, de huidige toestand gerapporteerd in 2024 en het verwachtte doelbereik in 2027 voor de KRW-waterlichamen in de gemeente Tilburg voor de biologische kwaliteitselementen en de temperatuur.

De Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen voldoet aan alle kwaliteitselementen en het is (vrijwel) zeker dat de doelen in 2027 worden voldaan. Voor de Donge, de Nieuwe Leij, Poppelse Leij, Rovertse Leij en Voorste Stroom en de Zandleij worden sommige kwaliteitselementen met matig of ontoereikend beoordeeld en is het onzeker of de doelen in 2027 wel worden behaald.

De Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen, de Nieuwe Leij, Poppelsche Leij, Rovertsche Leij en Voorste Stroom en Zandleij voldoen aan het doel om de watertemperatuur onder de 25

[17] https://www.dommel.nl/waterkwaliteit-zandleij

°Celsius te houden. Voor de Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen is het redelijk zeker dat dit zou blijft; voor de Nieuwe Leij, Poppelsche Leij, Rovertsche Leij en Voorste Stroom en Zandleij is het vrijwel zeker. De Donge voldoet niet aan het doel om de watertemperatuur onder de 18 °Celsius te houden en het is onzeker of in 2027 wel aan het doel wordt voldaan.

Tabel 6.1 Overzicht doelen, toestand 2024 en doelbereik 2027 voor de KRW-waterlichamen in gemeente Tilburg.

KRW-oppervlaktewaterlichaam	Watertype	Kwaliteitselement	GEP (Doel)	Toestand (rap. 2024)	Doelbereik 2027
Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen	M6b	Macrofauna	=> 0.10	Goed	Vrijwel zeker
		Overige waterflora	=> 0.10	Goed	Vrijwel zeker
		Vis	=> 0.10	Goed	Vrijwel zeker
		Fytoplankton	=> 0.60	Goed	Vrijwel zeker
		Temperatuur (°C)	<= 25	Goed	Redelijk zeker
Donge	R4a	Macrofauna	=> 0.45	Matig	Onzeker
		Overige waterflora	=> 0.45	Ontoereikend	Onzeker
		Vis	=> 0.25	Ontoereikend	Onzeker
		Temperatuur (°C)	<= 18	Ontoereikend	Onzeker
Nieuwe Leij/Pop.L/Rov.L/ Voorste Stroom	R5	Macrofauna	=> 0.45	Matig	Onzeker
		Overige waterflora	=> 0.45	Goed	Vrijwel zeker
		Vis	=> 0.35	Ontoereikend	Onzeker
		Temperatuur (°C)	<= 25	Goed	Vrijwel zeker
Zandleij	M1a	Macrofauna	>= 0.50	Ontoereikend	Onzeker
		Overige waterflora	>= 0.60	Ontoereikend	Onzeker
		Vis	>= 0.60	Goed	Vrijwel zeker
		Temperatuur (°C)	<= 25	Goed	Vrijwel zeker

In Tabel 6.2 zijn alle maatregelen opgenomen voor de waterlichamen in de gemeente Tilburg die in de huidige planperiode (2022 – 2027) uitgevoerd zullen worden. Voor de Donge staan de meeste maatregelen op het programma, gericht op de aanleg van natte ecologische verbindingszones, beekherstel, aanpassen van begroeiing, maai- en onderhoudsbeheer en verminderen van verontreiniging. Voor de Donge en de Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen zijn er ook maatregelen gericht op onderzoek en het bevorderen van de vispasseerbaarheid.

Verder geldt voor alle waterlichamen een aantal generieke maatregelen om de hoeveelheid nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en overige toxische stoffen te onder zoeken en verminderen.

Tabel 6.2 Maatregelen voor de periode 2022 tot en met 2027. Bron: KRW-factsheets 2024, Waterkwaliteitsportaal.

Waterlichaam	Omschrijving maatregel	Omvang	Status
Midden Limburgse en Noord-Brabantse kanalen	Beheer en optimalisatie Nationale visroutekaart Maas	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	In uitvoering
	(Klimaat)onderzoek (KRW/PAGW) Maas	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	In uitvoering
	Onderzoek Greensand Maas	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	Uitgevoerd
	Visserijvrije zones bij vismigratie voorzieningen Maas - Vispaseerbaar maken kunstwerken	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	Planvoorbereiding
Donge	Aanleg natte ecologische verbindingszone (EVZ) - Verbreden watergang/-systeem langzaam stromend of stilstaand: NVO groter dan 3m en kleiner dan 10 m	11 km	Planvoorbereiding (4,6), In uitvoering (4,1) Uitgevoerd (2,3)
	Beekherstel - Verbreden (snel) stromend water / hermeanderen, NVO groter dan 3 m en kleiner dan 10 m	5,7 km	Planvoorbereiding (0,5 km) In uitvoering (3,6 km) Uitgevoerd (1,6 km)
	Bouwen met Natuur - Aanpassen begroeiing langs water (combi hout in brengen, verwijderen beschoeiing, beschaduwing bomen)	23 km	Planvoorbereiding (21.8) In uitvoering (1,2)
	Extensief maaien - Uitvoeren op waterkwaliteit gericht onderhouds-/maaibeheer (water en natte oever)	42 km	Uitgevoerd
	Onderzoek maatregelen RWZI Rijen en impact riooloverstorten - Uitvoeren onderzoek	1 stuks	Planvooebreiding
	Onderzoek verminderen lozingen industrieterrein Tichelrijt	1 stuks	Planvooebreiding
	Onderzoek vismigratie (oelmatigheid en mogelijkheden voor vispasseerbaar maken van drie stuwen (Witte Brug, Spoorbaan en Reuverbaan).	1 stuks	Uitgevoerd
	Vispasseerbaarheid kunstwerken (stuwen, gemalen) - Vispasseerbaar	2 stuks	In uitvoering

Waterlichaam	Omschrijving maatregel	Omvang	Status
	maken knustwerken (Stuw Dalumdreef/Reuverlaan en stuw Dalumdreef/Spoorbaan)		
Nieuwe Leij/Pop.L/Rov.L/Voorste Stroom	Herstel vismigratie - Vispasseerbaar maken kunstwerken	1 stuks	Planvoorbereiding
	Uitvoeren beekherstel - Verbreden (snel) stromend water/ hermeanderen , NVO groter dan 10 m	8,5 km	Planvoorbereiding
	Agenderen grensoverschrijdende belasting vanuit Vlaanderen	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	In uitvoering
	Onderzoek zuurstofbevorderende maatregelen	in totaal 1 stuks voor meerdere waterlichamen	In uitvoering
Zandleij	Verminderen belasting RWZI-nutriënten	1 stuks	Planvoorbereiding
	Uitvoeren beekherstel Zandleij - Verbreden (snel) stromend water/ hermeanderen, NVO groter dan 10 m	3,6 km	Planvoorbereiding
	Onderzoek naar effect microverontreinigingen	1 stuks	In uitvoering
	Onderzoek zuurstofbevorderende maatregelen	1 stuks	In uitvoering
Generiek	Generiek landelijk beleid gewasbeschermingsmiddelen - Verminderen emissie gewasbeschermingsmiddelen landbouw Generiek landelijk beleid nutriënten - Verminderen emissie nutrienten landbouw Generiek landelijk beleid Overige toxische stoffen vanuit diffuse belasting - Overige bronmaatregelen		

Klimaatverandering kan daarnaast negatieve gevolgen hebben voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Een temperatuurstijging in de atmosfeer en een toename van de intensiteit van zonnestralen kunnen de watertemperatuur verhogen. Deze veranderingen kunnen invloed hebben op de soorten planten en mogelijk de waterkwaliteit beïnvloeden door veranderingen in de nutriëntenbelasting. Ook een afname van de waterkwantiteit door andere neerslag- en afvoerpatronen heeft invloed op de waterkwaliteit. Landelijke en globale maatregelen om klimaatverandering tegen te gaan kunnen ook effect hebben op de waterkwaliteit in de provincie Noord-Brabant, hoewel het belangrijk is op te merken dat de termijn waarop deze veranderingen zich voordoen vrij lang is.

In Tilburg liggen verschillende plassen en vijvers die geen deel uitmaken van het (KRW) Watersysteem maar die wel waarde hebben voor de ecologie. Per locatie zal beoordeeld moeten worden of aquathermie wenselijk en mogelijk is en wat de eventuele effecten zijn van temperatuurdaling. Een geleidelijke temperatuurdaling is minder verstorend dan een plotselinge daling, omdat dat meer lijkt op het natuurlijke proces van afkoeling. Opwarming zorgt doorgaans eerder voor waterkwalitieitsproblemen (onder andere blauwalg) dan afkoeling.

6.3 Grondwater

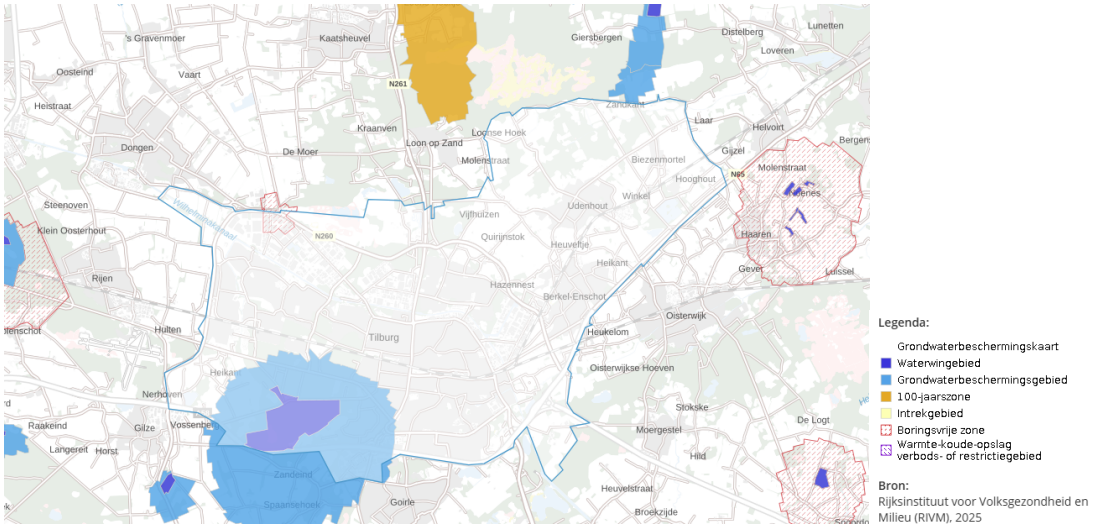
6.3.1 Toelichting

Voor het aspect grondwater wordt in het MER bekeken wat de impact is van bodemenergiesystemen op functioneren van het (grond)watersysteem, met name de hydrologische en thermische impact van bodemenergie op de grondwaterkwaliteit en kwantiteit.

6.3.2 Huidige situatie

Toelichting waterwinning

Drinkwater in Brabant wordt gewonnen uit grondwater. In en rondom Tilburg zijn diverse waterwingebieden gelegen. In Figuur 6.5 zijn deze gebieden weergegeven.



Figuur 6.5 Waterwinningsgebieden in en rondom Tilburg.

De winning Gilzerbaan ligt binnen de gemeente; de overige liggen in naburige gemeenten. Het provinciaal beleid is gericht op de bescherming van deze gebieden, met onder andere boringsvrije zones rondom de winningen.

Voor deze gebieden gelden restricties wat wel en niet mag in de omgeving. Grondwater op grote diepte wordt beschermd voor drinkwaterwinning. Dit houdt in dat onder andere WKO-systemen restricties hebben tot welke diepte deze aangelegd mogen worden. Voor open bodemenergiesystemen, zoals WKO's, heeft de provincie 80 m-mv als algemeen geldende dieptebeperking gesteld voor de hele provincie. In Tilburg komt dat grofweg neer op het eerste en

tweede watervoerende pakket. Vanwege de aanwezige redoxgrens tot in het eerste watervoerende pakket (< 30 m-mv), is er risico op putverstopping waardoor de efficiëntie van de open WKO-systemen afneemt. Hierop kan bijvoorbeeld het ontwerp worden aangepast door de filters dieper te plaatsen. Voor gesloten bodemenergiesystemen geldt in Tilburg de basis van het eerste watervoerend pakket als maximaal toegestane diepte op basis van de provinciale omgevingsverordening. Deze ligt op zo'n 50 meter diepte in de stad Tilburg tot 70 meter in de dorpen. De diepere watervoerende pakketten zijn gereserveerd voor drinkwaterwinning (strategische grondwatervoorraad).

Het grondwater in Tilburg wordt voor verschillende doelen gebruikt:
- Drinkwaterwinning aan pompstation Gilzerbaan
- Onttrekking voor industriële toepassingen
- Gebruik voor bodem-energiesystemen

Paragraaf Bodemkwaliteit5.2 over bodemkwaliteit bevat een kaart met de verontreinigingen in het Tilburgse grondwater.

6.3.3 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling zal met name betrekking hebben op de bouw van nieuwe woningen, vanwege de bevolkingsgroei in de regio. Deze groei heeft impact op de volgende aspecten:
- Toename open- en gesloten bodemenergiesystemen, om de woningen aardgasvrij te kunnen bouwen en een duurzame energievoorziening nodig is
- Toename aan verharding en daarmee de infiltratiecapaciteit
- Aanleg van parkeerkelders en tunnels
- Beheersmaatregelen voor verontreinigingen blijven in stand om verontreinigingen te saneren en/of om verplaatsing te voorkomen
- Tijdelijke bronbemaling om netverzwaring te realiseren, in combinatie met andere ondergrondse infra (fietstunnels, kabels en leidingen, waterleidingen, etc.)

Het Gebiedsbeheerplan: Gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg (2015) bevat het beleid van de gemeente ten aanzien van het beheer van grondwater. Het beheerplan omschrijft hoe de gemeente de kwaliteit van de bodem en het grondwater wil waarborgen en verbeteren en hoe omgegaan moet worden met bestaande bodem- en grondwaterverontreinigingen. Figuur 6.3 bevat de samenvatting van het gebiedsbeheerplan.

Tabel 6.3 Samenvatting Gebiedsbeheerplan: Gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg

De gemeente Tilburg wil kansen benutten om de kwaliteit van het grondwater onder Tilburg te verbeteren en te beschermen door gebiedsgericht beheer.

- We werken samen met drinkwaterleverancier Brabant Water, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap De Dommel, de provincie, bedrijfsleven, de Omgevingsdienst Midden en West Brabant en de Rijksoverheid.
- We beschermen beekdalen en drinkwaterwinning door er voor te zorgen dat verontreinigd grondwater daar niet naartoe stroomt.
- We monitoren de kwaliteit van het grondwater via een meetnet.
- We nemen maatregelen die de kwaliteit van het grondwater verbeteren waar dat het meest effect heeft.
- We benutten interne en externe initiatieven en ontwikkelingen waarop we kunnen meeliften.
- We zetten deskundigheid, geld en ons netwerk in om die initiatieven en ontwikkelingen zo soepel mogelijk te laten verlopen.
- We verwachten van bedrijven met een grondwaterverontreiniging een bijdrage aan de totale aanpak van de grondwaterverontreiniging.
- We zetten indien nodig onze wettelijke bevoegdheden in om dat af te dwingen.

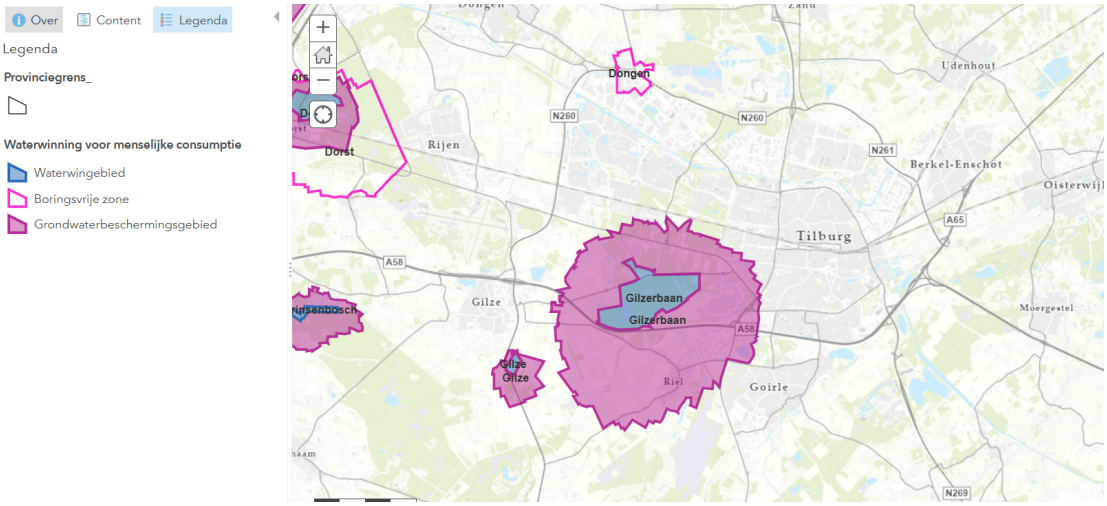
6.4 Drinkwater

6.4.1 Toelichting

Voor de indicator drinkwater kijken we naar de kwaliteit en kwantiteit van drinkwater in de leidingen. In Brabant wordt drinkwater gemaakt van grondwater. Nederland heeft strenge kwaliteitseisen voor water, die zijn vastgelegd in de Drinkwaterwet en het Drinkwaterbesluit. Brabant Water, dat het drinkwater in Tilburg levert, zorgt dat het water aan deze eisen voldoet. Naast de kwaliteit is ook de drinkwaterkwantiteit van belang. Door lekkages kan water bijvoorbeeld weglekken, waardoor de waterdruk wegvalt.

6.4.2 Huidige situatie

In de huidige situatie wordt grondwater onttrokken (zie ook paragraaf 6.3.2) en behandeld tot drinkwater (o.a. beluchting en ontijzering). Nadat het geschikt is voor consumptie wordt het via het distributienet van Brabant Water verspreid naar de eindgebruikers. Deze transport- en drinkwaterleidingen liggen op circa 0,8 tot 1,0 m -mv zodat ze in principe niet kunnen bevriezen in de winter of dat ze juist te veel opwarmen tijdens hete zomers



Leidingen van warmtenetten mogen geen negatieve invloed hebben op de temperatuur van het drinkwater. Daarom is de diepteligging van de drinkwaterleidingen relevant. In Tilburg wordt 1,00 meter als normdiepteliging gehanteerd. De richtlijnen normdiepteligging voor drinkwaterleidingen kunnen verschillen per regio en grondsoort.

6.4.3 Autonome ontwikkeling

De verwachting is dat door de bevolkingsgroei (groei van 25.000 tot 30.000 nieuwe woningen in de periode 2025 tot en met 2040) en klimaatverandering de vraag naar drinkwater toeneemt. Dit kan tot gevolg hebben dat de waterwingebieden meer grondwater willen onttrekken om aan de vraag te voldoen en iedereen van voldoende en schoon drinkwater te kunnen voorzien.

Niet alleen de capaciteit van de winningen neemt dan toe, maar ook de infrastructuur zal hierop moeten worden aangepast. Dit wordt veelal gecombineerd met renovaties van bestaande leidingen. Er worden meer leidingen aangelegd, met een grotere diameter.

Tevens is de verwachting dat Brabant Water de leidingen dieper onder de grond wil leggen, omdat door klimaatveranderingen ook de bodem verder opwarmt. Warmte heeft een negatieve invloed op de drinkwaterkwaliteit (meer bacteriegroei). Door de leidingen dieper te leggen wordt dit tegengegaan. Hierdoor zijn de leidingen minder gevoelig voor opwarming (door andere bronnen zoals een warmtenet). Door de diepere ligging is wel meer tijdelijke grondwateronttrekking nodig van freatisch grondwater, om de aanleg in den droge te realiseren. Dit heeft een (tijdelijk) negatief gevolg voor de freatische grondwaterstanden en aanverwante aspecten (vochtvoorziening stedelijk groen, aantasting archeologische resten, verplaatsing verontreinigingen).

7 Lucht

7.1 Algemeen

Het effect van het warmteprogramma op het thema luchtkwaliteit wordt beoordeeld aan de hand van de indicatoren: concentraties stikstofdioxide (NO_2) en fijnstof (PM10 en PM2,5).

Het vrijkomen van stikstofdioxide en fijnstof is inherent aan de toepassing van verbrandingstechnieken, zowel bij verkeer als bij verwarming. De aanleg en het gebruik van bepaalde warmtetechnieken kunnen effect hebben op de luchtkwaliteit. Stikstofdioxide en fijnstof veroorzaken schade aan onder andere volksgezondheid en natuur.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) publiceert periodiek richtlijnen voor luchtkwaliteit van een aantal verontreinigende stoffen. Deze op gezondheid gebaseerde richtlijnen beogen regeringen en de samenleving te ondersteunen met het verminderen van de blootstelling aan luchtverontreiniging en de schadelijke gevolgen daarvan. De meest recente publicatie van de WHO dateert uit 2021. In deze publicatie worden, op basis van recente inzichten, de advieswaarden voor onder andere stikstofdioxide voor 2050 aangescherpt.

De nieuwe Europese richtlijn[18] luchtkwaliteit is op 14 oktober 2024 formeel aangenomen. De nieuwe luchtkwaliteitsgrenswaarden gaan 1 januari 2030 van kracht.

Het RIVM publiceert jaarlijks kaarten met grootschalige jaargemiddelde achtergrondconcentraties (GCN) in het kader van de monitoring van luchtkwaliteit. Voor het vaststellen van de GCN voor prognosejaren (2025-2040) worden binnenlandse en buitenlandse emissies gebruikt, afkomstig uit nationale en internationale scenariostudies. Voor nationale emissies is dit het referentiescenario van de KEV 2022 (Klimaat- en Energieverkenning 2022). Voor de GCN-kaarten is vastgesteld beleid meegenomen. De kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen en geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in Nederland. Om inzicht te verkrijgen in de huidige situatie en autonome ontwikkeling wat betreft luchtkwaliteit worden de GCN-kaarten beschouwd voor NO_2 en fijnstof. Gezien het beoogde detailniveau van de effectbeoordeling worden etmaal- en uurgemiddelde toetswaarden niet beschouwd.

7.2 Stikstofdioxide

7.2.1 Toelichting

Voor stikstofdioxide gelden huidige grenswaarden, vanaf 2030 gelden aangescherpte EU-grenswaarden. Er wordt gestreefd naar de advieswaarden van de WHO in 2050. Deze zijn relevant voor de autonome ontwikkeling. In Tabel 7.1 zijn de verschillende toetswaarden voor NO_2 samengevat.

Tabel 7.1 Toetswaarden ter bescherming van de volksgezondheid voor NO_2

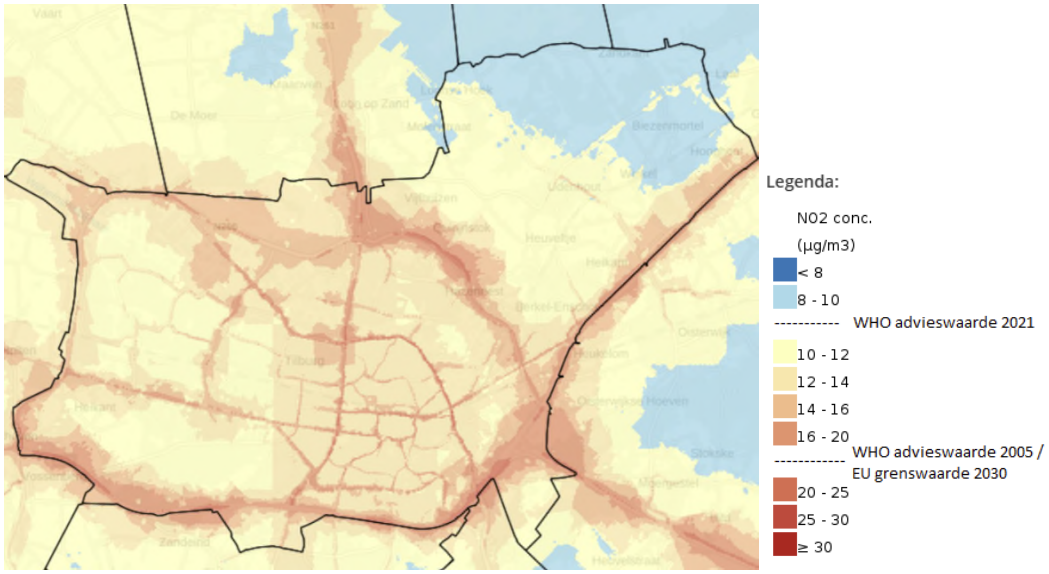
Definitie	Huidige grenswaarde	Toekomstige grenswaarde (2030)	WHO advies-waarde (2021)
Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m^3	20 µg/m^3	10 µg/m^3
Aantal overschrijdingen van uurgemiddelde concentratie	200 µg/m^3 *18 keer/jaar*	200 µg/m^3 *3 keer/jaar*	-

[18] Richtlijn (EU) 2024/2881 van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2024 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa (herschikking) (http://data.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj)

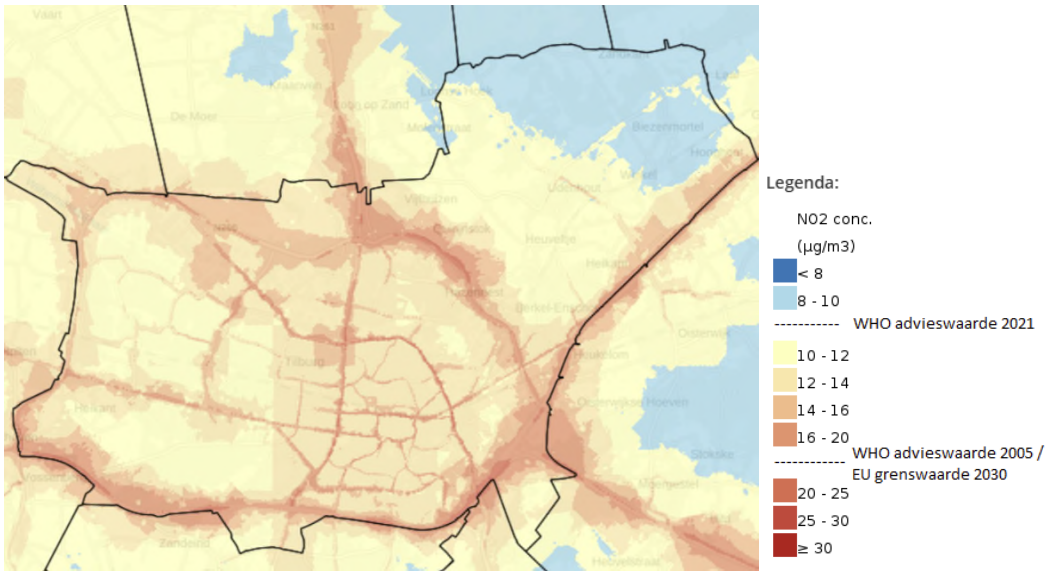
Definitie	Huidige grenswaarde	Toekomstige grenswaarde (2030)	WHO advies-waarde (2021)
Aantal overschrijdingen van etmaalgemiddelde concentratie	-	50 µg/m^3 *18 keer/jaar*	-

7.2.2 Huidige situatie

Voor stikstof en fijnstof (PM2,5 en PM10) is voor het omschrijven van de huidige situatie gebruikgemaakt van de kaarten uit 2023 van Atlas van de Leefomgeving, gebaseerd op gegevens van het RIVM. Voor stikstofdioxide zijn ook de meetresultaten van het gemeentelijke NO_2-meetnet bekeken, ook met de gegevens uit 2023.



Figuur 7.1 geeft de jaargemiddelde NO_2-concentratie in Tilburg in 2023 weer. De jaargemiddelde concentratie in de gemeente overschreidt niet de huidige EU-grenswaarde van 40 µg/m³. De toekomstige wettelijke grenswaarde van 20 µg/m³ wordt momenteel op de meeste plekken binnen de gemeente gehaald, met uitzondering van de wegen zoals de A58, de N261 en de ringbaan. Dit komt overeen met de meetresultaten van het gemeentelijke NO_2-meetnet.



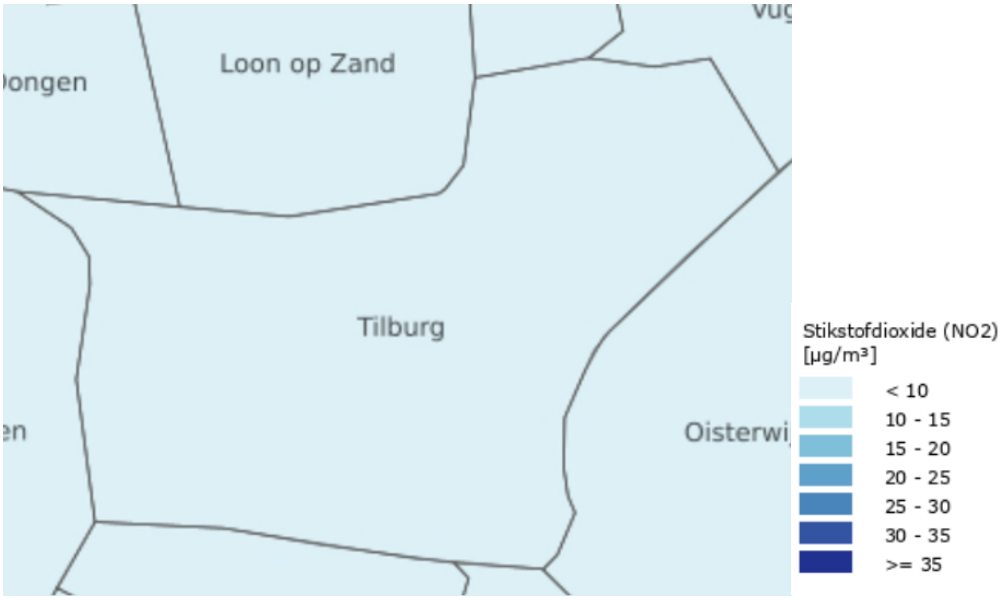
Figuur 7.1 Concentratie van stikstofdioxide in gemeente Tilburg (2023). Bron: RIVM, 2023.

7.2.3 Autonome ontwikkeling

De gemeente Tilburg is ondertekenaar van het Schone Lucht Akkoord. Als ondertekenaar maakt de gemeente geen gebruik van werkvoertuigen ouder dan 2014. Daarnaast ondersteunt de gemeente het convenant voor Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB), met als doel om richting 2030 tot een schone en emissieloze bouw te komen. Verder heeft Tilburg vanaf 1 januari 2025 een emissievrije zone binnen de ringbanen. Dat betekent dat alleen vrachtauto's en bestelbussen zonder uitstoot in deze zone mogen rijden. Tilburg legt ook walstroom aan, waardoor schepen een stroomaansluiting hebben bij een ligplaats. Door over te stappen op walstroom in plaats van dieselgeneratoren te gebruiken, verminderen schepen de uitstoot van stikstofdioxide en fijnstof aanzienlijk. Door deze ontwikkelingen daalt de emissie van stikstofdioxide en fijnstof in de komende jaren. Verder zet de gemeente in haar Verkeersplan in op duurzame mobiliteit door betere fiets- en looproutes, voorrang voor langzaam verkeer, deelvervoer en een aantrekkelijker busnet, wat bijdraagt aan betere luchtkwaliteit.

Voor het omschrijven van de toekomstige situatie van stikstof en fijnstof (PM2,5 en PM10) is gebruikgemaakt van de GCN-kaarten van het RIVM van 2035 gebruikt.

Figuur 7.2 geeft de verwachte jaargemiddelde concentratie van stikstofdioxide in Tilburg in 2030 weer. Op basis van deze kaart is de verwachting dat de toekomstige EU-waarde in 2035 in de gehele gemeente Tilburg niet wordt overschreden. In de gemeente is de verwachting ook dat de WHO-advieswaarde van 10 µg/m³ wordt gehaald.



Figuur 7.2 Verwachte concentratie van stikstofdioxide in gemeente Tilburg (2035). Bron: RIVM, 2024.

7.3 Fijnstof

7.3.1 Toelichting

7.3.1.1 Fijnstof - PM2,5

Voor PM2,5 gelden huidige grenswaarden, vanaf 2030 gelden aangescherpte EU-grenswaarden. Er wordt gestreefd naar de advieswaarden van de WHO in 2050. Deze zijn relevant voor de autonome ontwikkeling. In Tabel 7.2 zijn de verschillende toetswaarden voor PM2,5. samengevat.

Tabel 7.2 Toetswaarden ter bescherming van de volksgezondheid voor PM2,5

Definitie	Huidige grenswaarde	Toekomstige grenswaarde (2030)	WHO advies-waarde (2021)
Jaargemiddelde concentratie	25 µg/m³	10 µg/m³	5 µg/m³
Aantal overschrijdingen van etmaalgemiddelde concentratie	-	25 µg/m³ *18 keer/jaar*	-

7.3.1.2 Fijnstof - PM10

Voor PM10 gelden huidige grenswaarden, vanaf 2030 gelden aangescherpte EU-grenswaarden en er wordt gestreefd naar het voldoen aan de advieswaarden van de WHO in 2050. In Tabel 7.3 zijn de verschillende toetswaarden voor PM10 samengevat.

Tabel 7.3 Toetswaarden ter bescherming van de volksgezondheid voor PM10

Definitie	Huidige grenswaarde	Toekomstige grenswaarde (2030)	WHO advies-waarde (2021)
Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m³	20 µg/m³	15 µg/m³

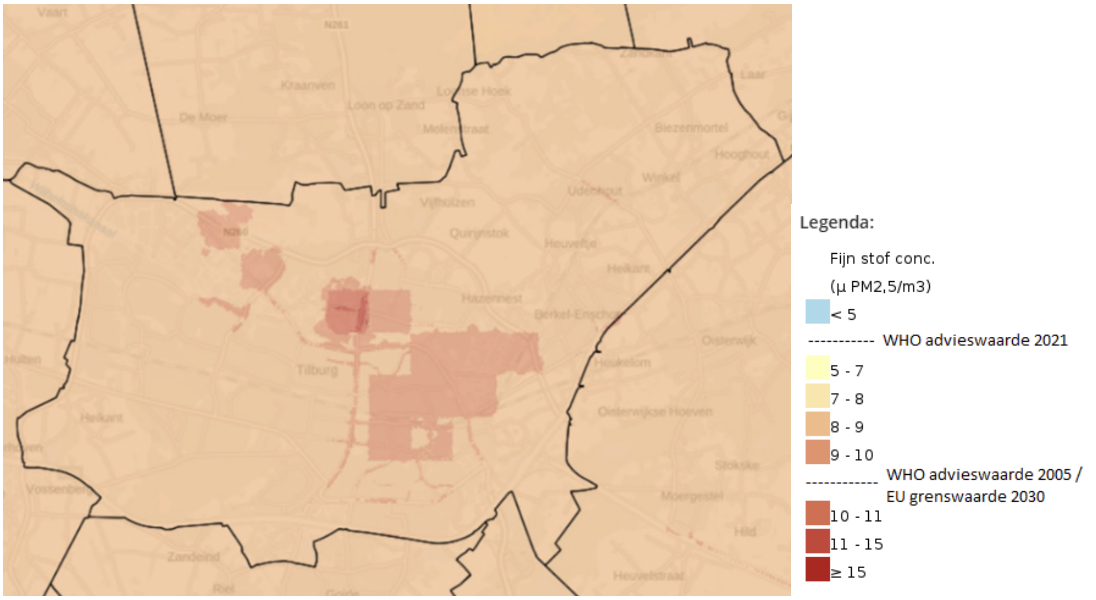
Definitie	Huidige grenswaarde	Toekomstige grenswaarde (2030)	WHO advies-waarde (2021)
Aantal overschrijdingen van etmaalgemiddelde concentratie	50 µg/m^3 *35 keer/jaar*	45 µg/m^3 *18 keer/jaar*	-

7.3.2 Huidige situatie

Zoals in de paragraaf over stikstofdioxide beschreven, is ook voor het omschrijven van de huidige situatie van fijnstof (PM2,5 en PM10) gebruikgemaakt van de kaarten uit 2023 van Atlas van de Leefomgeving.

7.3.2.1 Fijnstof - PM2,5

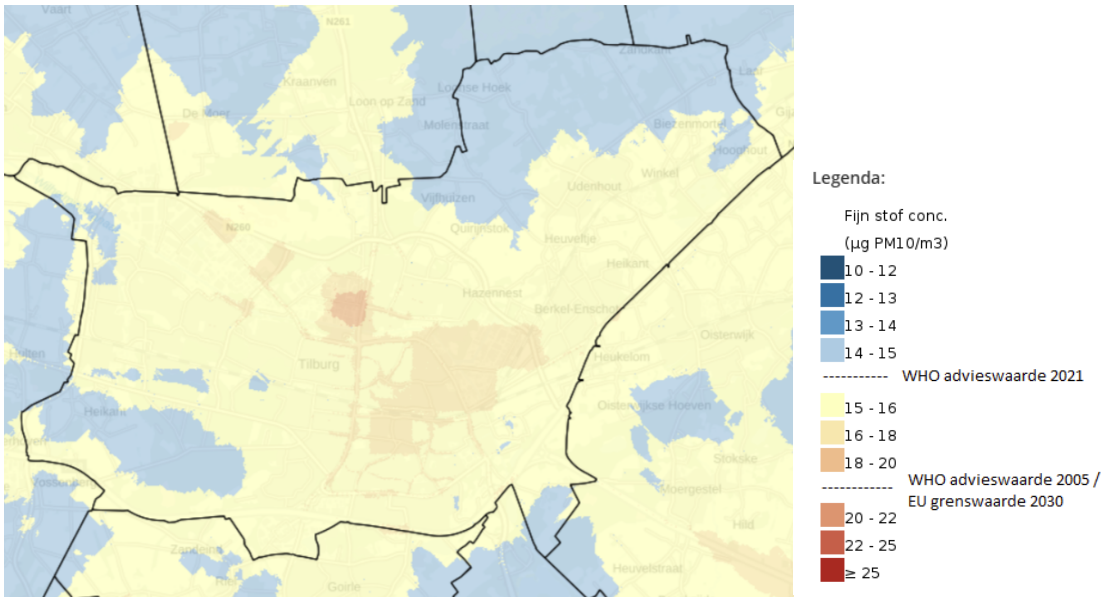
Figuur 7.3 geeft de gemiddelde jaarconcentratie van PM2,5 in Tilburg in 2023 weer. De jaargemiddelde concentratie is in de hele gemeente lager dan 15 µg/m³. Hiermee wordt de huidige EU-waarde van 25 µg/m³ niet overschreden. De toekomstige EU-waarde voor PM2,5 van 10 µg/m³ wordt in een groot gedeelte van de gemeente wel gehaald, maar nog niet overal. Dit geldt met name voor bedrijventerrein Kraaiven.



Figuur 7.3 Concentratie van fijnstof (PM2,5) in gemeente Tilburg (2023). Bron: RIVM, 2023.

7.3.2.2 Fijnstof - PM10

Figuur 7.4 geeft de jaargemiddelde concentratie van PM10 in Tilburg in 2023 weer. De jaargemiddelde concentratie is in de hele gemeente lager dan 20 µg/m³. Hiermee wordt de huidige EU-waarde van 40 µg/m³ niet overschreden. De toekomstige EU-waarde van 20 µg/m³ wordt ook niet overschreden.



Figuur 7.4 Concentratie van fijnstof (PM10) in gemeente Tilburg (2023). Bron: RIVM, 2023.

7.3.3 Autonome ontwikkeling

De gemeente Tilburg is ondertekenaar van het Schone Lucht Akkoord, waarmee ze inzetten op een betere luchtkwaliteit voor de toekomst. De ontwikkelingen betreffende de verbetering van de luchtkwaliteit, zoals walstroom en duurzame mobiliteit, zijn niet alleen relevant voor stikstofdioxide, maar ook voor fijnstof (PM2,5 en PM10).

Zoals in de paragraaf over stikstofdioxide beschreven, zijn ook voor het omschrijven van de autonome ontwikkeling van fijnstof (PM2,5 en PM10) de GCN-kaarten van het RIVM van 2030 gebruikt. De kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen. Bij de bepaling van de luchtkwaliteit in een lokale situatie, zoals rond een verkeersweg, wordt de lokale bijdrage van de weg berekend en opgeteld bij de grootschalige concentratie.

7.3.3.1 Fijnstof - PM2,5

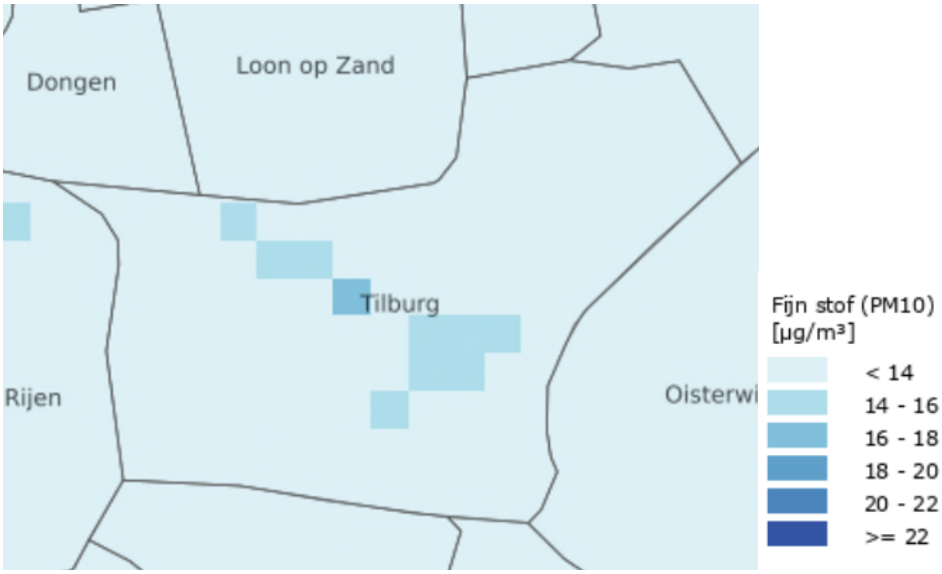
Figuur 7.5 geeft de verwachte jaargemiddelde concentratie van PM2,5 in Tilburg in 2035 weer. In het overgrote gedeelte van de gemeente is de verwachting dat de jaargemiddelde PM2,5-concentratie tussen de 6 en 8 µg/m³ ligt. Dit overschrijdt niet de toekomstige EU-grenswaarde van 10 µg/m³. De WHO-advieswaarde voor PM2,5, de streefwaarde voor het jaar 2050, wordt in 2030 naar verwachting in de gehele gemeente nog niet behaald.



Figuur 7.5 Verwachte concentratie van PM2,5 in gemeente Tilburg (2035). Bron: RIVM, 2024.

7.3.3.2 Fijnstof - PM10

Figuur 7.6 geeft de verwachte jaargemiddelde concentratie van PM10 in Tilburg in 2035 weer. De verwachte jaargemiddelde PM10-concentratie is in de hele gemeente lager dan 20 µg/m³, dus wordt de toekomstige EU-grenswaarde nergens overschreden. De WHO-advieswaarde voor PM10 is 15 µg/m³. In het overgrote gedeelte van de gemeente wordt ook deze waarde behaald; in enkele bebouwde gebieden ligt de PM10-concentratie naar verwachting iets hoger.



Figuur 7.6 Verwachte concentratie van PM10 in gemeente Tilburg (2035). Bron: RIVM, 2024.

8 Groen & natuur

8.1 Algemeen

De warmteoplossingen en -technieken hebben allemaal ruimtelijke consequenties die effect kunnen hebben op het groen van een wijk of buurt, de stadsnatuurkaart2040, beschermde soorten en beschermde gebieden. Het onderdeel natuur is daarmee onder te verdelen in de volgende indicatoren:

- Stadsnatuur
- Beschermde gebieden - Natura2000 inclusief stikstofdepositie
- Beschermde gebieden - Natuurnetwerk Nederland (NNN)
- Beschermde soorten

8.2 Stadsnatuur

8.2.1 Toelichting

De toegepaste warmteoplossingen en -technieken hebben allemaal ruimtelijke consequenties die effect kunnen hebben op de stadsnatuur van een wijk of buurt en de organismen die hiervan afhankelijk zijn. Dit kan per oplossing of techniek verschillen. Om dit op het juiste detailniveau voor dit PlanMER te beoordelen, is er in de NRD voor gekozen om de effecten op de groene structuur van de gemeente te beoordelen. Bij de effectbeschrijving en -beoordeling gaan we op hoofdlijnen in op de volgende indicatoren: *In hoeverre hebben de beoogde warmteoplossingen impact op de groene hoofdstructuur van de* gemeente*?*

8.2.2 Huidige situatie

De gemeente heeft in haar Beheerplan Groen 2023-2026[19] de huidige situatie van het groen in de stad beoordeeld. Het groen in Tilburg bestaat uit bos en natuurgebieden (610 ha), beplanting (213 ha), gras (917 ha), hagen (5,7 ha) en bomen (109.200 stuks). Het overgrote deel van de bomen heeft een goede (24,7%) of voldoende (60,9%) conditie. Het overgrote deel van de bomen heeft een toekomstverwachting (= de verwachte technische levensduur) van 10 tot 15 jaar (38,6%) of meer dan 15 jaar (56,4%).

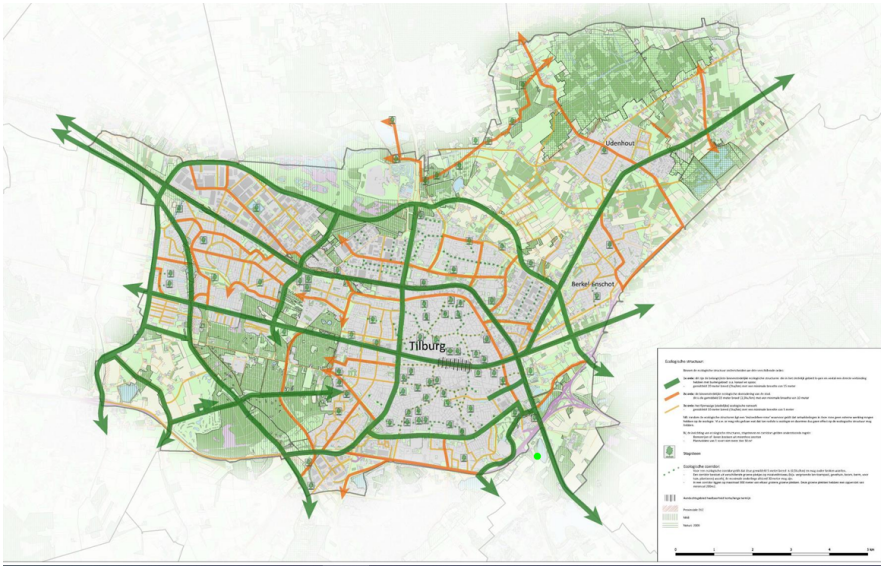
Figuur 8.1 toont de stadsnatuurkaart 2040 van Tilburg. De stadnatuurkaart toont de ambitie voor de realisatie van de groenstructuren in 2040 binnen de gemeente. Onderdeel van de stadsnatuurkaart is het ontsnipperingsplan. Het doel van dit plan is om de barrières in de groenstructuren, zoals wegen, spoorwegen, waterwegen en verlichting weg te nemen. Dit kan bijvoorbeeld door het bouwen van faunatunnels onder de weg door.

Bovendien is er het afwegingskader ‘mag het licht uit?’ ontwikkeld. Dit kader zorgt voor een bewuste omgang met verlichting en streeft ernaar alleen verlichting toe te passen daar waar het echt noodzakelijk is. Als verlichting dan toch noodzakelijk is, dan dient gekozen te worden voor gerichte verlichting, natuurvriendelijke verlichting en/of verlichting met een dimregime.

[19] Beheerplan Groen 2023-2026 Gemeente Tilburg, Arcadis, 10 juni 2022.

Natuurinclusief bouwen is een andere belangrijke pijler binnen de gemeente. Gebouwen en andere bouwwerken dienen, waar mogelijk, natuurinclusief gebouwd te worden en door een gemeentelijke ecoloog getoetst aan het puntensysteem voor natuurinclusief bouwen Tilburg.

Daarnaast zijn er verschillende bomen in Tilburg die beschermd worden door middel van een monumentale status. Deze zijn te vinden op de digitale bomenkaart van de gemeente Tilburg.



Figuur 8.1 Stadsnatuurkaart 2040 van Tilburg. Bron: Beheerplan Groen 2023-2026.



