

RAPPORT

PlanMER warmteprogramma gemeente Haarlem

Klant: Gemeente Haarlem

Referentie: BK8237-MI-RP-250906-1154

Status: Definitief/1

Datum: 22 september 2025

HASKONING NEDERLAND B.V.

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Netherlands
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 95 00
E-mail: info@rhdhv.com
Website: haskoning.com

Titel document:	PlanMER warmteprogramma gemeente Haarlem
Ondertitel:	
Referentie:	BK8237-MI-RP-250906-1154
Status:	Definitief/1
Datum:	22 september 2025
Projectnummer:	BK8237
Auteur(s):	Medior adviseur
Gecontroleerd door:	Senior adviseur planstudies
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	13
1.1 Het warmteprogramma	13
1.2 Waarom een warmteprogramma	13
1.3 Juridische grondslag voor een planMER	14
1.4 Doel van de mer-procedure bij het warmteprogramma	15
1.5 Rol van de milieueffectrapportage bij het warmteprogramma	15
1.6 Leeswijzer	16
2 Parallele processen	17
2.1 Reacties op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau	17
2.2 Samenhang met andere gemeenten	18
3 Scope warmteprogramma gemeente Haarlem	21
3.1 Een warmteprogramma	21
3.2 Warmtevoorziening	21
3.3 Waar het planMER niet over gaat	22
4 Methodiek van het planMER	23
4.1 Onderzoeksmethode	23
4.1.1 De eerste stap	23
4.1.2 De tweede stap	24
4.1.3 Slotbeschouwing	25
4.2 Beoordelingsmethodiek milieuthema's	26
4.3 Beoordelingsschaal	33
5 Referentiesituatie	35
5.1 Huidige situatie gemeente	35
5.2 Autonome ontwikkelingen	35
5.3 Beleidskader	36
6 Alternatieven	43
6.1 Toelichting alternatieven	43
6.2 De alternatieven samengevat	53
7 Wijktypen	54
7.1 Toepassing wijktypen	54
7.1.1 Wat een wijktype is	54

7.1.2	Wijktypen uit de Klimaateffectatlas als basis	55
7.2	Wijktypen in Haarlem	55
7.2.1	Toelichting wijktypen Haarlem	57
7.3	Kenmerken van de Haarlemse wijktypen	60
8	Milieuthema's	64
8.1	Geluid en trillingen	64
8.1.1	Beleidskader geluid en trillingen	64
8.1.2	Geluidhinder	66
8.1.3	Trillingen	84
8.2	Straling	88
8.2.1	Beleidskader straling	88
8.2.2	Elektromagnetische straling	88
8.3	Bodem	94
8.3.1	Beleidskader bodem	94
8.3.2	Bodemkwaliteit	95
8.4	Water	106
8.4.1	Beleidskader water	106
8.4.2	Oppervlaktewater	107
8.4.3	Grondwater	114
8.4.4	Drinkwater	127
8.5	Luchtkwaliteit	136
8.5.1	Beleidskader luchtkwaliteit	136
8.6	Natuur en biodiversiteit	143
8.6.1	Beleidskader natuur en biodiversiteit	143
8.6.2	Beschermde soorten	145
8.6.3	Beschermde gebieden	153
8.6.4	Stikstofdepositie en Natura 2000	163
8.7	Circulariteit	169
8.7.1	Beleidskader circulariteit	169
8.7.2	Circulair en totaal materiaalgebruik	170
8.8	Ruimtelijke kwaliteit	177
8.8.1	Beleidskader ruimtelijke kwaliteit	177
8.8.2	Zichtbaarheid en beleving	179
8.8.3	Bovengronds ruimtegebruik	186
8.8.4	Ondergronds ruimtegebruik	191
8.9	Archeologie en cultuurhistorie	197
8.9.1	Beleidskader archeologie en cultuurhistorie	197
8.9.2	Archeologie	199
8.9.3	Cultuurhistorie	204
8.10	Omgevingsveiligheid	213
9	Slotbeschouwing	216
9.1	Conclusies effectbeoordelingen	216