8.2.3 Autonome ontwikkeling

In het groenbeleidsplan van de gemeente worden verschillende ambities voor het groen genoemd. Tilburg streeft ernaar om een kwalitatief hoogwaardige groenstructuur duurzaam te ontwikkelen en deze veilig te stellen binnen de stedelijke context. In het Beheerplan Groen (Arcadis, 2022) worden hiervoor vier uitgangspunten benoemd:

- Versterken van de groene structuren, zodat de samenhang in Tilburg wordt vergroot en de belangrijkste cultuurhistorische elementen bewaard en/of versterkt worden
- Ruimte voor natuur en ecologie, om bewoners te kunnen laten genieten van de natuur en bij te dragen aan de doelstellingen voor biodiversiteit; Verhogen van de kwaliteit: Tilburg moet een groenkwaliteit bezitten die door mensen en bedrijven wordt gewaardeerd, met een betere samenhang tussen groen en cultureel erfgoed. Een goede onderhoudskwaliteit van het openbare groen wordt als kwaliteit belangrijk gevonden door bewoners
- Behoud van het eigen karakter van de buurten, wijken, dorpen, linten en landschapselementen, met een herkenbare Tilburgse groenstructuur
- Integrale aanpak, waarbij het groen verbonden is met andere thema's in de stedelijke omgeving, zoals verkeer, milieu, recreatie, inrichting van de stad etc

Het beheer van het groen wordt uitgevoerd op dagelijks, kort cyclisch of lang cyclisch onderhoud waarvan de kwaliteit vastgelegd wordt door kwaliteitscontroles. Door middel van het bestaande

beheer wordt de kwaliteit van het groen en de biodiversiteit in de volgende buurten onderhouden en vergroot: centrum gebied, sociaal cultureel gebied, winkelgebied, woongebied, stedelijk groen gebied, werkgebied, natuurgebied en buitengebied (Arcadis, 2022).

8.3 Beschermde gebieden – Natura 2000

8.3.1 Toelichting

Natura 2000 is het samenhangende netwerk van beschermde natuurgebieden in de Europese Unie, bestaande uit Vogel- en Habitatrichtlijngebieden. Landen wijzen beschermingszones aan en stellen een beheerplan op om de natuurwaarden in deze natuurgebieden te behouden, te vergroten of te verbeteren. De Europese afspraken zijn in Nederland vastgelegd in de Omgevingswet. In Nederland gaat het om ruim 160 gebieden, waarvan drie gebieden binnen 3 km van de gemeente Tilburg liggen. Het gaat om:

- Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen
- Kampina & Oisterwijkse Vennen
- Regte Heide & Riels Laag



Figuur 8.2 Natura 2000-gebieden in de omgeving van Tilburg, met 1) Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen; 2) Kampina & Oisterwijkse Vennen en 3) Regte Heide & Riels laag. Bron: Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

8.3.2 Huidige situatie

De relevante Natura 2000-gebieden worden hieronder verder toegelicht. Daarbij wordt stilgestaan bij de kwaliteiten van het gebied, de redenen van aanwijzing als Natura 2000-gebied en de instandhoudingsdoelen. De invloed van stikstofdepositie wordt in paragraaf 8.4 omschreven. Stikstofdepositie vormt een belangrijk thema voor Natura 2000-gebieden. Vanwege de verzurende of vermestende invloed van stikstofdepositie kan een habitat significant worden aangetast.

Voor alle drie Natura 2000-gebieden zijn beheerplannen opgesteld en vastgesteld in 2017. Een beheerplan wordt opgesteld voor een periode van zes jaar. In elk beheerplan is een uitvoeringsprogramma opgenomen met verschillende maatregelen om de natuur binnen het desbetreffende Natura 2000-gebied te verbeteren. Het gaat om maatregelen met betrekking tot (aanvullend) beheer (zoals maaien en plaggen), hydrologie (zoals baggeren of dempen van greppels) en inrichting (zoals uitvoeren beekherstel en realisatie vispassage) en onderzoek. De effecten van de maatregelen op de instandhoudingsdoelstellingen zijn geëvalueerd in natuurdoelanalyses behorende bij de drie gebieden. Een groot deel van de maatregelen is volgens de natuurdoelanalyses van de drie gebieden inmiddels uitgevoerd. Voor veel instandhoudingsdoelstellingen worden de instandhoudingsdoelstellingen niet gehaald met de huidige set aan maatregelen en zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk.
De natuurbeheerplannen en natuurdoelanalyses (NDA) zijn gebruikt voor de omschrijving van de huidige situatie van de drie Natura 2000-gebieden.

1. Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen

Het Natura 2000-gebied Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen ligt in de gemeenten Haaren, Heusden, Loon op Zand, Tilburg en Waalwijk. Het gebied heeft een oppervlakte van bijna 4.000 hectare. De Loonse en Drunense Duinen is een groot stuifzandgebied. In dit gebied zijn dikke pakketten dekzand afgezet. Deze dekzanden zijn in de loop der tijd begroeid geraakt met bos, maar door houtkap en overbeweiding kon het zand weer gaan stuiven en ontstonden de huidige Loonse en Drunense duinen. Het stuifzandgebied wordt omringd door uitgestrekte naald- en eikenbossen die aan de zuidkant aansluiten op de Brand, een beekdal met alluviale bossen, moeras en vennen. Enkele kilometers ten zuiden van het gebied liggen geïsoleerd de Leemkuilen. Dit gebied bevat vele gegraven plassen, omgeven door moerasbos.

De kernopgaven voor Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen zijn:

- Herstel kwaliteit en vergroting areaal vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)
- Stuifzandlandschappen: vergroting areaal gevarieerde zandverstuivingen H2330 met overgangen naar droge heiden en open bossen

Er zijn diverse knelpunten in het gebied die de gunstige instandhouding van de habitats en soorten schaden of in de weg staan. Dit betreft onder andere verdroging, versnippering, onvoldoende verstuiving, verdrukking van bodem en vegetatie door een hoge recreatiedruk, vermesting en verruiging en de aanwezigheid van invasieve exoten.. Voor de drijvende waterweegbree is de waterkwaliteit niet voldoende.
Voor drijvende waterweegbree en kamsalamander vindt er versnelde successie en verruiging plaats waardoor groeiplaatsen en voortplantingswateren ongeschikt raken. De habitats betreffen een klein oppervlak met een geïsoleerde ligging en versnippering. Voor beiden soorten geldt dat de aanwezigheid en dominantie van invasieve exoten een knelpunt vormen binnen de geschikte wateren. Daarnaast geldt voor kamsalamander dat de aanwezigheid van vissen een negatieve invloed heeft op de geschiktheid van voortplantingswateren. Ook vindt er eutrofiëring door bladval plaats.

2. Kampina & Oisterwijkse Vennen

Het Natura 2000-gebied Kampina & Oisterwijkse Vennen ligt ten oosten van gemeente Tilburg en is 2280 hectare. Kampina en de naastgelegen Oisterwijkse vennen en bossen vormen samen een voorbeeld van het licht glooiende Brabants dekzandlandschap, met U-vormige paraboolduinen, met bossen, vennen, heide en overgangen naar schraalgraslanden in beekdalen. Kampina is een restant van het halfnatuurlijke Kempense heidelandschap, met droge en vochtige heidevegetaties, akkertjes, een meanderend riviertje, voedselarme vennen en blauwgraslanden. In de oeverzones van de vennen komt nog hoogveenvorming voor, in het zuiden liggen dopheidevelden. In het stroomdal van de vrij meanderende Beerze staan hoge populieren, elzenbroek, vochtige heide met gagelstruweel en blauwgraslanden. De vennen in het gebied zijn vaak langgerekt in zuidwest-noordoostelijke richting, de dominerende windrichting van de laatste ijstijd, toen dit landschap grotendeels werd gevormd. Vennen die in het gebied aanwezig zijn betreffen doorstroomvennen (o.a. de Centrale Vennen in de Oisterwijkse Bossen), geïsoleerde zure vennen, en vennen in beekdalflanken die (van oorsprong) onder invloed staan van inundatie met beekwater. De vennen in de Oisterwijkse bossen zijn merendeels ontstaan als uitgestoven laagten in een stuifzandlandschap, waar veentjes in ontstonden. Door vervening is hierin sinds de Middeleeuwen weer open water ontstaan. In het gebied zijn reeds in 1950 de eerste herstelmaatregelen in de vennen uitgevoerd.

De kernopgaven voor Kampina & Oisterwijkse Vennen zijn:

- Herstel en duurzaam behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden
- Kwaliteitsverbetering (ook latere successiestadia) van zwakgebufferde vennen mede als habitat voor gevlekte witsnuitlibel;
- Kwaliteitsverbetering van zure vennen
- Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden, pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve hoogvenen (heideveentjes)
- Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding blauwgraslanden in kansrijke situaties (op schrale leemhoudende zandgronden)

Er zijn verschillende knelpunten in het gebied. Op hoofdlijnen bestaan deze uit een geïsoleerde ligging van habitats en leefgebieden, aanwezigheid van recreatie, de beperkte aanvoer van bufferende stoffen waardoor verzuring op kan treden, verruiging en verlanding van wateren, de aanwezigheid van invasieve exoten en plaagsoorten zoals watercrassula en de Canadese gans en verdroging van het gebied. Het is van belang om deze ontwikkelingen te volgen, de effecten te onderzoeken en een gecoördineerde bestrijding uit te voeren, vooral in de beginfase, om de problematiek succesvol te beheersen. Als dit niet lukt, kunnen bepaalde soorten of doeltypen beïnvloed worden.

3. Regte Heide & Riels Laag

Het Natura 2000-gebied Regte Heide & Riels Laag is 540 hectare groot en ligt in de gemeente Goirle, ten zuiden van Tilburg. De Regte Heide en Riels Laag liggen tussen de beken Lei en Roppelsche Leij, waarvan de laatste buiten de begrenzing valt. Het gebied is te verdelen in de

beekdalen en het daar buiten gelegen licht golvende dekzandlandschap waarin hier en daar lage duingebiedjes voorkomen. Het gebied bestaat uit droge en vochtige heide, moerassige laagten, zure en zwakgebufferde vennen en loof- en naaldbossen.

De kernopgaven voor Regte Heide & Riels Laag zijn:

- Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden H4010 en pioniervegetaties met snavelbiezen
- Vergroting areaal stuifzandheiden met struikhei, droge heiden én verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos, mede t.b.v. vogelsoorten
- Er zijn verschillende knelpunten in het gebied. Op hoofdlijnen zijn deze invloeden van stikstofdepositie, zoals verzuring, vermesting en verbossing, een onvoldoende waterkwaliteit, de geïsoleerde ligging van habitats en leefgebieden, verdroging, aanwezigheid van recreatie en invasieve exoten. Klimaatverandering en verdroging vormen knelpunten voor de optimalisatie van hydrologische systemen. Geschikte locaties voor uitbreiding en connectiviteit zijn ook knelpunten voor de uitbreiding van habitattypen

8.3.3 Autonome ontwikkeling

1. Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen

Uit de NDA blijkt dat verslechtering voor alle habitattypen en habitatsoorten (behoudens de Kamsalamander) niet valt uit te sluiten. Voor de Kamsalamander geldt dat de doelstelling nog niet is behaald, maar wel verwacht op langere termijn met aanvullende, effectieve bron- en/of herstelmaatregelen

2. Kampina & Oisterwijkse Vennen

Uit de NDA blijkt dat verslechtering voor alle habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen, niet valt uit te sluiten. Wat betreft de habitatsoorten geldt dat voor vijf van de negen aanwezige soorten verslechtering niet valt uit te sluiten. Voor de Gestreepte waterroofkever en Drijvende waterweegbree geldt dat de instandhoudingsdoelen nog niet zijn behaald en dat daar ook nog geen zicht op is, omdat de zekerheid over effectiviteit van aanvullende maatregelen ontbreekt. Voor de Kamsalamander geldt dat de instandhoudingsdoelen nog niet zijn behaald, maar wel verwacht op langere termijn met aanvullende maatregelen.

3. Regte Heide & Riels Laag

Uit de NDA blijkt dat verslechtering voor de meeste habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen (behoudens de blauwgraslanden en de overgangs- en trilvenen (trilvenen)), niet valt uit te sluiten. Voor de instandhoudingsdoelen voor de blauwgraslanden en de overgangs- en trilvenen (uit het Wijzigingsbesluit[20]) zijn - gezien de reeds aanwezige soorten en lokale abiotische situatie - potenties voor verbetering kwaliteit en uitbreiding op basis van het huidige beheer aanwezig waarbij de instandhoudingsdoelen behoud oppervlakte en kwaliteit betreft.

[20] N2K134_OWB_Wijzigingsbesluit_aanwezige_waarden_Regte_Heide_en_Riels_Laag.pdf

8.4 Stikstofdepositie op Natura2000 gebieden

8.4.1 Toelichting

Door de verzurende of vermestende invloed van stikstofdepositie kan een habitat significant worden aangetast. Elk habitattype kent daarom een Kritische Depositiewaarde (KDW). De KDW is de grens waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van een habitat aangetast wordt. Een habitattype wordt als stikstofgevoelig aangemerkt wanneer de KDW lager is dan 2.400 mol per hectare per jaar. Wanneer de daadwerkelijke stikstofdepositie hoger is dan de KDW wordt gesproken over overbelasting door stikstof.

8.4.2 Huidige situatie

In elk beheerplan is een uitvoeringsprogramma opgenomen met verschillende maatregelen om de effecten van stikstofdepositie op de natuur tegen te gaan en de buffercapaciteit van de natuur te verbeteren. Het gaat om maatregelen met betrekking tot (aanvullend) beheer (zoals maaien en plaggen), hydrologie (zoals baggeren of verbeteren van waterkwaliteit) en inrichting (zoals uitvoeren beekherstel) en onderzoek. Een groot deel van de maatregelen is volgens de natuurdoelanalyses inmiddels uitgevoerd. Echter, zoals in de vorige paragraaf ook al omschreven, blijft stikstofdepositie een probleem binnen de drie Natura 2000-gebieden.

8.4.3 Autonome ontwikkeling

Knelpunten zoals onvoldoende waterkwaliteit, verdroging, vermesting en verzuring, zijn zorgelijk voor de kwaliteit van de bestaande Natura 2000-gebieden en worden naar verwachting versterkt door klimaatverandering. De stikstofdepositie neemt richting 2030 af in de drie Natura 2000-gebieden (AERIUS Monitor (M23). Echter geldt voor alle drie de gebieden dat het overgrote areaal overbelasting van stikstof kent. Voor de drie Natura 2000-gebieden zijn aanvullende maatregelen nodig.

8.5 Beschermde gebieden – Natuurnetwerk Nederland (NNN)

8.5.1 Toelichting

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN) is een netwerk van beschermde natuurgebieden in Nederland. Het netwerk helpt te voorkomen dat planten en dieren in geïsoleerde gebieden uitsterven en dat natuurgebieden hun waarde verliezen. Het kan worden gezien als de ruggengraat van de Nederlandse natuur. Vanaf 2014 zijn provincies verantwoordelijk voor de begrenzing en de ontwikkeling van dit natuurwerk. Het NNN bestaat uit de Natura 2000-gebieden, aangevuld met gebieden daarbuiten, zoals belangrijke weidevogelleefgebieden en natuur- en bosgebieden. De gebieden worden onderling verbonden door ecologische verbindingszones. Het Natuurnetwerk Nederland heet in Noord-Brabant het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Het gaat bij deze indicator om gebieden binnen het Natuurnetwerk Brabant (NNB) die buiten Natura 2000-gebieden vallen. Er wordt gekeken naar de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNB in Tilburg.

8.5.2 Huidige situatie

Figuur 8.3 tonen de NNB-gebieden in de gemeente Tilburg. Als een van de weinige provincies in Nederland geldt in Noord-Brabant ook dat er getoetst moet worden aan ontwikkelingen die in de

nabijheid, maar buiten de NNN-begrenzing plaatsvinden. Er zijn verschillende typen gebieden binnen de gemeente, met name droog bos met productie, dennen-, eiken- en beukenbos, haagbeuken- en essenbos én kruiden- en faunarijk grasland. Sinds de start van de provinciale meetnetten neemt de biodiversiteit in bossen af (BrabantInZicht, 2023). De broedvogels en de planten schommelen rondom een vergelijkbare waarde als in 1995, maar de dagvlinders zijn sterk achteruitgegaan. Dagvlinders hebben zonnige open plekken met veel bloeiende kruiden in het bos nodig die in de Brabantse bossen niet veel meer aanwezig zijn. Dit komt onder andere door de hoge stikstofdepositie waardoor de bossen dichtgroeien met bramen en varens.



Figuur 8.3 Natuur Netwerk Nederland in gemeente Tilburg.

8.5.3 Autonome ontwikkeling

De verwachting is dat bestaande NNB-gebieden in de gemeente Tilburg net als elders in Noord-Brabant verder worden ingericht en beheerd. Ook wordt de samenhang tussen de NNB-gebieden verder versterkt door realisatie van ecologische verbindingen. Doel van de provincie Noord-Brabant is om in 2027 alle ontbrekende verbindingen in het netwerk te hebben gedicht met nieuwe natuur. Dan moet er een robuust netwerk liggen dat zoveel mogelijk op een natuurlijke wijze functioneert en klimaatbestendig is. Knelpunten, zoals onvoldoende waterkwaliteit, verdroging, vermesting en verzuring, zijn echter zorgelijk en worden naar verwachting nog versterkt door klimaatverandering. De knelpunten worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door hydrologische factoren en een te hoge stikstofdepositie. Deze knelpunten spelen mogelijk ook in Tilburg waardoor het aantal en de diversiteit aan natuurwaarden mogelijk aangetast worden of zelfs afnemen.

8.6 Beschermde soorten

8.6.1 Toelichting

Bij deze indicator binnen het thema natuur worden de effecten op beschermde soorten beoordeeld. Hiervoor is gekeken naar de in Tilburg aanwezige beschermde en algemene soorten.

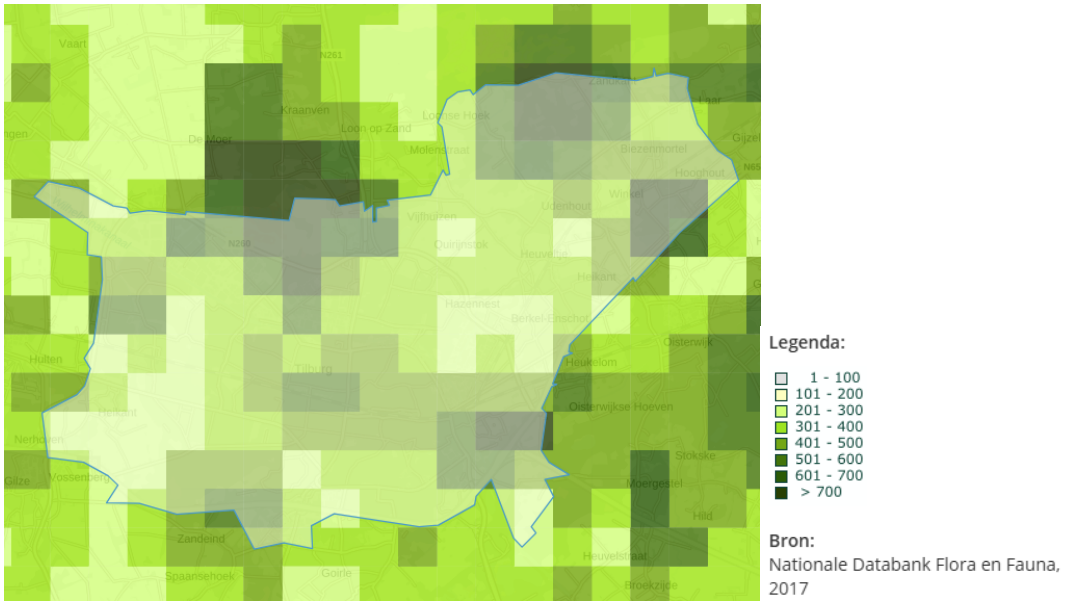
De warmteoplossingen en -technieken kunnen effecten hebben zoals bij het isoleren van gebouwen waarbij verblijfplaatsen van vleermuizen of vogels verloren gaan maar ook door beslag op groen waardoor het leefgebied kleiner wordt. Natuurinclusief bouwen biedt weer kansen voor (beschermde) soorten.

8.6.2 Huidige situatie

De achteruitgang van biodiversiteit is samen met klimaatverandering één van de meest dringende problemen van de huidige tijd. Verschillende knelpunten dragen bij aan de achteruitgang van de biodiversiteit. Verarming, vermesting, verzuring en verdroging van de bodem, verstoring door recreatie en versnippering van leefgebieden hebben een negatieve invloed op de leefomstandigheden van verschillende soorten.

Figuur 8.4 toont de geschatte soortendiversiteit per vierkante kilometer in klassen voor de gemeente Tilburg. De belangrijkste en best onderzochte soortgroepen zijn hierin opgenomen: vaatplanten, amfibieën, reptielen, vissen, libellen, dagvlinders, vleermuizen, grondgebonden zoogdieren en vogels. Hoe donkerder de kleur, hoe hoger het aantal (te verwachten) soorten. Hoe meer soorten planten en dieren ergens voorkomen, hoe hoger de biodiversiteit er is.

Zoals op de kaart te zien is, is de soortendiversiteit in Tilburg relatief laag. Dit is vooral te zien op plekken met landbouw en in het stedelijk gebied. In en rondom de natuurgebieden is de soortendiversiteit daarentegen hoger. Deze informatie is afkomstig uit een database van waarnemingen, waardoor de werkelijkheid mogelijk enigszins kan afwijken met de data.



Figuur 8.4 Soortendiversiteit in gemeente Tilburg.

De gemeente Tilburg heeft in 2024 de beleidsnota biodiversiteit[21] geactualiseerd. In de beleidsnota laten ze zien waar ze in de gemeente nu staan. Hieronder wordt de situatie omschreven:

Amfibieën & reptielen
Door aanleg van poelen is het leefgebied van amfibieën in Pauwels en Stadsbos013 voorzichtig toegenomen. Ook zijn knoflookpad en boomkikker opnieuw geïntroduceerd in Stadsbos013. Met reptielen gaat het niet goed. Belangrijkste oorzaken van achteruitgang van deze soortgroep is het verlies aan landbiotoop, verzuring en vermesting van poelen en vennen, versnippering en verdroging.

Dagvlinders
Sinds 1992 zijn de aantallen vlinders met meer dan 50% afgenomen. Veel dagvlinders staan op de Rode Lijst van bedreigde dagvlinders. Belangrijkste oorzaken zijn het verdwijnen van leefgebieden, door o.a. het verlies van kruidenrijk grasland, maar ook klimaatverandering. Bijzondere soorten in Tilburg zijn de bruine eikenpage en de iepenpage.

Libellen
De trend is stabiel. Libellen profiteren mee van de aanleg van poelen voor amfibieën en reptielen.

Vaatplanten
De afgelopen periode neemt het aantal bedreigde soorten vaatplanten weer toe. Onder andere afname van leefgebied, intensief beheer en de uitstoot van milieubelastende stoffen hebben hieraan bijgedragen. Een bijzondere biotopen is bijv. de Piushaven (muurplanten).

Zoetwatervissen
De afgelopen jaren gaat het slechter met de zoetwatervissen. Het gaat hier vooral om soorten die schoon water, vaak met waterplanten erin, nodig hebben. Ondanks de verbetering in de biologische kwaliteit voldoen veel wateren nog niet aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water. Ook droogte en warmte spelen een rol in de achteruitgang.

Broedvogels
De akker- en weidevogels gaan achteruit. Bosvogels nemen toe en stadsvogels lijken stabiel. In de toe- of afname van vogelsoorten is een weerspiegeling te zien van veranderingen in de leefomgevingen van soorten, zoals waterkwaliteitsverbetering, het ouder worden van bossen en het steeds intensiever gebruik van het landelijk gebied. Ons SMP heeft een positief effect op stadsvogels.

Grondgebonden zoogdieren
De trend is gemiddeld genomen stabiel geworden. Het konijn is de grote verliezer. Twee nieuwe soorten in onze gemeente zijn de bever en de boommarter. Deze laatste soort heeft geprofiteerd

[21] Beleidsnota biodiversiteit 2024, gemeente Tilburg, afdeling ruimte, mei 2024.

van het meer toepassen van ecologisch beheer in onze bossen. Ontsnippering is voor veel zoogdieren een belangrijk oorzaak voor achteruitgang.

Vleermuizen
Het lijkt erop dat het heel voorzichtig weer iets beter met enkele vleermuissoorten gaat. Mogelijk komt dit door intensivering van beschermingsmaatregelen en het ouder worden van bossen. Isolatie geeft een grote druk op de verblijven van vleermuizen in spouwmuren.

Wilde bijen
De populaties van wilde bijen zijn drastisch afgenomen (> 80%). Oorzaken zijn de achteruitgang van bloeiende planten, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, schaalvergroting, intensivering van de landbouw en de aanwezigheid van exoten.

Paddenstoelen
Veel bospaddenstoelen zijn in de jaren 70 en 80 achteruitgegaan. Oorzaken zijn hoge niveaus van stikstofdepositie afkomstig van landbouw en verkeer. Bodembewonende saprotrofe (= eten van dood organisch materiaal) soorten en houtpaddenstoelen gaan licht vooruit. Het ouder (en dichter) worden van de bossen en het veranderde beheer is voordelig voor deze groep paddenstoelen. Ook neemt het aandeel loofbomen toe en blijft er meer dood hout liggen.

Invasieve exoten
Invasieve exoten zijn veelal door mensen geïntroduceerd (bewust en onbewust). Door klimaatverandering overleven steeds meer van deze soorten. Voorbeelden van exoten in onze gemeente zijn de pallas eekhoorn, de halsbandparkiet, de Siberische grondeekhoorn, de Japanse duizendknoop, de knolcyperus en de Canadese waterpest. Exoten zijn schadelijk voor flora en fauna.

Soortenmanagementplan van Tilburg
Bij de isolatie en renovatie van gebouwen is het van belang dat verblijfplaatsen van gebouwbewonende soorten, zoals vleermuizen en vogels, behouden blijven of tijdig worden gecompenseerd. Het Soorten Managementplan (SMP) van Tilburg (2022) bevat maatregelen die erop moeten toezien dat bij het uitvoeren van werkzaamheden in de gemeente Tilburg rekening wordt gehouden met beschermde soorten in het kader van natuurwetgeving. Het SMP heeft betrekking op huismus, gierzwaluw, gewone-, ruige en kleine dwergvleermuis, laatvlieger en gewone grootoorvleermuis.

8.6.3 Autonome ontwikkeling
Klimaatverandering heeft een negatieve impact op de biodiversiteit en dit neemt naar waarschijnlijkheid toe. Ook de impact van verstedelijking heeft negatieve gevolgen indien er geen gebruik wordt gemaakt van natuurinclusief bouwen. De gemeente Tilburg omschrijft in haar beleidsnota biodiversiteit dat ze als doel het behoud en herstel van biodiversiteit heeft. De gemeente richt zich op wat ze concreet in de eigen gemeente kunnen doen aan de hand van vijf thema's:

1. Voldoende leefgebieden en verbindingen
2. Ecologisch beheren voor betere leefgebieden
3. Basiskwaliteit voor natuur als uitgangspunt
4. Zicht hebben op de stand van de natuur
5. Kennis krijgen en delen

Het opgestelde beleid en natuurinclusieve maatregelen kunnen bijdragen aan de omvang van de biodiversiteit en de daarmee samenhangende gezonde ecosystemen.

9 Ruimtelijke kwaliteit

9.1 Algemeen

De toegepaste warmteoplossingen en -technieken hebben allemaal een bepaald ruimtebeslag of ruimtelijke consequentie. Door hun ruimtebeslag kunnen de verschillende technieken een effect hebben op de ruimtelijke kwaliteit in de verschillende wijken en buurten.

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen voor deze indicator. Hierbij wordt ingegaan op wijktypologieën die worden gehanteerd bij de effectbeoordeling.

9.2 Zichtbaarheid en beleving

9.2.1 Toelichting

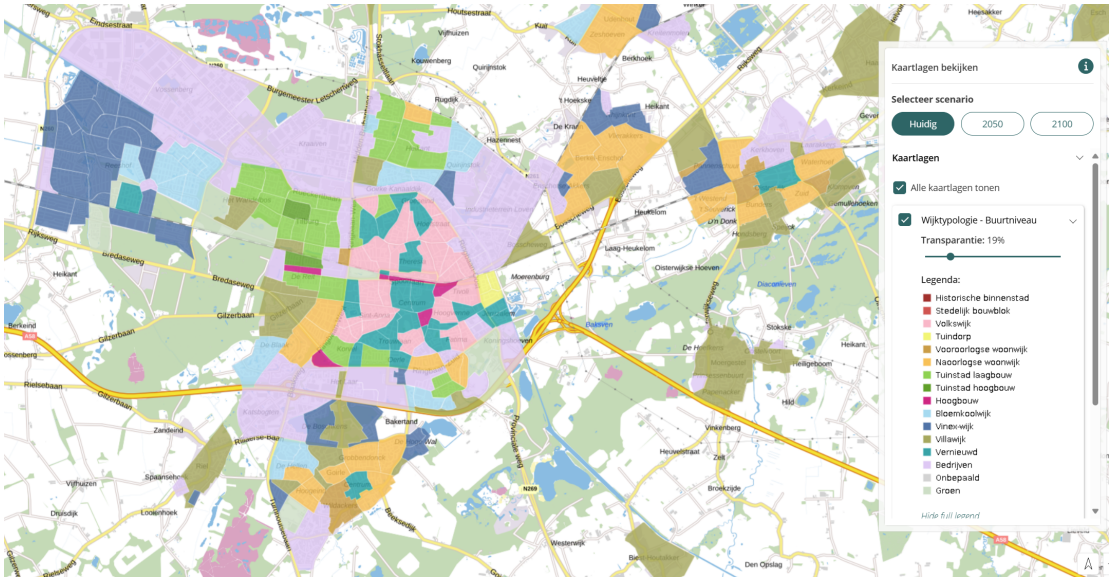
De toegepaste warmteoplossingen en -technieken hebben allemaal ruimtelijke consequenties die effect kunnen hebben op de ruimtelijke kwaliteit van een buurt. Dit kan per oplossing of techniek verschillen. In hoeverre dit van invloed is op de ruimtelijke kwaliteit zal per wijktype verschillen. Bij de effectbeschrijving en -beoordeling gaan we op hoofdlijnen in op de volgende indicatoren:

- In hoeverre zorgen de beoogde warmteoplossingen voor verrommeling van de buitenruimte in het betreffende wijktype?
- Zijn er mogelijkheden voor combinatie met andere functies/meervoudig ruimtegebruik in het betreffende wijktype?

9.2.2 Huidige situatie

De effecten van de warmteoplossingen- en technieken op de ruimtelijke kwaliteit worden per wijktype beoordeeld aan de hand van de ruimtelijke beleving van het alternatief. Hierbij worden in dit planMER de volgende wijktypen beschouwd: volkswijk, tuindorp, vooroorlogse woonwijken, naoorlogse woonwijk, tuinstad laagbouw, tuinstad hoogbouw, hoogbouw, bloemkoolwijk, vinex-wijk, villawijk en vernieuwde wijk, bedrijven en groen. Deze wijktypen zijn gebaseerd op de wijktypologieën van het CBS, zoals deze worden weergegeven in de klimaateffectatlas. Deze wijktypologieën zijn in kaart gebracht voor de gemeente Tilburg en geprojecteerd op de clusters die worden gebruikt voor de tech-economische analyse (zie Figuur 9.1). Andere gebiedstypen die in de wijktypologie van het CBS voorkomen (historische binnenstad en stedelijk bouwblok) zijn in de buurten van Tilburg niet dominant ; deze wijktypes komen niet voor op de kaart. Daarom

worden deze in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Ook worden ‘groen’ en ‘onbepaald’ voor deze vraag buiten beschouwing gelaten.



Figuur 9.1 Kaart wijktypologieën in de gemeente Tilburg

Hierna volgt een korte omschrijving van de verschillende wijktypen, een representatief straatbeeld uit de gemeente Tilburg, en een beschrijving van een representatieve wijk in Tilburg.

Volkswijk

Een volksbuurt is van oudsher een buurt waar een arbeidersbevolking veelal bestaand uit dagloners woonde. Opvallend aan dit wijktype zijn de relatief smalle straten met eengezinswoningen van twee of drie verdiepingen. De huizen hebben geen voortuin en er is heel weinig gemeentelijk groen. De achtertuinen zijn ondiep met veel verstening. Er zijn geen bomen in deze straten. Als ze er wel zijn, zijn ze klein en in slechte conditie. De auto speelt een grote rol omdat er aan beide kanten van de straat wordt geparkeerd.



Figuur 9.2: Straatbeeld Volkswijk, Dennenstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een volkswijk in Tilburg is de Noordhoek. De structuur is compact en dicht bebouwd. Van oorsprong bestaat het gebied uit veel kleine arbeiderswoningen. De wijk ligt tussen de oude uitvalswegen en het spoor en kenmerkt zich door een aaneenschakeling van gebouwen met een hoge diversiteit en perceelsvorm.

Tuindorp

Tuindorpen zijn volkswoningbouwbuurten uit de eerste helft van de twintigste eeuw met rijen aangebouwde woningen in een hiërarchische stedenbouwkundige opzet. De bebouwing van deze gebieden bestaat voor het overgrote deel uit in lengte variërende rijen eengezinswoningen. Opvallend aan dit wijktype zijn de eengezinswoningen in de jaren 30-stijl. Ze hebben twee tot drie verdiepingen en ruime voor- en achtertuinen. Hierdoor is openbaar groen in de straten vaak beperkt. Er zijn zowel bredere straten te vinden met relatief veel openbaar groen, als smallere straten waar de ruimte beperkt is. Vaak zijn er ook parkeerplaatsen langs de rijbaan.



Figuur 9.3 Straatbeeld Tuindorp, Heile Schoorstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een tuindorp in Tilburg is de buurt Armhoef Noord-Oost. Deze buurt bestaat vrijwel volledig uit jaren 30 woningen. In bijna alle straten wordt er dubbelzijdig geparkeerd. De straten ogen groen door de aanwezigheid van ruime voortuinen en in de meest straten ook straatbomen.

Vooroorlogse woonwijk

De vooroorlogse woonwijk bestaat uit bebouwing van verschillende perioden, vooral van voor 1945. In veel Nederlandse dorpen bestaat de kern uit historische boerderijen en kerk- of handelsgebouwen. De ruimte ertussen is in de loop van de jaren met bebouwing gevuld. Ook is er langs de aansluitingswegen tussen steden en het omliggende platteland lintbebouwing ontstaan met afwisselend historische bebouwing en nieuwe gebouwen.



Figuur 9.4 Straatbeeld Vooroorlogse woonwijk, Cornelius Wittestraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een vooroorlogse buurt in Tilburg is Bokhamer. De Bokhamer heeft een zeer divers straatbeeld. Er bevinden zich oude boerderijen maar ook bungalows en een moskee, op enkele open plekken bevinden zich zelfs kleine weilandjes

Naoorlogse woonwijk
Naoorlogse woonwijken zijn wijken die zijn gevormd tijdens de periode van wederopbouw vlak na de Tweede Wereldoorlog. Opvallend aan dit wijktype zijn de eengezinswoningen van twee of drie verdiepingen, met zowel een voor- als achtertuin. Dit zijn rijtjeswoningen of twee-onder-een-kapwoningen. De straten zijn relatief breed, vaak met veel verharding voor parkeerruimte. De voortuinen zijn vaak ook verhard, waardoor het huidige percentage groen beperkt is. Meestal zijn de straten en wijken ingeklemd tussen bestaande bebouwing en bij de aanleg is er weinig ruimte gecreëerd voor openbaar groen.



Figuur 9.5 Straatbeeld naoorlogse woonwijk, Groen van Prinstererstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een naoorlogse buurt in Tilburg is de Staatsliedenbuurt West in de wijk Zorgvlied. Deze buurt wordt gekenmerkt door jaren-50 woningen. De woningen zijn vooral gericht op gezinshuishoudens. Door het gebrek aan voortuinen oogt de wijk erg versteend.

Tuinstad laagbouw
Dit wijktype werd in de periode 1945-1960 toegepast in Nederland. Opvallend aan dit wijktype zijn de open bouwblokken van twee tot drie verdiepingen met veel ruimte voor groen. De eengezinswoningen hebben vaak een eigen tuin en daarnaast is er half-openbaar groen binnen de open bouwblokken. Het half-openbare groen bestaat vooral uit een grasveld met soms een enkele boom. De wegen tussen de bouwblokken bevatten vaak een enkele rij bomen of een groenstrook.



Figuur 9.6 Straatbeeld Tuinstad laagbouw, Sinopelstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van tuinstad laagbouw in Tilburg is de wijk Wandelbos. De eengezinswoningen in deze buurt bestaan vooral uit rijtjeswoningen met een eigen voor- en achtertuin. Er is relatief veel openbaar groen aanwezig in deze buurt in de vorm van perken en groenstroken (voornamelijk in de ontsluitingswegen met brede profielen) en parkjes tussen de woonerven.

Tuinstad hoogbouw

Dit wijktype werd in de periode 1950-1965 toegepast in Nederland. Opvallend aan dit wijktype zijn de open bouwblokken van vier tot tien verdiepingen met veel open ruimte tussen de blokken. Door bouwblokken met veel verdiepingen te bouwen, is geprobeerd om in een beperkte ruimte veel woningen te creëren, met ‘licht, lucht en ruimte’ binnen de woningen en in de straten. In deze wijken vind je vaak veel van dezelfde woningen die relatief klein en goedkoop zijn. De appartementen hebben geen eigen tuin. De buitenruimte is op een vrije manier ingericht. De ruimte rond de gebouwen heeft soms tuinen, soms semiopenbare tuin, maar is meestal openbaar. In die ruimte is veel vrijheid in hoe parkeren, groen, verblijfsruimten en andere functies worden ingedeeld. Omdat elke ingang van de hoogbouw toegang biedt aan heel veel appartementen en omdat op de begane grond de bewoners hun berging hebben, kun je vanuit de woningen de straat niet goed zien en is er weinig sociale controle. Groen is een heel belangrijk onderdeel van de structuur van de wijken. Tussen de bouwblokken bevindt zich een groengebied of een parkeerplaats, soms ook een combinatie van die twee.



Figuur 9.7: Straatbeeld Tuinstad hoogbouw, Europalaan (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van tuinstad hoogbouw in Tilburg is de Jagersbuurt West in de wijk het Zand. Hier is veel woningbouw te vinden, als repeterende blokken geordend met veel groene ruimte ertussen.

Hoogbouw
Binnen dit wijktype is vooral verspreide bebouwing met minstens zes verdiepingen aanwezig. Het percentage groen is heel beperkt. In deze wijken hebben gebouwen veel verschillende functies: ze kunnen bijvoorbeeld ruimte bieden aan kantoren, appartementen of winkels.



Figuur 9.8: Straatbeeld Hoogbouw, Spoorlaan (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van hoogbouw in Tilburg is de buurt Spoorlaan in de wijk Spoorzone-zuid. Dit is de zone langs het spoor waar enkele hoge gebouwen staan. Veelal zijn dit kantoren maar er bevinden zich ook een aantal woongebouwen.

Bloemkoolwijk

Bloemkoolwijken werden vooral in de periode 1970-1990 in Nederland ontwikkeld. Opvallend aan dit wijktype zijn de kronkelende straten in een gesloten bouwblok. In veel gevallen ligt er een grote verkeersader tussen de wijk en de binnenstad. Over het algemeen wonen er veel forensen in dit wijktype, waardoor de parkeerdruk veelal hoog. Aan de inrichting van de woonerven zie je dat de auto heel belangrijk is. Een bijzondere kwaliteit van deze wijken is de grote hoeveelheid groen die direct tegen de woonerven aan ligt. Veel eengezinswoningen hebben een voor- en een achtertuin. In de hofjes is veel parkeerruimte. In de overgebleven ruimte ligt gras of groeien planten of struiken, wat dit groen erg versnipperd maakt. De verbindingswegen naar de hofjes hebben vaak brede groenstroken, maar de verbindingen tussen woonerven en groen zijn over het algemeen zwak. Woonerven zijn sterk verhard en ze sluiten visueel niet goed aan bij het omliggende groen.



Figuur 9.9 Straatbeeld Bloemkoolwijk, Middelgraaf (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een bloemkoolwijk in de gemeente Tilburg is de wijk de Blaak. De wijk heeft een slingerend straten patroon met veel groen en waterstructuren. In de openbare ruimte zijn veel hagen en bomen te vinden. De erven zelf hebben voor- en achtertuinen die grotendeels ingericht zijn met laag groen. Daarnaast zijn er veel parkeerstroken, parkeerkoffers en doodlopende straten.

VINEX-wijk
Een VINEX-wijk is een type woonwijk dat in Nederland is ontwikkeld na het VINEX-beleid (Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra) uit de jaren 1990. Opvallend aan dit wijktype zijn de verschillende soorten eengezinswoningen in strokenbouw: twee-onder-een-kapwoningen, vrijstaande woningen en appartementen. In deze wijken is in het straatprofiel mogelijk meer ruimte voor groenstroken en bomen. Maar veel brede groenstroken vind je hier niet en bij groen is vaak voor een kleine boomsoort gekozen.

Er is vooral ruimte voor groen en water langs wijken en ontsluitingswegen. Ook is er in veel gevallen een netwerk met oppervlaktewater. De huizen hebben vaak een voortuin en een ruime achtertuin. De straten zijn relatief breed. Er is ruimte voor parkeerplekken en een krappe boomspiegel. Privétuinen zijn relatief veel verhard.



Figuur 9.10: Straatbeeld VINEX-wijk, Megenstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een VINEX-wijk in Tilburg is de buurt de Kievit. De woonbuurten bestaan uit verschillende woningtypen en zijn gebaseerd op de hedendaagse woonwensen: goede bereikbaarheid met de auto, voldoende parkeerplaatsen, eengezinswoning met tuin en herkenbaarheid van eigen buurt en woning. De woonbuurten hebben verschillende parkeeroplossingen, zoals op straat of op eigen terrein.

Villawijk

Een villawijk is een buurt met grote vrijstaande huizen met veel ruimte tussen de woningen en grote tuinen. Er is hier over het algemeen veel groen aanwezig, zowel op privéterrein als in de openbare ruimte. Villawijken liggen buiten het centrum van steden. Je vindt ze ook vaak aan de randen van dorpen.



Figuur 9.11 Straatbeeld Villawijk, Gounodlaan (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een villawijk in Tilburg is de buurt Stokhasselt-Zuid. Er staan hier grote, vaak vrijstaande, woningen met grote tuinen. Er is hier veel ruimte voor gras en bomen in de openbare ruimte. Op de privéterreinen is ook relatief veel groen aanwezig.

Vernieuwde wijk
Vernieuwing in bestaande bouw is een verzameling van nieuwe gebouwen in alle soorten wijktypen, zoals inbreiding tussen twee volkswijken of nieuwe appartementen in een tuinstad. De vernieuwing kan dezelfde soort bebouwing zijn als in omliggende straten of juist een heel andere. Dat maakt deze categorie heel divers.



Figuur 9.12 Straatbeeld Vernieuwde wijk, Magazijnstraat (Bron: Streetsmart)

Een voorbeeld van een vernieuwde wijk in Tilburg is Binnenstad-oost. Vooral het midden van de buurt is vernieuwd. De rest van de buurt bestaat uit verschillende soorten woningen uit veel verschillende bouwjaren. De schaal en typologie van de bebouwing is hier sterk gevarieerd.

Bedrijventerrein

Een bedrijventerrein is een gebied binnen of buiten de bebouwde kom van een stad of dorp dat bedoeld is om bedrijven te huisvesten. Om logistieke redenen bevinden ze zich vaak langs spoorwegen, waterwegen of autosnelwegen. Er is over het algemeen veel ruimte in het straatprofiel. Verder van de stadscentra is de grond ook goedkoper, wat bedrijventerreinen aantrekkelijk maakt. Er is vaak weinig aandacht besteed aan de groenvoorzieningen. Ook is er weinig gedaan om deze wijken er aantrekkelijk uit te laten zien. Een bedrijventerrein wordt ontwikkeld vanuit zones. In sommige gevallen is de hele zone al als bedrijventerrein ontwikkeld. In andere gevallen zijn er nog grote groengebieden.



Figuur 9.13 Straatbeeld Bedrijventerrein, Posthoornstraat (Bron: Streetsmart)

Tilburg kent meerdere bedrijventerreinen. Kraaiven is een van die terreinen.
Dit bedrijventerrein bestaat uit een grote verscheidenheid aan bedrijvigheid en heeft een bovenregionale functie. Ondanks dat de maat en schaal van de bedrijven sterk verschillen ligt de nadruk op grootschalige industriële bedrijven. De straatprofielen zijn afwisselend breed en smaller maar overwegend groen door de structurele aanwezigheid van bomen.

9.2.3 Autonome ontwikkeling

De Omgevingsvisie van de gemeente schetst de ruimtelijke koers van Tilburg voor de komende jaren, tot in ieder geval 2040. Hierin staan diverse ontwikkelingen beschreven die invloed gaan hebben op de ruimtelijke kwaliteit van Tilburg. De huidige omgevingsvisie is uit 2015. Momenteel werk de gemeente aan een update,

In de ‘Stedelijke ontwikkelingsstrategie wonen’ beschrijft de gemeente aan de hand van uitgangspunten hoe ze haar ambities voor de groei van de stad wil verwezenlijken. In de ontwikkelingsstrategie wordt beschreven hoe de verstedelijking vorm moet krijgen: “Stedelijke ontwikkeling is een continu proces van uitbreiden, transitie en vernieuwen en wordt in hoge mate bepaald door sociaal-maatschappelijk, culturele en economische ontwikkeling. Door de jaren heen worden nieuwe tijdlagen aan de stad toegevoegd, op basis van verschillende en opeenvolgende visies op de stad, en concrete plannen en initiatieven. Op dit moment is er sprake van een trendbreuk. De alsmaar uitdijende stad heeft haar grens bereikt. Daarom worden vanaf nu verstedelijkingsopgaven in onderlinge samen hang, zoveel mogelijk in het bestaand stedelijk gebied gerealiseerd.”

Voor de verdichting hanteren ze zes uitgangspunten voor de strategie:

- Verdichten volgens de voorkeursvolgorde van de NOVI
- Benutten van gebiedsgerichte kwaliteiten en potenties bij het verdichten van de stad
- Aansluiten op de uitgangspunten voor Van Gogh Nationaal-park door het landschap tot in de stad te versterken
- Verstedelijken in en rondom de dorpen, maar laten de dorpen niet aan elkaar groeien
- Wijken zijn goed bereikbaar en onderling verbonden
- Inzetten op menging en nabijheid van functies



1. Volgens principes Nationale Omgevingsvisie (NOVI)



2. Benutten gebiedsgerichte kwaliteiten en potenties



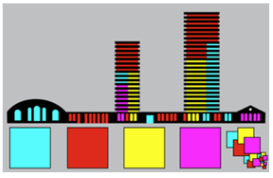
3. Doortrekken Van Gogh Nationaal Park tot in de stad: groen, klimaat, gezondheid en ontmoeting



4. Dorpen groeien niet aan elkaar



5. Wijken en buurten zijn bereikbaar onderling.



6. Menging van functies

Om op een kwalitatieve manier de stad te verdichten heeft Tilburg een aantal richtinggevende verdichtingsprincipes opgesteld.

- Op een menselijke maat
- Duurzaam en toekomst gericht
- Klimaatadapatie stad
- Voortbouwen op het Tilburgse weefsel
- Maatschappelijk rendement en betrokkenheid

Ontwikkelgebieden:

De gemeente Tilburg wil tot 2040 tussen de 25.000 en 30.000 nieuwe woningen bouwen. Dat gebeurt in de hele stad. De grootste verdichtingslocaties worden heironder genoemd.

<u>Het gebied binnen de ringbanen</u>

Het gebied binnen de ringbanen wordt ook wel aangemerkt als de ‘oude stad’. Binnen de ringbanen zien we het gebied Binnenstad, Spoorzone, Piushaven, Veemarktkwartier en Museumkwartier als het kerngebied voor de woningbouwopgave. Deze locaties liggen in de nabijheid van Station Tilburg en in het meest dynamische deel van Tilburg.

Na-oorlogse uitbreidingswijken Tilburg-Noord, -West en -Zuid

In Tilburg-West ligt de focus voor de woningbouwopgave op het Kenniskwartier. Het Ministerie van BZK heeft prioriteit gegeven aan de ontwikkeling van dit gebied, waarin naar schatting zo'n 7.500 woningen toegevoegd kunnen worden in hoogstedelijk gemengd milieu. In de Pact-Wijk zijn er kansen om een bijdrage te leveren aan de sociale opgave door met transformatie meer diversiteit te realiseren in het woningbouwaanbod en het verbeteren van de kwaliteit van de openbare ruimte.

Tilburg-Noord bevat veel openbaar groen met vaak een anoniem karakter. De maat van de openbare ruimte, in combinatie met de verduur zamingsopgave voor woningen van de corporaties bieden kansen voor verdichting en transformatie.
De Kanaalzone speelt een belangrijke rol in het verbeteren van de verbinding tussen de Oude Stad en Tilburg-Noord. De Kanaalzone is een bedrijventerrein voor middelgrote bedrijven. Het deel ten noorden van Ringbaan-Noord is een kansrijk gebied voor het mengen van functie.
In Tilburg-Zuid ligt de woningbouw ontwikkeling Stappegoor. Hier ligt de focus op kansen voor het toevoegen en verbeteren van woningen tezamen met het verbeteren woonomgeving en (onderwijs)voorzieningen in Groene woud.

Reeshof

De Reeshof is een relatief jong stadsdeel; zeker de westkant is deels nog in aanbouw. Rondom stationsgebied Reeshof vindt een integrale gebiedsontwikkeling plaats.

Stadsentrees

De locaties Kempenbaan, Smarius en 't Laar zijn prominente locaties als je Tilburg met de auto bezoekt. Het zijn de entrees van de stad binnen de ringbanen. Alle gebiedsontwikkelingen worden via deze locaties afgewikkeld naar de ring om Tilburg heen.

De Nota Omgevingskwaliteit Tilburg is sinds 9 december 2025 van kracht en vormt het nieuwe centrale beleidskader voor het waarborgen en stimuleren van kwaliteit in zowel de gebouwde omgeving als openbare ruimte binnen de gemeente. De nota introduceert een integrale benadering van omgevingskwaliteit, waarin ontwerpkracht, gebiedsgericht werken en een sterke ontwerp- en bouwcultuur centraal staan. De sterke groei van gemeente Tilburg met ruim 25.000 woningen binnen de bestaande stad en dorpen in samenhang met andere opgaven zoals de energietransitie vergt een ruimtelijke opgave. Deze concentratie binnen bestaand stedelijk gebied vraagt om slimme, kwalitatief hoogwaardige ontwerp- en ontwikkeloplossingen die optimaal ruimtegebruik combineren met versterking van de omgevingskwaliteit.

Warmtepompen

Het aantal warmtepompen zal autonoom toenemen. Deze warmtepompen bevatten een buitenunit die in de voortuin, achtertuin of aan de gevel te plaatsen zijn. Wanneer de buitenunit in de voortuin wordt geplaatst of aan de gevel wordt gehangen is deze mogelijk te zien vanaf de straat. Dit draagt dan bij aan de verrommeling van het straatbeeld.

De Nota Omgevingskwaliteit bevat onder andere criteria voor gebouwgebonden technische installaties voor duurzaamheid, zoals de plaatsing van warmtepompen. Deze criteria richten zich op een zorgvuldige inpassing van dergelijke installaties binnen de bestaande en nieuwe ruimtelijke structuren, met aandacht voor stedenbouwkundige en architectonische kwaliteit. Het Warmteprogramma wordt opgevolgd door de gebiedsgerichte uitwerking in de Wijkuitvoeringsplannen Energie waar deze criteria onderdeel zijn van het plan voor de realisatie van warmtealternatieven voor een aardgasvrij gebied.

9.3 Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid

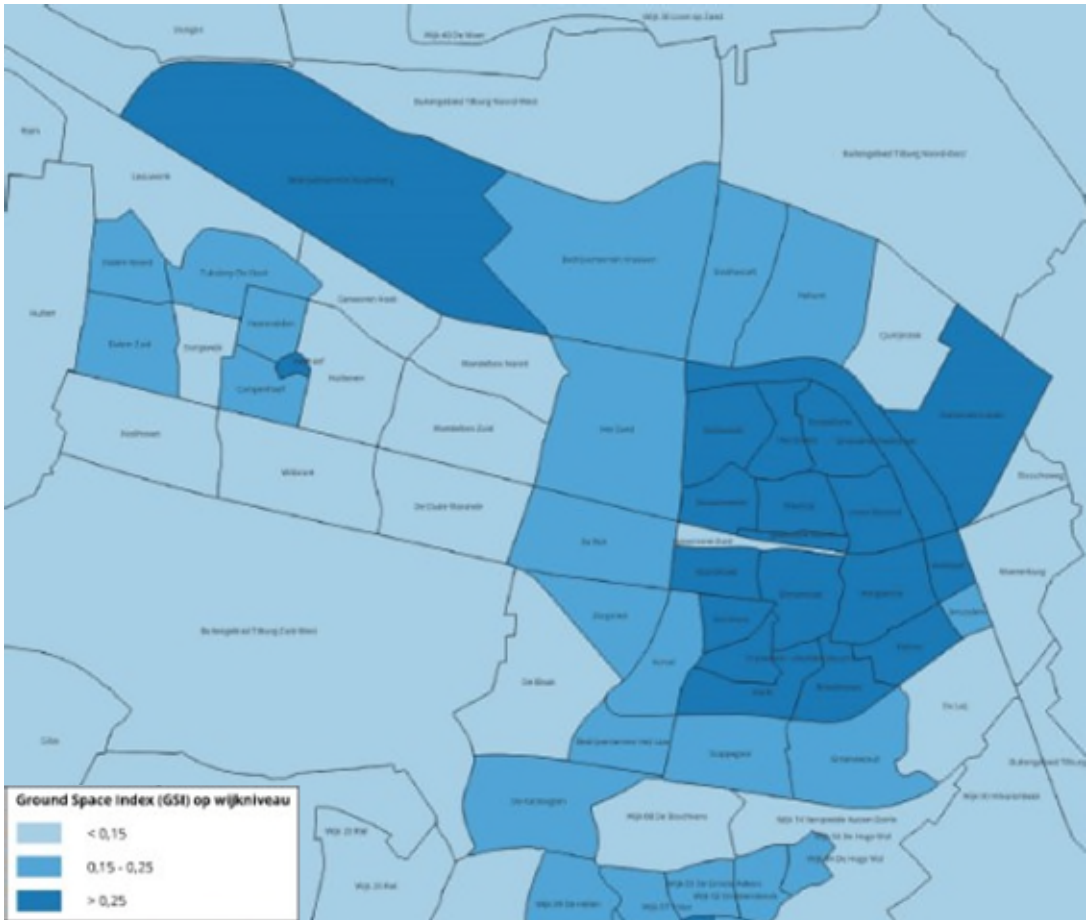
9.3.1 Toelichting

De toegepaste warmteoplossingen en -technieken hebben allemaal ruimtelijke consequenties die effect kunnen hebben op de ruimtelijke kwaliteit van een buurt. Dit kan per oplossing of techniek verschillen. In hoeverre dit van invloed is op de ruimtelijke kwaliteit zal per wijktype verschillen. Bij de effectbeschrijving en -beoordeling van bovengronds ruimtegebruik, inpasbaarheid en beleving gaan we op hoofdlijnen in op de volgende indicator:

- Hoe groot is het bovengrondse ruimtegebruik van de warmteoplossing en in hoeverre is de warmteoplossing in te passen in de openbare ruimte?

9.3.2 Huidige situatie

De effecten van de warmteoplossingen- en technieken op de ruimtelijke kwaliteit worden per wijktype beoordeeld aan de hand van de Ground Space Index (GSI) zoals opgenomen in de openbare data Ruimtelijke Dichtheden en Functiemenging in Nederland (RUDIFUN) dataset van het Planbureau van de Leefomgeving. De GSI geeft aan welk aandeel van een wijk bebouwd is. Een GSI van 0,2 betekent bijvoorbeeld dat 20% van het oppervlak van de wijk bebouwd is. Hoewel deze dataset zowel openbare ruimte als private ruimte meeneemt, geeft dit een goed beeld van hoeveel ruimte er in de verschillende wijken is om warmteoplossingen in de passen. Met deze data kan er een driedeling gemaakt worden tussen rustige wijken, gemiddelde wijken en drukke wijken. Om deze driedeling te maken is ervoor gekozen om wijken met een GSI van <0,15 als rustige wijk te benoemen, wijken met een GSI van 0,15-0,25 als gemiddelde wijken, en wijken met een GSI >0,25 als drukke wijken. Hieronder is een kaart van deze driedeling op basis van GSI per wijk in Tilburg weergegeven.



Figuur 5.7: Ground Space Index per wijk in Tilburg (Bron: PBL)

Uit deze dataset blijkt dat er vooral in het centrum, wijken rondom het centrum en op delen van bedrijventerreinen de GSI over het algemeen relatief hoog is, dus dat deze wijken relatief veel bebouwd zijn en daardoor minder openbare ruimte hebben. In de wijken aan de rand van de stad is de GSI over het algemeen lager, dus is hier minder bebouwing aanwezig en daardoor meer openbare ruimte.

9.3.3 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkelingen uit de Omgevingsvisie en Stedelijke ontwikkelingsstrategie wonen die beschreven worden in 9.2.3 zijn ook relevant voor het bovengronds ruimtegebruik en de inpasbaarheid in de openbare ruimte. Met name de uitgangspunten en richtinggevende principes op het gebied van verdichting zijn voor bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte relevant. Deze worden hieronder nog eens kort samengevat.

Met behulp van uitgangspunten wordt in de Stedelijke ontwikkelingsstrategie wonen beschreven hoe de gemeente Tilburg haar ambities met betrekking tot de groei van de stad wil gaan verwezenlijken. In de ontwikkelingsstrategie wordt beschreven hoe de verstedelijking vorm zou moeten krijgen: “Stedelijke ontwikkeling is een continu proces van uitbreiden, transitie en

vernieuwen en wordt in hoge mate bepaald door sociaal-maatschappelijk, culturele en economische ontwikkeling. Door de jaren heen worden nieuwe tijdlagen aan de stad toegevoegd, op basis van verschillende en opeenvolgende visies op de stad, en concrete plannen en initiatieven. Op dit moment is er sprake van een trendbreuk. De alsmaar uitdijende stad heeft haar grens bereikt. Daarom worden vanaf nu verstedelijkingsopgaven in onderlinge samenhang, zoveel mogelijk in het bestaand stedelijk gebied gerealiseerd."

Voor de verdichting hanteert Tilburg zes uitgangspunten voor de strategie:

- Verdichten volgens de voorkeursvolgorde van de NOVI
- Benutten van gebiedsgerichte kwaliteiten en potenties bij het verdichten van de stad
- Aansluiten op de uitgangspunten voor Van Gogh Nationaal-park door het landschap tot in de stad te versterken
- Verstedelijken in en rondom de dorpen, maar laten de dorpen niet aan elkaar groeien
- Wijken zijn goed bereikbaar en onderling verbonden
- Inzetten op menging en nabijheid van functies

Om op een kwalitatieve manier de stad te verdichten heeft Tilburg een aantal richtinggevende verdichtingsprincipes opgesteld.

- Op een menselijke maat
- Duurzaam en toekomst gericht
- Klimaatadapatie stad
- Voortbouwen op het Tilburgse weefsel
- Maatschappelijk rendement en betrokkenheid

Ontwikkelgebieden

De gemeente Tilburg wil tot 2040 tussen de 25.000 en 30.000 nieuwe woningen bouwen. Dat gebeurt in de hele stad. De grootste verdichtingslocaties zijn:

- Het gebied binnen de ringbanen
- Na-oorlogse uitbreidingswijken Tilburg-Noord, -West en -Zuid
- Kenniskwartier
- Stappegoor
- Dorpen in de Oostflank

10 Archeologie en cultureel erfgoed

10.1 Algemeen

Het effect van het warmteprogramma op het thema archeologie en cultureel erfgoed wordt beoordeeld aan de hand van de indicatoren: archeologie en cultureel erfgoed.
Archeologie is de wetenschap die overblijfselen van oude culturen bestudeert met als doel het verleden te reconstrueren en te duiden. Deze overblijfselen bestaan uit sporen en resten van menselijke aanwezigheid in de bodem en onder water vanaf 300.000 jaar geleden. Deze zichtbare en onzichtbare sporen en resten vertellen veel over hoe de mensen vroeger leefden en werkten. Het bewaren van dit bodemarchief is dan ook van belang. De basis voor het Nederlandse

archeologiebeleid werd gelegd met het verdrag van Malta in 1992. Het voornaamste doel van dit verdrag: archeologisch erfgoed voor toekomstige generaties bewaren. In 2007 heeft Nederland dit verdrag overgenomen in wetgeving. Sindsdien moeten gemeenten het archeologisch erfgoed vroegtijdig meenemen in de ruimtelijke ontwikkelingen.

Cultureel erfgoed omvat alles dat betrekking heeft op het door mensen gemaakte landschap en alles wat daarbij hoort, bijvoorbeeld akkers, polders, historische wegen en gebouwen en stedenbouwkundige structuren. Cultuurhistorisch onderzoek geeft ons meer inzicht in de waarde van het historisch landschap, de historische gebouwen, de wijken en het groen. Gemeenten moeten bij hun ruimtelijke ordening rekening houden met de cultuurhistorische waarden.

Tot 1 januari 2024 kenden archeologische en cultuurhistorische waarden een verankering in de gemeentelijke bestemmingsplannen. Met de inwerkingtreding van de Omgevingswet op 1 januari 2024 vervangt het omgevingsplan de geldende bestemmingsplannen. De gemeente heeft bij de inwerkingtreding van de Omgevingswet automatisch een omgevingsplan met regels voor de fysieke leefomgeving. De regels voor archeologie en cultureel erfgoed zijn nu onderdeel van dit 'tijdelijke' omgevingsplan. Op 1 januari 2032 moet de gemeente een definitief nieuw omgevingsplan vastgesteld hebben.

10.2 Archeologische waarden

10.2.1 Toelichting

Voor archeologie wordt gekeken naar de mogelijke effecten op de archeologische waarden en verwachtingswaarden. De gemeente Tilburg beschikt momenteel over de Archeologische Waarschuwingskaart Tilburg (ARWATI). Beleidsregels met betrekking tot archeologie zijn opgenomen in afzonderlijke onderdelen van de verschillende geldende bestemmingsplannen binnen de gemeente. Op dit moment werkt de gemeente aan een actualisatie van de archeologische verwachtings- en beleidskaart. Het is nog onzeker of deze actualisatie zal zijn vastgesteld vóór de vaststelling van het Warmteprogramma en het bijbehorende planMER. Daarom is ervoor gekozen om archeologie in dit stadium op hoofdlijnen te beschouwen.

De gemeente streeft naar het behoud van archeologische waarden in de bodem. Indien bij concrete projecten sprake is van mogelijke aantasting van deze waarden, is een archeologisch (bureau)onderzoek vereist. Hierbij wordt beoordeeld of op de locatie sprake is van archeologische waarden en of de voorgenomen ontwikkelingen een bedreiging vormen voor deze archeologische resten. Wanneer archeologische resten niet in de bodem bewaard kunnen blijven dan kan aanvullend onderzoek nodig zijn om de informatie uit deze resten veilig te stellen.

10.2.2 Huidige situatie

Volgens de Routekaart Archeologisch Erfgoed Tilburg 2022–2025[22] ontstond het ‘historische Tilburg’ in een gebied dat al duizenden jaren bewoond was. Na de laatste ijstijd trokken jagers het gebied binnen. In de nieuwe steentijd vestigden zich de eerste boeren. Uit de late prehistorie

[22] Routekaart Archeologisch Erfgoed Tilburg 2022–2025, gemeente Tilburg, januari 2022.

(bronstijd en ijzertijd) en de Romeinse tijd zijn binnen de gemeentegrenzen een groot aantal nederzettingen en meerdere grafvelden bekend. Samen vormen deze sporen van bewoning uitgestrekte archeologische landschappen.

Bijzonder is dat in Tilburg nog laat-Romeinse bewoning uit de 4e en 5e eeuw is aangetroffen, terwijl elders in Brabant de bevolking vrijwel volledig verdween. Of deze laat-Romeinse bewoning overgaat in de vroeg-middeleeuwse bewoning, is niet zeker.

Tilburg wordt in 709 voor het eerst genoemd als Tilliburgis, een van de oudst bekende plaatsnamen in Noord-Brabant. Ondanks deze vroege vermelding werd er lange tijd van uitgegaan dat de geschiedenis van Tilburg pas aanving rond 1200 toen de heren van Tilburg op het toneel verschenen. Archeologisch onderzoek toont echter aan dat er al in de vroege middeleeuwen sprake was van omvangrijke bewoning. De belangrijkste nederzetting lag in Enschot, waar de bewoning mogelijk al startte in de 6e eeuw. Deze nederzetting wordt verbonden aan Tilliburgis en daarmee aan de oorsprong van het historische en moderne Tilburg zou liggen

Vanaf circa 1200 verschoof het economisch en bestuurlijk centrum naar de omgeving van de Heikese kerk. Tilburg bestond toen uit verspreide nederzettingen, waarvan sommige later verdwenen. Deze herdgangstructuur is kenmerkend voor Tilburg en gaat terug tot in de middeleeuwen. In de late middeleeuwen veranderde het landschap sterk, maar Tilburg groeide nog niet uit tot stad.

Zoals beschreven in de vorige paragraaf streeft de gemeente naar het behoud van archeologische waarden. Daarom is er archeologisch (bureau)onderzoek vereist, wanneer er bij concrete projecten sprake is van mogelijke aantasting van archeologische waarden.

10.2.3 Autonome ontwikkeling

Voor archeologie zelf is geen sprake van autonome ontwikkelingen. Autonome ruimtelijke ontwikkelingen kunnen wel zorgen voor een aantasting van archeologische resten. Die ruimtelijke ontwikkelingen dienen zich echter te houden aan het gemeentelijk archeologiebeleid.

10.3 Cultuurhistorische waarden

10.3.1 Toelichting

Voor cultureel erfgoed wordt gekeken naar cultuurhistorische waarden. De Routekaart Ruimtelijk Erfgoed Tilburg 2023 is een beleidskader dat ingaat op:

- Instandhouding en ontwikkeling door object- en ensemblegericht borgen en stimuleren
- Benutten van historische kwaliteiten door wijk- en gebiedsgericht beschrijven, borgen en ontwikkelen
- Inspireren tot behoud en verandering door alliantie- en publieksgericht werken

Bij de Routekaart zit ook een Basiskaart (steden)bouwkundig erfgoed met de waardevolle gebieden en structuren in Tilburg.

Basiskaart (steden)bouwkundig erfgoed
Op basis van onderzoek is op de kaart een groot aantal waardevolle gebieden en structuren aangeduid, die vandaag de dag nog steeds herkenbaar aanwezig zijn.

Beschermde monumenten en cultuurhistorische waardevolle objecten
Voor de monumenten wordt specifiek gekeken naar Rijksmonumenten en gemeentelijke monumenten. Rijksmonumenten zijn door de mens gemaakte (onroerende) zaken, zoals woonhuizen, kerken, boerderijen en molens, maar het kunnen bijvoorbeeld ook bruggen, tuinen of verdedigingswerken zijn. Een Rijksmonument is van nationaal belang vanwege zijn schoonheid, zijn betekenis voor de wetenschap of zijn cultuurhistorische waarde. De Monumentenwet 1988 is per 1 juli 2016 vervallen. Een deel van de wet is op deze datum overgegaan naar de Erfgoedwet. Het deel dat betrekking heeft op de besluitvorming in de fysieke leefomgeving gaat over naar de toekomstige Omgevingswet. Vooruitlopend op de datum van ingang van de Omgevingswet zijn deze artikelen te vinden in het Overgangsrecht in de Erfgoedwet. Er zijn ook stadsgezichten en dorpsgezichten die zijn beschermd door het Rijk.

Een gemeentelijk monument is een pand dat een speciale betekenis heeft op regionaal of gemeentelijk niveau. In Nederland hebben gemeenten de vrijheid om te beslissen welke gebouwen zij op de gemeentelijke monumentenlijst plaatsen. Naast gemeentelijk beschermde monumenten heeft Tilburg ook gemeentelijk beschermde stadsgezichten met cultuurhistorisch waardevolle panden. De monumenten en stadsgezichten beschermt op grond van het Omgevingsplan. In de Nota Omgevingskwaliteit van de gemeente Tilburg staan regels die gaan over een wijziging van een gemeentelijk monument en stadsgezicht.

10.3.2 Huidige situatie

Bepaalde gebieden, structuren, stadsgezichten en monumenten uit de geschiedenis van Tilburg zijn in de huidige situatie nog steeds zichtbaar. Hieronder volgt een korte toelichting op de historie om dit te illustreren.

Archeologisch onderzoek onthult dat er al in de prehistorie in Tilburg werd geleefd, gewoond en gejaagd. De Routekaart Ruimtelijk Erfgoed Tilburg[23] geeft een omschrijving van de ontwikkeling van Tilburg van de laatste eeuwen. Begin 19e eeuw vonden bestuurlijke en maatschappelijke veranderingen plaats. In de loop van de 19^{e} eeuw werd het oude ruimtelijke patroon doorsneden door twee nieuwe elementen: eerst kwam er een stenen rijksweg van Breda naar Den Bosch. Die liep op aandringen van de Tilburgse ondernemers, dwars door de stad via de Heuvelstraat. Later werd de spoorlijn aangelegd. Industrialisatie en katholicisme veranderden de samenleving en de leefomgeving fundamenteel.

De 20e eeuw bracht volkswoningbouw. Tilburg werkte aan uitbreidingsplannen, met groeiende betrokkenheid van overheid en woningbouwverenigingen. Na de Tweede Wereldoorlog zette de stadsplanning door. Grote stappen richting een moderne stad werden gezet in de jaren zestig met

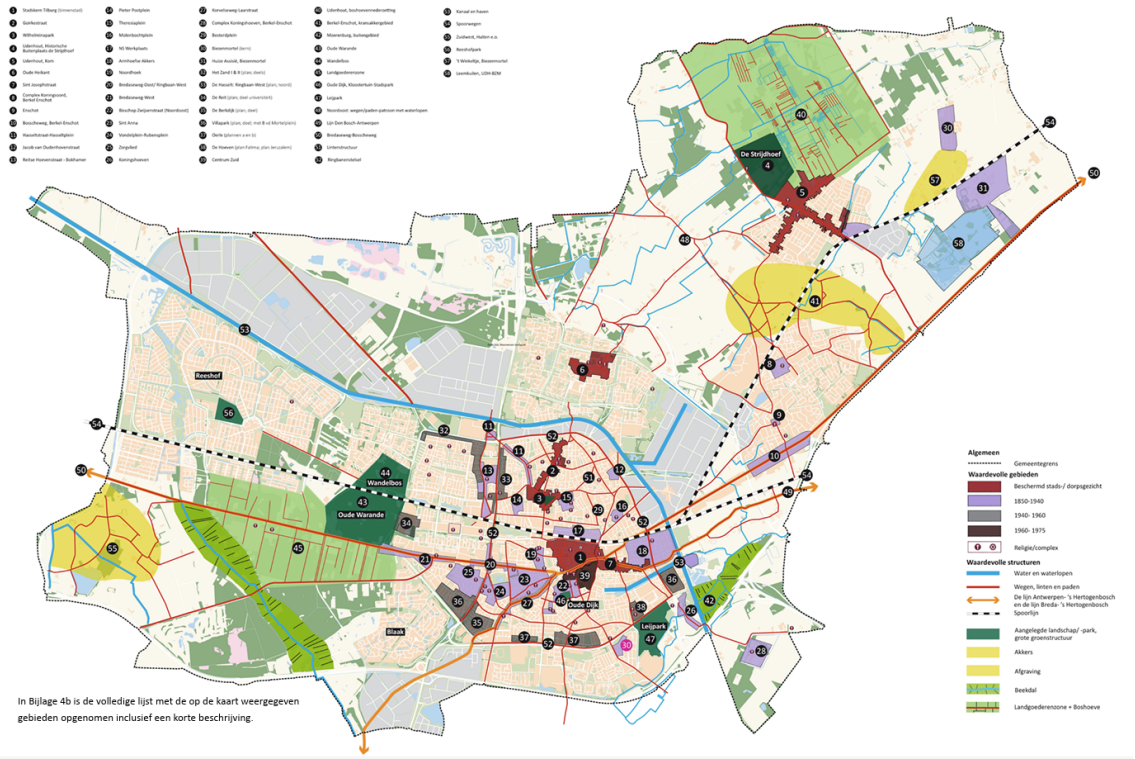
[23] Routekaart Ruimtelijk Erfgoed Tilburg, gemeente Tilburg, juli 2023.

onder andere de aanleg van de cityring, het hoogspoor en een oost-westverbinding tussen het centrum en de universiteitscampus. In de laatste decennia van de 20e eeuw kwamen grootschalige woonopgaven op, zoals woonerven, VINEX-wijken en inbreiding. Er kwam meer aandacht voor duurzaamheid en ecologie. De dominantie van textielindustrie en katholicisme maakte plaats voor een moderne stedelijke samenleving.

Figuur 10.1 geeft inzicht in de locatie van waardevolle gebieden en structuren in de gemeente Tilburg. De gemeente Tilburg kent drie Rijksbeschermde en drie gemeentelijk beschermde stads-/dorpsgezichten (zie nummers op de kaart):

- Stadskern Tilburg (Rijks-)
- Goirkestraat (Rijks-)
- Wihelminapark (Rijks-)
- Kom Udenhout (gemeentelijk)
- Oude Heikant (gemeentelijk)
- Sint Josephstraat (gemeentelijk)

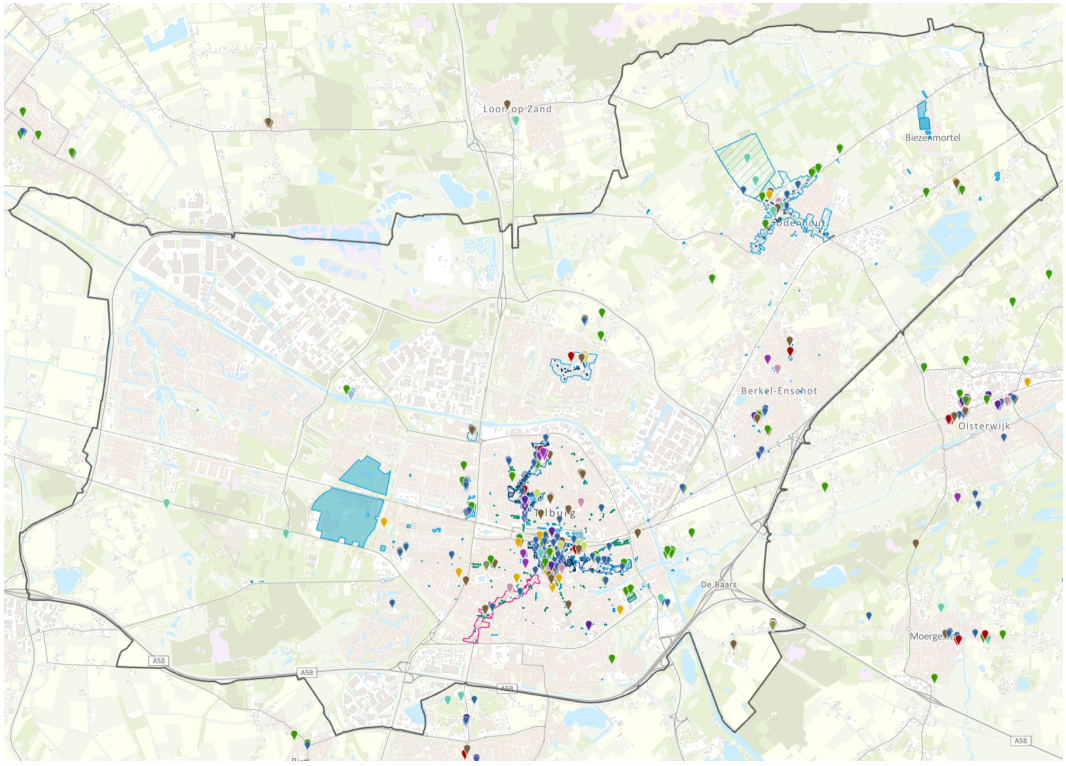
In Tilburg zijn veel waardevolle structuren aanwezig, waaronder landschappelijke, groene en infrastructurele elementen. De landschappelijke structuren omvatten bijvoorbeeld de boshoevennederzetting Udenhout (40), het kransakkergebied Berkel-Enschot (41) en het buitengebied Moerenburg (42). Bij de groene elementen gaat het onder andere om het Wandelbos (44), de landgoederenzone (45) en de Kloostertuin–Stadspark Oude Dijk (46). Ook op het gebied van infrastructuur zijn waardevolle elementen aanwezig, zoals de Bredaseweg–Bosscheweg (50), het Wilhelminakanaal en de Piushaven (53) en de spoorlijnen naar Breda, Den Bosch, Eindhoven en de deels nog herkenbare, opgeheven lijn naar Turnhout (54).



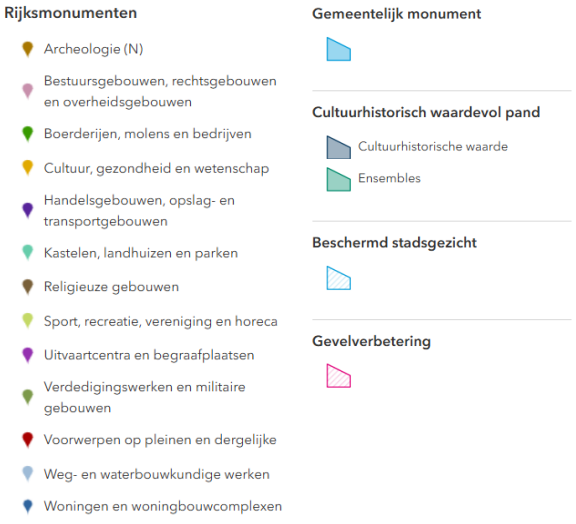
Figuur 10.1 Basiskaart (steden)bouwkundig erfgoed Tilburg. Bron: Routekaart Ruimtelijk Erfgoed Tilburg.

Figuur 10.2 geeft inzicht in de locatie van de monumenten en beschermde stadsgezichten binnen de gemeente Tilburg. De gemeente Tilburg kent 338 inschrijvingen in het Rijksmonumentenregister.[24] Naast de Rijksmonumenten kent de gemeente nog gemeentelijke monumenten. Deze aantallen veranderen door de tijd. Het grootste deel van de Rijks- en gemeentelijke monumenten liggen in de binnenstad en in de directe schil daaromheen.

[24] Bron: Rijksmonumentenregister, geraadpleegd op 28 juli 2025.



Figuur 10.2 Monumenten en stadsgezichten in gemeente Tilburg. Bron: Gemeente Tilburg, https://tilburg.maps.arcgis.com/apps/instant/basic/index.html?appid=cacdc1854d6f4960a36896ac2039c3f1.



10.3.3 Autonome ontwikkeling

Voor cultureel erfgoed zelf is geen sprake van autonome ontwikkelingen. Autonome ruimtelijke ontwikkelingen kunnen wel zorgen voor een aantasting van cultuurhistorische waarden. Die ruimtelijke ontwikkelingen dienen zich echter te houden aan het gemeentelijk-, provinciaal- en rijksbeleid. Het is op dit moment nog onduidelijk wat de invloed van deze ontwikkelingen is op

cultureel erfgoed. Vooralsnog is er geen aanleiding om te veronderstellen dat op korte termijn in de gemeente veel Rijksmonumenten bij komen. Landelijk neemt het aantal Rijksmonumenten namelijk slechts nog op beperkte schaal toe. De nadruk ligt niet op het vergroten van het Rijksmonumentenbestand, maar op structurele verbetering. De komende jaren kunnen wel nieuwe gemeentelijke monumenten worden aangewezen. Hier dient rekening mee te worden gehouden.

11 Hitte

11.1 Algemeen

Het effect van het warmteprogramma op het thema hitte wordt beoordeeld aan de hand van een enkele indicator. De indicator is de mate waarop de invulling van de koelte- en warmtevraag resulteert in een stijging van de temperatuur (gevoelstemperatuur en de hoeveelheid warme nachten) met bijbehorende gezondheidseffecten.

Een hoge gevoelstemperatuur kan onaangenaam zijn of tot gezondheidsproblemen leiden. Hittestress is de algemene term voor gezondheidsklachten die ontstaan door een langere periode van warmte. Deze klachten kunnen variëren van vermoeidheid, concentratieverlies, hoofdpijn, duizeligheid, spierpijn, dorst, slecht slapen en overmatig zweten, tot hittekrampen, hitteflauwte, en hitteberoerte. Door extreme hittestress kunnen mensen ook komen te overlijden. Hitte vormt voor bepaalde groepen een groter risico. Oudere mensen vormen de grootste kwetsbare groep. Andere groepen die last kunnen krijgen zijn kinderen of jongeren, mensen met een beperking, mensen die ziek zijn, medicijnen gebruiken of overgewicht hebben, zwangere vrouwen, buitenwerkers, sporters, evenementbezoekers, daklozen en reizigers. Als we bij de inrichting van onze buitenruimte rekening houden met de gevoelstemperatuur, kunnen we de kans op hittestress verkleinen.

11.2 Hittestress

11.2.1 Toelichting

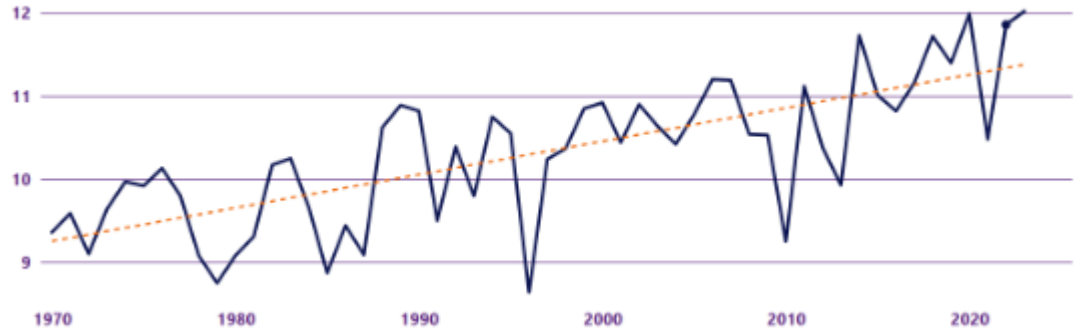
De verschillende technieken voor de invulling van de warmtevraag kunnen zorgen voor een verandering van de omgevingstemperatuur. Boven bepaalde waarden kunnen hoge temperaturen leiden tot hittestress. Hittestress wordt bepaald door de gevoelstemperatuur, dus hoe mensen de temperatuur ervaren. Deze gevoelstemperatuur is afhankelijk van de omgevingstemperatuur, maar ook van factoren zoals wind, luchtvochtigheid, straling en de lichamelijke conditie. Daarnaast bepaalt de duur van de warmte en de mogelijkheden tot tussentijds afkoelen te ernst van de klachten. Het grootste probleem is het niet kunnen slapen door nachtelijke hitte met verlies van weerstand en uitputting tot gevolg. In onderstaande paragrafen gaan wij in op de huidige situatie en op de autonome ontwikkeling van de omgevings- en gevoelstemperatuur.

11.2.2 Huidige situatie

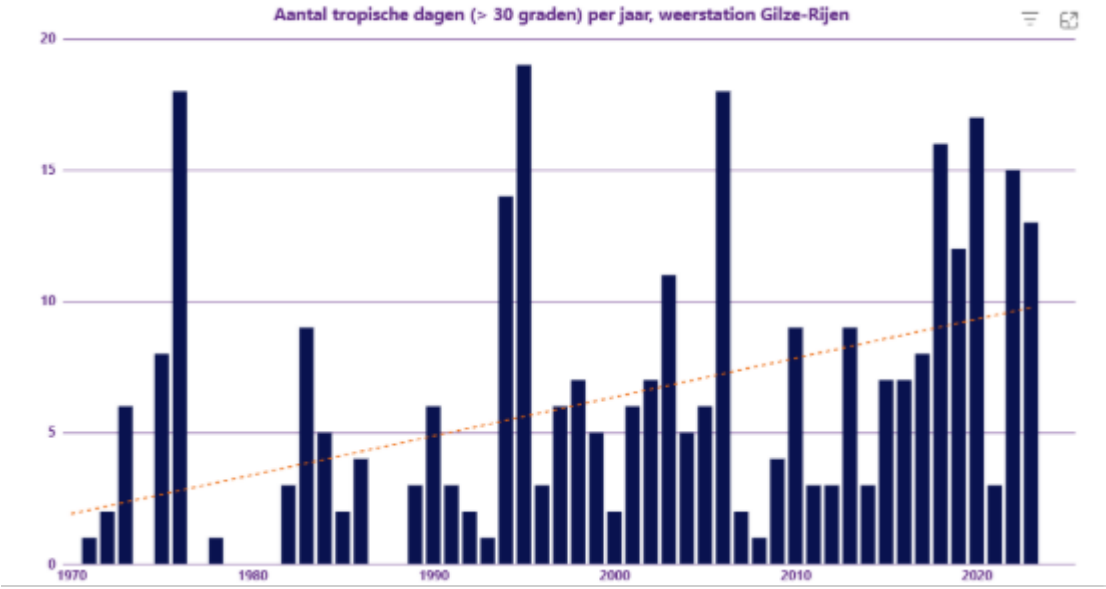
Omgevingstemperatuur

De omgevingstemperatuur verwijst naar de temperatuur van de lucht om een object of persoon heen. Buiten komt dat overeen met de huidige luchttemperatuur op die locatie. Door klimaatverandering wordt het steeds warmer in Nederland. Figuur 11.1 laat zien dat de

gemiddelde jaartemperatuur stijgt in Brabant. Gemiddeld zijn er 10 tropische dagen per jaar, dat zijn dagen waarop het minstens 30 graden is, zie Figuur 11.2.



Figuur 11.1 Gemiddelde jaartemperatuur (in graden Celsius) gemeten bij weerstation Gilze-Rijen (Klimaatportaal Noord-Brabant, data; KNMI)



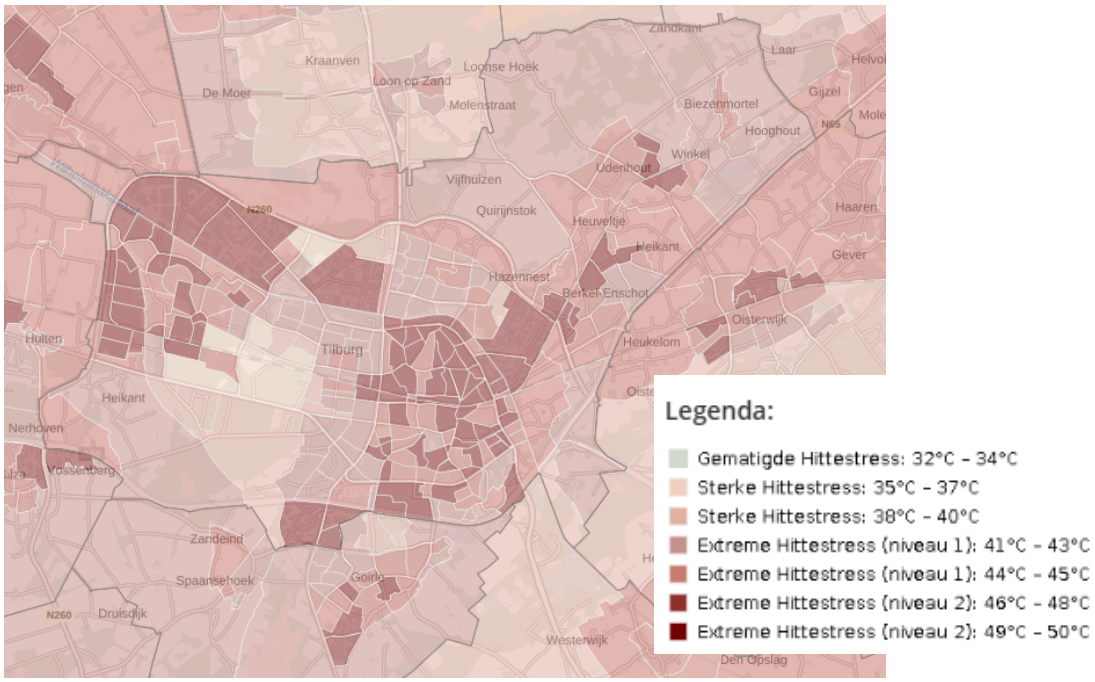
Figuur 11.2 Aantal tropische dagen bij weerstation Gilze-Rijen (Klimaatportaal Noord-Brabant, data: KNMI)

Gevoelstemperatuur

De gevoelstemperatuur is iets anders dan de luchttemperatuur (omgevingstemperatuur). De luchttemperatuur geeft aan hoe warm de lucht is. De gevoelstemperatuur is een maat voor de temperatuur die een persoon ervaart in een bepaalde weersituatie. De combinatie van inrichting van de buitenruimte, de luchtvochtigheid, windsnelheid en zonnekracht bepaalt daarom sterk de gevoelstemperatuur. In de schaduw van bomen of gebouwen is de gevoelstemperatuur over het algemeen lager dan op een versteend plein in de volle zon. Een hoge gevoelstemperatuur kan onaangenaam zijn of tot gezondheidsproblemen leiden.

De Gevoelstemperatuurkaart laat op iedere plek in Nederland de gevoelstemperatuur voor een tropisch warme zomermiddag zien. De gevoelstemperatuur is berekend met de indicator PET. Deze afkorting staat voor Physiological Equivalent Temperature (fysiologisch equivalente temperatuur). De PET wordt bepaald door de luchttemperatuur, windsnelheid, luchtvochtigheid, directe of gereflecteerde zonnestraling en warmtestraling van de omgeving. Deze meteorologische factoren verschillen per locatie en worden bepaald door de inrichting van de buitenruimte.

De gevoelstemperatuur geeft weer welke relatieve temperatuur mensen ervaren. Figuur 11.3[25] geeft een voorspelling van gevoelstemperatuur op een hete zomermiddag in Tilburg op buurtniveau weer. Hierin is te zien dat dichtbebouwde buurten en bedrijventerreinen (extreme) hittestress kennen. De intensiteit van verhard oppervlak is daar dermate hoog, dat de warmte als het ware blijft hangen in en rondom de bebouwing.



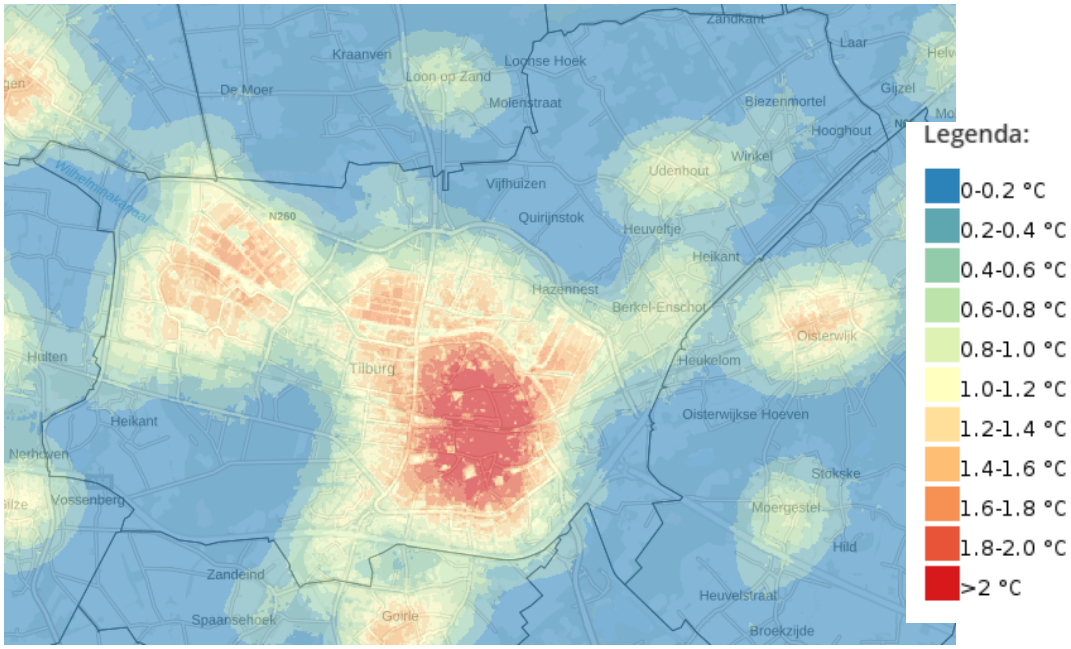
Figuur 11.2 Gevoelstemperatuur op buurtniveau 2022 (Bron: Klimaateffectatlas)

Stedelijk hitte-eiland

De gemeente Tilburg is een sterk verstedelijkt gebied, waardoor er voor het grootste deel van de gemeente (voornamelijk in het centrum, maar ook in de andere wijken) sprake is van een stedelijk hitte-eiland effect, zie Figuur 11.3. Dat is het gemiddelde luchttemperatuurverschil tussen de stedelijke en omliggende landelijke gebieden. Dit effect is het sterkst 's nachts. Aspecten die hierbij van belang zijn, zijn bevolkingsdichtheid, windsnelheid, hoeveelheid groen, blauw en

[25] In deze analyse is de gevoelstemperatuur berekend voor de periode tussen 12:00 en 18:00. Voor de berekening is 1 juli 2015 gekozen als representatieve tropische dag (RIVM, 2019). Op deze dag werd, in De Bilt, een maximumtemperatuur van 33,1 graden Celsius gemeten. De KNMI'23-klimaatscenario's laten zien dat deze tropische temperatuurwaarde in het huidige klimaat (1991-2020) voorkomt met een herhalingstijd van gemiddeld ongeveer eens in de 2 jaar voor het binnenland van Nederland.

verharding. Naast het centrum van Tilburg zijn ook (delen van) de dorpen Udenhout, Berkel-Enschot en Reeshof sterk versteend.



Figuur 11.3 Stedelijk hitte eiland effect in Tilburg (Bron: Klimaateffectatlas)

11.2.3 Autonome ontwikkeling

Door de klimaatverandering zal er sprake zijn van een verdere stijging van de gemiddelde jaartemperatuur en toenemende hitte in termen van langere aaneengesloten warme periodes. Daar is sprake van in alle scenario's van het KNMI. De toename van de omgevingstemperatuur is van invloed op de gevoelstemperatuur. Voor grote delen van de stad nemen de temperaturen toe. Onder het hoogste klimaatscenario wordt in 2050 een temperatuur van boven de 30 °C bijna elk jaar verwacht.

De bandbreedte van hitteoverlast zal bepaald worden door enerzijds de ontwikkeling van verhard oppervlak voor woon-, leef- en werkmilieu en anderzijds het behoud en de ontwikkeling van groen oppervlak voor recreatie, milieu en natuur. Er is klimaatbeleid, onder meer om de stad te vergroenen en te ontstenen zoals de uitvoeringsagenda Klimaatadaptatie Koel Tilburg (2020), Programma 013 Parken en Klimaatscores nieuwbouwontwikkeling. Hiermee wil de gemeente Tilburg bijdragen aan een koele stad, onder andere middels groenblauwe robuuste structuren en groene straten en tuinen.

Bij nieuwbouw is het van groot belang om naast het verwarmen van woningen ook te zorgen voor koeling. Dat kan zowel met technische systemen als ook met architectonische elementen als overstekken, luiken of kleiner glasoppervlak. Als je voorkomt dat de hitte binnenkomt, hoef je het ook niet weg te krijgen. Een groene buitenruimte helpt daar in beperkte mate ook bij.

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Bijlage 2 Effectbeoordeling MER Warmteprogramma Tilburg



Effectbeoordeling milieueffecten

PlanMER Warmteprogramma Gemeente Tilburg

2 juli 2026

Kenmerk R002-1301552LME-V01-agv-NL

Verantwoording

Titel	Effectbeoordeling milieueffecten PlanMER Warmteprogramma Gemeente Tilburg
Opdrachtgever	Gemeente Tilburg
Projectleider	Gerrit Jan Schraa
Auteur(s)	Lorena van der Meer, Alisa van Gent, Daan Berkhout
2e lezer/Kwaliteitsborger	Gerrit Jan Schraa
Kenmerk	R002-1301552LME-V01-agv-NL
Aantal pagina's	106 (exclusief bijlagen)
Datum	2 juli 2026
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
T +31 30 28 24 82 4
E info.utrecht@tauw.com

Inhoud

1 Effectbeoordeling milieueffecten 4
1.1 Klimaat en energie 4
1.1.1 CO_2-besparing door energieverbruik 4
1.1.2 CO_2-uitstoot door materiaalgebruik 8
1.1.3 Hulpenergie 13
1.2 Geluid en trillingen 17
1.2.1 Gecumuleerd geluid 17
1.2.2 Trillingen 25
1.3 Bodem en ondergrond 29
1.3.1 Bodemkwaliteit 29
1.3.2 Ondergronds ruimtegebruik 35
1.4 Lucht 39
1.4.1 Luchtkwaliteit 39
1.5 Water 44
1.5.1 Oppervlaktewaterkwaliteit 44
1.5.2 Grondwater 50
1.5.3 Drinkwater 56
1.6 Natuur 61
1.6.1 Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg 61
1.6.2 Biodiversiteit 66
1.6.3 Stikstofdepositie op Natura 2000 71
1.7 Circulariteit 76
1.7.1 Circulair materiaalgebruik 76
1.8 Ruimtelijke kwaliteit 80
1.8.1 Zichtbaarheid en beleving 81
1.8.2 Bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte 86
1.9 Archeologie 92
1.9.1 Archeologische waarden 92
1.10 Cultureel erfgoed 95
1.10.1 Cultuurhistorische waarden 95
1.11 Hitte 101
1.11.1 Hittestress 101

1 Effectbeoordeling milieueffecten

1.1 Klimaat en energie

1.1.1 CO_2-besparing door energieverbruik

Bij alle alternatieven is aardgasvrij het einddoel. Wanneer wordt aangenomen dat het benodigde stroomverbruik groen is, blijkt het resultaat voor CO_2-besparing in de eindsituatie vergelijkbaar. Naar verwachting zal er geen of weinig verschil zijn tussen de alternatieven op dit onderdeel. De specifieke uitstoot die vrijkomt bij de verbranding van aardgas is in 2025 vastgesteld door RVO op 56,2 kg/GJ. Deze waarde wordt als uitgangspunt gehanteerd om de alternatieven te vergelijken. Toch zal wel een verschil blijken tussen de alternatieven en de referentiesituatie. Daarom wordt deze indicator voor het warmteprogramma wel opgenomen.