9.1.1	Generieke effectbeoordelingen	216
9.1.2	Effectbeoordelingen per wijktype	220
9.2	Aandachtspunten en mitigerende maatregelen	248
9.3	Leemten in kennis	251
9.4	Monitoring en evaluatie	253
10	Bijlagen	256
10.1	Bijlage 1: Wijktypen in de gemeente Haarlem	256
10.2	Bijlage 2: Lijst met bronnen	261

Bijlagen

Bijlage 1: Wijktypen in de gemeente Haarlem

Bijlage 2: Lijst met bronnen

Bijlage 3: Beschrijving alternatieven

Bijlage 4: Aandachtspunten buurniveau

Samenvatting

Het planMER bij het Warmteprogramma van de gemeente Haarlem is opgesteld om de warmtetransitie te ondersteunen.

Volgens de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) zijn gemeenten verplicht vast te leggen hoe zij willen dat de gemeente aardgasvrij wordt. Gemeenten leggen dit vast in het warmteprogramma. Nadat het warmteprogramma is vastgesteld wordt de warmtetransitie verder uitgewerkt in uitvoeringsplannen per gebied.

In het warmteprogramma van de gemeente Haarlem staat per buurt aangegeven wat het voorkeursalternatief voor de overstap naar aardgasvrij is. Deze keuze is gebaseerd op factoren zoals nationale kosten, ruimtegebruik, belasting van het elektriciteitsnet en effecten op de leefomgeving.

Het planMER brengt de milieueffecten van verschillende alternatieven voor het aardgasvrij maken van gebouwen in kaart. Deze informatie is meegenomen in de afweging om per buurt tot een voorkeursalternatief te komen. Daarmee draagt het planMER bij aan transparantie in het besluitvormingsproces en helpt het om risico's en negatieve effecten beter te beheersen en te beperken.

Onderzochte alternatieven

De gemeente Haarlem onderzoekt vijf verschillende warmtevoorzieningen om naar een aardgasvrije stad toe te werken. De gemeente is tot deze alternatieven gekomen op basis van haar eigen bronnenstrategie (2025), behorende bij het warmteprogramma. Er zijn drie collectieve alternatieven en twee individuele alternatieven. Bij ieder alternatief horen warmtebronnen, energie-infrastructuur en aansluitingen in gebouwen.

1. Grootschalig middentemperatuur warmtenet
2. Decentraal middentemperatuur warmtenet
3. Zeer laagtemperatuur warmtenet
4. Individuele luchtwarmtepomp
5. Individuele bodemwarmtepomp

Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Een grootschalig middentemperatuur (MT) warmtenet brengt warm water van één of meerdere centrale warmtebronnen naar gebouwen via een netwerk van leidingen. Een MT-warmtenet heeft een temperatuur van tussen de 55 en 75°C en wordt meestal gevoed met midden temperatuurbronnen.

Warmtebronnen die in de gemeente Haarlem een rol kunnen gaan spelen zijn onder andere geothermie, datathermie, aquathermie (Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) en

Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) en restwarmte. Voor een aantal van deze warmtebronnen zijn al zoekgebieden gedefinieerd. Ook zijn voor een warmteoplossing op MT-warmtebronnen elektroboilers nodig, warmtebuffers en piek en back-up ketels.

De warmtebronnen bevinden zich voornamelijk aan de randen van de stad, terwijl warmtenetten in de wijken worden aangelegd.

Decentraal middentemperatuur warmtenet

Decentrale middentemperatuur (MT) warmtenetten werken op vergelijkbare wijze als grootschalige MT-warmtenetten, met aanvoertemperaturen tussen de 55 en 75 °C. Het belangrijkste verschil is dat warmte lokaal wordt opgewekt met kleinschalige bronnen in en rond de wijken.

Voorbeelden van bronnen zijn bodemenergie, aquathermie, droge koelers en collectieve warmtepompen. De benodigde installaties worden meestal geplaatst in kleine warmtestations in de buurt, die elk hun eigen net van warmte voorzien.