Voor deze indicator wordt de CO_2-besparing die de warmtetechniek levert tijdens het draaien (gebruiksfase) beoordeeld, effecten in de aanlegfase zijn daarom niet van toepassing.

Tabel 1-1 Beoordelingskader CO2-besparing door energieverbruik

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing gebruikt geen aardgas en leidt tot een significante besparing van CO_2 van meer dan 50% vergelijking met de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing resulteert in een besparing van CO_2 tussen de 20-50% in vergelijking met de referentiesituatie
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft weinig tot geen invloed op de CO_2 uitstoot in vergelijking met de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een toename van de CO_2 uitstoot in vergelijking met de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een significante toename van de CO_2 uitstoot in vergelijking met de referentiesituatie

1.1.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet MT en (Z)LT

Gebruiksfase

Aangezien het warmtenet een distributietechniek is, heeft het warmtenet zelf geen invloed op de mate waarin er CO_2-besparing plaatsvindt. Dit wordt namelijk veroorzaakt door de warmtebron zelf. Effecten in de gebruiksfase zijn daarom niet van toepassing.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Gebruiksfase

Deze warmtebron bestaat uit ondiepe geothermie, tussen de 500 en 1.500 meter, in combinatie met warmtewisselaars en een pompsysteem. De bron levert afhankelijk van de bodemeigenschappen tussen de 40-45 graden Celsius aan het warmtenet. Op basis van een CO_2-emissie per GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45 zorgt ondiepe geothermie voor een specifieke CO_2 uitstoot van 3,58 kg CO_2/GJ.[1] Echter wordt verwacht dat de energiemix van de gemeente Tilburg toenemend gebruik zal maken van hernieuwbare energiebronnen, waardoor de CO2-uitstoot zal afnemen. Vergeleken met de specifieke uitstoot van aardgas is de specifieke uitstoot van geothermie aanzienlijk lager (94%). De effecten op CO_2-besparing voor ondiepe geothermie in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Gebruiksfase

Deze warmtebron bestaat uit thermische energie uit oppervlaktewater wat zorgt voor de levering van ZLT-warmte aan een warmtenet. De voorziening bestaat uit een combinatie van vuilwaterpompen, warmtewisselaars en regelingen. Op basis van een CO_2-emissie per/GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45 zorgt TEO, *zonder opwaardering met een warmtepomp,* voor een specifieke CO_2 uitstoot van 2,4 kg CO_2/GJ (Bron: publieksversie bronnenregister). Inclusief een LT-warmtepomp is de specifieke uitstoot 27,0 kgCO_2 /GJ en met een MT-warmtepomp 42,95 kgCO_2 /GJ. Echter wordt verwacht dat de energiemix van de gemeente Tilburg toenemend gebruik zal maken van hernieuwbare energiebronnen, waardoor de CO2-uitstoot zal afnemen. Hierdoor stoot deze warmtetechniek in totaal significant minder broeikasgassen uitstoten dan de referentiesituatie. Vergeleken met de specifieke uitstoot van aardgas is de specifieke uitstoot van geothermie lager; tussen de 90% en 30%, afhankelijk van het type opwaardering. De effecten op CO_2-besparing voor aquathermie TEO in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Gebruiksfase

Bij TEA wordt het effluent van de RWZI gebruikt voor ZLT-warmtelevering. De voorziening bestaat uit een combinatie van afvalwaterpompen, warmtewisselaars en transportpompen. Om de warmte zoveel mogelijk nuttig te kunnen gebruiken zijn een extra buffer en toerengeregelde pompen nodig. Op basis van een CO_2-emissie per/GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45, zorgt TEA, *zonder opwaardering met een warmtepomp,* voor een specifieke CO_2 uitstoot van 2,4 kg CO_2/GJ (Bron: publieksversie bronnenregister). Inclusief een LT-warmtepomp is de specifieke uitstoot 23,7 kgCO_2 /GJ en met een MT-warmtepomp 40 kgCO_2 /GJ.

[1] Publieksversie bronnenregister, gemeente Tilburg.

Echter wordt verwacht dat de energiemix van de gemeente Tilburg toenemend gebruik zal maken van hernieuwbare energiebronnen, waardoor de CO_2-uitstoot zal afnemen. Vergeleken met de specifieke uitstoot van aardgas is de specifieke uitstoot van geothermie lager; tussen de 90% en 30%, afhankelijk van het type opwaardering. De effecten op CO_2-besparing voor aquathermie TEA in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Opslagvoorziening: WKO

Gebruiksfase

Met een WKO kan de beschikbare warmte uit bronnen worden ingezet voor de levering van bronwater aan warmtepompen in de winter. In de zomer wordt het warmteoverschot gebruikt om de WKO te regenereren. Bij lage temperaturen in de winter wordt de WKO ingezet voor de levering van bronwarmte. Een WKO wordt daarom veelal ingezet in combinatie met Thermische energie uit oppervlaktewater. Aangezien een WKO enkel een opslagvoorziening is, en geen warmte produceert of opwaardeert, heeft een WKO nauwelijks tot geen invloed op de CO_2 besparing die wordt veroorzaakt tijdens de gebruiksfase (Bron: publieksversie bronnenregister). Een WKO wordt namelijk altijd in combinatie met een warmte-producerende bron gebruikt. De effecten op CO_2-besparing voor een WKO in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Gebruiksfase

De buurtwarmtecentrale is vergelijkbaar met de individuele warmtepompen, maar is aanzienlijk groter. In dit geval betreft het een grootschalige water-water-warmtepomp. Voor alle warmtepompen, dus ook water-water-warmtepompen, geldt dat de uitstoot tijdens de gebruiksfase veel lager is dan in de referentiesituatie. In de publieksversie van het bronnenregister is niet berekend wat de CO_2 -uitstoot van deze specifieke warmtetechniek is. Echter wordt ingeschat dat de CO_2-besparing van een water-water-warmtepomp tussen de 30% - 60% is[2]. Deze warmtetechniek is daarmee een verbetering vergeleken met de referentiesituatie. De effecten op CO_2-besparing voor een buurtwarmtecentrale in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Gebruiksfase

Met een e-boiler wordt water verwarmt met elektriciteit van een warmtecentrale. Op basis van een CO_2-uitstoot per/GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45 zorgt een e-boiler voor een specifieke CO_2 uitstoot van 103,89 kg CO_2/GJ (Bron: publieksversie bronnenregister). Echter, de verwachting is dat de energiemix voor het verwarmen van de e-boilers in Geertruidenberg gebruik maken van hernieuwbare energiebronnen, wat zorgt voor een afname van de CO_2-uitstoot. De CO_2-besparing van e-boilers is nu negatief (-), omdat de benodigde stroom nog niet volledig duurzaam is. Binnen de looptijd van het warmteprogramma verandert dat waarschijnlijk niet, maar richting 2050 (wanneer Tilburg energieneutraal wil zijn) wordt de beoordeling naar verwachting positiever.

[2] https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/warmtepomp-duurzaam-elektrisch-verwarmen/#duurzame-keuze

1.1.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Gebruiksfase

Bij een water-water warmtepomp wordt warmte met behulp van elektriciteit uit de bodem omhoog gepompt en daarna met de warmtepomp opgewaardeerd tot de gewenste verwarmingstemperatuur. Omdat in de winter de temperatuur van de bodem hoger is dan de temperatuur van de buitenlucht, is er in vergelijking met een lucht-water warmtepomp minder elektriciteit nodig. Voor alle warmtepompen, dus ook water-water warmtepompen, geldt dat de uitstoot tijdens de gebruiksfase veel lager is dan in de referentiesituatie (aardgasgebruik). In de rapportage bronregister is niet berekend wat de CO_2-uitstoot van deze warmtetechniek is. Echter zorgt een water-water warmtepomp voor tussen de 30-60% afname van de CO_2-uitstoot. Daarnaast wordt verwacht dat de energiemix van de gemeente Tilburg toenemend gebruik zal maken van hernieuwbare energiebronnen. De effecten op CO_2-besparing voor een bodemlus en water-water warmtepomp in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Gebruiksfase

Bij een lucht-water warmtepomp wordt warmte uit de lucht gehaald met behulp van elektriciteit. Voor alle warmtepompen geldt dat de uitstoot tijdens de gebruiksfase veel lager is dan bij verbranding van aardgas in een cv-ketel. Dit komt deels doordat het gebruik van elektriciteit veel efficiënter is dan het gebruik van aardgas. Op basis van een CO_2-uitstoot per/GJ met een primaire energiefactor van elektriciteit van 1,45 zorgt een Lucht-water warmtepomp, voor een specifieke CO_2-uitstoot tussen 31,00 en 46,37 kg CO_2/GJ (Bron: publieksversie bronnenregister). Echter wordt verwacht dat de energiemix van de gemeente Tilburg toenemend gebruik zal maken van hernieuwbare energiebronnen, waardoor de CO2-uitstoot zal afnemen. Vergeleken met de specifieke uitstoot van aardgas is de specifieke uitstoot van een warmtepomp lager; tussen de 45% en 18%, afhankelijk van het type opwaardering. Hierdoor stoot deze warmtetechniek in totaal significant minder broeikasgassen uit dan de referentiesituatie. De effecten op CO_2-besparing voor een lucht-water warmtepompen in de gebruiksfase worden als positief (+) beoordeeld.

1.1.1.3 Effectbeoordeling CO_2-besparing

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-2 Overzicht effectbeoordeling CO_2-besparing in de gebruiksfase door energieverbruik

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT en (Z)LT	A: n.v.t.	G: n.v.t.
	Ondiepe geothermie	A: n.v.t.	G: ++
	TEO (aquathermie)	A: n.v.t.	G: ++
	TEA (aquathermie)	A: n.v.t.	G: ++
	WKO	A: n.v.t.	G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: n.v.t.	G: ++
	E-boilers	A: n.v.t.	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: n.v.t.	G: ++
	Lucht-water warmtepomp	A: n.v.t.	G: +

1.1.2 CO_2-uitstoot door materiaalgebruik

De alternatieven kunnen verschillen op basis van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik. Voor het plaatsen en onderhouden van infrastructuur (inclusief installaties) zijn materiaal en werkzaamheden nodig. Met dit aspect wordt er gekeken naar de milieu impact van de materialen die nodig zijn (bijvoorbeeld uitgedrukt in een milieu kosten indicator of CO_2-equivalent).

Tabel 1-3 Beoordelingskader CO_2-uitstoot

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een significante vermindering van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een merkbare vermindering van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft weinig tot geen effect op de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een toename van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing resulteert in een significante toename van de CO_2-uitstoot door het materiaalgebruik

1.1.2.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet MT en (Z)LT

Aanlegfase

In de aanlegfase van een warmtenet worden effecten op de CO_2-uitstoot verwacht, doordat er grote hoeveelheden primair materiaal nodig zullen zijn om de nieuwe infrastructuur aan te leggen. Deze uitstoot zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. De benodigde infrastructuur bestaat uit hoofdleidingen, distributieleidingen en overdrachts- en onderstations. Daarnaast is er in de individuele woningen een afgiftesysteem nodig waardoor de warmte van het warmtenet opgenomen kan worden in de woning. Voor de aanleg van het warmtenet is daarom relatief veel nieuw materiaal nodig; er wordt geen gebruik gemaakt van het bestaande aardgasnetwerk, en het bestaande warmtenet wordt aanzienlijk uitgebreid. De impact van materiaal van warmtenetten ontstaat onder andere doordat de leidingen geïsoleerde stalen leidingen zijn. Hierbij dient de nuance te worden gemaakt dat het ZLT warmtenet in Tilburg niet wordt geïsoleerd wordt. De effecten op CO_2-uitstoot voor het warmtenet midden en lage temperatuur in de aanlegfase worden als zeer negatief (--) beoordeeld. De effecten op CO2-uitstoot voor het warmtenet zeer lage temperatuur in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Vergeleken met de aanlegfase zal de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik beperkt blijven. Dit zal voornamelijk bestaan uit het onderhoud van het aangelegde leidingnetwerk, waardoor kleine hoeveelheden staal en isolatiemateriaal moeten worden toegepast. Vergeleken met de referentiesituatie zal dit niet significant verschillen voor een warmtenet. De effecten op CO_2-uitstoot voor het warmtenet midden temperatuur in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

In de aanlegfase van ondiepe geothermie zal CO_2 worden uitgestoten door het materieel- en materiaalgebruik. 100% emissieloos materieel is tijdens de realisatie van een ondiepe geothermiebron is tot 2035 niet verplicht. Daarom wordt ervan uitgegaan dat het materieel tot die tijd ook niet (volledig) emissieloos is. Verder is er meer materiaal nodig ten opzichte van de referentiesituatie. Voor geothermie worden materialen gebruikt voor boringen, pijpleidingen, warmtewisselaars, funderingen en constructies. Dit bestaat onder andere uit HDPE voor buizen, geïsoleerd staal voor leidingen, beton voor funderingen en diverse materialen voor warmtewisselaars. De productie van staal en beton veroorzaakt aanzienlijke CO_2-uitstoot, zowel door het hoge energieverbruik als door chemische processen tijdens de vervaardiging. De hoeveelheid materialen is minder dan voor een gemiddeld warmtenet daarom worden de effecten op CO_2-uitstoot voor ondiepe geothermie in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Vergeleken met de aanlegfase zal de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik beperkt blijven. Dit zal voornamelijk bestaan uit het onderhoud van het aangelegde leidingnetwerk, waardoor kleine hoeveelheden staal en isolatiemateriaal moeten worden toegepast. Vergeleken met de referentiesituatie zal dit niet significant verschillen voor een warmtenet. De effecten op CO_2-uitstoot voor ondiepe geothermie in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater of afvalwater (TEO of TEA)

Aanlegfase

Deze warmtebron bestaat uit thermische energie uit oppervlaktewater of uit afvalwater (aquathermie) als bron voor ZLT-warmte in een warmtenet. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. De voorziening bestaat uit een combinatie van; waterinnameconstructies waardoor het oppervlaktewater (of afvalwater) wordt ingenomen voor warmtedistributie; filters en roosters om het vuil van het oppervlaktewater te filteren’; een pompinstallatie om water naar de warmtewisselaar te transporteren; een warmtewisselaar waardoor het water wordt gescheiden van een warmtenet-circuit; diverse transportleidingen; afname installaties; en besturingsinstallaties. Voor het realiseren van deze warmtevoorziening zal een aanzienlijke hoeveelheid materialen nodig zijn, waaronder grote hoeveelheden staal, beton en HDPE voor leidingen. De effecten op CO_2-uitstoot voor het aquathermie TEO of TEA in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Vergeleken met de aanlegfase zal de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik beperkt blijven. Dit zal voornamelijk bestaan uit het onderhoud van het aangelegde TEO/TEA-systeem, waardoor kleine hoeveelheden staal en isolatiemateriaal moeten worden toegepast. Vergeleken met de referentiesituatie zal dit niet significant verschillen. De effecten op CO_2-uitstoot voor het aquathermie TEO/TEA in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Een WKO-systeem maakt gebruik van bodemenergie door in de zomerwarmte op te slaan in een warme bron en in de winterkoude in een koude bron. Via warmtepompen en een distributienet levert dit systeem vervolgens lage-temperatuurwarmte en eventueel koude aan de gebouwen. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is voor de realisatie; er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel gedurende de uitvoering.

De voorziening bestaat uit diep geboorde bronnen voor warmte- en koudeopslag, waarbij gebruik wordt gemaakt van lange stijgbuizen van PVC, PE of staal. Daarnaast bestaat de installatie uit een pompput met bronpompen en een bovengrondse technische ruimte waarin warmtepompen, warmtewisselaars en regeltechniek zijn ondergebracht. Voor de realisatie van deze warmtevoorziening is een aanzienlijke hoeveelheid materialen nodig. De grootste materiaalvraag bevindt zich in de diepe boringen, die lange leidingen vereisen van PVC, PE of stalen mantelbuisconstructies. Ook is een grote hoeveelheid PE of HDPE nodig voor de ondergrondse leidingen tussen de bronnen, de technische ruimte en het aangesloten net. Om deze reden wordt de aanleg van een WKO beoordeeld als negatief ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op CO_2-uitstoot voor de WKO in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Vergeleken met de aanlegfase zal de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik beperkt blijven. Dit zal voornamelijk bestaan uit het onderhoud, waardoor kleine hoeveelheden staal en isolatiemateriaal moeten worden toegepast. Vergeleken met de referentiesituatie zal dit niet significant verschillen. De effecten op CO_2-uitstoot voor de WKO in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

De buurtwarmtecentrale is vergelijkbaar met de individuele warmtepompen, maar is aanzienlijk groter. In dit geval betreft het een grootschalige water-water-warmtepomp. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. De milieu-impact van de materialen die nodig zijn voor centrale water-water-warmtepomp wordt voornamelijk bepaald door productie en afwerking van koper en staal, in combinatie met de productie van koudemiddel. Daarnaast zal voor het ontwikkelen van het gebouw waarin de buurtwarmtecentrale nieuw aangelegd moeten worden, waarvoor metaal of beton nodig is. Koper, staal en beton hebben een hoge milieu-impact, voornamelijk vanwege de energie-intensieve mijnbouw en verwerkingsprocessen.

De milieu impact van andere materialen waaruit een warmtepomp bestaat, zoals plastic hebben een minder hoge milieu-impact, maar de volumes bij een buurtwarmtecentrale zijn aanzienlijk. De milieu-impact van materiaalgebruik ligt over het algemeen iets hoger bij warmtepompen dan bij CV-ketels.

In het algemeen geldt dat voor een klein aantal grote apparaten (met een hoog vermogen/volume etc.) minder materiaal nodig is om dezelfde functie te leveren dan een groot aantal kleine apparaten. De milieulast is dan ook lager voor een kleiner aantal apparaten, ondanks de benodigde aanleg van een distributiesysteem bij collectieve alternatieven. De effecten op CO_2-uitstoot voor de buurtwarmtecentrale in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Een warmtepomp vergt minder onderhoud dan een CV-ketel. De effecten op CO_2-uitstoot voor de buurtwarmtecentrale in de gebruiksfase worden als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Een e-boiler is een industriële of grootschalige elektrische boiler die water of een andere vloeistof verwarmt. Een e-boiler bestaat uit diverse onderdelen, waaronder een warmtebuffer, diverse pompen, een elektrische aansluiting, een transformator en middenspanningsaansluiting en een behuizing. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. In het algemeen geldt dat voor een klein aantal grote apparaten (met een hoog vermogen/volume etc.) minder materiaal nodig is om dezelfde functie te leveren dan een groot aantal kleine apparaten. De milieulast is dan ook lager voor een kleiner aantal apparaten, ondanks de benodigde aanleg van een distributiesysteem bij collectieve alternatieven. Doordat de e-boilers gecentraliseerd worden gerealiseerd, is de hoeveelheid materiaal voor deze warmtebron vergeleken met andere alternatieven beperkter. Echter is de hoeveelheid materiaal dat nieuw wordt aangebracht wel groter dan de referentiesituatie. De effecten op CO_2-uitstoot voor de e-boilers in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Vergeleken met de aanlegfase zal de CO_2-uitstoot door materiaalgebruik beperkt blijven. Dit zal voornamelijk bestaan uit het onderhoud, waardoor kleine hoeveelheden staal en isolatiemateriaal moeten worden toegepast. Vergeleken met de referentiesituatie zal dit niet significant verschillen. De effecten op CO_2-uitstoot voor de e-boilers in de gebruiksfase worden als neutraal (0) beoordeeld.

1.1.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Een bodemlus met water-water warmtepomp vereist materiaal voor de installatie van de putten en leidingen die in de grond worden geplaatst. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. De milieu-impact van het materiaalgebruik is hoger dan de

referentiesituatie. Daarnaast is er voor de warmtepomp zelf koper nodig, wat een schaars materiaal is met een hoge milieu impact. Ook ontstaat er milieu impact door alle overige materialen en processen in de levenscyclus van de warmtepomp. De CO_2 uitstoot door materiaalgebruik ligt hierdoor iets hoger dan bij CV-ketels die overheersen in de referentiesituatie. In dit geval betreft het een individuele oplossing: voor elke woning wordt een eigen bodemlus met water-waterwarmtepomp aangelegd. Dit leidt tot een hogere CO_2-impact dan in de referentiesituatie, omdat meer materiaal en elektronische componenten nodig zijn. Deze componenten schalen niet mee met het vermogen, waardoor de milieulast per eenheid warmte stijgt. Dit blijkt ook uit de MKI (Milieukostenindicator), een maat die de totale milieubelasting in euro's uitdrukt. Alles opgeteld resulteert dit in een sterk negatieve score (--) voor CO_2-uitstoot in de aanlegfase.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Een warmtepomp vergt minder onderhoud dan een CV-ketel. De effecten op CO_2-uitstoot voor de bodemlus en water-waterwarmtepomp in de aanlegfase worden als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Voor de aanleg van individuele warmtepompen is materiaal nodig voor de individuele installaties. De uitstoot tijdens de aanlegfase zal naar verwachting niet worden veroorzaakt door het materieel dat nodig is, er wordt uitgegaan van 100% emissieloos materieel tijdens de realisatie. De milieu-impact van de materialen die nodig zijn voor lucht-water warmtepompen wordt voornamelijk bepaald door productie en afwerking van koper en de productie van koudemiddel. Koper heeft een hoge milieu-impact, voornamelijk vanwege de energie-intensieve mijnbouw en verwerkingsprocessen. De milieu impact van andere materialen waaruit een warmtepomp bestaat, zoals plastic, staal en aluminium hebben een minder hoge milieu-impact. De milieu-impact van materiaalgebruik ligt over het algemeen iets hoger bij warmtepompen dan bij CV-ketels.

In het algemeen geldt dat voor een klein aantal grote apparaten (met een hoog vermogen/volume etc.) minder materiaal nodig is om dezelfde functie te leveren dan een groot aantal kleine apparaten. De milieulast is dan ook lager voor een kleiner aantal apparaten, ondanks de benodigde aanleg van een distributiesysteem bij collectieve alternatieven. Voor de warmtepompen is dit contrast extra groot, omdat de elektronische componenten een significant aandeel hebben in de MKI, en deze componenten niet mee schalen met het geleverde vermogen. De effecten op CO_2-uitstoot voor de aanleg van lucht-water warmtepompen als individuele oplossing worden daarom als zeer negatief (--) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Een warmtepomp vergt minder onderhoud dan een CV-ketel. De effecten op CO_2-uitstoot voor de lucht-water warmtepompen in de gebruiksfase worden als positief (+) beoordeeld.

1.1.2.3 Effectbeoordeling CO_2-uitstoot door materiaalgebruik

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-4 Overzicht effectbeoordeling CO_2-uitstoot door materiaalgebruik

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A--	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	A: --	A: - G: 0
	Ondiepe geothermie	A: -	G: 0
	TEO (aquathermie)	A: -	G: 0
	TEA (aquathermie)	A: -	G: 0
	WKO	A: -	G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: -	G: +
	E-boilers	A: -	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: --	G: +
	Lucht-water warmtepomp	A: --	G: +

1.1.3 Hulpenergie

Het aspect Jaarlijkse gWh-hulpenergie gaat over de hoeveelheid hulpenergie die de alternatieven nodig hebben om duurzame warmte bruikbaar te maken voor de gebouwde omgeving. Denk hierbij aan de stroom die nodig is om een warmtepomp te laten draaien. Dit geldt voor zowel het elektriciteitsnet (kabels, laag- en hoogspanningsstations) als groene opwekinstallaties (significant door ruimtebeslag en materialenverbruik). De indicator jaarlijkse gWh-hulpenergie gaat om de hoeveelheid (fossiele) energie die nog als back up nodig is, en zegt daarmee dus iets over de milieu-impact van een bepaalde techniek of systeem. Voor dit aspect wordt niet gekeken naar het winnen van de energie.
Voor deze indicator wordt gekeken naar de benodigde hulpenergie om de warmtetechniek te laten draaien in de gebruiksfase. De aanlegfase heeft geen invloed op de indicator en wordt daarom ook niet beschreven.

Tabel 1-5 Beoordelingskader hulpenergie

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is 3-5 keer minder hulpenergie nodig dan in de referentiesituatie, voor dezelfde hoeveelheid warmte, of er wordt zelfs energie opgewekt .
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is 2-3 keer minder hulpenergie nodig dan in de referentiesituatie, voor dezelfde hoeveelheid warmte.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is ongeveer evenveel hulpenergie nodig als in de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is 2-3 keer meer hulpenergie nodig dan in de referentiesituatie, voor dezelfde hoeveelheid warmte.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is 3-5 keer meer hulpenergie nodig dan in de referentiesituatie, voor dezelfde hoeveelheid warmte.

1.1.3.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Gebruiksfase

Met uitzondering op diepe geothermie en de e-boilers, is er bij gebruik van een Warmtenet Midden temperatuur (MT) significante opwaardering nodig van de bronwarmte. Daarnaast is er hulpenergie nodig voor de pompsystemen en verdeel – en onderstations die nodig zijn om het warmtenet operationeel te maken. De warmtepompen die nodig zijn voor een MT-warmtenet, hebben een specifiek elektrisch verbruik van tussen de 0,17 MWe/MWth en 0,30 MWe/MWth. Vergeleken met de referentiesituatie is er minder hulpenergie nodig. De effecten op hulpenergie voor de Warmtenet middentemperatuur (MT) in de gebruiksfase worden als positief (+) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Gebruiksfase

Bij een ZLT-warmtenet is nauwelijks opwaardering nodig, wat een groot voordeel oplevert voor CO_2-uitstoot. Hoewel warmtepompen hier een hoger specifiek elektrisch verbruik hebben (0,36–0,45 MWe/MWth), weegt dit niet op tegen het wegvallen van opwaarderingsenergie. Alleen beperkte pompenergie is nodig voor transport. Dit resulteert in een veel lagere totale CO_2-impact dan bij MT. De effecten worden daarom als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Gebruiksfase

Ondiepe geothermie gebruikt de bodemtemperatuur tussen de 500 – 1500 meter als warmtebron. Afhankelijk van de temperatuur van de warmtebron, moet deze nog verder verwarmd worden tot een temperatuur die benodigd is voor het warmtenet dat wordt gevoed: MT of (Z)LT. Dit gebeurt via een elektrische warmtepomp met behulp van elektriciteit. Daarbij heeft een warmtepomp ongeveer een drie tot vijf keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel op aardgas (afhankelijk van de specifieke warmtepomp en afgiftetemperatuur). Met ondiepe geothermie is er dus veel minder hulpenergie nodig om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren, in vergelijking met de referentiesituatie. In de publieksversie van het bronnenregister dat is opgesteld voor de gemeente Tilburg is omschreven dat er voor een ondiepe geothermie een specifiek elektrisch verbruik van 0,23 MWe/MWth geldt zonder opwaardering van een warmtepomp en 0,32 met een MT-warmtepomp. De effecten op hulpenergie voor ondiepe geothermie in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Gebruiksfase

Aquathermie maakt vaak gebruik van warmtepompen om de warmte uit het water te extraheren en te verhogen tot een bruikbaar niveau voor verwarming en circulatiepompen die het verwarmde water door het warmtenet transporteren. Afhankelijk van de temperatuur van het oppervlaktewater moet deze nog verder verwarmd worden met behulp van elektriciteit. Daarbij heeft een warmtenet met aquathermie een 3 tot 4 keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel met aardgas. Als de bron wordt gebruikt in combinatie met een ZLT-warmtenet, is deze opwaardering niet nodig en is er enkel hulpenergie nodig voor het pompsysteem. In de publieksversie van het bronnenregister dat is opgesteld voor de gemeente Tilburg, is omschreven dat er voor een TEO een specifiek elektrisch verbruik van 0,03 MWe/MWth zonder opwaardering van een warmtepomp.

In combinatie met een LT-warmtepomp is het specifieke elektrische verbruik 0,23MWe/MWth en met een MT-warmtepomp 0,39 MWe/MWth. De effecten op hulpenergie voor de aquathermie TEO in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Gebruiksfase

Bij aquathermie afkomstig van een RWZI wordt vaan gebruik gemaakt van warmtepompen om de warmte uit het water te extraheren en te verhogen tot een bruikbaar niveau voor verwarming en circulatiepompen die het verwarmde water door het warmtenet transporteren. Afhankelijk van de temperatuur van het oppervlaktewater moet deze nog verder verwarmd worden met behulp van elektriciteit. Daarbij heeft een warmtenet met aquathermie een 3 tot 4 keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel met aardgas. Indien de bron wordt gebruikt in combinatie met een ZLT-warmtenet, is deze opwaardering niet nodig en is er enkel hulpenergie nodig voor het pompsysteem. In de publieksversie van het bronnenregister dat is opgesteld voor de gemeente Tilburg, is omschreven dat er voor een TEA een specifiek elektrisch verbruik van 0,03 MWe/MWth zonder opwaardering van een warmtepomp. In combinatie met een LT-warmtepomp is het specifieke elektrische verbruik 0,20 MWe/MWth en met een MT-warmtepomp 0,36 MWe/MWth. De effecten op hulpenergie voor de aquathermie TEA in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Gebruiksfase

Een WKO is een opslag van warmte en koude. Warm en koud water wordt in watervoerende lagen in de diepe ondergrond gebracht en slaan temperaturen tussen de 5 en 25 graden C op. Een WKO is daarom een opslagsysteem en heeft zelf geen invloed op de opwaardering van de bronwarmte. Echter is er wel hulpenergie nodig voor het transporteren van de warmte en koude uit de WKO. De effecten op hulpenergie voor de WKO in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Gebruiksfase

De buurtwarmtecentrale is vergelijkbaar met de individuele warmtepompen, maar is aanzienlijk groter. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een water-water-warmtepomp. Afhankelijk van de temperatuur van het bronwater, moet deze nog verder verwarmd worden tot een temperatuur waarmee een woning verwarmd kan worden. Dit doet een water-water-warmtepomp met behulp van elektriciteit. Daarbij heeft een warmtepomp ongeveer een drie tot vijf keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel op aardgas (afhankelijk van de specifieke warmtepomp en afgiftetemperatuur). Met een warmtecentrale op basis van water-water-warmtepomp, is er dus veel minder hulpenergie nodig om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren, in vergelijking met de referentiesituatie. De effecten op hulpenergie voor de buurtwarmtecentrale in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Gebruiksfase

Een e-boiler verhit met behulp van elektriciteit het water tot de gewenste temperatuur. Ofwel, deze warmtetechniek berust volledig op de inzet van hulpenergie om de gewenste temperatuur van het water te behalen. Elektrische opwaardering is over het algemeen efficiënter dan verwarming door de verbranding van aardgas. In de publieksversie van het bronnenregister dat is opgesteld voor de gemeente Tilburg, is omschreven dat er voor een e-boiler een specifiek elektrisch verbruik van 1,01 MWe/MWth Echter blijft de benodigde hulpenergie significant. De effecten op hulpenergie voor de e-boilers in de gebruiksfase worden als negatief (-) beoordeeld.

1.1.3.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Gebruiksfase

Een bodemwarmtepomp haalt warmte uit de grond. De temperatuur van de ondergrond ligt het hele jaar tussen de 10°C en 12°C. Deze brontemperatuur wordt met behulp van elektriciteit opgewaardeerd tot een afgiftetemperatuur waarmee het huis verwarmd kan worden. Daarbij heeft een bodem-water warmtepomp ongeveer een vijf keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel op aardgas. Met een bodem-water warmtepomp is er dus veel minder energie nodig om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren, in vergelijking met een cv-ketel. De effecten op hulpenergie voor de bodemlus en water-water-warmtepomp in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Gebruiksfase

Een lucht-water warmtepomp haalt warmte uit de lucht. Afhankelijk van de temperatuur van de buitenlucht, moet deze nog verder verwarmd worden tot een temperatuur waarmee een woning verwarmd kan worden. Dit doet een lucht-water warmtepomp met behulp van elektriciteit. Daarbij heeft een warmtepomp ongeveer een drie tot vijf keer hogere efficiëntie dan een cv-ketel op aardgas (afhankelijk van de specifieke warmtepomp en afgiftetemperatuur). Met een lucht-water warmtepomp is er dus veel minder hulpenergie nodig om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren, in vergelijking met de referentiesituatie. In de publieksversie van het bronnenregister dat is opgesteld voor de gemeente Tilburg, is omschreven dat er voor een warmtepomp een specifiek elektrisch verbruik tussen 0,30 MWe/MWth en 0,45 MWe/MWth. De effecten op hulpenergie voor de bodemlus en lucht-water-warmtepomp in de gebruiksfase worden als zeer positief (++) beoordeeld.

1.1.3.3 Effectbeoordeling hulpenergie

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-6 Overzicht effectbeoordeling hulpenergie

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: n.v.t.	G: +
	Warmtenet (Z)LT	A: n.v.t.	G: ++
	Ondiepe geothermie	A: n.v.t.	G: ++
	TEO (aquathermie)	A: n.v.t.	G: ++
	TEA (aquathermie)	A: n.v.t.	G: ++
	WKO	A: n.v.t.	G: ++
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: n.v.t.	G: ++
	E-boilers	A: n.v.t.	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: n.v.t.	G: ++
	Lucht-water warmtepomp	A: n.v.t.	G: ++

1.2 Geluid en trillingen

1.2.1 Gecumuleerd geluid

Het gecumuleerd geluid is het gecombineerde geluid van verschillende geluidsbronnen samen. De indicator wordt uitgedrukt in dB Lden (decibel Level Day-Evening-Night), waarbij het geluid over dag, avond en nacht wordt samengevoegd en de avond en nacht zwaarder meetellen omdat geluid in die perioden meer hinder veroorzaakt.

Op basis van de tabel kwalificatie van gecumuleerd geluid (HSAO, bijlage bij voorliggend rapport) geldt dat een gecumuleerde geluidbelasting tot 55 dB in een stedelijke omgeving aanvaardbaar is. Daarom wordt verwacht dat vanaf 55 dB en hoger sprake is van geluidhinder.

Voor het thema geluid is gekozen voor een kwalitatieve beoordeling, omdat dit beter past bij het abstractieniveau van het Warmteprogramma. Bovendien is voor een kwantitatieve berekening informatie nodig over de exacte locatie, omvang, hoogte en het geluidvermogen van de bronnen ten opzichte van woningen. Deze gegevens zijn in dit stadium nog niet beschikbaar.

In onderstaande tabel is het beoordelingskader weergegeven.

Tabel 1-7 Beoordelingskader gecumuleerd geluid

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke afname van de gecumuleerd geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een afname van de gecumuleerd geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen verschil in de gecumuleerd geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een toename van de gecumuleerd geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke toename de gecumuleerd geluidsbelasting op geluidsgevoelige gebouwen

Andere vormen geluid

Bijzondere vormen van hinderlijk geluid zijn tonaal geluid en laagfrequent geluid (LFG). Tonaal geluid bevat één duidelijke toon of piep, zoals een brom, fluit, zoem of zoemtoon. Tonaal geluid wordt als extra storend ervaren, omdat het ten opzichte van breed spectrale achtergrondgeluiden meer opvalt en minder goed uitgefilterd kan worden. Dit speelt vooral een rol bij de gebruiksfase omdat het dan om permanente bronnen gaat die in de stille nachtperiode extra opvallen. Bij beoordeling van het geluid van deze bronnen aan de geldende grenswaarden voor geluid dient rekening gehouden te worden met een (variabele) toeslag om rekening te houden met de extra hinderlijkheid. Dit geldt voor alle geluidbronnen die in de gebruiksfase het Warmteprogramma tonaal geluid kunnen uitstralen. Dit zijn bijvoorbeeld lucht-water warmtepompen, ventilatoren, transformatoren en pompen. Tonaal geluid wordt daarom niet afzonderlijk beoordeeld, maar meegenomen in gecumuleerd geluid.

Laagfrequent geluid bestaat uit lage tonen (ongeveer tussen 20 en 125 Hz) die je eerder voelt dan hoort. Deze lage frequenties dragen ver en kunnen makkelijker door gevels heen gaan (van woningen of de gebouwen waarin de bronnen staan). Het is minder goed te beperken door isolatiemateriaal of geluidschermen. LFG wordt vaak ervaren als een zoemend, brommend of drukkend geluid en de waarneming van de ervaren hinderlijkheid is sterk verschillend per persoon. Dit heeft te maken met de gevoeligheid van het gehoor, mate van maskering door omgevingsgeluid en persoonlijke omstandigheden zoals stressgevoeligheid of leeftijd. LFG kan veroorzaakt worden door verschillende bronnen. Mogelijk relevante bronnen in de gebruiksfase van het Warmteprogramma zijn transformatoren, buisleidingen, vloeistofpompen (bijvoorbeeld bij geothermieputten) en lucht-water warmtepompen (bij onvoldoende akoestisch ontkoppeling). Er wordt uitgegaan van toepassing van de stand der warmtetechniek en volgen van richtlijnen, zoals het plaatsen van verdeelstations en transformatorhuisjes op minimaal vier meter afstand van woningen) voor de mogelijk relevante LFG-bronnen, waarmee de kans op het optreden van laagfrequent geluid voor de alternatieven laag en niet te onderscheiden is.

De individuele warmtetechnieken bodemlus met water-water warmtepomp en lucht-water warmtepomp worden per wijktypologie beoordeeld, omdat het effect van geluid per wijktypologie kan verschillen. De overige warmtetechnieken worden gemeentebreed beoordeeld.

1.2.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet MT en (Z)LT

Aanlegfase

De aanleg van een warmtenet, ongeacht de temperatuur, gaat gepaard met geluidsintensieve werkzaamheden, zoals graafwerk voor de ondergrondse transportleidingen. Deze werkzaamheden zijn luider en duren langer dan de werkzaamheden voor cv-installaties of lucht-water warmtepompen in de referentiesituatie. Wel vinden de werkzaamheden voor het warmtenet doorgaans verder van woningen plaats dan de cv-installaties en warmtepompen in de referentiesituatie.

Over het algemeen is er voor de verschillende wijktypologieën geen aanzienlijk verschil in de aanlegfase van een midden temperatuur warmtenet. Wat wel een verschil maakt is de al bestaande geluidsproductie in de gemeente. In Tilburg zijn meerdere gebieden waar de geluidsbelasting al relatief hoog is. Wegverkeerslawaai is daarbij de meest maatgevende bron.

Uit de HSAO blijkt dat dit ook in 2030 het geval blijft; wegverkeerslawaai bepaalt dan in de meeste delen van de gemeente de hoogste geluidsbelasting. De andere geluidsbronnen zijn minder relevant, omdat railverkeer in stadsdeel Oost alleen voor L_{night} maatgevend is en industrielawaai, horecalawaai en luchtvaartlawaai in geen enkel stadsdeel maatgevend zijn. Maatgevend betekent dat deze bron het grootste aandeel levert in het totale (gecumuleerd) geluid. In gebieden met al een relatief hoge gecumuleerde geluidsbelasting hebben aanlegwerkzaamheden een extra verhogend effect.

Echter, daar staat tegenover dat in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) regels staan over geluidhinder bij bedrijfsmatige bouwwerkzaamheden, waar de aanleg van een warmtenet onder valt. Ze gaan over werktijden en het geluidsniveau. Zo mogen bouwwerkzaamheden alleen plaatsvinden op werkdagen en op zaterdag tussen 7.00 en 19.00 uur (artikel 7.17, lid 1 Bbl). De dagwaarde van het geluid door de bouwwerkzaamheden bepaalt de maximale duur van die werkzaamheden. Hoe hoger het geluidsniveau op de gevel van een woonfunctie, kinderopvang, gezondheidszorgfunctie, onderwijsfunctie of op de grens van een geluidsgevoelig terrein, hoe korter de maximale blootstellingsduur mag zijn (artikel 7.17, lid 2 Bbl). Bij een dagwaarde van ≤ 60 dB(A) mogen de werkzaamheden onbeperkt duren. Tussen 60 en 65 dB(A) geldt een maximale duur van 50 dagen, waarna de toegestane duur verder afneemt bij hogere waarden. Op deze manier wordt de lengte van geluidsintensieve werkzaamheden, en daarmee de aanzienlijke toename van gecumuleerd geluid ten opzichte van de referentiesituatie, beperkt.

De effecten op het gecumuleerd geluid worden voor deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

De transportleidingen van warmtenetten, ongeacht de temperatuur, produceren zelf geen geluid. Warmtenetten maken gebruik van centrale installaties, zoals warmteoverdrachtstations en onderstations. Het geluid van deze installaties moet voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) als etmaalwaarde op de gevel van woningen). Daarnaast is er doorgaans voldoende afstand tussen afzonderlijke installaties. Het is daarom niet aannemelijk dat deze installaties, ten opzichte van de referentiesituatie, leiden tot een relevante toename van het gecumuleerd geluid. De effecten op het gecumuleerd geluid worden voor deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

De aanleg van ondiepe geothermie betreft een grote installatie van circa 1,5 voetbalveld en gaat gepaard met geluidsintensieve werkzaamheden, zoals het boren naar de geothermische bron. Omdat de warmte lokaal wordt gebruikt, moeten deze bronnen in de directe nabijheid van het afnamepunt worden gerealiseerd. Nabij de beoogde locatie zullen de aanlegwerkzaamheden leiden tot een toename van het gecumuleerde geluid.
Over het algemeen is er voor de verschillende wijktypologieën geen aanzienlijk verschil in de aanlegfase van ondiepe geothermie. Wat wel een verschil maakt is de al bestaande geluidsproductie in de gemeente. Zoals hierboven omschreven bepaalt wegverkeer in de meeste delen van de gemeente de hoogste geluidsbelasting.

De gemeente onderzoekt momenteel de mogelijkheden voor ondiepe geothermie in het kansrijke gebied binnen de Ringbanen, Tilburg-Oost (zie alternatievenomschrijving, zone 3) en de bedrijventerreinen Schepersven en Enschot (zone 6). In deze gebieden is reeds sprake van een zekere geluidsbelasting door wegverkeer en de bedrijven, zij het in niet extreme mate. De realisatie van een geothermische bron leidt daarbij tot een verdere toename van de gecumuleerde geluidsbelasting.

Echter, voor ondiepe geothermie gelden ook de regels uit het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) omtrent geluidhinder bij bedrijfsmatige bouwwerkzaamheden. Deze regels hebben betrekking op werktijden en toegestane geluidsniveaus. Zo wordt de aanzienlijke toename van gecumuleerd geluid ten opzichte van de referentiesituatie beperkt. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Het geluid van de installaties van ondiepe geothermie moet voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) als etmaalwaarde op de gevel van woningen). Daarnaast is er doorgaans voldoende afstand tussen afzonderlijke installaties, omdat één bron 10.000 tot 15.000 woningen kan voorzien van warmte. Het is daarom niet aannemelijk dat de geothermie installaties, ten opzichte van de referentiesituatie, leiden tot een relevante toename van het gecumuleerd geluid. De effecten op gecumuleerd geluid worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij collectieve inname van thermische energie uit oppervlaktewater is een centrale installatie nodig. De aanleg van deze TEO-installatie gaat gepaard met geluidsintensieve werkzaamheden. In Tilburg zijn voor TEO verschillende waterpartijen met warmtepotentie, waaronder het Wilhelminakanaal, de Piushaven, Industriehaven Loven en de Surfplas. Sommige waterpartijen liggen (relatief) dichtbij woningen. De aanlegwerkzaamheden kunnen dus, afhankelijk van de locatie, plaatsvinden in de nabijheid van woningen. Door de aanleg van de TEO-installaties neemt het gecumuleerd geluid in de omgeving van deze waterpartijen toe ten opzichte van de referentiesituatie, waarbij individuele cv-installaties en lucht-water warmtepompen worden voorzien.

Zeker in gebieden waar het gecumuleerd geluid al relatief hoog is, leidt de aanleg van TEO tot een aanzienlijke toename. Het Bbl beperkt echter de duur van bedrijfsmatige bouwwerkzaamheden (kortere toegestane duur bij hogere dagwaarden), waardoor de periode van extra aanzienlijk geluid wordt beperkt. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als negatief (-) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Centrale TEO-installaties veroorzaken geluid, voornamelijk door warmtepompen en pompinstallaties bij het water. Echter, omdat deze installaties moeten voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) etmaalwaarde op de gevel van woningen), is het niet aannemelijk dat dit leidt tot een relevante toename van gecumuleerd geluid.

De effecten op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Voor thermische energie uit afvalwater zijn verschillende installaties nodig, zoals een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze worden geplaatst bij rioolwaterzuiveringsinstallaties. Uiteraard kan het geluid tijdens de aanlegfase iets toenemen, maar doordat RWZI's op grotere afstand van woningen liggen, blijft de impact beperkt. In Tilburg bevindt de RWZI zich in het buitengebied, op basis van de alternatievenomschrijving in deelgebied 4 (Buitengebied en de Blaak), waardoor de geluidshinder nihil is. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Het geluid van TEA-installaties moet voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) als etmaalwaarde op de gevel van woningen). Omdat de installaties bij RWZI's worden geplaatst en deze zich in het buitengebied bevindt (zone 4: Buitengebied en de Blaak), is er sprake van een ruime afstand tot woningen. Hierdoor is het niet aannemelijk dat TEA-installaties, ten opzichte van de referentiesituatie, leiden tot een relevante toename van het gecumuleerd geluid. De effecten op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

De aanleg van WKO-systemen gaat gepaard met lange, intensieve werkzaamheden, want er zijn diepe boringen nodig om bronnen in de bodem aan te leggen. Daarnaast moeten deze systemen in de directe nabijheid van woningen worden gerealiseerd. Deze werkzaamheden veroorzaken een toename van geluid ten opzichte van de aanleg van bovengrondse installaties in de referentiesituatie, als cv en lucht-water warmtepompen.

Over het algemeen is er voor de verschillende wijktypologieën geen groot verschil in de aard van de werkzaamheden, maar de bestaande geluidsproductie in de gemeente speelt wel een rol. Zoals eerder omschreven bepaalt wegverkeer in de meeste delen van de gemeente de hoogste geluidsbelasting. De realisatie van een WKO-installatie in deze gebieden leidt daarbij tot een extra verhoging van de gecumuleerde geluidsbelasting. Het Bbl beperkt echter de duur van bedrijfsmatige bouwwerkzaamheden (kortere toegestane duur bij hogere dagwaarden), waardoor de periode van extra aanzienlijk geluid enigszins wordt beperkt. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als negatief (-) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Een WKO-systeem bestaat uit bronnen (putten) en daarnaast uit leidingen, pompen en besturing. Deze componenten veroorzaken enig geluid, maar centrale installaties moeten voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) als etmaalwaarde op de gevel van woningen). Bij toepassing van voldoende geluidbeperkende voorzieningen en/of voldoende afstand tot woningen zijn deze waarden haalbaar.

Hierdoor is het niet aannemelijk dat WKO-installaties leiden tot een relevante toename van gecumuleerd geluid ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op de gecumuleerde geluidsbelasting in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

De installatie voor deze centrale opwaardering betreft een water-water warmtepomp in een buurtwarmtecentrale. De aanleg van deze centrale en warmtepomp gaat gepaard met geluidsintensieve werkzaamheden, omdat het om een collectieve voorziening in de buurt gaat waarvoor geboord of gegraven moet worden. Deze werkzaamheden veroorzaken een toename van geluid ten opzichte van de aanleg van bovengrondse installaties in de referentiesituatie, zoals cv en lucht-water warmtepompen.

Over het algemeen is er voor de verschillende wijktypologieën geen groot verschil in de aard van de werkzaamheden, maar de bestaande geluidsproductie in de gemeente speelt wel een rol. Zoals eerder omschreven bepaalt wegverkeer in de meeste delen van de gemeente de hoogste geluidsbelasting. De realisatie van een buurtwarmtecentrale in deze gebieden leidt daarbij tot een extra verhoging van de gecumuleerde geluidsbelasting. Echter, het Bbl beperkt de duur van bedrijfsmatige bouwwerkzaamheden (kortere toegestane duur bij hogere dagwaarden), waardoor de periode van extra aanzienlijk geluid wordt beperkt. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als negatief (-) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Buurtwarmtecentrales veroorzaken geluid, voornamelijk door warmtepompen en eventuele ondersteunende installaties. Omdat deze installaties moeten voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) etmaalwaarde op de gevel van woningen), is het niet aannemelijk dat dit leidt tot een relevante toename van gecumuleerd geluid. Bij toepassing van geluidbeperkende voorzieningen en/of voldoende afstand tot woningen kan aan deze norm worden voldaan. De effecten op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

De e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. Echter, er kunnen wel effecten optreden in de vorm van geluid in Geertruidenberg omdat de aanleg van e-boilers gepaard gaat met geluidsintensieve werkzaamheden. De werkzaamheden zijn echter van relatief korte duur. De effecten op gecumuleerd geluid binnen de gemeente worden daarom in de aanlegfase als neutraal (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

De e-boilers wordt geplaatst in Geertruidenberg, buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. De elektrische boilers veroorzaakt wel geluid, voornamelijk door ondersteunende installaties zoals pompen en ventilatoren. Omdat deze installaties moeten voldoen aan de standaardwaarden van het omgevingsplan (momenteel 50 dB(A) etmaalwaarde op de gevel van woningen), is het niet aannemelijk dat dit leidt tot een relevante toename van gecumuleerd geluid.

De effecten op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

1.2.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Bij de aanleg van individuele bodemlus-systemen met een water-water warmtepomp vinden geluidsintensieve werkzaamheden plaats, omdat er bij iedere woning moet worden geboord of gegraven. Deze werkzaamheden kunnen enkele dagen duren en vinden in directe nabijheid van woningen plaats. Naar verwachting draagt dit aanzienlijk bij aan een toename van de gecumuleerde geluidbelasting ten opzichte van de referentiesituatie, vooral in drukke, gemiddelde en groene woonwijken. Op bedrijventerreinen, waar de bebouwing minder dicht is, is dit effect daarentegen minder negatief.

In tegenstelling tot collectieve voorzieningen is het lastig om deze werkzaamheden te reguleren via het Bbl, omdat het om individuele installaties gaat en er geen specifieke toetsingskaders voor geluid tijdens aanleg bestaan. Hierdoor is de beheersbaarheid van geluidhinder beperkt.

De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als zeer negatief (--) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Bij individuele bodemlus-systemen met een water-water warmtepomp worden geen buitenunits geplaatst, waardoor er geen geluidproductie naar de omgeving optreedt. Het effect op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

De aanleg van individuele lucht-water warmtepompen duurt relatief kort en vereist geen geluidsintensieve werkzaamheden zoals boren of heien. De hoorbaarheid van de werkzaamheden beperkt zich tot de direct aangrenzende woningen. Hierdoor is er geen sprake van een toename van gecumuleerd geluid ten opzichte van de referentiesituatie; daar vinden namelijk soortgelijke werkzaamheden plaats. De effecten op gecumuleerd geluid in de aanlegfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Gebruiksfase

Individuele lucht-water warmtepompen produceren geluid via de buitenunit, voornamelijk tijdens warmtevraag bij lage buitentemperaturen. Dit valt samen met perioden waarin ramen en deuren doorgaans gesloten zijn, wat het effect enigszins beperkt. Warmtepompen moeten voldoen aan de geldende geluidsnormen, waardoor ze bij een gemiddelde tot goede gevelisolatie binnenshuis niet of nauwelijks hoorbaar zouden moeten zijn. Uit onderzoek dat in 2021 door I&O Research in opdracht van Milieu Centraal is uitgevoerd onder huishoudens met een warmtepomp, 16% ’s nachts ervaart geluidoverlast en 12% overdag. Bij 7% ervaren de buren overlast.

Die mensen blijken vaker al een wat oudere warmtepomp te hebben[3][4]. Er is dus weldegelijk sprake van enige toename van het gecumuleerd geluid, met name in drukke en gemiddelde wijken.

Uit onderzoek van Peutz 'Effect cumulatie geluid warmtepompen op wijkniveau' (2025) blijkt dat de opstelpositie van warmtepompen bepalend is voor mogelijke geluidhinder. Het risico op hinder is groter wanneer warmtepompen worden geplaatst op maaiveld in de voor- of achtertuin of aan de gevel, vooral bij geschakelde woningen zoals rijtjeshuizen, twee-onder-een-kapwoningen en appartementen, die kenmerkend zijn voor drukke en gemiddelde wijken. Bij deze wijktypologieën kan naast luchtgeluid ook contactgeluid optreden tussen aangrenzende woningen.
Wanneer warmtepompen ook een koelfunctie hebben, neemt de bedrijfsduur van de buitenunit aanzienlijk toe. In plaats van alleen in de winter te draaien, is de unit ook in de zomer actief. Dit leidt tot meer gecumuleerd geluid over het jaar en vergroot de kans op hinder, vooral omdat ramen en deuren in warme periodes vaak openstaan. Bovendien kan cumulatie van meerdere buitenunits in dichtbebouwde gebieden het effect verder versterken. Dit kan ertoe leiden dat het effect ten opzichte van de referentiesituatie iets negatiever uitvalt. Daar staat tegenover dat in de referentiesituatie al een toename van airco's wordt verwacht, die bij gebruik in de zomer vergelijkbare geluidsniveaus produceren.
De effecten op gecumuleerd geluid in de gebruiksfase worden daarom voor drukke en gemiddelde wijken als negatief (-) beoordeeld. Voor overige wijktypologieën wordt het effect als neutraal (0) ingeschat.

1.2.1.3 Effectbeoordeling cumulatieve geluidshinder

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-8 Overzicht effectbeoordeling gecumuleerd geluid

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT en (Z)LT	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	Ondiepe geothermie	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	TEO	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	TEA	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0
	WKO	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	Buurtwarmtecentrale	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	E-boilers	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: --	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	Drukke wijken	A: 0	G: -
		Gemiddelde wijken	A: 0	G: -
		Groene wijken	A: 0	G: 0
		Bedrijventerrein	A: 0	G: 0

[3] https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/hoe-tevreden-zijn-mensen-met-hun-warmtepomp/#:~:text=blij%20mee%20is.-,Hoe%20zit%20het%20met%20geluid?,het%20plaatsen%20van%20een%20buitenunit.
[4] Pas sinds 1 april 2021 zijn in het (toenmalige Bouwbesluit, nu overgegaan in het Bbl) regels voor de maximale geluidniveaus van buitenunits van warmtepompen en airco's opgenomen

1.2.2 Trillingen

Hinder of schade door trillingen ontstaat door vibraties die zich via de bodem voortplanten. Deze kunnen leiden tot fysieke schade aan gebouwen, infrastructuur of andere objecten en tot hinder voor omwonenden. Bronnen van trillingen zijn onder meer bouwactiviteiten, verkeer, industriële processen en natuurlijke fenomenen. De gevolgen variëren van kleine scheuren in muren tot ernstige structurele schade, afhankelijk van de gevoeligheid van objecten en de intensiteit, frequentie en duur van de trillingen.

Een kwantitatieve beoordeling is niet mogelijk omdat voor het uitvoeren van berekeningen van trillingen op woningen al informatie nodig is over de precieze situering, omvang, hoogte en het trillingsvermogen van de bron en de afstand tot woningen. Deze informatie is nog niet bekend. De beoordeling is derhalve kwalitatief uitgevoerd.

In onderstaande tabel zijn de klassen en klassegrenzen aangegeven.

Tabel 1-9 Beoordelingskader trillingen

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke afname van hinder en schade door trillingen.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een afname van hinder en schade door trillingen.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen verschil in hinder en schade door trillingen.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een toename van hinder en schade door trillingen.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke toename van hinder en schade door trillingen.

Hieronder worden de effecten van trillingen voor iedere warmtetechniek gemeentebreed omschreven.

1.2.2.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet (Z)LT en MT

Aanlegfase

Trillingen die ontstaan tijdens de aanleg van een warmtenet moeten binnen de geldende normen (voor trillingen in de bouwfase wordt doorgaans de SBR deel A (schade) en deel B (hinder) gehanteerd) blijven en zijn doorgaans van korte duur. Daarmee bestaat er een risico op trillingshinder of -schade. Daarom wordt het effect op hinder en schade door trillingen in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Een warmtenet met bijbehorende centrale installaties veroorzaakt naar verwachting geen trillingen die leiden tot schade of hinder. De effecten van trillingen in de gebruiksfase worden bij deze warmtetechniek daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Bij de aanleg van ondiepe geothermie worden bronnen geboord. Tijdens deze werkzaamheden kunnen trillingen ontstaan, die moeten voldoen aan de geldende normen. Ondanks deze normen neemt het risico op trillingshinder en -schade toe ten opzichte van de referentiesituatie, waarbij voornamelijk cv-installaties en lucht-water warmtepompen worden voorzien.

Daarnaast vormen geïnduceerde bevingen een risico bij ondiepe geothermie. Hiervoor gelden strikte richtlijnen en controles op basis van de Mijnbouwwet. Deze effecten worden beschreven in paragraaf 1.3 Bodem en ondergrond.

De effecten van trillingen tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Ondiepe geothermie met de bijbehorende centrale installaties veroorzaken naar verwachting geen zodanige trillingen dat er schade of hinder ontstaat. De effecten ten gevolge van trillingen worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEO hangt het effect van trillingen af van het type systeem: open of gesloten. Bij open TEO-systemen hoeft niet diep gegraven te worden, waardoor er geen trillingen ontstaan. Bij gesloten TEO-systemen moet de warmtewisselaar in de damwand worden geïnstalleerd. Dit gebeurt uitsluitend wanneer de damwand toch vervangen moet worden. Het vervangen van een damwand veroorzaakt wel trillingen, maar deze zijn niet het gevolg van het TEO-systeem.

Bij open TEO-systemen ontstaan dus geen trillingen en bij gesloten TEO-systemen worden trillingen niet door de warmtetechniek veroorzaakt. De effecten van trillingen in de aanlegfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

TEO veroorzaakt in de gebruiksfase geen dusdanige trillingen dat deze schade of hinder kunnen opleveren. De effecten van trillingen worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, zoals een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties worden geplaatst bij rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Er hoeft niet diep gegraven te worden en RWZI's liggen vanwege andere eisen op grotere afstand van woningen. De effecten van trillingen in de aanlegfase worden bij deze warmtetechniek daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

TEA veroorzaakt in de gebruiksfase geen dusdanige trillingen dat deze schade of hinder kunnen opleveren. De effecten van trillingen worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Bij de aanleg van WKO-systemen worden bronnen geboord. Tijdens deze werkzaamheden kunnen trillingen ontstaan, die moeten voldoen aan de geldende normen. Ondanks deze normen neemt het risico op trillingshinder en -schade toe ten opzichte van de referentiesituatie, waarbij voornamelijk cv-installaties en lucht-water warmtepompen worden voorzien. De effecten van trillingen tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

WKO-systemen met de bijbehorende centrale installaties veroorzaken naar verwachting geen zodanige trillingen dat er schade of hinder ontstaat. De effecten ten gevolge van trillingen worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Bij de aanleg van een buurtwarmtecentrale moet worden geboord of gegraven voor het leidingwerk. Tijdens deze werkzaamheden kunnen trillingen ontstaan, die moeten voldoen aan de geldende normen. Ondanks deze normen neemt het risico op trillingshinder en -schade toe ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van trillingen tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek worden als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Een buurtwarmtecentrale veroorzaakt naar verwachting geen zodanige trillingen dat er schade of hinder ontstaat. De effecten ten gevolge van trillingen worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Voor de aanleg van de e-boilers zijn werkzaamheden nodig om de installatie te plaatsen. Deze werkzaamheden omvatten beperkte graafwerkzaamheden. Daarom neemt het risico op trillingshinder en -schade in Geertruidenberg beperkt toe. De effecten van trillingen tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Wanneer goed geïnstalleerd veroorzaakt een e-boiler geen trillingen die schade of hinder oplevert. De effecten van trillingen in de gebruiksfase worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.2.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Bij de aanleg van een bodemlus en water-water warmtepomp kunnen trillingen ontstaan door boor- en graafwerkzaamheden. Deze trillingen moeten binnen de geldende normen blijven en zijn doorgaans van korte duur. Desondanks neemt het risico op trillingshinder en -schade toe ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van trillingen tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek worden daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Bij individuele bodemlus-systemen met een water-water warmtepomp worden geen buitenunits geplaatst, waardoor er geen trillingen optreden. Het effect op trillingen in de gebruiksfase wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase van individuele lucht-waterwarmtepompen zijn geen intensieve werkzaamheden nodig. De werkzaamheden vinden plaats in een zeer korte tijdsperiode. Het risico op hinder of schade door trillingen is nihil, te vergelijken met de referentiesituatie. Om deze reden worden de effecten van trillingen in de aanlegfase bij deze warmtetechniek als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Lucht-waterwarmtepompen veroorzaken in de gebruiksfase beperkt trillingen, waardoor schade door trillingen niet te verwachten is. Wanneer het buitendeel van de warmtepomp echter op het dak van een woning of aanbouw wordt geplaatst of aan de gevel wordt bevestigd, kunnen wel lichte trillingen ontstaan die hinder veroorzaken. Deze trillingen kunnen via de fundering of gevel worden doorgegeven naar binnenruimtes. De kans hierop is groter voor oudere panden. Indien de warmtepomp op een ongunstige ondergrond of constructie staat, bestaat bovendien de kans dat bepaalde frequenties worden versterkt. Uit onderzoek van Milieu Centraal (2021) blijkt dat een deel van de gebruikers geluidoverlast ervaart; het is aannemelijk dat een deel van deze groep ook hinder ondervindt van trillingen. Omdat het om individuele warmtetechnieken gaat, waarbij plaatsingsfouten of ongunstige omstandigheden relatief vaker voorkomen. Om deze reden worden de effecten van trillingen in de gebruiksfase bij deze warmtetechniek negatief (-) beoordeeld.

1.2.2.3 Effectbeoordeling trillingen

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-10 Overzicht effectbeoordeling trillingen

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT en (Z)LT	A: -	G: 0
	Ondiepe geothermie	A: -	G: 0
	TEO	A: 0	G: 0
	TEA	A: 0	G: 0
	WKO	A: -	G: 0
	Buurtwarmtecentrale	A: -	G: 0
	E-boilers	A: 0	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: -	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	A: 0	G: -

1.3 Bodem en ondergrond

1.3.1 Bodemkwaliteit

Bij de kwaliteit van de boven- en ondergrond wordt zowel naar de biologische (bodemleven en microbiologie) als de chemische kwaliteit van de bovengrond gekeken, en de effecten op de bodemopbouw in de ondergrond (bijvoorbeeld effecten op scheidende lagen). Zo wordt het gebruik van bodembedreigende stoffen onderzocht, net als de thermische effecten in de bovengrond. Tevens wordt bekeken of het aardgasvrij maken van een wijk mogelijk positieve effecten heeft op de bodemkwaliteit. Bijvoorbeeld omdat een bron van verontreiniging gesaneerd moet worden. De kwaliteit van de bodem hangt samen met de kwaliteit van het grondwater! De effecten op de grondwaterkwaliteit worden in paragraaf 1.5.1 beschreven.

Tabel 1-11 Beoordelingskader bodemkwaliteit

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen aantasting ondergrond. En daarnaast een aanzienlijke verbetering van de chemische en biologische kwaliteit van de bodem. Bijvoorbeeld gekenmerkt door: • Sanering bestaande bronnen van verontreiniging, grootschalige verbetering biologische bodemkwaliteit door afname van bodemafdekking en toename organisch stofgehalten in de bovengrond
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen aantasting ondergrond en daarnaast een merkbare verbetering van chemische en biologische kwaliteit van bovengrond (boven grondwaterniveau), bijvoorbeeld gekenmerkt door: • Vermindering bodemverontreiniging in combinatie met graafwerk of bronneringen • Lokaal verbetering biologische bodemkwaliteit door afname bodemafdekking en toename organisch stofgehalten in de bovengrond

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen merkbare verbetering of verslechtering van de chemische, fysische en biologische kwaliteit van de boven- en ondergrond
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Merkbare verslechtering van chemische en biologische kwaliteit van boven- en ondergrond, bijvoorbeeld gekenmerkt door: • Ontstaan lokale bodemverontreiniging door gebruik bodembedreigende stoffen, “vergrijzing” bodemkwaliteit bij graafwerkzaamheden • Lokale aantasting opbouw ondergrond (aantasting scheidende lagen) • Lokaal aantasting biologische bodemkwaliteit door vergraving bodemprofiel, toename van bodemafdekking, verhoging temperatuur in de bodem of afname organische stofgehalten in de bovengrond
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanzienlijke verslechtering van de chemische en biologische kwaliteit van boven- en ondergrond, bijvoorbeeld gekenmerkt door: • Ontstaan meerdere (nieuwe) lokale verontreinigingen (puntbronnen) door gebruik bodembedreigende stoffen • Grootschalige aantasting opbouw ondergrond (aantasting scheidende lagen) • Grootschalige aantasting biologische bodemkwaliteit in de bovengrond door toename van bodemafdekking, vergraving bodemprofielen, verhoging temperatuur in de bodem en ondergrond of afname organische stofgehalten in de bovengrond

1.3.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

De aanlegfase van het warmtenet en warmteoverdrachtstations zorgt voor een grootschalige aantasting van de bovenste lagen van de bodem en voor aantasting van de biologische bodemkwaliteit. Hoewel de biologische bodemkwaliteit achteruitgaat, zal de bodemkwaliteit verbeteren doordat vervuilde grond wordt afgevoerd en schone grond wordt aangevoerd, bijvoorbeeld in het kader van civieltechnische grondverbetering voor het leidingbed of om in de toekomst schoon te kunnen werken aan het leidingnet. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom zowel negatief (-) als positief (+) beoordeeld.

Gebruiksfase

Lekkages in de isolatiemantel van de warmteleidingen kunnen leiden tot het lekken van warmte naar de omgeving. Wanneer het warmtenet echter goed wordt aangelegd en onderhouden, wordt dit risico afgedekt. De warmte-uitstraling van de leidingen is doorgaans beperkt door de isolatie. Er zijn echter wel risico's van ongewenste opwarming van de bodem, wat een negatieve invloed kan hebben op de biologische bodemkwaliteit. De warmteleidingen van een warmtenet zijn allemaal geïsoleerd, juist om te voorkomen dat ze warmte uitstralen naar de omgeving. Hoe minder warmte uitstraalt, hoe efficiënter de warmteleiding is, want warmteverlies moet voorkomen worden. Rondom de warmteleidingen zit daarom altijd een isolatiemantel die hiervoor zorgt. Bij MT-warmtenetten kan de uitstraling van warmte plaatsvinden, wat lokaal kan leiden tot een lichte opwarming van de bovenste bodemlagen. Daarmee wordt het effect op de bodemkwaliteit negatief (-) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Voor de aanlegfase van een warmtenet met (zeer) lage temperatuur geldt dezelfde beoordeling als voor een warmtenet midden temperatuur. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom zowel negatief (-) als positief (+) beoordeeld.

Gebruiksfase

Lage temperatuur (LT, max. 55 °C) en zeer lage temperatuur (ZLT, max. 30 °C) warmtenetten hebben als voordeel ten opzichte van warmtenetten op midden temperatuur (MT) dat er veel minder warmteverlies tijdens transport en distributie plaatsvindt. Bij warmtenetten met lage watertemperaturen (< 25 °C) is er geen effect op de bodemtemperatuur. Daarmee wordt het effect op de biologische bodemkwaliteit neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

In de aanlegfase worden voor de winning van ondiepe geothermie boringen geplaatst die lokaal zorgen voor verstoring van de lagen in de ondergrond. Kwaliteitsprotocollen voorkomen dat bij het plaatsen van de boringen bodem en ondergrond verontreinigd raken met de chemicaliën die nodig zijn om op diepte te kunnen boren. Tijdens de aanleg dient opgeboorde bodemmateriaal en grondwater afgevoerd te worden. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Blow-out[5]

Een blow-out betreft een ongecontroleerde uitstroom van gas en/of vloeistof uit een boorput en vormt een potentieel ernstig incident bij boringen in de diepe ondergrond ten behoeve van geothermie. In de praktijk worden tijdens het boorproces echter standaard uitgebreide preventieve maatregelen getroffen, waardoor de kans op het optreden van een blow-out zeer klein is. Door middel van gedegen geologisch vooronderzoek en het strikt naleven van geldende wet- en regelgeving voor boringen wordt het risico verder geminimaliseerd. Daarnaast worden technische beveiligingen toegepast, zoals een blow-out preventer (BOP), die is ontworpen om bij onverwachte drukopbouw de put direct af te sluiten. De toepassing en werking van deze maatregelen staan onder toezicht van de bevoegde toezichthouder

[5] https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/mogelijke-lange-termijneffecten-van

Gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase van de ondiepe geothermie-winning is er kans op lekkages vanuit het buizensysteem van het opgepompte water. Indien er verontreinigingen in het opgepompte water zitten of de kwaliteit lager is dan het ondiepe grondwater, kunnen de lekkages de kwaliteit van de bodem en ondergrond lokaal verslechteren. Voor ondiepe geothermie geldt dat een omgevingsvergunning nodig is voor de milieubelastende activiteit mijnbouw (Besluit Kwaliteit Leefomgeving (Bal), paragraaf 3.10.1). Deze vergunning bevat regels en voorschriften gericht op bodembescherming, waarbij de exacte normen en protocollen per vergunning worden vastgesteld. Hoewel er verschillen mogelijk zijn tussen vergunningen, wordt in de praktijk het risico op deze manier zo beheerst. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Geïnduceerde bevingen
Voor ondiepe geothermie doet de gemeente momenteel onderzoek naar de concrete toepasbaarheid van ondiepe geothermie. De verwachting is dat het risico op geïnduceerde bevingen lager is dan bij diepe geothermie, maar dit moet nog worden onderbouwd. Geothermie Nederland, de brancheorganisatie voor bedrijven en instellingen die in de geothermie werkzaam zijn, heeft een factsheet genaamd ‘Aardwarmte en seismiciteit, risico’s en veiligheid’ opgesteld. Hierin staat dat de vergunninghouder (het aardwarmtebedrijf) verplicht is een uitgebreid geologisch onderzoek uit te voeren voordat een boring kan beginnen.
Bij gebrek aan (locatiespecifiek) onderzoek worden geïnduceerde momenteel als risico Beoordeeld, onder voorbehoud dat er onderzoek wordt uitgevoerd wanneer de exacte locatie bekend is. Ook zal er te zijner tijd een apart project-mer moeten worden wordt uitgevoerd.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater TEO (aquathermie)

Aanlegfase

Voor de aanleg van installaties voor oppervlaktewaterwinning zijn geen diepe boringen of graafwerkzaamheden nodig. Er zijn wel graafwerkzaamheden nodig voor de aanleg van het inlaat- en uitlaatwerk en het leidingnet. Deze werkzaamheden zijn beperkt, maar veroorzaken enige verslechtering van de chemische, fysische en biologische kwaliteit van de bodem. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase worden geen effecten op de bodemkwaliteit verwacht van de installaties voor oppervlaktewaterwinning. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater TEA (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Voor de aanleg van de installaties zijn geen diepe boringen of graafwerkzaamheden nodig. Daarom wordt verwacht dat er geen effecten op de bodemkwaliteit optreden. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase worden geen effecten op de bodemkwaliteit verwacht van de installaties voor thermische energie uit afvalwater. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

In de aanlegfase van de WKO-installaties worden boringen geplaatst op 80 m diepte, die lokaal zorgen voor verstoring van de lagen in de ondergrond. Er bestaan kwaliteitsprotocollen om verontreiniging van de bodem te voorkomen. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor WKO moet een vergunning onder de Waterwet worden aangevraagd. Eén van de eisen voor een vergunning is dat er sprake moet zijn van een energetische balans in het ondergrondse deel van het systeem. Verspreid over meerdere jaren mag het grondwater dus niet opwarmen en afkoelen. Het is dus niet te verwachten dat de biologische bodemkwaliteit wordt beïnvloed door veranderingen van de bodemtemperatuur. Het effect op de bodemkwaliteit wordt bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtecentrale is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in een buurt. Voor de aanleg zijn slechts in beperkte mate graafwerkzaamheden nodig, omdat de warmtepomp gebruikmaakt van het water in het warmtenet, gevoed door aquathermie (ondersteund door WKO's) of een ondiepe geothermiebron. De centrale bevat deze warmtebronnen dus niet zelf. Daarom worden weinig tot geen effecten op de bodemkwaliteit verwacht. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase worden geen effecten op de bodemkwaliteit verwacht van de buurtwarmtepomp. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

De e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, buiten de gemeentegrenzen van Tilburg. De aanleg van e-boilers hebben geen effect op de bodemkwaliteit, omdat er geen of beperkte graafwerkzaamheden plaatsvinden. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld. Er zijn voor de aanlegfase geen effecten te verwachten op de bodemkwaliteit voor warmtetechniek: e-boiler.

Gebruiksfase

Het gebruik van e-boilers hebben geen effect op de bodemkwaliteit, aangezien de werking volledig bovengronds plaatsvindt en er in de gebruiksfase geen bodemroerende of bodemverstorende activiteiten plaatsvinden. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld. Er zijn voor de gebruiksfase geen effecten te verwachten op de bodemkwaliteit voor deze warmtetechniek.

1.3.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Dit systeem wordt ook wel een gesloten-bodemenergiesysteem (GBES) genoemd. Bij de aanleg vinden op bijna elk perceel boringen in de ondergrond plaats die de bodemopbouw verstoren. Er worden boringen gezet tot tientallen meter diepte waarbij scheidende lagen tussen watervoerende pakketten kunnen worden doorboord. In de Omgevingsverordening Brabant is vastgelegd dat deze systemen boven de eerste kleilaag worden aangebracht. De mogelijke risico's van dit systeem zijn daarom ondervangen door de diepe beperking. Bovendien mag enkel gebruik worden gemaakt van puur water, kaliumcarbonaat of monopropyleenglycol als circulatievloeistof. Deze stoffen brengen weinig risico met zich mee voor de bodem. De effecten op bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase van een GBES is er kans op lekkages vanuit het gesloten buizensysteem (bijvoorbeeld glycol) waardoor lokaal de kwaliteit van de bodem en ondergrond kan verslechteren. De provincie heeft echter regels opgesteld voor het voorkomen van een mogelijke lekkage van anti-vriesmiddel. Door wisselend opwarming en afkoeling van de ondergrond wordt op grote schaal de biologische kwaliteit ondergrond beïnvloed. De impact hiervan is afhankelijk van de dichtheid waarop de GBES-systemen op elkaar staan en de wijze van aanleg van een GBES. Aangezien in dit alternatief per perceel een systeem wordt aangelegd zal in het grootste deel van de gemeente sprake zijn van een hoge dichtheid. De effecten op bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Er zijn voor de aanlegfase geen effecten te verwachten op de bodemkwaliteit voor warmtetechniek lucht-water warmtepomp. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er zijn voor de gebruiksfase geen effecten te verwachten op de bodemkwaliteit voor warmtetechniek lucht-water warmtepomp. De effecten op de bodemkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.3.1.3 Effectbeoordeling bodemkwaliteit

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-12 Overzicht effectbeoordeling bodemkwaliteit

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)		
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: -	A: +	G: -
	Warmtenet (Z)LT	A: -	A: +	G: 0
	Ondiepe geothermie	A: -		G: 0
	TEO (aquathermie)	A: -		G: 0
	TEA (aquathermie)	A: 0		G: 0
	WKO	A: -		G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: 0		G: 0
	E-boilers	A: 0		G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: 0		G: -
	Lucht-water warmtepomp	A: 0		G: 0

1.3.2 Ondergronds ruimtegebruik

Ondergronds ruimtegebruik wordt steeds intensiever, bijvoorbeeld als gevolg van de verdergaande verstedelijking en verdichting binnen het bestaand stedelijk gebied, maatregelen in het kader van de energietransitie en gericht op klimaatadaptatie.

Tabel 1-13 Beoordelingskader ondergronds ruimtegebruik

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er komt over grotere gebieden meer ondergrondse ruimte beschikbaar, meer wortelruimte bodem en ander groen
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er komt lokaal ondergrondse ruimte beschikbaar, meer wortelruimte bodem en ander groen
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Ruimtebeslag ondergrondse leidingen blijft gelijk. Geen toevoegingen in de diepe ondergrond.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanzienlijk ondergrondse ruimteclaim die inpasbaar is in de bestaande situatie, enige beperking voor de wortelruimte bomen, ander groen en overige functies
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanzienlijke ondergrondse ruimteclaim die nauwelijks inpasbaar is in de bestaande situatie, grote beperking voor de wortelruimte bomen, ander groen en overige functies

Aangezien het ruimtegebruik in de ondergrond in zowel de aanleg- als gebruiksfase min of meer gelijk is, worden beide fases voor deze indicator samen beschouwd. Verder wordt de indicator op wijkniveau beoordeeld, tenzij de beoogde locatie van de warmtetechniek bekend is. Dan wordt de indicator locatiespecifiek beschouwd.

1.3.2.1 Collectieve oplossingen

In de navolgende effect beschrijving zijn de effecten van een (zeer) lage en midden temperatuur warmtenet samengenomen.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage en midden temperatuur

Aanleg- en gebruiksfase

Een warmtenet vereist een aanzienlijke claim op de ondergrondse ruimte. In drukke wijken is het effect van het warmtenet op ondergronds ruimtegebruik het grootst. Er zal moeten worden ingegrepen in het bestaande ondergrondse ruimtegebruik, bijvoorbeeld door het kappen van bomen, het verwijderen van groenstructuren en het omleggen van kabels en leidingen. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke wijken in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld

In gemiddelde wijken is het echter moeilijk om het warmtenet in te passen door de bestaande druk op het ondergrondse ruimtegebruik. Kabels en leidingen maar ook wortels van bomen en groen kunnen de inpassing bemoeilijken. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor gemiddelde wijken en in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

In groene wijken en bedrijventerreinen is er doorgaans voldoende ruimte om het warmtenet aan te leggen onder de bestaande verharding, waardoor er geen beperkingen zijn voor het huidige ondergrondse ruimtegebruik. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken en op bedrijventerreinen in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanleg- en gebruiksfase

Ondiepe geothermie gaat gepaard met een claim op de ondergrondse ruimte, met name in de diepere ondergrond waar de warmtewinning plaatsvindt. Hoewel het ruimtebeslag richting het maaiveld van een geothermiebron beperkt en lokaal is, kan de benodigde ruimte in de diepere ondergrond conflicteren met andere functies of toekomstige claims. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken en in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater TEO (aquathermie)

Aanleg- en gebruiksfase

Bij thermische energie uit oppervlaktewater zijn er geen uitgebreide graafwerkzaamheden nodig, waardoor het ruimtegebruik ondergronds beperkt is. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor alle wijktypologieën in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater TEA (aquathermie)

Aanleg- en gebruiksfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Voor de aanleg van de installaties zijn geen uitgebreide graafwerkzaamheden nodig, waardoor het ruimtegebruik ondergronds beperkt is. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor een bedrijventerrein in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanleg- en gebruiksfase

Een WKO vereist een bepaalde claim op de ondergrondse ruimte. In drukke en gemiddelde wijken kan het moeilijk zijn om een WKO-installatie in te passen door de bestaande druk op de ruimte in de ondergrond. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken en in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

In groene wijken en op bedrijventerreinen is er doorgaans voldoende ruimte om een WKO-installatie aan te leggen onder de bestaande verharding of groenstructuur, waardoor er geen sterke beperkingen zijn voor het huidige ondergrondse ruimtegebruik. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken en op bedrijventerreinen in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanleg- en gebruiksfase

Een buurtwarmtecentrale is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in de buurt. Bij de aanleg van een bovengrondse buurtwarmtecentrale zijn er in zeer beperkte graafwerkzaamheden nodig en er is geen ondergronds ruimtegebruik. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor alle wijktypologieën als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanleg- en gebruiksfase

De e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, buiten de gemeentegrenzen van Tilburg. De e-boilers hebben geen effect op het ondergronds ruimtegebruik, omdat er bij de aanleg geen of beperkte graafwerkzaamheden plaatsvinden en het gebruik volledig bovengronds plaatsvindt. De effecten op het ondergronds ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor alle wijktypologieën in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld. De e-boilers kennen geen ondergrondse ruimteclaim.

1.3.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanleg- en gebruiksfase

De bodemlus met water-water warmtepomp wordt op eigen terrein in de grond geïnstalleerd. Er is dus vooral een lokale, beperkte ondergrondse ruimteclaim. Voor dichtbebouwde wijken, gemiddelde wijken, groene wijken en bedrijventerreinen zijn warmtepompen geen beperking voor het bestaand ondergronds ruimtegebruik in de openbare ruimte en de beschikbare wortelruimte voor bomen en ander groen. Daarom heeft deze warmtetechniek een neutraal effect (0) in gemiddelde en rustige wijken en op bedrijventerreinen ten opzichte van de referentie. Alleen bij dichtbebouwde, drukke wijken is er een risico op interferentie van de systemen onderling. Daarom is het effect daar negatief (-).

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanleg- en gebruiksfase

Voor lucht-water warmtepompen is er geen ondergrondse ruimteclaim. De effecten op het ondergrondse ruimtegebruik worden daarom bij deze warmtetechniek voor alle wijktypologieën in zowel de aanleg- als de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

1.3.2.3 Effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-14 Overzicht effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT en (Z)LT	Drukke wijken	A: --	G: --
		Gemiddelde wijken	A: -	G: -
		Groene wijken	A: 0	G: 0
		Bedrijventerreinen	A: 0	G: 0
	Ondiepe geothermie	Alle wijktypologieën	A: -	G: -
	TEO (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0
	TEA (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0
	WKO	Drukke wijken	A: -	G: -
		Gemiddelde wijken	A: -	G: -
		Groene wijken	A: 0	G: 0
		Bedrijventerreinen	A: 0	G: 0
	Buurtwarmtecentrale	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0
	E-boilers	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Drukke wijken	A: -	G: -
		Gemiddelde wijken	A: 0	G: 0
		Groene wijken	A: 0	G: 0
		Bedrijventerreinen	A: 0	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0

1.4 Lucht

1.4.1 Luchtkwaliteit

Tabel 1-15 Beoordelingskader luchtkwaliteit

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: N.v.t., want in de aanlegfase wordt geen verbetering van de luchtkwaliteit verwacht. Gebruiksfase: De uitstoot is significant lager dan de referentiesituatie en heeft een blijvend positief effect op de omgeving.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: N.v.t., want in de aanlegfase wordt geen verbetering van de luchtkwaliteit verwacht. Gebruiksfase: De uitstoot is lager dan in de referentiesituatie, nog niet significant.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: Er is geen significante uitstoot door het gebruik van werktuigen of gereedschap. Gebruiksfase: de uitstoot is hetzelfde als in de referentiesituatie.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: Er is uitstoot door het gebruik van werktuigen en/of gereedschap. De werkzaamheden zijn beperkt in intensiteit en /of duur. Gebruiksfase: De uitstoot is hoger dan in de referentiesituatie, nog niet significant.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: Er is veel uitstoot door het gebruik van werktuigen en/of gereedschap. Er is sprake van een intensieve en langdurige aanlegfase. Gebruiksfase: De uitstoot is significant hoger dan de referentiesituatie en heeft een blijvend negatief effect op de omgeving.

1.4.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

De gemeente Tilburg is aangesloten bij het convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB). Ten gevolge hiervan mag worden aangenomen dat vanaf 2035 alle ingezette mobiele werktuigen, met uitzondering van de zeer zware werktuigen (>560 kW), emissieloos zijn. Dit geldt ook voor bestelbusjes en lichte vrachtwagens. Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Dergelijke werkzaamheden worden in 2035 uitgevoerd met emissieloos materieel. De bouw- en graafwerkzaamheden voor een warmtenet hebben dan ook geen invloed op de luchtkwaliteit. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor het gebruik van een warmtenet wordt alleen gekeken naar de effecten van de leidingen op zich. Het gebruik hiervan heeft geen invloed op de luchtkwaliteit. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Voor dergelijke werkzaamheden mag worden uitgegaan van emissieloos materieel (zie hierboven). De bouw- en graafwerkzaamheden voor een warmtenet hebben dan ook geen invloed op de luchtkwaliteit. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor het gebruik van een warmtenet wordt alleen gekeken naar de effecten van de leidingen op zich. Het gebruik hiervan heeft geen invloed op de luchtkwaliteit. Ook heeft de booster, die nodig is om de warmte uit een (Z)LT-warmtenet te gebruiken voor tapwater en ruimteverwarming, geen emissies naar de lucht tot gevolg. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Boorwerkzaamheden voor het aanleggen van een geothermiebron is een intensief proces met inzet van zware mobiele werktuigen. Voor het benodigde materieel in de vorm van transport is het uitgangspunt dat dit emissieloos is. Voor het boren tot diepten van 1000 tot maximaal 1500 meter wordt tot 2035 uitgegaan van diesel aangedreven materieel. De aanlegfase zal relatief lang duren. Afhankelijk van de omvang van het systeem kan dit enkele weken tot maanden duren, waarin het boren van putten 24 uur per dag doorgaat[6]. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als zeer negatief (--) beoordeeld.

Gebruiksfase

Het gebruik van (ondiepe) geothermie voorkomt de verbranding van aardgas en daarmee emissies uit cv-installaties. In de gebruiksfase treedt daardoor geen uitstoot van NO_2 of fijnstof op, wat een positief effect op de luchtkwaliteit oplevert ten opzichte van de referentiesituatie. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, omdat in Tilburg, mede door de autonome ontwikkeling en het Schone Luchtakkoord, nauwelijks nog sprake is van overschrijding van EU- en WHO-waarden, wordt dit positieve effect als beperkt en niet significant beoordeeld. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

[6] Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (oktober 2025), Handreiking Aardwarmte, pg. 14

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Aanlegfase

Het aanleggen van de aquathermie vindt plaats op een groot gebied en zal relatief veel tijd in beslag nemen. Tijdens de aanleg worden bouwwerkzaamheden uitgevoerd, denk hierbij aan transportbewegingen voor personeel en materiaal. Aangenomen mag worden dat voor deze werkzaamheden emissieloze werktuigen en voertuigen worden ingezet. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door het gebruik van TEO is geen verbranding nodig zoals bij een cv-installatie. In de gebruiksfase vindt dan ook geen uitstoot van de warmtetechniek plaats. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie is het positieve effect als niet significant beoordeeld, omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties in de gemeente al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (TEA)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De aanleg van de installaties brengt transportbewegingen met zich mee voor personeel en materiaal. Aangezien het om relatief lichte werkzaamheden gaat, kunnen deze worden uitgevoerd met emissieloos materieel en emissieloze voertuigen. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door het gebruik van TEA is geen verbranding nodig zoals bij een cv-installatie. In de gebruiksfase vindt dan ook geen uitstoot plaats. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie, is het positieve effect als niet significant beoordeeld, omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties in de gemeente al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Voor het aanleggen van de WKO zijn gedurende een relatief korte periode boorwerkzaamheden (een WKO ligt meestal tussen de 80 en 200 meter diep[7]) en dus mobiele werktuigen vereist. Tegelijkertijd zijn meerdere WKO's (en dus meer boorwerkzaamheden) vereist om een relatief groot gebied van warmte en koude te voorzien. Echter mag opnieuw worden aangenomen, op basis van het convenant SEB, dat het ingezette materieel emissieloos is.

[7] https://www.rvo.nl/onderwerpen/bodemenergie-aardwarmte/open-systemen

De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Het gebruik van een WKO heeft geen invloed op de luchtkwaliteit. Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin gebruik wordt gemaakt van cv-ketels, is er minder uitstoot. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie, is het positieve effect als niet significant beoordeeld, omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties in de gemeente al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in een buurt. Een dergelijke warmtepomp heeft ongeveer het formaat van een zeecontainer. Voor de installatie van deze warmtepompen worden lichte bouwwerkzaamheden uitgevoerd. Deze kunnen worden uitgevoerd met emissieloos materieel. Ook de ingezette voertuigen voor transport van personen en materialen mogen als emissieloos genomen worden. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door het gebruik van een buurtwarmtepomp is geen verbranding nodig zoals bij een cv-installatie. In de gebruiksfase vindt geen uitstoot plaats. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie, is het positieve effect als niet significant beoordeeld, omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties in de gemeente al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

De e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg. De aanleg hiervan brengt transportbewegingen met zich mee voor personeel en materiaal, wat tijdens de aanlegfase kan leiden tot een tijdelijk negatief effect op de luchtkwaliteit ter plaatse. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg worden meegewogen.

In Geertruidenberg is de luchtkwaliteit in de referentiesituatie op veel locaties slechter dan in Tilburg, waardoor elke extra uitstoot in potentie negatief kan uitwerken. De installatie van e-boilers betreft echter een eenmalige en zeer kortdurende activiteit, waarbij de units grotendeels kant-en-klaar worden aangevoerd. Daarnaast moet de aanleg voldoen aan de strenge regels rondom stikstofemissie richting Natura 2000-gebieden, wat eveneens leidt tot een minimale uitstoot tijdens de uitvoering.

Gelet op de korte duur, de beperkte emissies en de wettelijke beperkingen die gelden voor de uitvoering, worden de effecten op de luchtkwaliteit tijdens de aanlegfase van deze warmtetechniek als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door het gebruik van de e-boilers is geen verbranding nodig zoals bij een cv-installatie. In de gebruiksfase vindt geen uitstoot plaats. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie, is het positieve effect als niet significant beoordeeld omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit in de gemeente Tilburg worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

1.4.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Voor de aanleg van individuele water-water warmtepompen wordt er voor elke woning een gesloten bodemenergiesysteem aangelegd, waarvoor bij iedere woning een boring uitgevoerd wordt. De aanlegfase is van relatief korte duur per woning, maar voor de boorwerkzaamheden is wel relatief zwaar materieel vereist. Aangenomen mag worden dat dergelijk materieel vanaf 2035 emissieloos is in de gemeente Tilburg, met het oog op het convenant SEB. De aanlegfase van deze warmtetechniek heeft dan ook een neutraal effect (0) op de luchtkwaliteit.

Gebruiksfase

Doordat er bij een water-water warmtepomp geen verbranding plaatsvindt zoals bij een cv-installatie, is er geen uitstoot in de gebruiksfase. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Net als bij ondiepe geothermie is het positieve effect als niet significant beoordeeld omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De gebruiksfase van deze warmtetechniek is daarom positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

In dit alternatief worden de lucht-water warmtepompen per woning individueel geïnstalleerd. Dit brengt geen significante milieueffecten voor de luchtkwaliteit met zich mee. Het effect van het gebruik van mobiele werktuigen in de aanlegfase is minimaal vanwege de fasering in de tijd. Het vervangen van cv-installaties door lucht-water warmtepompen zal namelijk geleidelijk plaatsvinden. In de autonome ontwikkeling zouden verouderde cv's ook geleidelijk vervangen worden. Daarnaast wordt tijdens de aanleg vooral gebruik gemaakt van kleinere werktuigen die gemakkelijker te elektrificeren zijn en klein gereedschap. Echter, bij gemeentelijke projecten van de gemeenten kan actief worden gestuurd op de inzet van emissieloos materieel. Bij individuele oplossingen, zoals lucht-water warmtepompen, kunnen wel dieselbussen en dergelijke worden ingezet, met uitzondering van de zero emissie-zone. De aanleg is echter eenmalig en van zeer korte duur waardoor een negatieve beoordeling als te zwaar is beoordeeld. De techniek krijgt een neutrale (0) score.

Gebruiksfase

Doordat er bij het gebruik van lucht-water warmtepompen geen verbranding nodig is, zoals bij een cv-installatie, is er geen uitstoot in de gebruiksfase. Echter, in de referentiesituatie worden ook al cv-installaties uit gebruik genomen. Bovendien, net zoals bij ondiepe geothermie nader uiteengezet is het positieve effect als niet significant beoordeeld omdat de luchtkwaliteit op de meeste locaties al relatief goed is en de resterende verbeteringsruimte beperkt is. De effecten op de luchtkwaliteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

1.4.1.3 Effectbeoordeling luchtkwaliteit

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-16 Overzicht effectbeoordeling luchtkwaliteit

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: 0	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	A: 0	G: 0
	Ondiepe geothermie	A: --	G: +
	TEO (aquathermie)	A: 0	G: +
	TEA (aquathermie)	A: 0	G: +
	WKO	A: 0	G: +
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: 0	G: +
	E-boilers	A: 0	G: +
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: 0	G: +
	Lucht-water warmtepomp	A: 0	G: +

1.5 Water

1.5.1 Oppervlaktewaterkwaliteit

Vanuit Europa geldt de Kaderrichtlijn Water (KRW) die stelt dat al het oppervlaktewater in 2027 moet voldoen aan een goede waterkwaliteit en er geen achteruitgang mag plaatsvinden. Dit geldt in de eerste plaats voor begrensde oppervlaktewaterlichamen, maar ook voor het overige wateren geldt een inspanningsverplichting.

Het warmteprogramma heeft mogelijk impact op het oppervlaktewater in gemeente Tilburg. Bij alle werkzaamheden in de aanlegfase is bemaling noodzakelijk. Het bemalingswater kan niet zomaar in oppervlaktewater worden geloosd. Hiervoor geldt een vergunnings- of meldingsplicht, afhankelijk van de kwantiteit en kwaliteit van het water. Er wordt vanuit gegaan dat er voldaan wordt aan de regels en zodoende wordt voor de aanlegfase geen negatieve effecten verwacht op het oppervlaktewater. Wel is het belangrijk de risico's van bemaling in acht te nemen. In de toekomst zullen de regels hiervoor strenger worden in verband met de KRW. De kans op negatieve effecten zal hierdoor nog kleiner worden.

Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) kan de aanleg en het gebruik van de hiervoor benodigde installaties voor een temperatuurverschil zorgen, wat invloed heeft op het waterleven en andere fysisch-chemische en biologische processen in het water. Een verlaging van de watertemperatuur zorgt ervoor dat een aantal processen vertragen en de kans op zuurstofloosheid afneemt. Daarnaast kan er een fysieke impact zijn op het waterleven op het moment dat er oppervlaktewater door filters en een warmtewisselaar gaat.

Voor de beoordeling wordt in de gebruiksfase een onderscheid gemaakt tussen de biologische en fysisch-chemische effecten in het oppervlaktewater. In onderstaande tabel is het beoordelingskader weergegeven.

Tabel 1-17 Beoordelingskader oppervlaktewaterkwaliteit

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: N.v.t. Gebruiksfase: • De biologische oppervlaktewaterkwaliteit verbetert, en • de fysisch-chemische waterkwaliteit (temperatuur) verbetert.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: N.v.t. Gebruiksfase: • De biologische oppervlaktewaterkwaliteit verbetert, of • de fysisch-chemische waterkwaliteit (temperatuur) verbetert. Het andere waterkwaliteitsaspect blijft gelijk.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: N.v.t. Gebruiksfase: • De biologische oppervlaktewaterkwaliteit blijft gelijk, en • De fysisch-chemische waterkwaliteit (temperatuur) blijft gelijk.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: Lokale tijdelijke effecten Gebruiksfase: • De biologische oppervlaktewaterkwaliteit verslechtert, of • de fysisch-chemische waterkwaliteit (temperatuur) verslechtert. Het andere waterkwaliteitsaspect blijft gelijk.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: Lokale blijvende effecten Gebruiksfase: • De biologische oppervlaktewaterkwaliteit verslechtert, en • de fysisch-chemische waterkwaliteit (temperatuur) verslechtert

1.5.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van het warmtenet wordt ontgraven en bemalen, waarbij bodemmateriaal mogelijk wordt afgevoerd en het grondwater op het riool of oppervlaktewater wordt geloosd. Hierbij wordt de grondwaterstand tijdelijk verlaagd. Een mogelijk risico tijdens de bemaling is verdroging door grondwaterverlaging of het verplaatsen van een verontreiniging of het lozen van vervuild grondwater op het oppervlaktewater. Echter, er geldt een vergunnings- en of meldingsplicht voor het lozen van grondwater op het riool of oppervlaktewater. Ervan uitgaande dat de regels worden gevolgd, worden er geen negatieve effecten op het oppervlaktewater verwacht. Wel is het belangrijk de risico's van bemaling in acht te nemen. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van het warmtenet op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de aanleg van een warmtenet met een midden temperatuur of met een (zeer) lage temperatuur. Net als bij een midden temperatuur-warmtenet worden de effecten van de aanleg van een (zeer) lage temperatuur-warmtenet als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

De gebruiksfase van een warmtenet met een (zeer) lage temperatuur is hetzelfde als warmtenetten met een midden temperatuur. Net als bij een midden temperatuur-warmtenet worden de effecten van de gebruiksfase van een (zeer) lage temperatuur-warmtenet als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

De aanleg van een ondiepe geothermiebron vormt een risico voor het oppervlaktewater. Het effect is afhankelijk van wat er gebeurt met het werk-, spoel- en/of spuiwater. Als dit water direct op het oppervlaktewater wordt geloosd, vormt dit een risico op verontreiniging. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden in de gebruiksfase geen effecten verwacht op de biologische waterkwaliteit voor ondiepe geothermie. Wel is er mogelijk een effect op de fysisch-chemische waterkwaliteit doordat de grondwatertemperatuur in de winter lager wordt en dit indirect ook de temperatuur van oppervlaktewater kan beïnvloeden.