Voor dit alternatief is nieuwe infrastructuur nodig op buurniveau, waaronder distributieleidingen, warmtebuffers, onderstations en hulpwarmteketels. De opwaardering van lage temperatuurbronnen naar MT gebeurt zo dicht mogelijk bij de bron. De geleverde warmte kan direct worden gebruikt voor ruimteverwarming en warm tapwater. Omdat koeling niet mogelijk is, is dit alternatief alleen geschikt voor woningen met voldoende isolatie en elektrisch koken.

Daarnaast is er een sterke afhankelijkheid van elektriciteit door onder andere warmtepompen en elektroboilers. Voor de uitvoering in Haarlem is de verwachting dat dit grotendeels past binnen de geplande uitbreidingen van het middenspanningsnet, al zijn aanvullende transformatorhuisjes wel noodzakelijk.

Zeer laagtemperatuur warmtenet

Zeer-laagtemperatuur (ZLT) warmtenetten leveren warmte aan gebouwen met temperaturen rond de 20 °C. De warmte wordt aan het gebouw geleverd via een afgifteset, meestal geplaatst in de meterkast.

Bij ZLT-warmtenetten zal de warmte in het gebouw moeten worden opgewaardeerd met bijvoorbeeld een kleine warmtepomp of elektrische boiler, waarna deze vooral kan worden gebruikt voor verwarming en warm tapwater. Voor de warmteafgifte is, naast uitgebreide isolatie, aanpassing van het verwarmingssysteem in het gebouw vaak nodig, zoals de installatie van vloerverwarming.

ZLT-warmtenetten bieden ook de mogelijkheid tot koeling, mits het warmteafgiftesysteem hierop is aangepast. De potentiële warmtebronnen lijken sterk op die van decentrale middentemperatuur warmtenetten, zoals bodemenergie, gecombineerd met bronnen voor regeneratie zoals aquathermie, lokale restwarmte, droge koelers of zonthermie. Qua infrastructuur is het

ruimtebeslag en de aanleg vergelijkbaar met midden temperatuur warmtenetten, maar de leidingen zijn van kunststof in plaats van staal met isolatie.

Individuele luchtwarmtepomp

Een luchtwarmtepomp onttrekt warmte uit de buitenlucht en gebruikt daarbij (veel) elektriciteit om een gebouw te verwarmen. Sommige typen kunnen ook actief koelen.

Bij volledige toepassing in Haarlem is vrijwel zeker verzwaring van het elektriciteitsnet nodig, zowel van het laagspanningsnet als het middenspanningsnet. Dit geldt vooral als woningen niet voldoende geïsoleerd zijn en daardoor een hogere warmtevraag hebben.

Het alternatief omvat individuele warmtepompinstallaties in elk gebouw, bestaande uit warmtepomp, boiler, buffervat en buitenunit. Daarnaast zijn ongeveer 550 extra transformatorhuisjes noodzakelijk en ook uitbreiding van middenspannings- en hoogspanningsstations is nodig. Deze netverzwaring is essentieel om het elektriciteitsnet geschikt te maken voor grootschalige inzet van luchtwarmtepompen in Haarlem.

Individuele bodemwarmtepomp

Een bodemwarmtepomp benut warmte uit de bodem en elektriciteit om gebouwen te verwarmen. Deze warmtepompen kunnen vaak ook passief koelen.

Bij volledige toepassing in Haarlem is bijna zeker verzwaring van het elektriciteitsnet nodig, vooral als gebouwen onvoldoende geïsoleerd zijn. Deze verzwaring geldt voor het laagspanningsnet, middenspanningsnet en mogelijk ook het hoogspanningsnet. De piekvraag aan elektriciteit is bij bodemwarmtepompen doorgaans lager dan bij luchtwarmtepompen, waardoor de netverzwaring mogelijk minder omvangrijk is.