Maar dit effect is geen negatief effect voor het oppervlaktewater aangezien een lagere oppervlaktewatertemperatuur in de winter geen invloed heeft op de waterkwaliteit. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Voor de installatie van een aanzuig- en uitlaatpunt voor een TEO-installatie is een tijdelijk lokaal negatief effect te verwachten. Dit aanzuig- en uitlaatpunt verstoort lokaal het leefgebied van soorten en vertroebelt het water. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase wordt warmte onttrokken uit het oppervlaktewater. Warmteonttrekking uit oppervlaktewater zorgt voor een lagere watertemperatuur, wat een positief effect heeft op de fysische chemie (kouder water kan meer zuurstof bevatten). Indirect zorgt een lagere watertemperatuur in de zomer voor minder kans op algenbloei en (positief effect op biologische kwaliteit), maar in het voorjaar kan het de ontwikkeling van flora en fauna belemmeren (negatief effect op biologische kwaliteit). Daarnaast beschadigen filters en warmtewisselaars, macrofauna en kleine vissen (negatief effect op biologische waterkwaliteit), waardoor een verschuiving in het voedselweb plaats kan vinden. TEO draagt positief bij aan de fysische chemie van het oppervlaktewater maar leidt tot een afname van de biologische kwaliteit. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom zowel als positief (+) als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) of lokaal op afvalwaterriolering in de wijk. Er worden geen installaties in oppervlaktewater geplaatst. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Warmteonttrekking van RWZI-effluent (TEA) zorgt voor een lagere watertemperatuur van het oppervlaktewater, waarop het effluent uitkomt. De waterloop in Tilburg begint bij de RWZI en wordt bij de Zandleij onderdeel van een KRW-waterlichaam. Dit waterlichaam heeft momenteel een slechte ecologische kwaliteit, maar de temperatuur voldoet aan de norm (<25 °C). Het effect op de fysische chemie is positief, doordat de zomergemiddelde watertemperatuur daalt. Een verlaging van de watertemperatuur in het voorjaar zorgt er mogelijk voor dat flora en fauna minder snel tot ontwikkeling kunnen komen in het voorjaar, maar ook dat algen minder snel tot bloei komen. Dit effect op de biologische waterkwaliteit is dus neutraal. Er is geen direct effect op de biologische waterkwaliteit door filtratie (effluent is biologisch “dood”). De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

De aanleg van een WKO vormt een risico op het oppervlaktewater. Het effect is afhankelijk van wat er gebeurt met het werk-, spoel- en/of spuiwater. Als dit water direct op het oppervlaktewater wordt geloosd vormt dit een risico op verontreiniging. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Ook in de gebruiksfase kan spuiwater van een WKO naar het oppervlaktewater worden afgevoerd. Dit vormt een risico voor de kwaliteit van het oppervlaktewater, hemelwater- en/of vuilwaterriool (afhankelijk van de vergunning). In Tilburg is de kans groot dat het spuiwater op het vuilwaterriool terecht komt. Het spuiwater moet schoon worden geloosd en de hoeveelheid (kwantiteit) speelt hierbij een rol. Voor het lozen geldt een vergunning- of meldingsplicht. Ervan uitgaande dat de regels worden gevolgd, worden er geen negatieve effecten op het oppervlaktewater verwacht. Wel is het belangrijk de risico's van spuiwater in acht te nemen. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in een buurt. Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van buurtwarmtecentrale op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van buurtwarmtepomp op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boiler

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. De aanleg van e-boilers heeft geen effect op oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. E-boilers maken geen gebruik van oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van water-water warmtepompen op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld. Staat los van oppervlaktewater.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van water-water warmtepompen op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van lucht-water warmtepompen op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van lucht-water warmtepompen op het oppervlaktewater. De effecten op het oppervlaktewater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.1.3 Effectbeoordeling oppervlaktewaterkwaliteit

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-18 Overzicht effectbeoordeling oppervlaktewaterkwaliteit

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: 0	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	A: 0	G: 0
	Ondiepe geothermie	A: -	G: 0
	TEO (aquathermie)	A: -	G: - / G: +
	TEA (aquathermie)	A: 0	G: +
	WKO	A: -	G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: 0	G: 0
	E-boilers	A: 0	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: 0	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	A: 0	G: 0

1.5.2 Grondwater

Voor het aspect grondwater wordt in het MER beoordeeld wat de impact is van bodemenergiesystemen op het functioneren van het (grond)watersysteem, met name de hydrologische en thermische effecten op de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit. Daarbij wordt gekeken naar mogelijke veranderingen in stromingspatronen, temperatuur en chemische samenstelling van het grondwater.

Een algemeen aandachtspunt is dat de aan- en afvoer van materialen tijdens aanleg lokaal kan leiden tot bodemverdichting en verstoring van de ondergrond, wat de waterdoorlatendheid beïnvloedt en mogelijk schadelijke stoffen in het grondwater kan introduceren. Het doorboren van ‘storende lagen’ kan ook tot ongewenste kwel zorgen.

Tabel 1-19 Beoordelingskader grondwater

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een significante verbetering van de grondwaterkwaliteit en/of kwantiteit ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Enigszins verbetering van de grondwaterkwaliteit en/of -kwantiteit ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen effect op de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Enigszins verslechtering van de grondwaterkwaliteit en/of kwantiteit ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Significante verslechtering van de grondwaterkwaliteit en/of kwantiteit ten opzichte van de referentiesituatie.

1.5.2.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Tijdens de aanleg van leidingen voor het warmtenet is het aannemelijk dat men grondwater tegenkomt. Om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen, is bemaling nodig, waarbij het onttrokken grondwater meestal wordt afgevoerd naar een hemel/vuil- waterriool of naar oppervlaktewater. Hoewel het mogelijk is om het onttrokken grondwater terug in de bodem te injecteren (retourbemaling), wordt dit zelden toegepast, tenzij er specifieke redenen voor zijn. Dit heeft effect op zowel de grondwaterkwaliteit als de kwantiteit. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld. In situaties waarin verontreinigd grondwater wordt onttrokken en afgevoerd, kan dit leiden tot sanering en een verbetering van de grondwaterkwaliteit, wat als positief (+) kan worden beschouwd.

Gebruiksfase

De warmte die in de gebruiksfase van het warmtenet door de leidingen gaat kan zorgen voor (enige) opwarming van grondwater. Dit is sterk afhankelijk van de isolatiewaarde van de leiding, en mogelijke degradatie van isolatiemateriaal rondom de leiding als gevolg van langdurig gebruik (slijtages). Ten opzichte van de referentiesituatie kan dit bij midden temperatuur warmtenetten (enige) opwarming veroorzaken. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom bij midden temperatuur als negatief (-) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Voor de aanlegfase van een warmtenet met (zeer) lage temperatuur geldt dezelfde beoordeling als voor een warmtenet midden temperatuur namelijk negatief (-). In situaties waarin verontreinigd grondwater wordt onttrokken en afgevoerd, kan dit leiden tot sanering en een verbetering van de grondwaterkwaliteit, wat als positief (+) kan worden beschouwd.

Gebruiksfase

De warmte die in de gebruiksfase van het warmtenet door de leidingen gaat kan zorgen voor (enige) opwarming van grondwater. Dit is sterk afhankelijk van de isolatiewaarde van de leiding, en mogelijke degradatie van isolatiemateriaal rondom de leiding als gevolg van langdurig gebruik (slijtages). Ten opzichte van de referentiesituatie kan dit bij midden temperatuur warmtenetten (enige) opwarming veroorzaken. Bij een lage temperatuur warmtenetten wordt geen opwarming verwacht. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase bij een lage temperatuur daarom neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Ondiepe geothermie geeft risico’s voor grondwaterkwaliteit, wanneer deze boringen plaatsvinden in watervoerende pakketten. De chemicaliën die nodig zijn om op diepte te kunnen boren, kunnen in dit grondwater terechtkomen. Daarnaast worden mogelijk verschillende water scheidende lagen doorboort waardoor risico’s op verslechtering grondwaterkwaliteit optreden (verspreiding van verontreiniging). De kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) dienen deze risico's te voorkomen en moeten worden nageleefd. Een groot aandachtspunt hierbij is dat deze boringen in de nabijheid van drinkwaterwinningen extra risico’s met zich meebrengen. In de gemeente Tilburg is sprake van een kwetsbare drinkwaterwinning, voornamelijk in het zuiden.

Voor het realiseren van een geothermiebron zijn meerdere specifieke vergunningen vereist op grond van de Mijnbouwwet, waaronder de Startvergunning Aardwarmte. Het toezichtarrangement Geothermie[8] geeft inzicht in de toezichttaak van SodM op de winning van aardwarmte in Nederland. Tijdens de uitvoering (opstarten en winning fase) geldt toezicht en handhaving door daartoe bevoegde instanties.

8 Toezichtarrangement Geothermie 2025 | Staatstoezicht op de Mijnen

Uitgangspunt is steeds dat werkzaamheden overeenkomstig de geldende regelgeving en vergunningsvoorwaarden worden uitgevoerd. Hierdoor worden de aanwezige risico's voor het grondwater als negatief, maar niet significant negatief beoordeeld;. De risico's zijn aanwezig maar worden door het vergunningsstelsel en toezicht in hoge mate beheerst. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door lekkages tijdens de geothermie-winning kunnen giftige stoffen in het grondwater terecht komen of grondwater van een andere samenstelling dan lokaal voorkomt. De kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) dienen deze risico's te voorkomen en moeten worden nageleefd. In de gebruiksfase wordt zeer diep grondwater gebruikt (circa 1.200 meter). Hierdoor zijn er geen effecten op het ondiepe grondwatersysteem. Het water circuleert tussen een onttrekkingsput en een injectieput, waardoor de hoeveelheid water in de bodem gelijk blijft. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

De plaatsing van een TEO-installatie kan negatieve effecten hebben op het grondwater, vooral in de voorbereidende fase en bij de aan- en afvoer van materialen en materieel. Voorbereidende werkzaamheden, zoals het plaatsen van leidingen, filters en andere constructies, kunnen tijdelijk de grondwaterstand verstoren. Verder kunnen werkzaamheden zoals bemaling, afdamming en andere ingrepen in de bodem de grondwaterstand en bodemstructuur tijdelijk verstoren. Dit kan leiden tot tijdelijke veranderingen in de grondwaterstand. De aan- en afvoer van deze materialen kan ook leiden tot bodemverdichting en verstoring van de ondergrond, wat de waterdoorlatendheid beïnvloedt en mogelijk schadelijke stoffen in het grondwater kan introduceren. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van TEO op het grondwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). De plaatsing van een installatie kan negatieve effecten hebben op het grondwater indien tot onder de grondwaterstand wordt ontgraven, vooral in de voorbereidende fase en bij de aan- en afvoer van materialen en materieel. Voorbereidende werkzaamheden, zoals het plaatsen van leidingen, filters en andere constructies, kunnen het grondwater verstoren. Dit kan leiden tot veranderingen in de waterstand van het grondwater, maar dit zal verwaarloosbaar zijn. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van TEA op het grondwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Bij de aanleg van een WKO vinden boringen in de ondergrond plaats. Daarnaast kunnen de waterscheidende lagen door de boringen verstoord worden met risico op verplaatsing van grondwater wat een negatief effect heeft op de grondwaterkwaliteit. De kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) dienen deze risico's te voorkomen en moeten worden nageleefd. Voor het aanleggen van de WKO zijn mogelijk bemalingen nodig (dit is locatiespecifiek en seizoensgebonden). Hiervoor wordt (grond)water gebruikt; dit beïnvloedt de grondwaterkwantiteit. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kan een WKO lokaal verandering in stijghoogtes hebben (toename en afname, wisselend per seizoen, afhankelijk van het gekozen systeem en de aanwezigheid van een kleilaag). Daarnaast kan een WKO ook nabijgelegen WKO-systemen beïnvloeden (dit kan zowel positief als negatief effect zijn). Een WKO-systeem heeft effect op de bodemtemperatuur. Lokaal wordt deze verwarmd of afgekoeld in een range van minimaal 5 tot maximaal 25 graden, afhankelijk van het type bron. Door afwisselende opwarming en afkoeling wordt ook de biologische kwaliteit van het grondwater lokaal beïnvloed.

Een WKO-systeem kan in theorie leiden tot een toename van de verspreiding van reeds aanwezige grondwaterverontreiniging. Bij een slimme plaatsing van de bronnen kan het echter ook juist de verspreiding van aanwezige grondwaterverontreiniging beperken. Dit wordt ook wel WKO+ genoemd, door de verplaatsing van de verontreiniging worden concentraties gereduceerd en door menging wordt de natuurlijke afbraak gestimuleerd. Dit beheerssysteem kan in theorie positieve effecten hebben, zoals het verdunnen van verontreinigingen en het stimuleren van natuurlijke afbraak, maar de mate waarin dit daadwerkelijk gunstig is, hangt af van de specifieke omstandigheden en de uitvoering.

Verder is monitoring van de bodemenergiesystemen, zowel open als gesloten, van groot belang. Het uitvoeren van monitoring op de effectiviteit van het WKO-systeem en het controleren op mogelijke lekkages, in overeenstemming met BRL 11000, zorgt ervoor dat eventuele problemen snel worden opgespoord en aangepakt, waardoor de impact op het drinkwater geminimaliseerd wordt. Regelmatige monitoring van de grondwaterkwaliteit volgens BRL 11000 is verplicht. Dit helpt om de effecten op het grondwater te volgen en ervoor te zorgen dat de kwaliteit op peil blijft.

De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom zowel positief (+) als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Bij de aanleg van een buurtwarmtecentrale worden vrijwel geen werkzaamheden in de bodem verricht. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Ook in de gebruiksfase zijn er geen effecten op het grondwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Er worden geen effecten verwacht in Geertruidenberg tijdens de aanleg van de e-boilers op het grondwater, omdat de graafwerkzaamheden beperkt blijven. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Er worden geen effecten verwacht in Geertruidenberg tijdens het gebruik van de e-boilers op het grondwater, omdat de installatie volledig bovengronds blijft. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Bij de aanleg van een bodemlus worden boringen uitgevoerd in de ondergrond[9]. Net als bij collectieve systemen kunnen deze boringen waterscheidende lagen verstoren, waardoor een ‘kortsluiting’ tussen grondwaterlagen ontstaat en menging van verschillende grondwatertypen optreedt. Indien afdichtingen onzorgvuldig worden uitgevoerd, bestaat het risico dat verontreinigingen uit het ondiepe grondwater zich verspreiden naar diepere, vaak nog relatief schone grondwaterpakketten. Ook kan het leiden tot ongewenste kwel of weglekken van water. In dit alternatief worden echter veel individuele boringen dicht bij elkaar geplaatst. Dit vergroot de kans op fouten bij de afdichting, waardoor menging van grondwaterlagen en verplaatsing van verontreinigingen kan optreden. Bij bodemlussen gebeurt dit in de praktijk vaak niet goed, vooral vanwege de schaal: het grote aantal boringen verhoogt het risico aanzienlijk. De kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) dienen deze risico's te voorkomen en moeten worden nageleefd.

[9] In het grondwaterbeschermingsgebied Gilzerbaan in Tilburg Zuid-Oost (zone 4) gelden restricties voor de bodemlus en water-water warmtepomp.

Daarnaast is voor de aanleg van leidingen naar de warmtepompen een beperkt negatief effect te verwachten. Hiervoor zijn bemalingen en andere lokale werkzaamheden nodig. Wanneer bij veel woningen water onder druk in de bodem wordt gespoten en scheidende lagen worden doorboord, neemt het risico op verstoring en verspreiding van verontreinigingen verder toe. Deze effecten kunnen doorwerken in de gebruiksfase. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase van een bodemlus is er kans op lekkages van het gesloten buizensysteem, waardoor het koudemiddel (meestal glycol) in de bodem kan terechtkomen. Glycol is giftig en heeft daardoor een negatieve impact op de grondwaterkwaliteit. Daarnaast kunnen bij onzorgvuldige afdichtingen grondwaterverontreinigingen die al in het ondiepe grondwater aanwezig zijn zich via kortsluiting tussen grondwaterpakketten verspreiden naar diepere, vaak nog relatief schone lagen. Ook kan het leiden tot ongewenste kwel of weglekken van water. De kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) dienen deze risico's te voorkomen en moeten worden nageleefd.

Door afwisselende opwarming en afkoeling en de hoge dichtheid van individuele boringen wordt ook de biologische kwaliteit van het grondwater op grote schaal beïnvloed. De impact hiervan is afhankelijk van de dichtheid van de systemen en de wijze van aanleg. In dichtbebouwde wijken zal het effect daarom negatief zijn, terwijl in ruim opgezette wijken het effect neutraal is.

De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom beoordeeld als neutraal tot negatief (0/-).

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van lucht-water warmtepompen op het grondwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van lucht-water warmtepompen op het grondwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.2.3 Effectbeoordeling grondwater

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-20 Overzicht effectbeoordeling grondwater

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)		
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	Alle wijktypologieën	A: -	A: +	G: -
	Warmtenet (Z)LT	Alle wijktypologieën	A: -	A: +	G: 0
	Ondiepe geothermie	Alle wijktypologieën	A: -		G: 0
	TEO (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: -		G: 0
	TEA (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: 0		G: 0
	WKO	Alle wijktypologieën	A: -		G: - / G: +
	Buurtwarmtecentrale	Alle wijktypologieën	A: 0		G: 0
	E-boilers	Alle wijktypologieën	A: 0		G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0	G: -
	Lucht-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: 0		G: 0

1.5.3 Drinkwater

Voor de indicator drinkwater wordt gekeken naar de kwaliteit en beschikbaarheid van drinkwater. In Brabant wordt drinkwater hoofdzakelijk geproduceerd uit grondwater. Nederland hanteert strenge kwaliteitseisen, vastgelegd in de Drinkwaterwet en het Drinkwaterbesluit. Brabant Water, de leverancier in Tilburg, zorgt ervoor dat het drinkwater aan deze wettelijke normen voldoet. Naast kwaliteit is ook de kwantiteit van belang. Door lekkages kan waterverlies optreden, wat kan leiden tot een verminderde waterdruk in het distributienetwerk.

Tabel 1-21 Beoordelingskader drinkwater

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Het alternatief heeft een positieve invloed op de kwaliteit van het drinkwater in de winning.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Het alternatief heeft geen effect op de drinkwaterkwaliteit in de winning en in de leidingen (zoals toename in temperatuur) of de kwantiteit (spuien).
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Het alternatief zorgt enigszins voor vermindering van de drinkwaterkwaliteit in de winning en in de leidingen (zoals toename in temperatuur) of de kwantiteit (spuien).

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Het alternatief zorgt voor significante vermindering van drinkwaterkwaliteit in de winning en in leidingen (zoals toename in temperatuur) of –kwantiteit (spuien).

1.5.3.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Incidenteel kan graafschade voorkomen, doordat leidingen niet goed in kaart zijn gebracht en/of door andere calamiteiten. Deze calamiteiten hebben een negatieve invloed op de beschikbaarheid van drinkwater, vanwege herstelwerkzaamheden. Wanneer herstelwerkzaamheden vereist zijn, heeft dit een tijdelijke negatieve invloed op de drinkwaterbeschikbaarheid en drinkwaterkwaliteit. Na herstel moeten de leidingen gereinigd en gespoeld worden, waardoor het water tijdelijk een andere smaak kan hebben. De kans op graafschade is echter beperkt en het negatieve effect is van tijdelijke aard. Er wordt uitgegaan van een correcte uitvoering van de werkzaamheden. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor warmtenetten bestaat het risico van opwarming van het water in de drinkwaterleidingen. De warmteleidingen van een warmtenet zijn allemaal geïsoleerd, juist om te voorkomen dat ze warmte uitstralen naar de omgeving. Hoe minder warmte uitstraalt, hoe efficiënter de warmteleiding is, want warmteverlies moet voorkomen worden.

Rondom de warmteleidingen zit daarom altijd een isolatiemantel die hiervoor zorgt. Lage temperatuur (LT, max. 55 °C) en zeer lage temperatuur (ZLT, max. 30 °C) warmtenetten hebben als voordeel ten opzichte van warmtenetten op hogere temperatuur (HT/MT) dat er veel minder warmteverlies tijdens transport en distributie plaatsvindt. De kans op opwarming van het water in drinkwaterleidingen is voor deze warmtenetten dus ook kleiner. Op 24 juli 2024 tekenden de brancheorganisaties Energie Nederland (een deel van de warmteleveranciers) en Vewin (alle drinkwaterbedrijven) een overeenkomst met afspraken over gewenste afstanden tussen ondergrondse warmtenetten en drinkwaterleidingen, namelijk een voorkeur van 1,5 meter tussen leidingen. In 2024 werd ook de NEN7171-1 gepubliceerd over de ordening van ondergrondse netten. Deze norm biedt een handvat voor het zorgvuldig omgaan met de bodem en ondergrond, in de norm is opgenomen:

- Welke kabels en leidingen op hoofdlijnen bestaan en welke eigenschappen deze bezitten
- Welke functies en ontwikkelingen van invloed kunnen zijn op kabels en leidingen en waarom
- Wanneer sprake kan zin van onderlinge beïnvloeding
- Aan welke afspraken en aan welke (richt)afstanden (bij voorkeur) wordt voldaan

Bij warmtenetten met hogere temperaturen kan de uitstraling iets groter zijn, wat lokaal kan leiden tot een lichte opwarming van het water in de drinkwaterleidingen. Echter wanneer wordt voldaan aan NEN7171-1 wordt dit risico uitgesloten. Daarmee wordt het effect op het drinkwater neutraal (0) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de aanleg van een warmtenet met een midden temperatuur of met een (zeer) lage temperatuur. Net als bij een midden temperatuur-warmtenet worden de effecten van de aanleg van een (zeer) lage temperatuur-warmtenet op drinkwater als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Bij warmtenetten met (zeer) lage watertemperaturen (< 25 °C) is er in de gebruiksfase geen effect op de watertemperatuur in de drinkwaterleidingen te verwachten. Daarmee wordt het effect op het drinkwater neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Het is niet uit te sluiten dat ondiepe geothermie voorbij de waterscheiding komt te liggen. Ondiepe geothermie kent daarom een risico op verslechtering van de drinkwaterkwaliteit in de winning door verspreiding van verontreiniging, wanneer de boringen plaatsvinden in watervoerende pakketten. De chemicaliën die nodig zijn om op diepte te kunnen boren, kunnen in dit grondwater terechtkomen. Daarnaast is er een relatie met de strategische drinkwatervoorraad: onder bepaalde lagen bevinden zich drinkwaterreserves die beschermd moeten blijven. Dit betekent dat er een verticale beperking geldt voor het doorboren van deze lagen. Door het opvolgen van kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) worden deze risico’s voorkomen. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Door (thermische) lekkages tijdens de geothermie-winning kunnen giftige stoffen in het grondwater terecht komen en kan het grondwater opwarmen. Wanneer relevante en geldende protocollen en regels worden gevolgd, vormen deze risico's geen problemen. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van TEO op drinkwater. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht bij het gebruik van TEO op drinkwater. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van TEA op drinkwater. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht bij het gebruik van TEA op drinkwater. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

De aanleg van een WKO vormt een risico voor de drinkwaterkwaliteit in de winning. Wanneer de vergunningverlening bij de boring voor een WKO zorgvuldig verloopt, kunnen gereserveerde watervoerende pakketten voor drinkwaterwinningen beschermd blijven en niet verzilt raken. Daarbij is van belang dat WKO-systemen boven de beschermende kleilaag blijven, omdat onder deze laag de strategische drinkwatervoorraad ligt die essentieel is voor toekomstige drinkwaterzekerheid. Door het opvolgen van kwaliteitsprotocollen (BRL SIKB) worden deze risico's voorkomen. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

De installatie van een WKO zowel een positieve als negatieve effect hebben op de grond- en drinkwaterkwaliteit in de winning. Een WKO-systeem kan namelijk leiden tot een toename van de verspreiding van reeds aanwezige grondwaterverontreiniging. Maar bij een slimme plaatsing van de bronnen kan het echter ook juist de verspreiding van aanwezige grondwaterverontreiniging beperken. Dit wordt ook wel WKO+ genoemd, door de verplaatsing van de verontreiniging worden concentraties gereduceerd en door menging wordt de natuurlijke afbraak gestimuleerd. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom zowel positief (+) als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van buurtwarmtepomp op drinkwater. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Ook in de gebruiksfase is er geen effect op drinkwater en is deze techniek daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Er worden geen effecten verwacht in Geertruidenberg tijdens de aanleg van de e-boilers op drinkwater, omdat de graafwerkzaamheden beperkt blijven. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Er worden geen effecten verwacht in Geertruidenberg bij het gebruik van de e-boilers op drinkwater, omdat de e-boilers volledig bovengronds werken. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.3.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Er worden in de aanlegfase geen effecten verwacht op drinkwater in de leidingen. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld. Er is mogelijk wel effect op het grondwater als bron voor de drinkwaterbereiding.

Gebruiksfase

De warmte die in de gebruiksfase van de GBES door de leidingen gaat kan zorgen voor opwarming van drinkwater in de leidingen. De effecten op het drinkwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens de aanleg van lucht-water warmtepompen op het drinkwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er worden geen effecten verwacht tijdens het gebruik van lucht-water warmtepompen op het drinkwater. De effecten op het grondwater worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.5.3.3 Effectbeoordeling drinkwater

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-22 Overzicht effectbeoordeling drinkwater

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)		
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: -	G: 0	
	Warmtenet (Z)LT	A: -	G: 0	
	Ondiepe geothermie	A: 0	G: 0	
	TEO (aquathermie)	A: 0	G: 0	
	TEA (aquathermie)	A: 0	G: 0	
	WKO	A: 0	G: +	G: -
	Buurtwarmtecentrale	A: 0	G: 0	
	E-boilers	A: 0	G: 0	

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: 0	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	A: 0	G: 0

1.6 Natuur

1.6.1 Natura 2000, NNN en Stadsnatuur Tilburg

Natura 2000 is het samenhangende netwerk van beschermde natuurgebieden in de Europese Unie, bestaande uit Vogel- en Habitatrichtlijngebieden. Landen wijzen beschermingszones aan en stellen een beheerplan op om de natuurwaarden in deze natuurgebieden te behouden, te vergroten of te verbeteren. De Europese afspraken zijn in Nederland vastgelegd in de Omgevingswet. In Nederland gaat het om ruim 160 gebieden, waarvan drie gebieden binnen (3 km van) de gemeente Tilburg liggen. Het gaat om:

1. Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen
2. Kampina & Oisterwijkse Vennen
3. Regte Heide & Riels Laag

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN) is een netwerk van beschermde natuurgebieden in Nederland. Het netwerk helpt te voorkomen dat planten en dieren in geïsoleerde gebieden uitsterven en dat natuurgebieden hun waarde verliezen. Het kan worden gezien als de ruggengraat van de Nederlandse natuur. Vanaf 2014 zijn provincies verantwoordelijk voor de begrenzing en de ontwikkeling van dit natuurwerk. Het NNN bestaat uit de Natura 2000-gebieden, aangevuld met gebieden daarbuiten, zoals belangrijke weidevogelleefgebieden en natuur- en bosgebieden. De gebieden worden onderling verbonden door ecologische verbindingszones. Het Natuurnetwerk Nederland heet in Noord-Brabant het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Het gaat bij deze indicator om gebieden binnen het Natuurnetwerk Brabant (NNB) die buiten Natura 2000-gebieden vallen. Er wordt gekeken naar de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNB in Tilburg.

De stadsnatuur van Tilburg bestaat uit de belangrijkste groene aders en robuuste groene kernen van Tilburg. Maar ook ander groen in wijken maakt deel uit van de groenstructuur van Tilburg.

Tabel 1-23 Beoordelingskader groenstructuur Tilburg

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De kwaliteit van N2000, NNN en stadsnatuur Tilburg neemt sterk toe
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De kwaliteit van N2000, NNN en stadsnatuur Tilburg neemt toe
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Het areaal en/of de kwaliteit van N2000, NNN en stadsnatuur Tilburg verandert nauwelijks of niet
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Het areaal en/of de kwaliteit van N2000, NNN en stadsnatuur Tilburg verandert nauwelijks of niet
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Het areaal en/of de kwaliteit van N2000, NNN en stadsnatuur Tilburg verandert nauwelijks of niet

De depositie van stikstof is het hoogst binnen 500 meter van de bron, er zijn daarom mogelijk effecten verwachten in de gebruiksfase. Juridisch gezien zijn de gebieden van de stadsnatuur niet stikstofgevoelig. De Natura 2000-gebieden en het NNN rondom Tilburg zijn dit (gedeeltelijk) wel.

1.6.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage en midden temperatuur

Aanlegfase

Voor deze warmtetechniek zijn warmteoverdrachtstations of opwaarderingsstations (kleine gebouwen) nodig. Deze overdrachts- of opwaarderingstations worden veelal geplaatst in de openbare ruimte. Een warmteoverdrachtsstation (WOS) heeft inpandige afmetingen tussen 3,5–5,0 m lang, 3,0 m breed en 2,6 m hoog, afhankelijk van het thermisch vermogen (400–3200 kW). Voor woonwijken staat het WOS meestal in een klein gebouw in de openbare ruimte. Bij hoogbouw of utiliteitsbouw kan het station in de technische ruimte van het gebouw worden geplaatst. Gemiddeld kunnen per WOS zo'n 250–300 woningen worden aangesloten, afhankelijk van woningtype, warmtevraag en afstand tot de woningen. Deze warmte-infrastructuur heeft daarom een negatief effect voor alle wijktypologieën door een kwaliteitsverslechtering (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

Bij drukke en gemiddelde wijken is er vaak erg weinig ruimte voor het aanleggen van overdracht stations. In het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur. Dit blijft echter wel een aandachtspunt. Een warmtenet kan leiden tot suboptimale inpassing van installaties, waardoor er bijvoorbeeld bomen of ander groen moet wijken en niet meer terug kunnen worden geplaatst. Daarnaast geldt dat er waarschijnlijk bomen moeten wijken voor het leidingstelsel. Er kunnen dan geen bomen op dezelfde plek worden terug geplant, vanwege beperkte wortelruimte. De effecten op de groenstructuur worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

In groene wijken is er vaak meer ruimte in de openbare ruimte beschikbaar. Maar ook hier is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal. Daarnaast bevinden zich in deze wijken vaak laanstructuren die dus door de aanleg van een warmtenet onderbroken kunnen worden. De effecten op de stadsnatuur worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen lijkt er over het algemeen voldoende ruimte om overdracht stations of opwaarderingsstations in te passen. De kans dat bomen moeten wijken voor het leidingstelsel en er daardoor gaten ontstaan in laanbomen structuren is hier minimaal, doordat er over het algemeen voldoende ruimte in de ondergrond beschikbaar is om hier omheen te werken. De effecten op de stadsnatuur worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Ondanks dat de gemeente terughoudend beleid voert met het toevoegen van nieuwe bebouwing binnen de stadsnatuur kan lokale aantasting hiervan in de aanleg van de ondiepe geothermie niet worden uitgesloten. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als zeer negatief (--) beoordeeld.

Gebruiksfase

Na het boren is circa een half voetbalveld aan ruimte nodig voor de gehele installatie van ondiepe geothermie. Deze installatie kan een lokaal negatief effect (areaal en/of kwaliteit) hebben op de stadsnatuur. Gezien de afstand van de locatie van de installatie tot beschermde gebieden zijn in de gebruiksfase geen effecten te verwachten op Natura 2000 gebieden of het NNN. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater TEO (aquathermie)

Aanlegfase

Er moeten centrale installaties gebouwd worden bij de aanleg van aquathermie. Deze hebben een groot bovengronds ruimtegebruik. In het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur. Dit blijft echter wel een aandachtspunt. De aanleg van deze installaties kan leiden tot een effect op de groenstructuur van Tilburg. Dit geldt in mindere mate voor bedrijventerreinen. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor alle woonwijken (--) en negatief (-) voor bedrijventerreinen.

Gebruiksfase

Fysieke aantasting of verstoring van NNN of N2000 is niet te verwachten. TEO-installaties kunnen plaatselijk ten koste gaan van de stadsnatuur (areaal en kwaliteit). De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater TEA (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De beoogde RWZI bevindt zich in Tilburg voor aquathermie zich nabij NNN-gebied. Als gevolg hiervan kan de aanleg resulteren in verstoring van NNN. Het effect op natuur worden bij deze warmtetechniek daarom in de aanlegfase negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Op bedrijventerreinen is over het algemeen voldoende ruimte te vinden om de installaties voor aquathermie in te passen. Er zullen geen of minimale effecten zijn op de fysieke aantasting van stadsnatuur, NNN of N200. De RWZI bevindt zich nabij NNN-gebied. Het is de verwachting dat de mogelijke verstoring door licht en geluid als gevolg van TEA in de gebruiksfase verwaarloosbaar is ten opzichte van de reeds aanwezige RWZI. De temperatuur van het geloosde water zal afnemen als gevolg van de TEA installatie. Aangezien de temperatuur van de waterstroom al goed was (zie ook paragraaf 1.5.1.) is het effect hiervan op de natuur minimaal. Het effect op natuur worden bij deze warmtetechniek daarom in de gebruiksfase neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Het is niet te verwachten dat de aanleg van WKO's een negatief effect heeft op N2000, NNN of stadsnatuur. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Een WKO-installatie vraagt voornamelijk ondergronds ruimte. Bovengronds wordt deze afgedekt met een plaat. Deze ondergrondse ruimte is 1 m^2, het bovengrondse ruimtegebruik is beperkt tot de pompinstallatie en warmtewisselaar, dit is ca. 2x2 meter boor de bronbehuizing. Bij een collectieve WKO is in elk gebouw nog een regelkast van 1,5 x 0,6 meter nodig. Het ruimtegebruik van deze oplossing is minimaal, dus zal het effect op de natuur van Tilburg ook minimaal zijn.

Op bepaalde plekken in de stad kunnen WKO-systemen de grondwaterstand lokaal verhogen of verlagen. Dit kan resulteren in een negatief effect op groen en natuur. Dit kan de kwaliteit van de stadsnatuur lokaal negatief beïnvloeden. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Er moeten centrale installaties gebouwd worden bij de aanleg van bovengrondse buurtwarmtecentrales. Deze hebben een bovengronds ruimtegebruik. In het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur. Dit blijft echter wel een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Dit geldt in mindere mate voor bedrijventerreinen. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor alle woonwijken (--) en negatief (-) voor bedrijventerreinen.

Gebruiksfase

Een buurtwarmtecentrale heeft ongeveer de omvang van een zeecontainer. Ondanks dat er in het besluit stadsnatuur 2040 is vastgesteld dat er geen achteruitgang mag plaatsvinden van de stadsnatuur, blijft dit wel een aandachtspunt. Het toevoegen van extra installaties kan in de gebruiksfase leiden tot een effect op de Stadsnatuur van Tilburg. Het effect op natuur worden bij deze warmtetechniek daarom in de gebruiksfase negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. De aanleg van de e-boilers in Geertruidenberg kan leiden tot verstoring en/of afname van Natura 2000, NNN en de lokale groenstructuur. De effecten zijn afhankelijk van de exacte locatie en de wijze en het moment van aanleg, maar zijn tijdelijk. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom neutraal (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Het gebruik van de e-boilers in Geertruidenberg kan mogelijk leiden tot enige verstoring van natuurgebieden door licht en/of geluid. Het geluid zal voornamelijk afkomstig zijn van ondersteunende installaties zoals pompen en ventilatoren, maar is afhankelijk van de locatie. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

1.6.1.2 Individuele oplossingen

In de navolgende effectbeschrijving zijn de effecten van een lucht-water en water-water warmtepomp samengenomen.

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

De water-water warmtepomp wordt per huis individueel geïnstalleerd. De werkzaamheden vinden plaats buiten Natura 2000-gebieden, buiten het NNN en buiten de stadsnatuur Tilburg. Er vinden uitsluitend effecten plaats aan de binnen- en buitenkant (door buitenunits op privéterrein) van woningen en niet in openbare stadsnatuur. Er is daardoor geen fysieke aantasting van deze gebieden. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Gebruik van de warmtepomp tast het areaal van het NNN, Natura 2000-gebieden of de groenstructuur niet aan. Echter kan de aanwezigheid van systemen tot dusdanige veranderingen in de ondergrond leiden dat bovengronds sprake is van aantasting van de kwaliteit, zoals sterfte van (monumentaal) groen doordat boomwortels worden aangetast. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

De lucht-water warmtepomp wordt per huis individueel geïnstalleerd. De werkzaamheden vinden plaats buiten Natura 2000-gebieden, buiten het NNN en buiten de stadsnatuur Tilburg. Er vinden uitsluitend effecten plaats aan de binnen- en buitenkant (door buitenunits op privéterrein) van woningen en niet in openbare stadsnatuur. Er is daardoor geen fysieke aantasting van deze gebieden. De effecten op natuur worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Gebruik van de warmtepomp tast het areaal van het NNN, Natura 2000-gebieden of de groenstructuur niet aan. Er vinden uitsluitend aanpassingen plaats aan de binnen- en buitenkant (door buitenunits op privéterrein) van woningen. De woningen liggen in drukke wijken op afstand van Natura 2000-gebieden en het NNN. Mogelijk kunnen effecten optreden op de stadsnatuur. Echter zijn dieren in het drukke en gemiddelde wijken gewend aan geluiden van urbane omgevingen. Een negatief effect door geluid in de gebruiksfase treedt daarom niet op.

Daarom wordt deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

1.6.1.3 Effectbeoordeling groenstructuur Tilburg

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-24 Overzicht effectbeoordeling groenstructuur Tilburg

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	Drukke wijken	A: -	G: --
		Gemiddelde wijken	A: -	G: --
		Groene wijken	A: -	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	A: -	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	Drukke wijken	A: -	G: --
		Gemiddelde wijken	A: -	G: --
		Groene wijken	A: -	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	A: -	G: 0
	Ondiepe geothermie	Alle wijktypologieën	A: --	G: -
	TEO (aquathermie)	Drukke wijken	A: --	G: -
		Gemiddelde wijken	A: --	G: -
		Groene wijken	A: --	G: -
		Bedrijventerreinen	A: -	G: -
	TEA (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: -	G: +
	WKO	Alle wijktypologieën	A: 0	G: -
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	Drukke wijken	A: --	G: -
		Gemiddelde wijken	A: --	G: -
		Groene wijken	A: --	G: -
		Bedrijventerreinen	A: -	G: -
	E-boilers	Alle wijktypologieën	A: -	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: 0	G: -
	Lucht-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: 0	G: 0

1.6.2 Biodiversiteit

Biodiversiteit is de verscheidenheid van het leven op aarde. Het gaat om de verschillende soorten planten, dieren, micro-organismen en schimmels, het genetisch materiaal dat zij bevatten, de levensgemeenschappen die zij vormen en de ecosystemen waarin zij leven. Biodiversiteit is belangrijk voor een gezonde leefomgeving. Het zorgt voor zuurstofproductie, afbraak van organisch materiaal, bestuiving van planten, en biedt energie, geneesmiddelen en grondstoffen. Daarnaast helpt biodiversiteit bij het bestrijden van plagen, zuiveren van water en bescherming tegen klimaatverandering. Een hoge biodiversiteit maakt ecosystemen veerkrachtiger tegen verstoringen en veranderingen.

Tabel 1-25 Beoordelingskader biodiversiteit

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: geen tijdelijke verstoring tijdens werkzaamheden. Gebruiksfase: toename omvang biodiversiteit
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: tijdelijk en lokaal negatief effect tijdens werkzaamheden. Gebruiksfase: toename omvang biodiversiteit
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen negatief effect op de biodiversiteit tijdens werkzaamheden noch in gebruiksfase.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: tijdelijk en lokaal negatief effect tijdens werkzaamheden. Gebruiksfase: geen blijvende negatieve effecten op de omvang van de biodiversiteit
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Aanlegfase: tijdelijk en lokaal negatief effect tijdens werkzaamheden. Gebruiksfase: blijvende negatieve effecten op de omvang van de biodiversiteit

1.6.2.1 Collectieve oplossingen

De effecten van een warmtenet voor midden en (zeer) lage temperatuur worden samen omschreven.

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden en (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

In de aanlegfase van een warmtenet kunnen tijdelijke lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in tuinen en stedelijk groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Het in gebruik nemen van een warmtenet heeft geen invloed op de biodiversiteit. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Voor de installatie van ondiepe geothermie is een locatie nodig die tijdens de aanlegfase ongeveer een 1,5 voetbalveld beslaat. De aanlegfase van een ondiepe geothermiebron kan enkele weken tot maanden duren. In de aanlegfase van ondiepe geothermie kunnen tijdelijke lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in tuinen en stedelijk groen.

Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. Gezien de duur van omvang worden de effecten op biodiversiteit bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kan er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie. In het 'worstcasescenario' komt de installatie terecht in het leefgebied van beschermde soorten. Echter, deze kans is op bedrijventerreinen klein, en ook in drukke wijken beperkt. In gemiddelde wijken is de kans iets groter, en het grootst in groene wijken. De effecten op biodiversiteit worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld in groene wijken, negatief (-) in gemiddelde wijken en neutraal (0) in drukke wijken en op bedrijventerreinen.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

In de aanlegfase van TEO kunnen lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in stedelijk groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kan er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie(s) komt, wordt er uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten. Daarnaast heeft TEO ook een zeer negatieve invloed op de biologische kwaliteit van het oppervlaktewater vanwege filter, warmtewisselaars en temperatuurverandering van het water. Door inzuiging van water kunnen vissen en andere waterdieren sterven. Vanderingen in watertemperatuur kunnen de voortplantings- en groeicycli van planten, algen, insecten en vissen verstoren. In de winter kunnen waterplanten bijvoorbeeld sneller uitlopen en weer afsterven, dit kan in het gehele ecosysteem doorwerken. Dit zorgt ervoor dat tolerante, algemene soorten overheersen, terwijl gevoelige indicatorsoorten verdwijnen, met een afname van soortenrijkdom als gevolg. Daarnaast kan een hogere watertemperatuur algenbloei, waaronder blauwalg, stimuleren wat kan leiden tot zuurstofgebrek en vissterfte. TEO heeft een mogelijk blijvend negatief effect op de soorten die in oppervlaktewater leven. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als zeer negatief (--) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. In de aanlegfase van TEA kunnen lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in (stedelijk) groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. De RWZI-installatie van Tilburg bevindt zich nabij NNN-gebied. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kan er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie. Zoals eerder genoemd bevindt de RWZI in Tilburg nabij NNN-gebied. De Het effect van TEA in de gebruiksfase is daarom negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

In de aanlegfase van een WKO kunnen tijdelijke lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in tuinen en stedelijk groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase van een WKO kan er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, wordt er uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van beschermde soorten. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

In de aanlegfase van een centrale water-water warmtepomp kunnen lokale negatieve effecten optreden voor soorten tijdens werkzaamheden. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in tuinen en stedelijk groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende effecten zijn niet te verwachten. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase kan er lokale afname zijn van verblijfplaatsen/leefgebied ter plaatse van de nieuwe installatie. Omdat het nog onduidelijk is waar deze installatie komt, wordt er uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de installatie terecht komt in het leefgebied van soorten. Deze warmtetechniek heeft daarom een zeer negatief effect (--) ten opzichte van de referentiesituatie.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. De aanleg van de e-boilers in Geertruidenberg kan leiden tot negatieve effecten op biodiversiteit ter plaatse. De effecten zijn afhankelijk van de exacte locatie en de wijze en het moment van aanleg, maar zijn tijdelijk. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Het gebruik van de e-boilers in Geertruidenberg kan mogelijk leiden tot enige verstoring en/of afname van biodiversiteit. De effecten op biodiversiteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

1.6.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

In de aanlegfase van een bodem-water warmtepomp zijn er tijdelijke verstorende effecten te verwachten. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen of nesten. Blijvende negatieve effecten zijn niet te verwachten. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase zijn geen verstoring of andere negatieve effecten te verwachten voor beschermde soorten bij deze warmtetechniek. Het effect van deze warmtetechniek in de gebruiksfase is daarmee neutraal (0).

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

In de aanlegfase van een lucht-water warmtepomp zijn er alleen tijdelijke en lokale effecten te verwachten. Bijvoorbeeld verstoring van dieren door geluid, menselijke aanwezigheid of inzet van materieel nabij verblijfplaatsen van soorten uit stedelijk gebied zoals vleermuizen in gebouwen of egels en andere zoogdieren in tuinen en stedelijk groen. Ook broedende vogels in gebouwen (zoals huismus en gierzwaluw) of in tuinen en stedelijk groen (zoals merel, mezen, kleine zangvogels) kunnen worden verstoord. Blijvende negatieve effecten zijn niet te verwachten. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase van een lucht-water warmtepomp kan er lokale maar blijvende verstoring zijn door geluid van een warmtepomp. Uit de vakliteratuur blijkt dat langdurende geluidsinvloeden boven de 42/45 dB een negatief effect op broedende vogels kan hebben, waaronder vogelsoorten uit stedelijke gebieden zoals huismussen. Deze warmtetechniek heeft daarom een zeer negatief effect (--) ten opzichte van de referentiesituatie.

1.6.2.3 Effectbeoordeling biodiversiteit

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-26 Overzicht effectbeoordeling biodiversiteit

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek		Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	Ondiepe geothermie	Drukke wijken	A: --	G: 0
		Gemiddelde wijken	A: --	G: -
		Groene wijken	A: --	G: --
		Bedrijventerreinen	A: --	G: 0
	TEO (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: -	G: --
	TEA (aquathermie)	Alle wijktypologieën	A: -	G: -
	WKO	Alle wijktypologieën	A: -	G: -
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	Alle wijktypologieën	A: -	G: --
	E-boilers	Alle wijktypologieën	A: -	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: -	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	Alle wijktypologieën	A: -	G: --

1.6.3 Stikstofdepositie op Natura 2000

Tabel 1-27 Beoordelingskader stikstofdepositie op Natura 2000

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er een blijvende afname van stikstofdepositie op Natura 2000
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is een tijdelijke afname van stikstofdepositie op Natura 2000
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De stikstofdepositie blijft gelijk aan de stikstofdepositie in de referentiesituatie op Natura 2000
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Er is een tijdelijke toename in stikstofdepositie op Natura 2000
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	E is een blijvende toename in stikstofdepositie op Natura 2000

Voorbeeld AERIUS-berekening

Hierna zijn de mogelijke stikstofdepositie-effecten van het Warmteprogramma op Natura 2000-gebieden per oplossing kwalitatief beschouwd. Bijlage 3 van het planMER is een proefberekening ter verificatie van onderstaande kwalitatieve beschouwingen. De berekening ondersteunt de kwalitatief beoordeelde effecten en bevestigt dat het warmteprogramma, binnen de gehanteerde uitgangspunten, geen belemmering vormt vanuit het stikstofaspect.