Een belangrijk aandachtspunt is het ondergrondse ruimtebeslag. Per woning of gebouw is minimaal één bodemlus nodig van 7,5 bij 7,5 meter, met een aanlegduur van één tot twee dagen per lus. Bij grootschalige inzet van gesloten bodemenergiesystemen moet rekening gehouden worden met interferentie tussen systemen die elkaars rendement negatief beïnvloeden. Haarlem heeft hiervoor verordeningen vastgesteld om optimale benutting van bodemenergie te waarborgen. Voor de netverzwaring zijn extra transformatorhuisjes en bekabeling benodigd.

Beoordelingskader en methode

In dit planMER worden de milieueffecten van de vijf warmtevoorzieningen onderzocht en met elkaar vergeleken. Per milieuthema zijn analyses gedaan naar mogelijk milieueffecten op basis van onder andere literatuuronderzoek, (openbare) geografische data en 'expert judgement'. De analyses zijn veelal kwalitatief en zijn kwantitatief waar dat mogelijk is. In dit planMER zijn de milieueffecten op generiek niveau, op het niveau van wijktypen en op buurniveau bepaald.

Met generieke milieueffecten worden de algemene milieueffecten van de alternatieven bedoeld die bij een alternatief altijd voorkomen, los van het zoekgebied of een specifieke locatie.

De generieke effectbeoordeling is op een hoog abstractieniveau gebeurd. Er zijn immers in het warmteprogramma geen ontwerpen of detailuitwerking per gebied beschikbaar, alleen een voorkeursoplossing, eventueel in combinatie met een potentiële warmtebron.

De impact van warmtevoorzieningen naar aardgasvrij verschilt per buurt. De gemeente Haarlem telt in totaal 111 buurten. Gezien het detailniveau van een warmteprogramma wordt in dit planMER onderzoek gedaan naar 'wijktypen'; een bundeling van buurten op basis van vergelijkbare kenmerken. In de uitvoering van het Warmteprogramma kunnen, waar nodig, milieueffecten nader worden onderzocht voor specifieke buurten (onderdeel van het opstellen van Uitvoeringsplannen). Dit resulteert in een beoordeling per milieuthema, per alternatief en per wijktype. Daarbij is onderscheid gemaakt in de aanleg- en gebruiksfase.

Tot slot is er voor elke buurt een beoordeling gedaan op basis van specifieke (geografische) informatie per buurt, behorend bij de milieuaspecten. Zie hiervoor het onderstaande kader. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om buurten die bijvoorbeeld qua kenmerken afwijken van het wijktype, om specifiek beleid dat van toepassing is in een bepaalde buurt of archeologische waarden die in bepaalde buurten voorkomen.

Onderzochte milieuthema's

De volgende milieuthema's zijn in dit planMER onderzocht:

Thema	Aspect	Indicator	Fase
Geluid en trillingen	Geluidhinder	Toename van het geluid op de gevels van geluidgevoelige gebouwen	Aanleg en gebruik
	Hinder door trillingen	Hinder of schade door trillingen bij de aanleg	Aanleg en gebruik
Straling	Elektromagnetische straling	Toename van laagfrequente geluid en elektromagnetische straling	Aanleg en gebruik
Bodem	Bodemkwaliteit	De impact op biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit	Aanleg en gebruik
Water	Oppervlaktewater	Thermisch effect op waterleven (voornamelijk relevant in het geval van thermische energie uit oppervlaktewater) en effecten door wateronttrekking	Aanleg en gebruik
	Grondwater	Geohydrologische impact op grondwaterkwaliteit en kwantiteit	Aanleg en gebruik
		Thermische impact op grondwaterkwaliteit	Aanleg en gebruik

	Drinkwater	Impact op kwaliteit van drinkwater in nabijgelegen leidingen	Aanleg en gebruik
Luchtkwaliteit	Luchtkwaliteit en stikstofdioxide	Uitstoot van fijnstof en stikstofdioxide	Aanleg en gebruik
Natuur en biodiversiteit	Beschermde soorten	Impact op beschermde soorten	Aanleg en gebruik
	Beschermde gebieden	Impact op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-, NNN- en Natuurnetwerk Haarlem-gebieden	Aanleg en gebruik
Circulariteit	Circulair materiaal gebruik	Hergebruik bestaand materiaal	Aanleg en gebruik
	Totaal materiaal gebruik	Hoeveelheid materiaal dat in totaal nodig is	Aanleg en gebruik
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Verrommeling van de buitenruimte	Aanleg en gebruik
	Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid openbare ruimte	Totaal benodigd bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte	Aanleg en gebruik
	Ondergronds ruimtegebruik	Inpasbaarheid in de grond	Aanleg en gebruik
Archeologie en cultuurhistorie	Archeologische waarden	Behoud archeologische waarden	Aanleg en gebruik
	Cultuurhistorische waarden	Behoud cultuurhistorische waarden en erfgoed	Aanleg en gebruik
Externe veiligheid	Externe veiligheid	Externe veiligheid met betrekking tot geothermie	Aanleg en gebruik

De effecten worden met plussen en minnen op een zevenpuntschaal beoordeeld (van ++ naar --, zie) ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de indicatoren waarvoor een (zeer) negatief effect verwacht worden, zal in het planMER ook een beoordeling worden gegeven na mitigerende en/of compenserende maatregelen.

Score	Toelichting
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie.

+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie.
0/+	Licht positief effect ten opzichte van referentiesituatie
0	Neutraal/geen effect ten opzichte van referentiesituatie.
0/-	Licht negatief effect ten opzichte van referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie.
	Geen beoordeling mogelijk en/of onbekend en/of niet van toepassing

De uitkomsten

Bij de uitvoering van de verschillende warmtealternatieven worden diverse negatieve milieueffecten verwacht. Onderstaande tabel toont de generieke beoordeling van de alternatieven per milieuthema. Na de tabel zijn de uitkomsten kort toegelicht.

Thema	Aspect	Aanleg-/Gebruiksfasie	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0
	Trillingen	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0	0	0/-	0
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodemkwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlaktewater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	-	0/-	0/-	0	0
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Lucht-kwaliteit	Gebruik	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
		Aanleg	0/-	0/-	-	-	-

Natuur en bio-diversiteit	Beschermde soorten	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
	Beschermde gebieden	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0	0	0	0
	Stikstofdepositie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaal-gebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg en gebruik	0/-	-	-	0/-	--
	Cultuur-historie	Aanleg en gebruik	0/-	-	--	--	--
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg en Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Op basis van de uitkomsten kan worden gesteld dat alle alternatieven overwegend (licht) negatieve effectbeoordelingen op de verschillende milieuthema's krijgen ten opzichte van de referentiesituatie. De meest negatieve effectbeoordelingen gelden voor de milieuthema's ruimtelijke kwaliteit, archeologie en cultuurhistorie. Daarbij geldt dat de meest negatieve effectbeoordelingen op deze thema's van toepassing zijn bij de alternatieven 3 (zeer laagtemperatuur warmtenet, 4 (luchtwarmtepomp) en 5 (bodemwarmtepomp). Daarnaast scoort alternatief 4 (luchtwarmtepomp) ook negatief vanwege de mogelijke geluidhinder in de gebruiksfase en scoort alternatief 5 (bodemwarmtepomp) negatief op het thema grondwater in de aanlegfase.

Richting uitvoering van de warmtetransitie zijn er mitigerende maatregelen mogelijk om de negatieve effecten van deze alternatieven zoveel mogelijk te beperken. In paragraaf 9.2 zijn de mitigerende maatregelen toegelicht.

Alternatief 1

Grootschalige middentemperatuur warmtenetten (alternatief 1) leiden tot verstoring van oppervlaktewater door TEO-installaties, aantasting van de ruimtelijke kwaliteit door grootschalige

aanlegwerkzaamheden en grote bovengrondse installaties aan de randen van de stad, alsook tot verhoogde druk op de ondergrond en risico's voor de omgevingsveiligheid.