1.6.3.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden en (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

De gemeente Tilburg is aangesloten bij het convenant Schoon en Emissieloos Bouwen. Ten gevolge hiervan mag worden aangenomen dat vanaf 2035 alle ingezette mobiele werktuigen, met uitzondering van de zeer zware (>560 kW), emissieloos zijn. Dit geldt ook voor bestelbusjes en lichte vrachtwagens. Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Dergelijke werkzaamheden kunnen in 2035 worden uitgevoerd met emissieloos materieel. Er is dan ook geen stikstofuitstoot te verwachten tijdens de aanlegfase als gevolg van bouwverkeer en de inzet van mobiele werktuigen. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor het gebruik van een warmtenet wordt alleen gekeken naar de effecten van de leidingen op zich. Het gebruik hiervan heeft geen invloed op de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Boorwerkzaamheden voor het aanleggen van een geothermiebron is een intensief proces met inzet van zware mobiele werktuigen. Voor het benodigde materieel in de vorm van transport is het uitgangspunt dat dit emissieloos is. Voor het boren tot diepten van 1.000 tot maximaal 1.500 meter wordt tot 2035 uitgegaan van diesel-aangedreven materieel, wat NO_x en NH_3 emitteert. De aanlegfase zal relatief lang duren. Afhankelijk van de omvang van het systeem kan dit enkele weken tot maanden duren, waarin het boren van putten 24 uur per dag doorgaat[10]. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld

Gebruiksfase

Door het gebruik van (ondiepe) geothermie is geen verbranding nodig zoals bij een cv-installatie. Dit zorgt voor een afname in stikstofemissies en dus stikstofdepositie ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

[10] Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (oktober 2025), Handreiking Aardwarmte, pg. 14

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Het aanleggen van de aquathermie vindt plaats op een groot gebied en zal relatief veel tijd in beslag nemen. Tijdens de aanleg worden bouwwerkzaamheden uitgevoerd, denk hierbij aan transportbewegingen voor personeel en materiaal. Aangenomen mag worden dat voor deze werkzaamheden emissieloze werktuigen en voertuigen worden ingezet, op basis van het convenant SEB. Er wordt dan ook geen stikstof geëmitteerd dat kan neerslaan op Natura 2000-gebied. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

De toepassing van TEO zorgt ervoor dat minder woningen worden verwarmd met gas ten opzichte van de referentiesituatie. Dit zorgt voor een afname in stikstofemissies en dus stikstofdepositie ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De aanleg van de installaties brengt transportbewegingen met zich mee voor personeel en materiaal. Aangezien het om relatief lichte werkzaamheden gaat, worden deze vanaf 2035 uitgevoerd met emissieloos materieel en emissieloze voertuigen. Er is dan ook geen sprake van extra stikstofdepositie ten gevolge van de werkzaamheden. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

De toepassing van TEA zorgt ervoor dat minder woningen worden verwarmd met gas ten opzichte van de referentiesituatie. Dit zorgt voor een afname in stikstofemissies en dus stikstofdepositie ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Voor het aanleggen van de WKO zijn gedurende een relatief korte periode boorwerkzaamheden (een WKO ligt meestal tussen de 80 en 200 meter diep[11]) en dus mobiele werktuigen vereist. Tegelijkertijd zijn meerdere WKO's (en dus meer boorwerkzaamheden) vereist om een relatief groot gebied van warmte en koude te voorzien. Echter mag opnieuw worden aangenomen, op basis van het convenant SEB, dat het ingezette materieel emissieloos is. Er is dan ook geen sprake van extra stikstofdepositie ten gevolge van de werkzaamheden. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

[11] https://www.rvo.nl/onderwerpen/bodemenergie-aardwarmte/open-systemen

Gebruiksfase

Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin gebruik wordt gemaakt van cv-ketels, is er minder stikstofuitstoot en dus ook sprake van minder stikstofdepositie. De effecten op de Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in de buurt. Een dergelijke warmtepomp heeft ongeveer het formaat van een zeecontainer. Voor de installatie van deze warmtepompen worden lichte bouwwerkzaamheden uitgevoerd. Deze kunnen worden uitgevoerd met emissieloos materieel. Ook de ingezette voertuigen voor transport van personen en materialen mogen als emissieloos genomen worden. Er is dan ook geen sprake van extra stikstofdepositie ten gevolge van de werkzaamheden. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin gebruik wordt gemaakt van cv-ketels, is er minder stikstofuitstoot en dus ook sprake van minder stikstofdepositie. De effecten op de Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Het ingezette materieel en de ingezette voertuigen voor transport van personen en materiaal bepalen of er sprake is van significante stikstofemissies en dus depositie op Natura 2000-gebieden. De e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. Echter mag worden aangenomen, op basis van het convenant SEB, dat het ingezette materieel emissieloos is. Daarmee worden er geen negatieve effecten verwacht voor de gemeente Tilburg, dus de beoordeling is neutraal (0).

Gebruiksfase

Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin gebruik wordt gemaakt van cv-ketels, is er minder stikstofuitstoot en dus ook sprake van minder stikstofdepositie. De effecten op de Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

1.6.3.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

Voor de aanleg van individuele water-water warmtepompen wordt er voor elke woning een gesloten bodemenergiesysteem aangelegd, waarvoor bij iedere woning een boring uitgevoerd wordt. De aanlegfase is van relatief korte duur per woning, maar voor de boorwerkzaamheden is wel relatief zwaar materieel vereist.

Aangenomen mag worden dat dergelijk materieel vanaf 2035 emissieloos is in de gemeente Tilburg, met het oog op het convenant SEB. De aanlegfase van deze warmtetechniek heeft dan ook een neutraal effect (0) op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie.

Gebruiksfase

Doordat er bij een water-water warmtepomp geen verbranding plaatsvindt zoals bij een cv-installatie, is er geen stikstofuitstoot in de gebruiksfase. De gebruiksfase van deze warmtetechniek is daarom positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

In dit alternatief worden de lucht-water warmtepompen per huis individueel geïnstalleerd. Dit brengt geen significante milieueffecten met zich mee wat stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden betreft. Het effect van het gebruik van mobiele werktuigen in de aanlegfase is minimaal vanwege de fasering in de tijd. Het vervangen van cv-installaties door lucht-water warmtepompen zal namelijk geleidelijk plaatsvinden. Daarnaast wordt tijdens de aanleg vooral gebruik gemaakt van kleinere werktuigen die gemakkelijker te elektrificeren zijn of klein gereedschap. In de autonome ontwikkeling zouden verouderde cv's worden vervangen door lucht-water warmtepompen. De effecten op Natura 2000-gebieden ten gevolge van stikstofdepositie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

Doordat er bij een lucht-water warmtepomp geen verbranding plaatsvindt zoals bij een cv-installatie, is er geen stikstofuitstoot in de gebruiksfase. De gebruiksfase van deze warmtetechniek is daarom positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

1.6.3.3 Effectbeoordeling stikstofdepositie op Natura 2000

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-28 Overzicht effectbeoordeling stikstofdepositie op Natura 2000

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: 0	G: 0
	Warmtenet (Z)LT	A:0	G: 0
	Ondiepe geothermie	A: -	G: +
	TEO (aquathermie)	A:0	G: +
	TEA (aquathermie)	A:0	G: +
	WKO	A:0	G: +
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A:0	G: +
	E-boilers	A: 0	G: +
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A:0	G: +
	Lucht-water warmtepomp	A:0	G: +

1.7 Circulariteit

1.7.1 Circulair materiaalgebruik

Naast het overstappen op een duurzame energiebron is ook materiaalgebruik een manier om impact op het milieu te beperken. Bij de indicator CO_2-uitstoot is de milieu impact van de alternatieven beoordeeld. Echter geeft dit geen indicatie van de schaarste van de materialen die worden toegepast, of de mate van herbruikbaarheid van de toegepaste materialen. Bij deze indicator wordt daarom beoordeeld in hoeverre het materiaalgebruik bij de alternatieven circulaire is, door te kijken naar de schaarste van de grondstoffen die nodig zijn en naar de potentie voor toekomstig hergebruik. Bij deze indicator wordt daarom beoordeeld in hoeverre het materiaalgebruik bij de alternatieven circulaire is, door te kijken naar de schaarste van de grondstoffen die nodig zijn en naar de potentie voor toekomstig hergebruik.

Tabel 1-29 Beoordelingskader circulair materiaalgebruik

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing resulteert in een significante toename van de herbruikbaarheid van de gebruikte materialen en technieken.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een toename van de toekomstige van de gebruikte materialen en technieken.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft weinig tot geen invloed op de herbruikbaarheid van de gebruikte materialen en technieken.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing resulteert in een merkbare afname van de herbruikbaarheid van de gebruikte materialen en technieken.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot een significante afname van de herbruikbaarheid van de gebruikte materialen en technieken.

1.7.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden; het bestaande warmtenet wordt uitgebreid en niet volledig vervangen. De effecten op circulariteit worden daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Het warmtenet zal over het algemeen iets minder onderhoud nodig hebben dan aardgasleidingen. De effecten op circulariteit worden voor het warmtenet in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden; het bestaande warmtenet wordt uitgebreid en niet volledig vervangen. Verder is er voor een (Z)LT-warmtenet een grotere diameter nodig voor het transport waardoor meer schaarse materialen moeten worden toegepast. De effecten op circulariteit worden daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Het warmtenet zal over het algemeen iets minder onderhoud nodig hebben dan aardgasleidingen. De effecten op circulariteit worden voor het warmtenet in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Een geothermie-installatie bestaat onder andere uit een productie- en injectieput (doublet), warmtewisselaars, pompen, filters, ontgassingsinstallatie en opslagvaten, een gebouw voor de bovengrondse installaties en opslag. Er is veel staal nodig, vooral voor de boorinstallaties, het warmtenet, leidingen en warmtewisselaars. Ook wordt voor de funderingen en constructies beton gebruikt. Deze materialen zijn relatief schaars in vergelijking met andere materialen. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

Voor ondiepe Geothermie is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Echter is de levensduur van een ondiepe geothermische installatie erg lang, met name voor de bodemsondes zelf. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase, vergeleken met de referentiesituatie, daarom als positief (+) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Voor thermische energie uit oppervlaktewater wordt gebruikgemaakt van nabijgelegen waterlichamen. De warmtetechniek omvat warmtewisselaars, een pompensysteem, een leidingennetwerk voor transport en infrastructuur die nodig is voor de zuivering van het oppervlaktewater. Er is veel staal nodig, vooral voor de boorinstallaties, leidingen en warmtewisselaars. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt in vergelijking met de referentiesituatie. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Omdat er gebruik gemaakt wordt van de bestaande RWZI is nieuw materiaalgebruik beperkt. Echter vindt er wel opwaardering plaats van de temperatuur die gewonnen wordt van het effluent via een warmtepomp. Verder is nog een leidingstelsel van geïsoleerd staal en een WKO-systeem nodig. Voor de aanleg van het leidingnetwerk kan deels materiaal worden hergebruikt. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt in vergelijking met de referentiesituatie. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Diverse technieken worden gecombineerd met een WKO. Een Warmte-Koude-Opslagsysteem (WKO-systeem) bestaat uit verschillende technische componenten die samenwerken om duurzame verwarming en koeling te bieden. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in de buurt. De belangrijkste bestanddelen van een warmtepomp zijn gemaakt van metalen en kunststof. De meest gebruikte metalen zijn (roestvast) staal, koper en aluminium. Daarnaast zijn voor het warmtenet leidingen van geïsoleerd staal nodig, wat voor een toename van het totale benodigde materiaal zorgt. Het type materialen dat nodig is voor een buurtwarmtepomp en de centrale installatie is complex en zal naar verwachting voornamelijk met primair materiaal worden aangelegd. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor de buurtwarmtepomp is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Een e-boiler is een industriële of grootschalige elektrische boiler die water of een andere vloeistof verwarmt. Een e-boiler bestaat uit diverse onderdelen, waaronder een warmtebuffer, diverse pompen, een elektrische aansluiting, een transformator en middenspanningsaansluiting en een behuizing. Hiervoor zijn materialen als PVC, koper en staal noodzakelijk, inclusief de zeldzame materialen die nodig zijn voor de computerchips. In het algemeen geldt dat voor een klein aantal grote apparaten (met een hoog vermogen/volume etc.) minder materiaal nodig is om dezelfde functie te leveren dan een groot aantal kleine apparaten. Doordat de e-boilers gecentraliseerd worden gerealiseerd, is de hoeveelheid benodigde schaarse materialen beperkter. Om deze reden worden de e-boilers beoordeeld als negatief (-).

Gebruiksfase

Voor de e-boiler is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.7.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

De belangrijkste bestandsdelen van een warmtepomp zijn gemaakt van metalen en kunststof. De metalen die het meest gebruikt worden zijn (roestvrij) staal, koper en aluminium. Van deze materialen is met name koper een schaars materiaal. Daarnaast zijn installaties voorzien van slimme techniek voor sensoring en sturing. Deze chips bevatten zeldzame metalen, die door geopolitieke ontwikkelingen steeds schaarser worden. Aangezien het gaat om een individueel systeem betekent dit dat er per huis een eigen systeem met materialen nodig is. Hiervoor is meer schaars materiaal nodig dan bij een centraal systeem en ten opzichte van de referentiesituatie. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden, echter wordt er wel vanuit gegaan dat een individuele warmtepomp wordt geplaatst wanneer een CV-ketel einde levensduur is. Deze warmtetechniek heeft daarom een negatief effect (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Een warmtepomp heeft minder onderhoud nodig dan een CV-ketel, en is daarmee ten opzichte van de referentiesituatie positief (+).

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

De belangrijkste bestanddelen van een warmtepomp zijn gemaakt van metalen en kunststof. Installaties zijn voorzien van slimme warmtetechniek voor sensoring en sturing. De meest gebruikte metalen zijn (roestvast) staal, koper en aluminium. De lucht-water warmtepompen zullen voor het grootste deel met primair materiaal worden aangelegd. Aan het einde van de levensduur kunnen de materialen voor een groot deel hergebruikt worden. Aangezien het gaat om een individueel systeem, betekent dit dat er per huis een eigen systeem met materialen nodig is. Voor individuele lucht-water warmtepompen worden geen ondergrondse leidingen ten behoeve van warmtetransport aangelegd. In de referentiesituatie hoeft geen nieuw energiesysteem aangelegd te worden, echter wordt er wel vanuit gegaan dat een individuele warmtepomp wordt geplaatst wanneer een CV-ketel einde levensduur is. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Er is materiaal nodig voor onderhoud en vervanging, maar dit is beperkt. Een warmtepomp heeft minder onderhoud en vervanging van onderdelen nodig dan een cv-ketel. De effecten op circulariteit worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom als positief (+) beoordeeld.

1.7.1.3 Effectbeoordeling circulair materiaalgebruik

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-30 Overzicht effectbeoordeling circulair materiaalgebruik

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: -	G: +
	Warmtenet (Z)LT	A: -	G: +
	Ondiepe geothermie	A: -	G: +
	TEO (aquathermie)	A: -	G: 0
	TEA (aquathermie)	A: -	G: 0
	WKO	A: -	G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: -	G: 0
	E-boilers	A: -	G: 0
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: -	G: +
	Lucht-water warmtepomp	A: -	G: +

1.8 Ruimtelijke kwaliteit

Ruimtelijke kwaliteit is de mate waarin warmte-infrastructuur – zoals warmtenetten, warmteopslag, energiecentrales en distributie-elementen – op een zorgvuldige, veilige en gebiedseigen manier wordt geïntegreerd in de bestaande stedelijke omgeving. Dit betekent dat de fysieke ingrepen zo min mogelijk negatief effect hebben en waar mogelijk bijdragen aan een aantrekkelijk, functioneel, leefbaar en toekomstbestendig stadsbeeld, met respect voor de identiteit, gebruikswaarde, belevingswaarde en ontwikkelkwaliteit van de plek.

Voor het thema ruimtelijke kwaliteit worden de indicatoren zichtbaarheid en beleving en bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid beoordeeld. Hierbij worden alleen de effecten in de gebruiksfase beschreven, omdat de effecten op zichtbaarheid en beleving en bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid blijvende effecten zijn.

1.8.1 Zichtbaarheid en beleving

Tabel 1-31 Beoordelingskader zichtbaarheid en beleving

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	n.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing kan goed gecombineerd worden met andere functies.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft geen effect op verrommeling van de buitenruimte en kan gecombineerd worden met andere functies
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft een negatief effect op verrommeling van de buitenruimte en/of kan beperkt gecombineerd worden met andere functies
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft een zeer negatief effect op verrommeling van de buitenruimte en/of kan niet gecombineerd worden met andere functies

1.8.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Gebruiksfase

In drukke en gemiddelde wijken is er vaak erg weinig ruimte voor het aanleggen van overdrachtstations. Dit kan leiden tot suboptimale inpassing van deze installaties. Echter, deze stations kunnen soms inpandig worden opgelost bij nieuwbouw of in bestaande bijgebouwen. Dan wordt deze meer onttrokken van het straatbeeld. Wel is er dan voldoende ontluchting nodig wat de gevel over een aantal meter onaantrekkelijk kan maken. Daarnaast geldt dat er waarschijnlijk bomen moeten wijken voor het leidingstelsel. Er kunnen dan geen bomen op dezelfde plek worden terug geplant. Als er laanbomen onregelmatig moeten worden gekapt kan dit zorgen voor een verrommeling van het straatbeeld. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

In groene wijken is er vaak meer ruimte voor de aanleg van overdrachtstations, maar ook in groene wijken is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal. Daarnaast bevinden zich in deze wijken vaker laanstructuren die dus door de aanleg van een warmtenet onderbroken kunnen worden. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen lijkt er over het algemeen voldoende ruimte om overdracht stations of opwaarderingsstations in te passen. Ook speelt de visuele inpassing hier een minder grote rol. De kans dat bomen moeten wijken voor het leidingstelsel en er daardoor gaten ontstaan in laanbomen structuren is hier minimaal doordat er over het algemeen voldoende ruimte in de ondergrond beschikbaar is om hier omheen te werken. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat op bedrijventerreinen bijna alles is verkaveld en uitgegeven is, wat betekent dat er relatief weinig openbare ruimte is. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Gebruiksfase

Voor het warmtenet (zeer) lage temperatuur zijn de effecten in de gebruiksfase gelijk aan de effecten van het warmtenet midden temperatuur. De beoordeling hiervan is dus hetzelfde als bij warmtenet midden temperatuur hierboven is beschreven.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Gebruiksfase

Na het boren is circa een half voetbalveld aan ruimte nodig voor de gehele installatie. In een drukke of gemiddelde woonwijk zou dit tot grote verrommeling van de buitenruimte leiden. Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin de meeste woningen met een cv-ketel worden verwarmd, neemt het bovengronds ruimtegebruik toe. Daarom wordt de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld voor drukke en gemiddelde wijken.

In groene wijken is er vaak meer ruimte voor de aanleg van een dergelijke installatie, maar ook in groene wijken is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal. Een half voetbalveld legt immers ook daar een groot beslag op de ruimte en is moeilijk in te passen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen lijkt er over het algemeen voldoende ruimte om een dergelijke installatie in te passen. Ook speelt de visuele inpassing hier een minder grote rol. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat op bedrijventerreinen bijna alles is verkaveld en uitgegeven is, wat betekent dat er relatief weinig openbare ruimte is. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater TEO (aquathermie)

Gebruiksfase

Aquathermie wordt aangelegd in het water, en daarna aangesloten op een bovengrondse warmtewisselaar. In drukke en gemiddelde wijken is er vaak erg weinig ruimte beschikbaar voor het aanleggen van extra bouwwerken, omdat de openbare ruimte daar al intensief gebruikt wordt en de warmte-infrastructuur dus moet concurreren met andere functies zoals bomen, verkeer en transformatorhuisjes. Als deze functies al de meest geschikte plekken innemen, kan dit leiden tot suboptimale inpassing van de installaties en verrommeling van de buitenruimte. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

In groene wijken is er vaak meer ruimte beschikbaar. Maar ook hier is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal wat kan leiden tot enige verrommeling van de buitenruimte. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen, is er over het algemeen voldoende ruimte te vinden om een extra installatie in te passen. Ook speelt de visuele inpassing hier een minder grote rol, waardoor er minimale verrommeling van de buitenruimte plaatsvindt. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater TEA (aquathermie)

Gebruiksfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) op de bedrijventerreinen. Voor alle andere wijken is deze oplossing niet van toepassing. Op terreinen van RWZI's is over het algemeen voldoende ruimte te vinden om dat in te passen. Ook zal het uiterlijk van de installatie gelijkwaardig zijn aan die van de rioolwaterzuiveringsinstallaties, waardoor er minimale verrommeling van de buitenruimte plaatsvindt en functies gecombineerd kunnen worden. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Gebruiksfase

Een WKO-installatie vraagt voornamelijk ondergronds ruimte. Bovengronds wordt deze afgedekt met een plaat. Hiervoor zijn verschillende uitvoeringen mogelijk. Iets verhoogde platen wanneer de bron zich onder het groen bevindt maar ook zwarte overrijdbare platen als de bron zich onder het wegdek bevindt. Deze ondergrondse ruimte is 1 m^2, het bovengrondse ruimtegebruik is beperkt tot de pompinstallatie en warmtewisselaar, dit is circa 2x2 meter voor de bronbehuizing. De effecten op de zichtbaarheid en beleving worden daarom bij deze warmtetechniek alle wijktypologieën in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Gebruiksfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve lucht-water warmtepomp die wordt aangelegd in een buurt. Voor de buurtwarmtepompen zijn centrale gebouwen nodig. Het neemt ongeveer de ruimte van een zeecontainer in beslag. In drukke en gemiddelde wijken is er vaak erg weinig ruimte beschikbaar voor het aanleggen van dit soort bouwwerken. Dit kan leiden tot suboptimale inpassing van deze installaties waardoor er verrommeling van de buitenruimte ontstaat. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

In groene wijken is er vaak meer ruimte beschikbaar. Maar ook hier is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal, waardoor er enige verrommeling van de buitenruimte kan optreden. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen is er over het algemeen voldoende ruimte te vinden om een buurtwarmtepomp in te passen. Ook speelt de visuele inpassing hier een minder grote rol, waardoor er minimale verrommeling van de buitenruimte zal plaatsvinden. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. De e-boilers worden in Geertruidenberg nabij de stoomcentrale geplaatst. Omdat dit zeer grote installaties betreft is er sprake van verrommeling van de buitenruimte. De effecten op zichtbaarheid en beleving worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

1.8.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Gebruiksfase

De water-water warmtepomp heeft op zichtzelf geen zichtbare elementen in de buitenruimte, en heeft daardoor geen effect op zichtbaarheid en beleving. Deze warmtetechniek zorgt daarom in principe niet voor verrommeling van de buitenruimte. Deze warmteoplossing zorgt echter wel voor extra druk op het elektriciteitsnet, en kan er dus voor zorgen dat er meer elektriciteitshuisjes aangelegd moeten worden. Dit zal vooral in drukke en gemiddelde wijken kunnen leiden tot negatieve effecten op zichtbaarheid en beleving, omdat hier in veel gevallen te weinig ruimte is om deze elektriciteitshuisjes optimaal in te passen in de openbare ruimte. Deze warmtetechniek heeft daarom op drukke en gemiddelde wijken een neutraal (0) tot negatief (-) effect, en op de overige wijktypologieën een neutraal (0) effect.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Gebruiksfase

Deze warmteoplossing zorgt voor extra druk op het elektriciteitsnet, en kan er dus voor zorgen dat er meer elektriciteitshuisjes aangelegd moeten worden. Dit zal vooral in drukke en gemiddelde wijken kunnen leiden tot negatieve effecten op zichtbaarheid en beleving, omdat hier in veel gevallen te weinig ruimte is om deze elektriciteitshuisjes optimaal in te passen in de openbare ruimte.
Voor drukke wijken geldt ook dat het toepassen van individuele lucht-water warmtepompen op zichzelf al in grote mate kan zorgen voor verrommeling van het straatbeeld. De buitenunit kan in de achter- of voortuin of op het dak geplaatst worden en is gemiddeld 80 cm breed, 30 cm diep en 60 cm hoog. Daarnaast sluiten ze vaak zeer slecht aan bij de stijl en materialisatie van de bebouwing.

Ook is er in deze wijken vaak beperkte ruimte om buitenunits in achtertuinen te plaatsen. Onlangs is echter de Nota Omgevingskwaliteit Tilburg vastgesteld, waarin ook enkele inpassingscriteria voor gebouwgebonden installaties worden genoemd. Dit zal de inpassing van buitenunits van warmtepompen verbeteren, maar nog steeds zal de inpassing in drukke wijken nog niet optimaal zijn. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Voor gemiddelde wijken geldt dat het toepassen van individuele lucht-water warmtepompen voor verrommeling van het straatbeeld kan zorgen. Daarnaast sluit het vaak slecht aan bij de stijl en materialisatie van de bebouwing. Ook is er in deze wijken niet altijd ruimte om buitenunits in achtertuinen te plaatsen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor gemiddelde wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Voor groene wijken geldt dat het toepassen van individuele lucht-water warmtepompen voor verrommeling van het straatbeeld kan zorgen. Daarnaast sluit het niet altijd aan bij de stijl en materialisatie van de bebouwing. Wel is er in deze wijken over het algemeen ruimte om buitenunits in achtertuinen te plaatsen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Voor bedrijventerrein geldt dat het toepassen van individuele lucht-water warmtepompen niet zorgt voor verrommeling van het straatbeeld. Daarnaast kan deze oplossing goed aansluiten bij de stijl en materialisatie van de bebouwing, maar er dient wel aandacht te zijn voor een nette bouwkundige oplossing om deze warmteoplossing in te passen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden al met al bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

1.8.1.3 Effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-32 Overzicht effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling gebruiksfase (G)
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	G: -
	Warmtenet (Z)LT	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	G: -
	Ondiepe geothermie	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	G: -

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling gebruiksfase (G)	
Individuele oplossingen	TEO (aquathermie)	Drukke wijken	G: --	
		Gemiddelde wijken	G: --	
		Groene wijken	G: -	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	TEA (aquathermie)	Drukke wijken	G: n.v.t.	
		Gemiddelde wijken	G: n.v.t.	
		Groene wijken	G: n.v.t.	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	WKO	Alle wijktypologieën	G: 0	
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	Drukke wijken	G: --	
		Gemiddelde wijken	G: --	
		Groene wijken	G: -	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	E-boilers	Alle wijktypologieën	G: -	
	Bodemlus en water-water warmtepomp	Drukke wijken	G: -	G: 0
		Gemiddelde wijken	G: -	G: 0
		Groene wijken	G: 0	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	Lucht-water warmtepomp	Drukke wijken	G: --	G: -
		Gemiddelde wijken	G: --	G: -
		Groene wijken	G: -	
		Bedrijventerreinen	G: 0	

1.8.2 Bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte

Bij de indicator bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte wordt gebruik gemaakt van de vergelijkingstool warmteoplossingen en ruimtegebruik van Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW). Deze vergelijkingstool is hier te vinden.

Tabel 1-33 Beoordelingskader bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	n.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft geen bovengronds ruimtegebruik en inpassing in de openbare ruimte leidt tot een positief effect op de ruimtelijke beleving.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft geen bovengronds ruimtegebruik en inpassing in de openbare ruimte leidt tot een minimaal of geen effect op de ruimtelijke beleving.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft een bovengronds ruimtegebruik en/of inpassing in openbare ruimte leidt tot een negatief effect op de ruimtelijke beleving.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing heeft een groot bovengronds ruimtegebruik en/of inpassing in de openbare ruimte leidt tot een zeer negatief effect op de ruimtelijke beleving.

1.8.2.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Gebruiksfase

Voor deze warmtetechniek zijn warmteoverdrachtstations of opwaarderingsstations, kleine gebouwen nodig. Deze overdrachts- of opwaarderingstations worden veelal geplaatst in de openbare ruimte. Een warmteoverdrachtsstation (WOS) heeft inpandige afmetingen tussen 3,5–5,0 m lang, 3,0 m breed en 2,6 m hoog, afhankelijk van het thermisch vermogen (400–3200 kW). Voor woonwijken staat het WOS meestal in een klein gebouw in de openbare ruimte. Bij hoogbouw of utiliteitsbouw kan het station in de technische ruimte van het gebouw worden geplaatst. Gemiddeld kunnen per WOS zo'n 250–300 woningen worden aangesloten, afhankelijk van woningtype, warmtevraag en afstand tot de woningen.

Bij drukke en gemiddelde wijken is er vaak erg weinig ruimte voor het aanleggen van overdracht stations. Dit kan leiden tot suboptimale inpassing van deze installaties, waardoor er bijvoorbeeld bomen of ander groen moet wijken. Echter, deze stations kunnen soms inpandig worden opgelost bij nieuwbouw of in bestaande bijgebouwen. Dan wordt deze meer onttrokken van het straatbeeld. Wel is er dan voldoende ontluchting nodig wat de gevel over een aantal meter onaantrekkelijk kan maken. Daarnaast geldt dat er waarschijnlijk bomen moeten wijken voor het leidingstelsel. Er kunnen dan geen bomen op dezelfde plek worden terug geplant. Als er laanbomen onregelmatig moeten worden gekapt kan dit zorgen voor een verrommeling van het straatbeeld. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor drukke en gemiddelde wijken in de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld.

In groene wijken is er vaak meer ruimte in de openbare ruimte beschikbaar. Maar ook hier is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal. Daarnaast bevinden zich in deze wijken vaker laanstructuren die dus door de aanleg van een warmtenet onderbroken kunnen worden. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) tot zeer negatief (--) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen lijkt er over het algemeen voldoende ruimte om overdracht stations of opwaarderingsstations in te passen. Ook speelt de visuele inpassing hier een minder grote rol. De kans dat bomen moeten wijken voor het leidingstelsel. En er daardoor gaten ontstaan in laanbomen structuren is hier minimaal doordat er over het algemeen voldoende ruimte in de ondergrond beschikbaar is om hier omheen te werken. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat op bedrijventerreinen bijna alles is verkaveld en uitgegeven is, wat betekent dat er relatief weinig openbare ruimte is. Wat er aan openbare ruimte is, bestaat uit wegen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Gebruiksfase

Voor het warmtenet (zeer) lage temperatuur zijn de effecten in de gebruiksfase gelijk aan de effecten van het warmtenet midden temperatuur. De beoordeling hiervan is dus hetzelfde als bij warmtenet middentemperatuur hierboven is beschreven.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Gebruiksfase

Na het boren is circa een half voetbalveld aan ruimte nodig voor de gehele installatie. In drukke en gemiddelde wijken is dit minder goed in te passen en zullen er waarschijnlijk bomen of andere functies moeten wijken. Ten opzichte van de referentiesituatie, waarin de meeste woningen met een cv-ketel worden verwarmd, neemt het bovengronds ruimtegebruik toe. Daarom wordt de gebruiksfase als zeer negatief (--) beoordeeld voor drukke en gemiddelde wijken.

In groene wijken is er vaak meer ruimte voor de aanleg van een dergelijke installatie, maar ook in groene wijken is de ruimtelijke inpassing vaak suboptimaal. Een half voetbalveld legt immers ook daar een groot beslag op de ruimte en is moeilijk in te passen. De effecten op ruimtegebruik en inpasbaarheid worden daarom bij deze warmtetechniek voor groene wijken in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Op bedrijventerreinen lijkt er over het algemeen voldoende ruimte om een dergelijke installatie in te passen. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat op bedrijventerreinen bijna alles is verkaveld en uitgegeven is, wat betekent dat er relatief weinig openbare ruimte is. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) tot negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Gebruiksfase

Er moeten centrale installaties gebouwd worden bij de aanleg van aquathermie. Deze hebben een groot bovengronds ruimtegebruik, wat zal leiden tot een groot effect op andere stedelijke functies in woonwijken. Dit geldt in mindere mate voor bedrijventerreinen. Deze warmtetechniek scoort daarom zeer negatief voor alle woonwijken (--) en negatief (-) voor bedrijventerreinen.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Gebruiksfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) op de bedrijventerreinen. Voor alle andere wijken is deze warmteoplossing niet van toepassing. Op terreinen van RWZI's is over het algemeen voldoende ruimte te vinden om dat in te passen. De effecten op de ruimtelijke kwaliteit worden daarom bij deze warmtetechniek voor bedrijventerreinen in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld. Uiteraard is het daarbij van belang dat de benodigde installaties zorgvuldig bouwkundig en landschappelijk worden ingepast.

Warmtetechniek: WKO

Gebruiksfase

Een WKO-installatie vraagt voornamelijk ondergronds ruimte. Bovengronds wordt deze afgedekt met een plaat. Hiervoor zijn verschillende uitvoeringen mogelijk. Iets verhoogde platen wanneer de bron zich onder het groen bevindt maar ook zwarte overrijdbare platen als de bron zich onder het wegdek bevindt. Deze ondergrondse ruimte is 1 m^2, het bovengrondse ruimtegebruik is beperkt tot de pompinstallatie en warmtewisselaar, dit is ca. 2x2 meter boor de bronbehuizing. Bij een collectieve WKO is in elk gebouw nog een regelkast van 1,5 x 0,6 meter nodig. Het bovengronds ruimtegebruik van deze warmteoplossing is minimaal, en de effecten op de bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid worden daarom bij deze warmtetechniek alle wijktypologieën in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Gebruiksfase

Er zullen meerdere bovengrondse buurtwarmtecentrales moeten worden aangelegd. Dit zal voornamelijk in drukke wijken tot suboptimale inpassing in de openbare ruimte leiden, omdat hier over het algemeen weinig ruimte is om deze installaties aan te leggen. Hierdoor zal er waarschijnlijk ook gekeken worden naar suboptimale plekken, waardoor er bijvoorbeeld groen of andere stedelijke functies moeten wijken. Deze warmtetechniek heeft een zeer negatief (--) op zichtbaarheid en beleving in de drukke wijken, vanwege het ruimtegebrek voor respectievelijk onder- en bovengrondse inpassing van leidingstelsels en buurtwarmtepompen.

In gemiddelde wijken is er iets meer, maar nog steeds beperkte ruimte, waardoor deze warmtetechniek een negatief (-) tot zeer negatief effect (--) heeft.

In groene wijken is er wel voldoende ruimte voor het inpassen van het leidingstelsel en de buurtwarmtepompen. Toch zal ook hier de inpassing plaatselijk negatieve effecten hebben omdat er groen of andere stedelijke functies moeten wijken. Hier heeft deze warmtetechniek een negatief effect (-).

Op bedrijventerreinen is er wel voldoende ruimte voor het inpassen van het leidingstelsel en de buurtwarmtepompen. Toch zal ook hier de inpassing plaatselijk negatieve effecten hebben omdat er groen of andere stedelijke functies moeten wijken. Hier heeft deze warmtetechniek een neutraal (0) tot negatief effect (-).

Warmtetechniek: e-boilers

Gebruiksfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen. De e-boilers in Geertruidenberg worden nabij de stoomcentrale geplaatst. Omdat dit zeer grote installaties betreft moet er groen wijken voor deze functie. De effecten op bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid worden bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase daarom negatief (-) beoordeeld.

1.8.2.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Gebruiksfase

De bodemlus en individuele water-water warmtepomp heeft geen bovengronds ruimtegebruik en heeft ook geen effect op inpasbaarheid. Deze warmteoplossing zorgt wel voor extra druk op het elektriciteitsnet, en kan er dus voor zorgen dat er meer elektriciteitshuisjes aangelegd moeten worden. Dit zal vooral in drukke en gemiddelde wijken kunnen leiden tot negatieve effecten. Deze warmtetechniek heeft daarom op drukke en gemiddelde wijken een neutraal (0) tot negatief (-) effect, en op de overige wijktypologieën een neutraal (0) effect.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Gebruiksfase

De buitenunits van individuele lucht-water warmtepompen nemen ongeveer 0,6 bij 0,6 bij 1,8m in beslag op particulier terrein. In de onlangs vastgestelde Nota Omgevingskwaliteit Tilburg wordt aangegeven dat gebouwgebonden installaties zoals buitenunits van warmtepompen niet op gevels grenzend aan openbaar terrein mogen worden geplaatst. Dit beperkt de toepassingsmogelijkheden van deze warmtetechniek in drukke en gemiddelde wijken. Deze buitenunits nemen dus geen openbare ruimte in beslag. Deze warmteoplossing zorgt wel voor extra druk op het elektriciteitsnet, en kan er dus voor zorgen dat er meer elektriciteitshuisjes aangelegd moeten worden. Dit zal vooral in drukke en gemiddelde wijken kunnen leiden tot negatieve effecten. Deze warmtetechniek heeft daarom op drukke en gemiddelde wijken een neutraal (0) tot negatief (-) effect, en op de overige wijktypologieën een neutraal (0) effect.

1.8.2.3 Effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-34 Overzicht effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid openbare ruimte

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling gebruiksfase (G)
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	G: -
	Warmtenet (Z)LT	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -- / G: -
		Bedrijventerreinen	G: -
	Ondiepe geothermie	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: -
		Bedrijventerreinen	G: - / G: 0
	TEO (aquathermie)	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: --
		Groene wijken	G: --
		Bedrijventerreinen	G: -
	TEA (aquathermie)	Drukke wijken	G: n.v.t.
		Gemiddelde wijken	G: n.v.t.
		Groene wijken	G: n.v.t.
		Bedrijventerreinen	G: 0
	WKO	Alle wijktypologieën	G: 0
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	Drukke wijken	G: --
		Gemiddelde wijken	G: -- / G: -
		Groene wijken	G: -
		Bedrijventerreinen	G: - / G: 0
	E-boilers	Alle wijktypologieën	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Drukke wijken	G: - / G: 0
		Gemiddelde wijken	G: - / G: 0
		Groene wijken	G: 0
		Bedrijventerreinen	G: 0
	Lucht-water warmtepomp	Drukke wijken	G: - / G: 0
		Gemiddelde wijken	G: - / G: 0
		Groene wijken	G: 0
		Bedrijventerreinen	G: 0

1.9 Archeologie

1.9.1 Archeologische waarden

Archeologie is de wetenschap die overblijfselen van oude culturen bestudeert met als doel het verleden te reconstrueren en te duiden. Deze overblijfselen bestaan uit sporen en materiële resten van menselijke aanwezigheid in de bodem en onder water. Deze zichtbare en onzichtbare sporen en resten vertellen veel over hoe de mensen vroeger leefden en werkten. Ze vormen een belangrijke bouwsteen in het vertellen van de geschiedenis van een stad of gebied. Voor een groot deel van de geschiedenis vormt het zelfs vaak de enige bron van informatie. Een zorgvuldige omgang met dit bodemarchief is dan ook van belang en in Nederland wettelijk vastgelegd. De basis voor het Nederlandse archeologiebeleid werd gelegd met het verdrag van Malta in 1992. Het voornaamste doel van dit verdrag: archeologisch erfgoed voor toekomstige generaties bewaren. In 2007 heeft Nederland dit verdrag overgenomen in wetgeving. Sindsdien moeten gemeenten het archeologisch erfgoed vroegtijdig meenemen in de ruimtelijke ontwikkelingen.

Voor het thema archeologie worden alleen de effecten in de aanlegfase beschreven, omdat er in de gebruiksfase geen effecten worden verwacht. Bodemverstoring vindt voornamelijk plaats tijdens de aanleg van warmte-installaties en warmtenetten. Volgens gemeentelijk beleid is daarom bij projecten op bepaalde locaties, indien dubbelbestemming waarde archeologie in het omgevingsplan aanwezig is, archeologisch (bureau)onderzoek vereist.

Tabel 1-35 Beoordelingskader archeologische waarden

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	N.v.t.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt niet tot aantasting van archeologische monumenten en archeologische waarden.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Potentieel negatief als er graafwerkzaamheden plaatsvinden, op basis van de verwachtingswaarde ter plekke. De warmte oplossing leidt tot aantasting van archeologische waarden of grondwaterstroom (indirect effect), maar moet nog worden vastgesteld bij vervolgonderzoek.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Bekende archeologische waarden of vindplaatsen worden verstoord. De warmteoplossing leidt tot aantasting van archeologische waarden.

1.9.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Uitgebreide bodemingrepen verspreid over de gehele gemeente zijn daarmee noodzakelijk. De aanleg van het warmtenet kan mogelijk leiden tot veranderingen in grondwaterstromingen. Dit kan leiden tot aantasting van organische resten zoals hout, textiel en leer door oxidatie en verdroging. Aantasting van een archeologisch gebied is daarmee niet uit te sluiten. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de (verwachte) archeologische waarden per locatie sterk kunnen verschillen. De aard van het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) zal daarmee zeer afhangen van de precieze locatie. Reeds bestaande warmtenetten zijn niet meegenomen in deze effectbeoordeling. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Uitgebreide bodemingrepen verspreid over de gehele gemeente zijn daarmee noodzakelijk. De aanleg van het warmtenet kan mogelijk leiden tot veranderingen in grondwaterstromingen. Dit kan leiden tot aantasting van organische resten zoals hout, textiel en leer door oxidatie en verdroging. Aantasting van een archeologisch gebied is daarmee niet uit te sluiten. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de (verwachte) archeologische waarden per locatie sterk kunnen verschillen. De aard van het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) zal daarmee zeer afhangen van de precieze locatie. Reeds bestaande warmtenetten zijn niet meegenomen in deze effectbeoordeling. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van ondiepe geothermie-installaties is het van belang rekening te houden met lokale archeologische waarden. Op basis van de vigerende regels met betrekking tot archeologie moet vooraf een bureauonderzoek worden uitgevoerd, en indien nodig gevolgd door aanvullend veldonderzoek. Dit geldt niet alleen voor de locatie van de put, maar ook voor het omliggende gebied (circa een hectare) waar infrastructuur voor de bouw wordt gerealiseerd, inclusief graafwerkzaamheden naast de put. Deze maatregelen zijn noodzakelijk om mogelijke aantasting van archeologische waarden te voorkomen en conform gemeentelijk beleid zorgvuldig te handelen. De effecten op archeologie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEO vinden graafwerkzaamheden plaats. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de (verwachte) archeologische waarden per locatie sterk kunnen verschillen. De aard van het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) zal daarmee zeer afhangen van de precieze locatie. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Indien de warmtewisselaar, de pompinstallatie en het leidingcircuit ondergronds worden geplaatst is aantasting van een archeologisch gebied niet uit te sluiten. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de (verwachte) archeologische waarden per locatie sterk kunnen verschillen. De aard van het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) zal daarmee zeer afhangen van de precieze locatie van de installatie. Naar verwachting is de kans op archeologische waarden bij RWZI-locaties laag, maar dit blijft afhankelijk van de mate van eerdere bodemverstoring (zie regels op de kaart). De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld, mogelijk neutraal effect (0)

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

WKO’s kunnen gesloten of open systemen zijn. Ook een kleinschalige WKO kan door ontgraving, grondverzet en de aanleg van de bronnen een behoorlijke impact hebben op de ondergrond en op de eventueel aanwezige archeologische resten. De aard van het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) is afhankelijk van de precieze locatie en bijbehorende archeologische verwachtingswaarde. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

Een buurtwarmtepomp is een collectieve water-water warmtepomp die wordt aangelegd in een buurt. Hiervoor zijn vrijwel geen bodemingrepen noodzakelijk. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

Aangezien de e-boilers worden geplaatst in Geertruidenberg, zijn er geen effecten te verwachten binnen de gemeente Tilburg. Omdat de e-boilers mede worden gerealiseerd ten behoeve van het Warmteprogramma Tilburg, moeten de mogelijke effecten in Geertruidenberg wel worden meegewogen.

Uit het gemeentelijk beleid moet blijken of een archeologisch onderzoek voor de beoogde locatie vereist is. Voor de aanleg van e-boilers zijn er mogelijk beperkte graafwerkzaamheden nodig.
De effecten op archeologie worden bij deze warmtetechniek in de aanlegfase daarom negatief (-) beoordeeld.

1.9.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

In tuinen worden individuele gesloten bodemsystemen aangelegd, waarvoor kleinschalige bodemingrepen nodig zijn. Deze systemen kunnen veranderingen in grondwaterstromen veroorzaken, wat kan leiden tot aantasting van organische resten zoals hout, textiel en leer door oxidatie en verdroging. In gebieden met gemeentelijke archeologische monumenten of archeologisch waardevolle terreinen (aanwezige of te verwachten archeologische waarden) heeft de aanleg een zeer negatief effect op archeologische waarden. In gebieden met een lagere archeologische verwachtingswaarde is het negatieve effect kleiner, maar nog steeds aanwezig. De effecten op archeologie worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld, afhankelijk van de aanwezige of verwachte archeologische waarden.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

Voor de warmtetechniek lucht-waterwarmtepomp worden geen ondergrondse leidingen voor warmtetransport aangelegd. Hierdoor zijn bodemingrepen niet nodig. De effecten op archeologie worden in de aanlegfase daarom als neutraal (0) beoordeeld.

1.9.1.3 Effectbeoordeling archeologische waarden

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-36 Overzicht effectbeoordeling archeologische waarden

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A)
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: -
	Warmtenet (Z)LT	A: -
	Ondiepe geothermie	A: -
	TEO (aquathermie)	A: -
	TEA (aquathermie)	A: - / A: 0
	WKO	A: -
	Buurtwarmtecentrale	A: 0
	E-boilers	A: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: -
	Lucht-water warmtepomp	A: 0

1.10 Cultureel erfgoed

1.10.1 Cultuurhistorische waarden

Cultureel erfgoed omvat alles dat betrekking heeft op het door mensen gemaakte landschap en alles wat daarbij hoort, bijvoorbeeld akkers, polders, historische wegen en gebouwen en stedenbouwkundige structuren. Cultuurhistorisch onderzoek geeft ons meer inzicht in de waarde van het historisch landschap, de historische gebouwen, de wijken en het groen. Gemeenten moeten bij hun ruimtelijke ordening rekening houden met de cultuurhistorische waarden. In historische centra van steden en dorpen is de energietransitie, en dan met name de warmtetransitie, een uitdagende opgave.

Bovendien geldt dat Tilburg een unieke ontstaansgeschiedenis heeft met als resultaat een stedenbouwkundige morfologie die de transitie nog complexer maakt. Het thema cultureel erfgoed wordt beoordeeld op het effect van de alternatieven op voornoemde cultuurhistorische waarden. In de aanlegfase wordt het fysieke effect van de warmtetechniek op de cultuurhistorische waarden beoordeeld en in de gebruiksfase het visuele effect.

Tabel 1-37 Beoordelingskader cultuurhistorische waarden

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	N.v.t.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt niet tot fysieke aantasting of visuele verstoring van cultuurhistorische waarden.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot enige fysieke aantasting of visuele verstoring van cultuurhistorische waarden.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	De warmteoplossing leidt tot grote fysieke aantasting of visuele verstoring van cultuurhistorische waarden.

Isolatie is onderdeel van het Warmteprogramma. Isolatie heeft mogelijk (zeer) negatieve effecten op de cultuurhistorische waarden. Dit betreft specifiek de cultuurhistorische waarden van gemeentelijke- en rijksmonumenten en andere cultuurhistorisch waardevolle panden. Het aanbrengen van isolatiematerialen kan leiden tot structurele schade aan historische gebouwen. Moderne isolatietechnieken zijn vaak niet compatibel met de oorspronkelijke bouwmaterialen en -methoden, wat kan resulteren in problemen zoals vochtinfiltratie, schimmelvorming of rot. Onjuiste isolatiemethoden kunnen ook de fundering of draagstructuur van het gebouw verzwakken. Bovendien kan het verwijderen van originele materialen om isolatie aan te brengen, leiden tot onherstelbare schade aan de historische elementen van het gebouw. Naast fysieke schade kan isolatie ook invloed hebben op de esthetiek van het gebouw. Het kan originele architectonische details, zoals gevels, ornamenten en afwerkingen, verbergen of verstoren, waardoor het authentieke karakter van het gebouw verloren gaat. Dit kan de cultuurhistorische waarde verminderen en ook het uitzicht van de straat of wijk veranderen, wat de samenhang van het culturele erfgoed verder aantast. Bij een correcte en zorgvuldige installatie kunnen isolatiematerialen op een manier worden aangebracht die minimale impact heeft op de originele structuur, esthetiek en uitstraling van het gebouw. Het effect van isolatie op het cultureel erfgoed is dus afhankelijk van de wijze van installeren. Dit vraagt om maatwerk. Het effect van isolatie op cultureel erfgoed wordt verder niet omschreven in de effectbeoordeling vanwege het schaalniveau van de effecten. Dit zijn effecten die optreden op gebouwniveau terwijl het planMER een ander abstractieniveau kent.

1.10.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage en midden temperatuur

De effecten van een warmtenet met (zeer) lage en midden temperatuur op cultureel erfgoed worden samen omschreven.

Aanlegfase

Bij de aanleg van een warmtenet wordt een uitgebreid leidingstelsel op ongeveer één meter diepte aangelegd. Naar verwachting leidt de aanleg van het warmtenet, mits dit zorgvuldig gebeurt, niet tot aantasting van de cultuurhistorische waarden. De effecten van een warmtenet op (monumentaal) groen wordt omschreven in paragraaf 1.6.1. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

De aanwezigheid van een warmtenet leidt niet tot visuele verstoring van cultuurhistorische waarden. Echter, de locatie van warmteoverdrachtsstations en onderstations die nodig zijn voor het warmtenet kan leiden tot visuele verstoring van monumenten. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Aanlegfase

Het zoekgebied voor ondiepe geothermie bevindt zich ten noorden van de spoorlijn, in het stadsdeel Oud-Noord. In/nabij het zoekgebied bevinden zich volgens de Kaart 'Beschermde monumenten en stadsgezichten' van de gemeente Tilburg:

- Gemeentelijk monument
- Rijksmonumenten
- Ensembles
- Cultuurhistorisch waardevol panden

Uit de Basiskaart (steden)bouwkundig erfgoed blijkt dat ook de volgende waardevolle gebieden zich in het zoekgebied bevinden:

- Aantal waardevolle gebieden uit 1850 -1940
- Religie/complex

Gezien de ligging van het zoekgebied in relatie tot cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebieden, zijn negatieve fysieke effecten van ondiepe geothermie op cultureel erfgoed niet uit te sluiten. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de ondiepe geothermie wordt gerealiseerd. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Gezien de ligging van het zoekgebied in relatie tot cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebieden, zijn negatieve visuele effecten van ondiepe geothermie op cultureel erfgoed niet uit te sluiten. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de ondiepe geothermie wordt gerealiseerd.

De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Aanlegfase

Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de TEO-installatie gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Negatieve effecten in de vorm van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden zijn niet uit te sluiten bij het in gebruik nemen van een TEO-installatie. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de TEO-installatie gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Aanlegfase

Bij TEA wordt warmte uit afvalwater gewonnen. Hiervoor zijn verschillende installaties nodig, waaronder een warmtewisselaar, pompinstallatie en warmtepomp. Deze installaties zullen worden geplaatst bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Deze gebieden kennen over het algemeen geen cultuurhistorisch waardevolle gebouwen of objecten. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als neutraal (0) beoordeeld.

Gebruiksfase

In Tilburg is de RWZI gelegen in Noord Tilburg (ten noorden van N260 en ten westen van de N261) geschikt als bron voor TEA. Dit gebied kent geen cultuurhistorisch waardevolle gebouwen of objecten. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) beoordeeld.

Warmtetechniek: WKO

Aanlegfase

Gezien de variërende omvang van een WKO-systeem zijn negatieve effecten in de vorm van fysieke aantasting van cultuurhistorische waarden als gevolg van de installatie van een WKO zijn hiermee niet uit te sluiten. De cultuurhistorische waarden verschillen echter sterk per locatie. De aard van het effect zal daarmee afhangen van de precieze locatie en de omvang van de WKO. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de WKO gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Gezien de variërende omvang van een WKO-systeem zijn negatieve effecten in de vorm van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden zijn hiermee niet uit te sluiten. De cultuurhistorische waarden verschillen echter sterk per locatie. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de WKO gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Aanlegfase

De exacte locaties van de buurtwarmtecentrales zijn nog niet bekend. Negatieve effecten in de vorm van fysieke aantasting van cultuurhistorische waarden zijn hiermee niet uit te sluiten. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de buurtwarmtepomp gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

De exacte locaties van de buurtwarmtecentrales zijn nog niet bekend. Negatieve effecten in de vorm van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden zijn hiermee niet uit te sluiten. Het effect op cultuurhistorische waarden kent een bandbreedte van neutraal (0), negatief (-) tot zeer negatief (--), afhankelijk van waar en hoe de buurtwarmtepomp gerealiseerd wordt. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: e-boilers

Aanlegfase

De e-boilers worden geplaatst buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. Echter kunnen er wel effecten optreden in de vorm van fysieke aantasting van cultuurhistorische waarden in de aanlegfase in Geertruidenberg.

De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

De e-boilers worden geplaatst buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. Echter kunnen er wel effecten optreden in de vorm van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden in de gebruiksfase van de e-boilers in Geertruidenberg.

De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als negatief (-) beoordeeld.

1.10.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Aanlegfase

In de aanlegfase van de bodemlus en water-water warmtepomp worden in tuinen individuele gesloten bodemsystemen aangelegd. De aanleg van de bodemsystemen vindt niet plaats onder de monumenten zelf, maar in de tuinen. De aanwezigheid van de systemen kan echter leiden tot veranderingen in de ondergrond, zoals bijvoorbeeld aantasting van boomwortels of veranderingen in grondwaterstromingen. Dit kan gevolgen hebben voor cultuurhistorische waarden, zoals de aantasting van de funderingen van monumenten. Negatieve effecten in de vorm van fysieke aantasting van cultuurhistorische waarden zijn hierdoor niet uit te sluiten. Het effect op cultuurhistorische waarden is daarmee als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

De bodemsystemen zijn na aanleg niet meer zichtbaar. Echter, de aanwezigheid van Systemen kan tot dusdanige veranderingen in de ondergrond leiden dat bovengronds sprake is van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden, zoals sterfte van monumentaal groen doordat boomwortels zijn aangetast bij de aanleg. Deze effecten worden beschreven onder paragraaf 1.6.1. De aanwezigheid van de systemen in de grond kan ook gevolgen hebben voor de aantasting van de funderingen van monumenten, wat kan resulteren in visuele verstoring. Significante negatieve effecten in de vorm van visuele verstoring van cultuurhistorische waarden zijn niet volledig uit te sluiten. Echter, de omgevingsdienst heeft de taak om toezicht te houden. Het effect op cultuurhistorische waarden is daarmee als negatief (-) beoordeeld.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Aanlegfase

In de aanlegfase van een lucht-water warmtepomp worden woningen aan de buitenkant van een buitenunit voorzien. Onzorgvuldige montage van deze buitenunits kan leiden tot schade aan panden. Voor de monumenten in de gemeente Tilburg, waarvan het grootste deel gelegen in het centrum, betekent deze mogelijke schade een fysieke aantasting van de cultuurhistorische waarde(n) van het monument. Het effect (neutraal, negatief of zeer negatief) is dus afhankelijk van de wijze van installeren. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de aanlegfase als negatief (-) beoordeeld.

Gebruiksfase

Voor gebouwgebonden installaties zoals warmtepompen hanteert de gemeente Tilburg in de Nota Omgevingskwaliteit (december 2025) de volgende criteria: installaties worden bij voorkeur inpandig geplaatst; als dit technisch niet mogelijk is, zijn ze alleen op het dak toegestaan en moeten ze zo laag mogelijk en uit het zicht vanaf openbaar gebied worden opgesteld. Plaatsing op voor- of zijgevels grenzend aan openbaar toegankelijk gebied is niet toegestaan. Wanneer integratie niet mogelijk is, moet de installatie worden gecamoufleerd met een dicht ogende constructie en een neutrale kleurstelling, zodat deze zo min mogelijk zichtbaar is en aansluit bij de bestaande architectuur.

Tilburg kent rijks- en gemeentelijke monumenten en beschermde stadsgezichten. In de gebruiksfase is niet met volledige zekerheid te garanderen dat een buitenunit geheel uit het zicht kan worden gehouden, maar het gemeentelijk beleid stuurt hier wel zoveel mogelijk op. Negatieve effecten in de vorm van visuele verstoring zijn daarmee niet uit te sluiten. De aard van het effect hangt af van de precieze locatie, waardoor het effect op cultuurhistorische waarden varieert afhankelijk van waar de buitenunits worden gerealiseerd ten opzichte van het betreffende monument of stadsgezicht. De effecten op cultureel erfgoed worden daarom bij deze warmtetechniek in de gebruiksfase als neutraal (0) tot negatief (-) beoordeeld.

1.10.1.3 Effectbeoordeling cultuurhistorische waarden

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-38 Overzicht effectbeoordeling cultuurhistorische waarden

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Beoordeling aanleg (A) en gebruiksfase (G)	
Collectieve oplossingen	Warmtenet MT	A: 0	G: -
	Warmtenet (Z)LT	A: 0	G: -
	Ondiepe geothermie	A: -	G: -
	TEO (aquathermie)	A: -	G: -
	TEA (aquathermie)	A: 0	G: 0
	WKO	A: -	G: -
	Buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)	A: -	G: -
	E-boilers	A: -	G: -
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	A: -	G: -
	Lucht-water warmtepomp	A: -	G: 0	G: -

1.11 Hitte

1.11.1 Hittestress

Door klimaatverandering stijgt de gemiddelde temperatuur, worden zomers warmer en komen extreme hittegolven vaker voor. Dit vergroot de kans op hittestress: een situatie waarin mensen, dieren en planten onvoldoende kunnen afkoelen doordat een gebied tijdens warme perioden te heet wordt, vooral door het stedelijk hitte-eilandeffect (veel verharding, weinig groen en warmte die blijft hangen). Hittestress kan ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid, vooral bij kwetsbare groepen zoals eenzame ouderen en jonge kinderen. Hogere omgevingstemperaturen zorgen bovendien voor warme nachten, wat de nachtrust verstoort en het risico op hittestress verder vergroot.

Het thema hitte wordt beoordeeld op het effect van de warmtetechnieken op de omgevings- en gevoelstemperatuur buitenshuis. Bij hoge omgevings- en gevoelstemperaturen neemt de kans op hittestress toe.

In onderstaande tabel zijn de klassen en klassegrenzen aangegeven.

Tabel 1-39 Beoordelingskader hittestress

Pictogram	Beoordeling	Klassegrenzen
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke afname van de omgevings- en gevoelstemperatuur in de openbare ruimte.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een afname van de omgevings- en gevoelstemperatuur in de openbare ruimte.
0	Geen effect ten opzichte van referentiesituatie	Geen verschil omgevings- en gevoelstemperatuur in de openbare ruimte.
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een toename van de omgevings- en gevoelstemperatuur in de openbare ruimte.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie	Een aanzienlijke toename van de omgevings- en gevoelstemperatuur in de openbare ruimte.

Hieronder worden voor iedere warmtetechniek de effecten van hitte per wijktypologie omschreven. Voor hitte is enkel de gebruiksfase en niet de aanlegfase opgenomen, omdat hittestress ontstaat door langdurige opwarming tijdens warme perioden. De aanlegfase is tijdelijk en heeft geen significante invloed op de omgevings- of gevoelstemperatuur.

1.11.1.1 Collectieve oplossingen

Warmte-infrastructuur: warmtenet midden temperatuur

Gebruiksfase

Een midden temperatuur-warmtenet is vooral rendabel in wijken met een hogere woningdichtheid en wordt daarom voornamelijk toegepast in drukke en gemiddeld wijken. Deze wijken zijn doorgaans sterk versteend en daardoor extra gevoelig voor een verhoogde gevoelstemperatuur en omgevingstemperatuur, wat de kans op hittestress vergroot. Warmteoverdrachtstations kan het hitte-eilandeffect versterken wanneer deze op groenvoorzieningen worden geplaatst, doordat het aandeel verhard materiaal in de buurt toe zal nemen ten koste van verkoelend groen. Dit effect is groter in vergelijking met de referentiesituatie, waarin voornamelijk cv-installaties en lucht-waterwarmtepompen worden toegepast die geen beslag leggen op groenvoorzieningen. Worden de stations echter gerealiseerd op bestaande verharding, zoals parkeerplaatsen of inpandig, dan is het effect verwaarloosbaar. Uitgaande van een worst-case benadering is het effect van een midden-temperatuur warmtenet op hittestress daarom negatief.

In groene wijken is de bebouwingsdichtheid over het algemeen lager en is er meer groen aanwezig. Extra verharding in de vorm van warmteoverdrachtstations heeft daar vrijwel geen impact. In gemiddelde en drukke wijken, waar de bebouwingsdichtheid hoger is, staat de openbare ruimte al aanzienlijk onder druk, waardoor extra verharding in de vorm van overdrachtsstations sneller ten koste gaat van het toch al beperkte groen. Op bedrijventerreinen ligt de druk op het openbaar ruimtegebruik over het algemeen lager, waardoor extra verharding niet even snel ten koste gaat van groen.

Een MT-warmtenet kan geen koude transporteren, terwijl een ZLT-net deze mogelijkheid wel biedt. Het is te verwachten dat de autonome trend van groeiend airco-gebruik zich bij de toepassing van een MT-net zal voortzetten.

De effecten op hittestress worden voor deze warmtetechniek in de gebruiksfase beoordeeld als negatief (-) in drukke en gemiddelde wijken, en als neutraal (0) in groene wijken en op bedrijventerreinen.

Warmte-infrastructuur: warmtenet (zeer) lage temperatuur

Gebruiksfase

Zeer lage temperatuur-warmtenetten zijn, net als midden temperatuur-warmtenetten, vooral rendabel in drukke en gemiddelde wijken, die door verstening extra gevoelig zijn voor hittestress. Het versterkte hitte-eilandeffect is verwaarloosbaar wanneer warmteoverdrachtstations op bestaande verharding of inpandig worden geplaatst, maar kan toenemen bij plaatsing op groenvoorzieningen. Uitgaande van een worst-case benadering is het effect van een (zeer) lage temperatuur warmtenet op hittestress daarom negatief (-) in drukke en gemiddelde wijken.

In groene wijken is de woningdichtheid over het algemeen lager en is er meer groen aanwezig. Extra verharding in de vorm van warmteoverdrachtstations heeft daar vrijwel geen impact. Op bedrijventerreinen is het effect eveneens beperkt, omdat op bedrijventerreinen vaak reeds al sprake is van een verharde omgeving en mensen hier doorgaans minder lang verblijven.

In de zomer kan een ZLT-net (speciaal ontworpen, temperatuur tussen 10 en 30°C) koude leveren. De bron moet in dat geval een WKO of aquathermie zijn, en niet ondiepe geothermie. Omdat bij een ZLT-net gebruik kan worden gemaakt van passieve koeling, neemt de groei van het aantal airco’s ten opzichte van de referentiesituatie naar verwachting af of blijft gelijk. Dit is positief voor de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur. Dit resulteert in alle wijken in een positief (+) effect op de indicator hittestress.

De effecten op hittestress worden voor deze warmtetechniek in de gebruiksfase beoordeeld als negatief (-) en positief (+) in drukke en gemiddelde wijken, en als neutraal (0) en positief (+) in groene wijken en op bedrijventerreinen.

Warmtetechniek: ondiepe geothermie

Gebruiksfase

Warmtechniek: thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie)

Gebruiksfase

Voor thermische energie uit oppervlaktewater is slechts een kleine installatie nodig, waardoor de extra verharding minimaal blijft, zelfs wanneer deze op groenvoorzieningen wordt geplaatst. Hoewel de temperatuur van het oppervlaktewater kan veranderen, heeft dit geen invloed op de omgevingstemperatuur of de gevoelstemperatuur. Hierdoor ontstaat geen extra kans op hittestress. Het effect in de gebruiksfase wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: thermische energie uit afvalwater (aquathermie)

Gebruiksfase

Voor thermische energie uit oppervlaktewater is slechts een kleine installatie nodig. Dit zorgt niet voor extra verharding, want de installatie wordt bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Tilburg geplaatst. Bovendien ligt deze RWZI op ruime afstand van woningen en andere gevoelige functies, vanwege andere richtlijnen voor afstanden. Het effect in de gebruiksfase wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: WKO

Gebruiksfase

De bovengrondse installaties van een WKO kunnen het hitte-eilandeffect versterken wanneer zij op groenvoorzieningen worden geplaatst, doordat verkoelend groen verloren gaat. Dit effect is groter in vergelijking met de referentiesituatie, waarin voornamelijk cv-installaties en lucht-waterwarmtepompen worden toegepast die geen beslag leggen op groenvoorzieningen. Wordt de centrale echter gerealiseerd op bestaande verharding, zoals parkeerplaatsen of inpandig, dan is het effect verwaarloosbaar. Uitgaande van een worst-case benadering is er sprake van een negatief effect (-)

Omdat bij een WKO gebruik kan worden gemaakt van passieve koeling, neemt de groei van het aantal airco's ten opzichte van de referentiesituatie naar verwachting af of blijft gelijk. Dit is positief (+) voor de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur.

Het effect van een WKO op het thema hitte in de gebruiksfase wordt daarom zowel als negatief (-) als positief (+) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: buurtwarmtecentrale (centrale opwaardering)

Gebruiksfase

Buurtwarmtecentrales, met water-water warmtepompen, kunnen het hitte-eilandeffect versterken wanneer zij op groenvoorzieningen worden geplaatst, doordat verkoelend groen verloren gaat. Dit effect is groter in vergelijking met de referentiesituatie, waarin voornamelijk cv-installaties en lucht-waterwarmtepompen worden toegepast die geen beslag leggen op groenvoorzieningen.
Wordt de centrale echter gerealiseerd op bestaande verharding, zoals parkeerplaatsen of inpandig, dan is het effect minimaal. Uitgaande van een worst-case benadering is sprake van een negatief effect (-).

Een buurtwarmtecentrale kan zowel warmte als koude leveren. Bij dit systeem wordt gebruik gemaakt van de bodem, die een constante temperatuur heeft van circa 12 tot 15°C. Hierdoor kan in de zomer passieve koeling worden toegepast en in de winter warmte worden geleverd. Omdat bij een buurtwarmtecentrale gebruik kan worden gemaakt van passieve koeling, neemt de groei van het aantal airco's ten opzichte van de referentiesituatie naar verwachting af of blijft gelijk. Dit is positief (+) voor de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur. De mogelijkheid tot passieve koeling leidt echter niet tot volledige vervanging van airco's.

Het effect van een buurtwarmtecentrale op het thema hitte in de gebruiksfase wordt daarom zowel negatief (-) als positief (+) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: e-boilers

Gebruiksfase

De e-boilers worden geplaatst buiten de gemeentegrenzen van de gemeente Tilburg. Echter kunnen er wel effecten optreden in de vorm van hittestress in de gebruiksfase van de e-boilers in Geertruidenberg. Een e-boiler kan het hitte-eilandeffect versterken wanneer deze op groenvoorzieningen worden geplaatst, doordat verkoelend groen verloren gaat. De effecten op hittestress worden voor deze warmtetechniek in de gebruiksfase beoordeeld als negatief (-).

1.11.1.2 Individuele oplossingen

Warmtetechniek: bodemlus en water-water warmtepomp

Gebruiksfase

Een bodemlus met water-water warmtepomp vereist geen grote bovengrondse installaties; het grootste deel van de infrastructuur bevindt zich onder de grond. Hierdoor ontstaat geen negatief effect door extra verharding ten koste van groenvoorzieningen.

Op warme dagen is een individuele bodemlus met water-waterwarmtepomp voornamelijk actief voor het leveren van warm tapwater, maar stoot geen warmte uit naar de buitenruimte. Wanneer passieve koeling wordt toegepast, neemt de warmtepomp warmte op uit de woning en voert deze af naar de bodem, niet naar de buitenlucht. Hierdoor blijft de omgevingstemperatuur onveranderd.

Omdat bij een water-water warmtepomp gebruik kan worden gemaakt van passieve koeling, neemt de groei van het aantal airco's ten opzichte van de referentiesituatie naar verwachting af of blijft gelijk. Dit is positief voor de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur. De kans op hittestress neemt niet toe door de toepassing van een water-water warmtepomp. De mogelijkheid tot passieve koeling leidt echter niet tot volledige vervanging van airco's.

Het effect van deze techniek op hittestress in de gebruiksfase wordt als positief (+) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

Warmtetechniek: lucht-water warmtepomp

Gebruiksfase

Een lucht-water warmtepomp vereist geen grote bovengrondse installaties; de buitenunit is van beperkt formaat en wordt in de voor- of achtertuin of aan de gevel geplaatst. Hierdoor ontstaat geen negatief effect door extra verharding ten koste van groenvoorzieningen.

Op warme dagen is een lucht-water warmtepomp actief voor het leveren van warm tapwater en eventueel voor koeling. In tegenstelling tot water-water warmtepompen geeft een lucht-water warmtepomp warmte af aan de buitenlucht via de buitenunit. Dit kan lokaal leiden tot een verhoging van de omgevingstemperatuur, vooral op hete dagen, en draagt daarmee bij aan het hitte-eilandeffect. Er is dus sprake van een negatief (-) effect op hittestress.
Omdat bij een water-water warmtepomp gebruik kan worden gemaakt van passieve koeling, neemt de groei van het aantal airco's ten opzichte van de referentiesituatie naar verwachting af of blijft gelijk. Dit is positief (+) voor de omgevingstemperatuur en gevoelstemperatuur.

Het effect van deze techniek op hittestress in de gebruiksfase wordt als negatief (-) en positief (+) beoordeeld voor alle wijktypologieën.

1.11.1.3 Effectbeoordeling hittestress

De tabel hieronder toont een overzicht van de effectbeoordeling die hierboven staat omschreven.

Tabel 1-40 Overzicht effectbeoordeling hittestress

Alternatief	Warmte-infrastructuur of -techniek	Wijktypologie	Beoordeling gebruiksfase (G)	
Collectieve	Warmtenet MT	Drukke wijken	G: -	
oplossingen		Gemiddelde wijken	G: -	
		Groene wijken	G: 0	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	Warmtenet (Z)LT	Drukke wijken	G: -	G: +
		Gemiddelde wijken	G: -	G: +
		Groene wijken	G: 0	G: +
		Bedrijventerreinen	G: 0	G: +
	Ondiepe geothermie	Drukke wijken	G: -	
		Gemiddelde wijken	G: -	
		Groene wijken	G: 0	
		Bedrijventerreinen	G: 0	
	TEO	Alle wijktypolgieën	G: 0	
	TEA	Alle wijktypolgieën	G: 0	
	WKO	Alle wijktypolgieën	G: -	G: +
	Buurtwarmtecentrale	Alle wijktypolgieën	G: -	G: +
	E-boilers	Alle wijktypolgieën	G: -	
Individuele oplossingen	Bodemlus en water-water warmtepomp	Alle wijktypolgieën	G: +	
	Lucht-water warmtepomp	Alle wijktypolgieën	G: -	G: +

Kenmerk R001-1301552AVG-V01-sss-NL

Bijlage 3 Onderbouwing stikstofeffecten met voorbeeldberekening (AERIUS)

Contactpersoon G.J. Schraa
Datum 2 juli 2026
Kenmerk N001-1301552SGJ-V01-agv-NL

AERIUS

1 Onderbouwing stikstofeffecten met voorbeeldberekening (AERIUS)

1.1 Aanleiding AERIUS berekening

De NPLW-modelrapportage plan-MER bij warmteprogramma's (februari 2026) beveelt aan om de veelal kwalitatieve beoordeling van stikstofeffecten bij een warmteprogramma waar mogelijk te onderbouwen met een voorbeeldberekening. Reden hiervoor is dat het warmteprogramma kaderstellend van aard is en dat concrete effecten sterk afhankelijk zijn van latere projectuitwerking.

Voor het warmteprogramma van de gemeente Tilburg geldt als uitgangspunt dat de aanleg van warmtenetten en bijbehorende infrastructuur zoveel mogelijk met emissieloos materieel plaatsvindt. In dat geval is er geen relevante stikstofemissie te berekenen en resteert een kwalitatieve beoordeling. Een uitzondering hierop vormen specifieke projecten, zoals de aanleg van ondiepe geothermiebronnen, waarvoor nog separate besluiten, nader onderzoek en projectspecifieke AERIUS-berekeningen worden uitgevoerd. Om doublures en inconsistenties te voorkomen is deze categorie niet betrokken in deze voorbeeldberekening.

1.2 Voorbeeld case

Ter onderbouwing van de kwalitatieve beoordelingen is daarom gekozen voor een representatieve, indirect aan het warmteprogramma gerelateerde case: de renovatie van meerdere flatgebouwen in het oostelijk deel van het project Ringpark-Zuid te Tilburg, gelegen in zone 3, zie onderstaande figuur. Deze renovatie maakt ook de gebouwen geschikt voor aansluiting op een (Z)LT-warmtenet dat voortvloeit uit het warmteprogramma. Hoewel de aanleg van het warmtenet zelf emissieloos plaatsvindt, geldt dit niet voor de aanvullende isolatie- en renovatiewerkzaamheden die technisch noodzakelijk zijn voor afgifte via een (Z)LT-systeem.

Kenmerk N001-1301552SGJ-V01-agv-NL



Figuur 1.1 Schets projectgebied: het oostelijke deel van Ringpark Zuid, het gebied waar flatgebouwen worden gerenoveerd en daarbij geschikt worden gemaakt voor verwarming met een Z(LT)warmtenet

Uitgangspunten proefberekening Ringpark Zuid

De projectaanpak is per portiekflat. Pas als de eerste flat gereed is, wordt gestart met de volgende flat. Per jaar worden circa twee flats en daarmee 30 woningen aangepakt. Emissie van NO_x en NH_3 ontstaat door aan- en afvoer per vrachtwagens, aannemersbusjes en enkele mobiele werktuigen.

Uitgangspunten proefberekening Ringpark Zuid

De projectaanpak is per portiekflat, pas als de eerste gereed is wordt gestart met de volgende. Per jaar worden circa twee flats en daarmee circa 30 woningen aangepakt. Emissie van NOx en NH_3 ontstaat door aan- en afvoer per vrachtwagens, aannemersbusjes en enkele mobiele werktuigen. Voor de jaarlijks te renoveren 30 woningen is uitgegaan van 180 vrachtwagenbewegingen (aan en afvoer samen) en circa 700 aannemersbusjes en 350 “koude starts” en 120 uur mobiele werktuigen. Dit leidt tot orde grootte:
Totale jaarlijkse NOx-emissie: 13,9 kg NOx
Totale jaarlijkse NH_3-emissie: 0,6 kg NH_3

Verkeersbewegingen

Voor de jaarlijks te renoveren 30 woningen is uitgegaan van 180 vrachtwagenbewegingen (aan- en afvoer samen) en circa 700 aannemersbusjes (aan- en afvoer samen) en nog wat werktuigen (kranen). Bij oprijden van de Ringbaan-Zuid bedraagt het aantal toegevoegde voertuigbewegingen minder dan 3% van het aantal verkeersbewegingen dat gemiddeld op de Ringbaan-Zuid rijdt. Daarmee gaan de verkeersbewegingen ten behoeve van voorgelegen werkzaamheden direct op in het heersend verkeersbeeld.

De lijnbron die in AERIUS ingevoerd is, is dus zowel in oostelijke als in westelijke richting doorgetrokken tot de Ringbaan-Zuid. De verkeersbewegingen zijn evenredig verdeeld over beide richtingen.

Koude starts
Voor de vrachtwagens (middelzwaar verkeer) is niet gerekend met koude starts, omdat het niet aannemelijk is dat deze langer dan 2 uur op de locatie stilstaan. Voor de aannemersbusjes is uitgegaan van 350 koude starts, omdat deze begin van de werkdag aankomen op de locatie en aan het einde van de werkdag weer vertrekken.

Mobiele werktuigen
Voor de mobiele werktuigen is gerekend met een worstcasescenario. Dit bedraagt de inzet van een kraan voor 120 uur. Om met een worstcasescenario te rekenen is uitgegaan van een brandstofverbruik van 20 liter diesel per uur en een AdBlue gebruik van 6%.

Het uitgangspunt voor de hiermee samenhangende stikstofemissies is globaal bepaald en toegelicht in het tekstkader. Met deze jaaremissies is een AERIUS-berekening uitgevoerd om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van nabijgelegen Natura 2000-gebieden voor dergelijke werkzaamheden. Uit deze berekening blijkt dat de berekende depositie lager is dan 0,00 mol N/ha/jaar, zodat geen sprake is van een aantoonbaar effect. De AERIUS-rapportage hiervan is opgenomen als bijlage A. proefberekeningen laten zien dat de emissievracht circa een factor vijf hoger zou moeten zijn voordat een meetbaar effect optreedt, waarbij het Natura 2000-gebied Kampina & Oisterwijkse Vennen als eerste gevoelig gebied wordt geraakt. De AERIUS-rapportage van dit kantelpunt is opgenomen als bijlage B.

Resultaten
Indien de volledige emissie uit deze voorbeeldcase – inclusief circa 14 kg NO_x per jaar – hypothetisch volledig zou worden toegerekend aan het warmteprogramma, blijkt dus uit de AERIUS-berekening dat er geen aantoonbaar effect op Natura 2000-gebieden optreedt. Een volledige toerekening is echter niet realistisch, aangezien een substantieel deel van de renovatiewerkzaamheden ook zonder aansluiting op een (Z)LT-warmtenet zou hebben plaatsgevonden. Het aandeel dat samenhangt met de aanvullende isolatiemaatregelen die specifiek nodig zijn voor toepassing van (Z)LT-verwarming kan indicatief worden gesteld op hooguit enkele tientallen procenten. Ook wanneer de emissie wordt teruggebracht tot een realistisch aandeel van circa 20% van de totale projectemissie, blijft de berekende depositie vanzelfsprekend ook onder de effect-grens: een emissie die bij volledige toerekening geen effect veroorzaakt, leidt bij een vijfde daarvan logischerwijs ook niet tot enige aantoonbare depositie.

1.3 Conclusie voorbeeld AERIUS-berekening

De berekening ondersteunt daarmee de eerder kwalitatief beoordeelde effecten en bevestigt dat het warmteprogramma, binnen de gehanteerde uitgangspunten, geen belemmering vormt vanuit het stikstofaspect.

Bijlagen:

Bijlage 1 AERIUS rapportage voorbeeld projectberekening

Bijlage 2 AERIUS rapportage omslagpunt stikstofemissie met effect o.b.v. het voorbeeld project

Kenmerk N001-1301552SGJ-V01-agv-NL

Bijlage 1 AERIUS rapportage voorbeeld projectberekening

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- Overzicht
- Detailgegevens per emissiebron
- Resultaten
- Samenvatting situaties

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TAUW
Inrichtingslocatie	Edisonlaan 12, 5021MC Tilburg

Activiteit

Omschrijving	Tilburg Warmteprogramma
Toelichting	Projectberekening realisatiefase

Berekening

AERIUS kenmerk	RpLfQEtxsRx5
Datum berekening	07 april 2026, 12:13
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Realisatiefase - Beoogd	2027	0,6 kg/j	13,9 kg/j

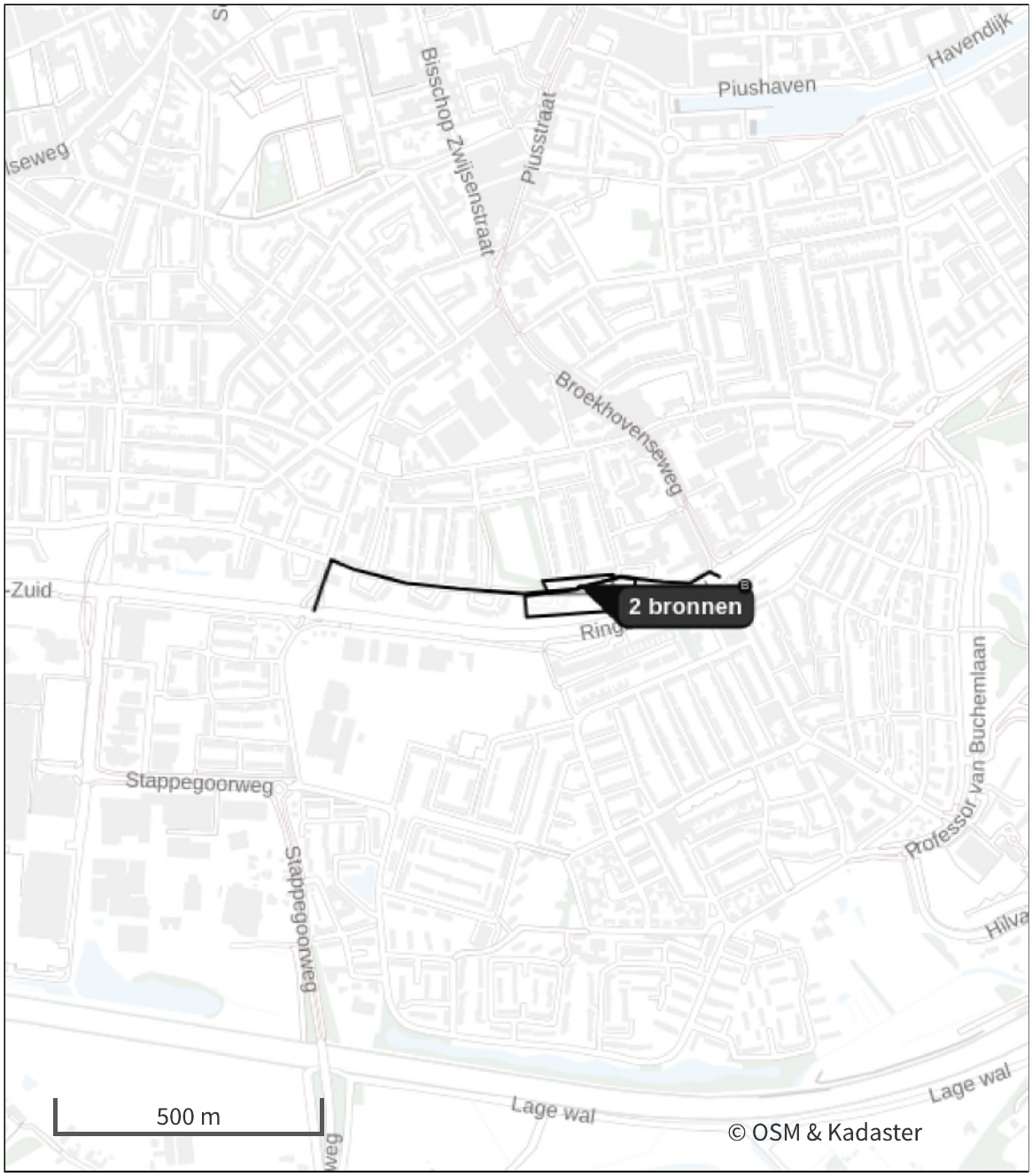
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Realisatiefase - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename	-		
Grootste afname	-		

Realisatiefase (Beoogd), rekenjaar 2027

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
3 Verkeer | Koude start: overig | Koude starts aannemersbusjes	14,1 g/j	89,3 g/j
4 Mobiele werktuigen | Bron 4	0,6 kg/j	13,6 kg/j
Verkeersnetwerk	8,2 g/j	0,3 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Realisatiefase" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

Realisatiefase, Rekenjaar 2027

1 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	Motorvoertuigbewegingen				NO_x	85,9 g/j
Locatie	X:134538,58 Y:395066,26	Type scherm	-	-	NO_2	18,8 g/j
Lengte	279,23 m	Hoogte	-	-	NH_3	2,7 g/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (normaal)	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Maximum snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	350,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	90,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

2 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	Motorvoertuigbewegingen				NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:134114,06 Y:395056,66	Type scherm	-	-	NO_2	38,9 g/j
Lengte	577,92 m	Hoogte	-	-	NH_3	5,5 g/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (normaal)	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Maximum snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	350,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	90,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

3 Verkeer | Koude start: overig

Naam	Koude starts aannemersbusjes	NO_x	89,3 g/j
		NH_3	14,1 g/j
Locatie	X:134402,87 Y:395058,23		
Oppervlakte	0,39 ha		

Type voertuig	Koude starts
Licht verkeer	350,0 /jaar
Middelzwaar vrachtverkeer	0,0 /jaar
Zwaar vrachtverkeer	0,0 /jaar
Busverkeer	0,0 /jaar

4 Mobiele werktuigen

Naam	Bron 4	NO_x	13,6 kg/j
Locatie	X:134404,65 Y:395035,19	NH_3	0,6 kg/j
Oppervlakte	1,03 ha		

Naam/Stageklasse	Brandstof-verbruik/AdBlue verbruik	Draaiuren	Uittreedhoogte/Warmteinhoud	Spreiding/Temporele variatie	Stof	Emissie
Kraan Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2.400 l/j 144 l/j	120 u/j	2,9 m 0,027 MW	0,7 m Standaard Profiel Industrie	NO_x NH_3	13,6 kg/j 0,6 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2025.2_20260206_f42eba0c64
Database versie	2025.2_f42eba0c64_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Kenmerk N001-1301552SGJ-V01-agv-NL

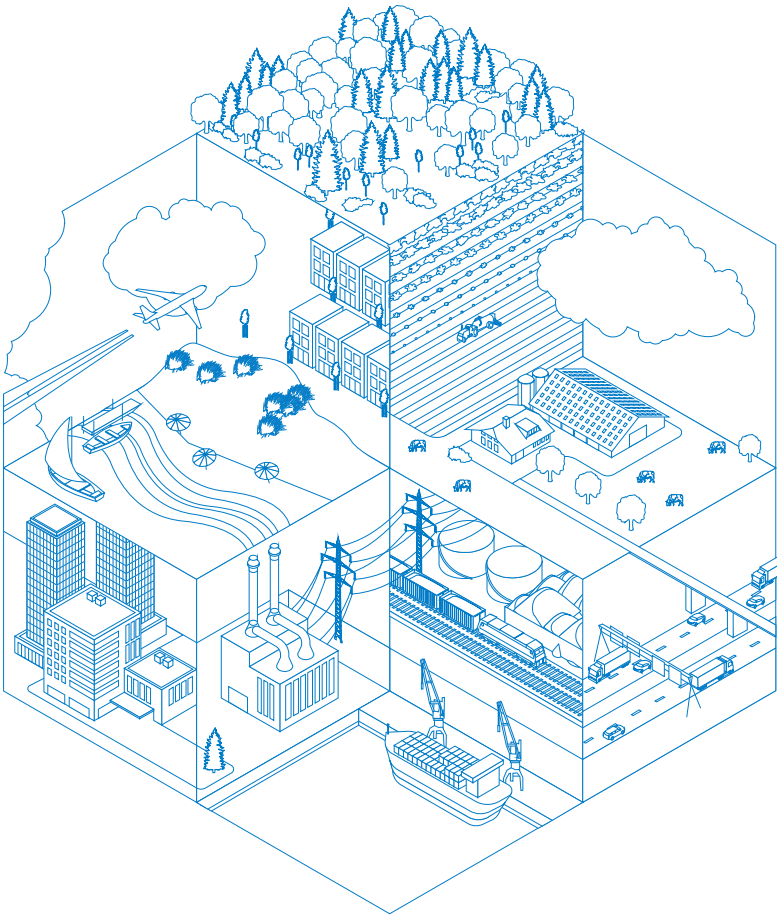
Bijlage 2 AERIUS rapportage omslagpunt stikstofemissie met effect o.b.v. het voorbeeld project

Bijlage projectberekening

Hulpmiddel beoordeling hexagonen met een hersteldoel

AERIUS kenmerk Projectberekening: RpLfQEtxsRx5

Dit document is een bijlage, behorende bij een Projectberekening uitgevoerd met AERIUS Calculator. De bijlage is een hulpmiddel bij het beoordelen van projecten waar sprake is van hexagonen met een hersteldoel. De bijlage bevat daartoe een overzicht van de maximale bijdrage per gebied. Voor meer uitleg over 'hexagonen met een hersteldoel' in AERIUS, zie het handboek Calculator.



- Overzicht
- Resultaten

Deze PDF is geen digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS, maar alleen een bijlage. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TAUW
Inrichtingslocatie	Edisonlaan 12, 5021MC Tilburg

Bijbehorende projectberekening

Omschrijving projectberekening	Tilburg Warmteprogramma
AERIUS kenmerk projectberekening	RpLfQEtxsRx5
Datum projectberekening	07 april 2026, 12:14

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Realisatiefase - Beoogd	2027	0,6 kg/j	13,9 kg/j

Resultaten hexagonen met hersteldoel situatie "Realisatiefase" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2025.2_20260206_f42eba0c64
Database versie	2025.2_f42eba0c64_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- Overzicht
- Detailgegevens per emissiebron
- Resultaten
- Samenvatting situaties

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TAUW
Inrichtingslocatie	Edisonlaan 12, 5021MC Tilburg

Activiteit

Omschrijving	Tilburg Warmteprogramma
Toelichting	Projectberekening realisatiefase

Berekening

AERIUS kenmerk	RpLfQEtxsRx5
Datum berekening	07 april 2026, 12:13
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Realisatiefase - Beoogd	2027	0,6 kg/j	13,9 kg/j

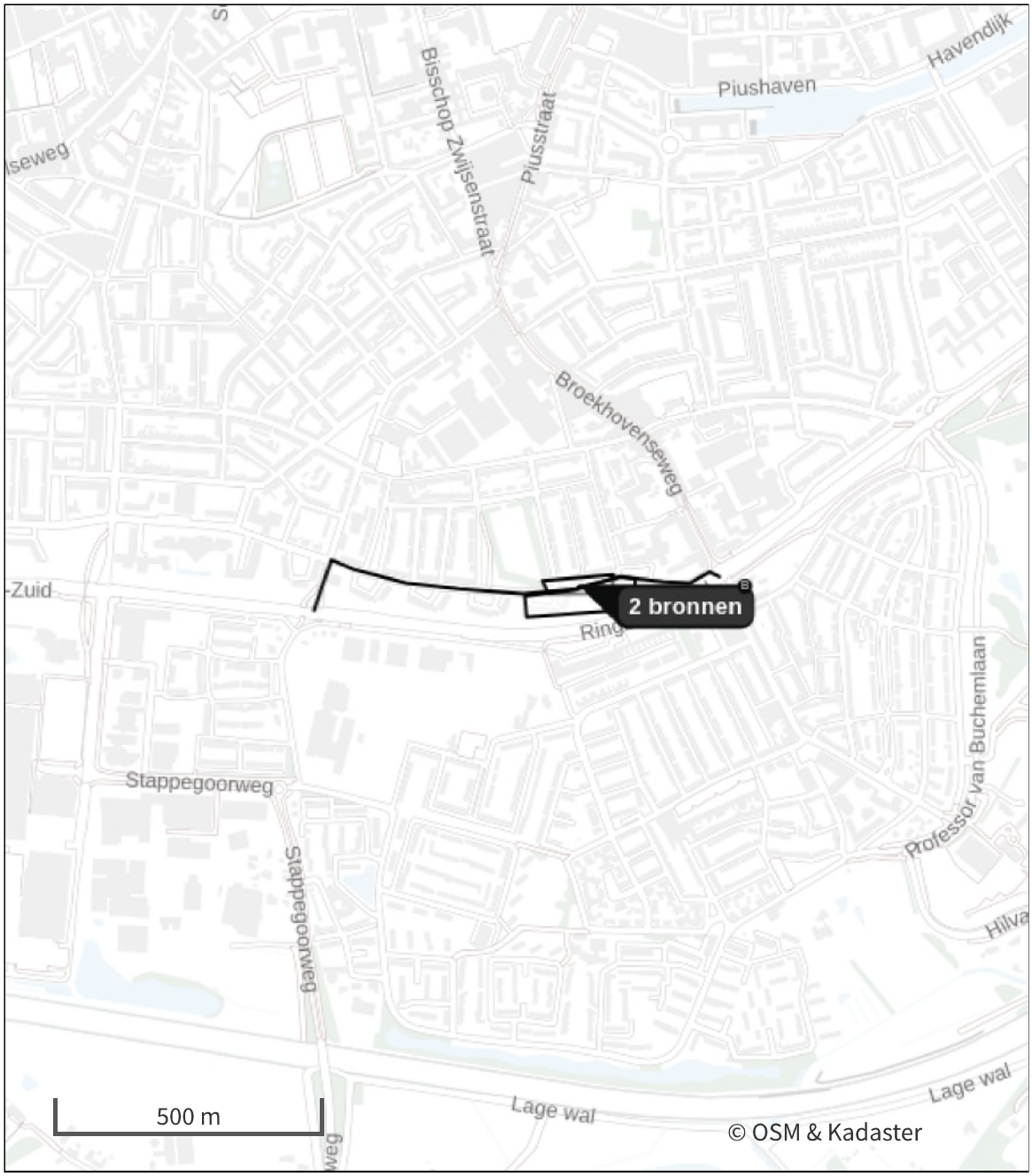
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Realisatiefase - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename	-		
Grootste afname	-		

Realisatiefase (Beoogd), rekenjaar 2027

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
3 Verkeer | Koude start: overig | Koude starts aannemersbusjes	14,1 g/j	89,3 g/j
4 Mobiele werktuigen | Bron 4	0,6 kg/j	13,6 kg/j
Verkeersnetwerk	8,2 g/j	0,3 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Realisatiefase" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

Realisatiefase, Rekenjaar 2027

1 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	Motorvoertuigbewegingen				NO_x	85,9 g/j
Locatie	X:134538,58 Y:395066,26	Type scherm	-	-	NO_2	18,8 g/j
Lengte	279,23 m	Hoogte	-	-	NH_3	2,7 g/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (normaal)	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Maximum snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	350,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	90,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

2 Verkeer | Rijdend verkeer

			Links	Rechts		
Naam	Motorvoertuigbewegingen				NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:134114,06 Y:395056,66	Type scherm	-	-	NO_2	38,9 g/j
Lengte	577,92 m	Hoogte	-	-	NH_3	5,5 g/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (normaal)	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Maximum snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	350,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	90,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

3 Verkeer | Koude start: overig

Naam	Koude starts aannemersbusjes	NO_x	89,3 g/j
		NH_3	14,1 g/j
Locatie	X:134402,87 Y:395058,23		
Oppervlakte	0,39 ha		

Type voertuig	Koude starts
Licht verkeer	350,0 /jaar
Middelzwaar vrachtverkeer	0,0 /jaar
Zwaar vrachtverkeer	0,0 /jaar
Busverkeer	0,0 /jaar

4 Mobiele werktuigen

Naam	Bron 4	NO_x	13,6 kg/j
Locatie	X:134404,65 Y:395035,19	NH_3	0,6 kg/j
Oppervlakte	1,03 ha		

Naam/Stageklasse	Brandstof-verbruik/AdBlue verbruik	Draaiuren	Uittreedhoogte/Warmteinhoud	Spreiding/Temporele variatie	Stof	Emissie
Kraan Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2.400 l/j 144 l/j	120 u/j	2,9 m 0,027 MW	0,7 m Standaard Profiel Industrie	NO_x NH_3	13,6 kg/j 0,6 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2025.2_20260206_f42eba0c64
Database versie	2025.2_f42eba0c64_calculator_nl_stable

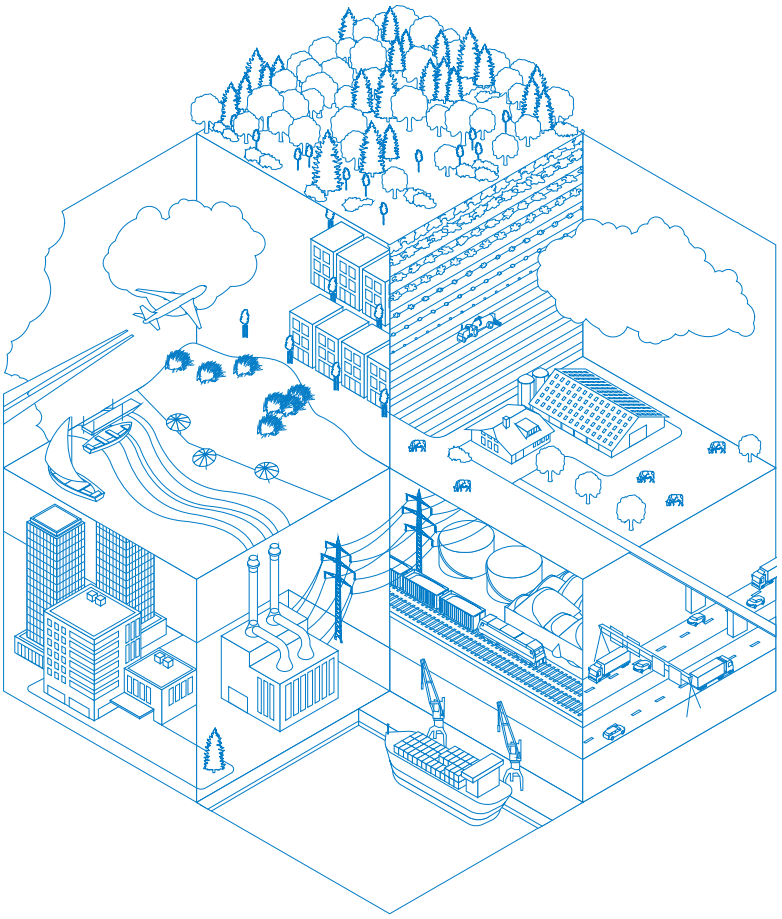
Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Bijlage projectberekening

Hulpmiddel beoordeling hexagonen met een hersteldoel

AERIUS kenmerk Projectberekening: RpLfQEtxsRx5

Dit document is een bijlage, behorende bij een Projectberekening uitgevoerd met AERIUS Calculator. De bijlage is een hulpmiddel bij het beoordelen van projecten waar sprake is van hexagonen met een hersteldoel. De bijlage bevat daartoe een overzicht van de maximale bijdrage per gebied. Voor meer uitleg over 'hexagonen met een hersteldoel' in AERIUS, zie het handboek Calculator.



- Overzicht
- Resultaten

Deze PDF is geen digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS, maar alleen een bijlage. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TAUW
Inrichtingslocatie	Edisonlaan 12, 5021MC Tilburg

Bijbehorende projectberekening

Omschrijving projectberekening	Tilburg Warmteprogramma
AERIUS kenmerk projectberekening	RpLfQEtxsRx5
Datum projectberekening	07 april 2026, 12:14

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Realisatiefase - Beoogd	2027	0,6 kg/j	13,9 kg/j

Resultaten hexagonen met hersteldoel situatie "Realisatiefase" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

Er zijn geen resultaten voor deze weergave.

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2025.2_20260206_f42eba0c64
Database versie	2025.2_f42eba0c64_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website