Alternatief 2

Decentrale middentemperatuur warmtenetten (alternatief 2) veroorzaken geluidhinder tijdens de aanleg en kunnen grondwaterproblemen met zich meebrengen door de vele ondiepe boringen. Ook de ruimtelijke kwaliteit wordt negatief beïnvloed door verstoringen in de openbare ruimte en de behoefte aan bovengrondse installaties in buurten, terwijl archeologie en cultuurhistorie risico lopen door bodemverstoring.

Alternatief 3

Zeer laagtemperatuur warmtenetten (alternatief 3) kennen vergelijkbare knelpunten met betrekking tot geluidshinder, grondwater en aantasting van ruimtelijke kwaliteit, archeologie en cultuurhistorie, met als aanvulling een negatieve score op circulariteit vanwege de korte levensduur van individuele warmtepompen in woningen.

Alternatief 4

Bij individuele luchtwarmtepompen (alternatief 4) zijn met name geluidshinder door buitenunits in de gebruiksfase en een forse negatieve impact op de ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorie door de benodigde uitbreiding van het elektriciteitsnet en zichtbare installaties significant. Daarnaast worden beschermde diersoorten verstoord door geluid, trillingen en aantasting van verblijfplaatsen.

Alternatief 5

Tot slot leiden individuele bodemwarmtepompen (alternatief 5) tot zeer negatieve effecten op het grondwater door het grote aantal boringen, een aanzienlijk ondergronds ruimtebeslag met circa 80.000 bodemlussen, en negatieve gevolgen voor archeologie, cultuurhistorie en beschermde soorten door verstoringen tijdens aanleg en aanpassingen aan gebouwen.

Beoordeling per wijktype

Historische binnenstad

In de historische binnenstad zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. De hoge woningdichtheid en de aanwezigheid van vele cultuurhistorische en archeologisch waardevolle elementen leidt tot knelpunten op de thema's ruimtelijke kwaliteit en archeologie en cultuurhistorie. Nagenoeg alle alternatieven scoren op de milieuthema's negatief tot zeer negatief.

Tuindorp

In de tuindorp wijken uit de jaren '30 worden voor alle alternatieven op meerdere milieuthema's negatieve effecten verwacht. Deze zijn voor meerdere thema's overigens minder negatief ingeschat dan voor de historische binnenstad, omdat de woningdichtheid in de tuindorpwijken iets lager ligt en er bredere straten aanwezig zijn.

Volkswijk

In de volkswijk zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Ook hier hangen deze vooral samen met de grote mate van verharding en hoge woningdichtheid, wat leidt tot een verhoogd risico op cumulatieve effecten voor bijvoorbeeld het thema water.

Vooroorlogse woonwijk

In de vooroorlogse woonwijken zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Deze effecten zijn minder ingrijpend dan in de historische binnenstad en de volkswijk, doordat de straten hier gemiddeld wat breder zijn en er sprake is van meer ruimtelijke variatie in de bebouwing. Het lage percentage openbare ruimte zorgt echter voor een verhoogde gevoeligheid bij ruimtelijke ingrepen.

Naoorlogse woonwijk

In naoorlogse woonwijken worden voor alle alternatieven negatieve milieueffecten verwacht, maar deze effecten zijn doorgaans minder negatief dan in oudere, dichter bebouwde wijken zoals de historische binnenstad of volkswijken. Dit komt doordat naoorlogse wijken vaak ruimer opgezet zijn, waardoor sommige milieueffecten zoals geluid minder zwaar uitvallen.

Tuinstad laagbouw

In tuinstad laagbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktipe over het algemeen leiden tot lage milieurisico's.

Tuinstad hoogbouw

In tuinstad hoogbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktipe over het algemeen leiden tot (middel)lage milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven (voornamelijk 1, 2 en 3) zijn te verwachten op het grondwater.

Hoogbouw

In wijktipe hoogbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Dit heeft te maken met het lage percentage openbare ruimte en relatief hoog percentage verharding. De alternatieven zullen het grootste negatieve effect hebben op de ruimtelijke kwaliteit.

Bloemkoolwijk

In de bloemkoolwijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktipe over het algemeen leiden tot middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit.

Bedrijventerrein

In wijktype bedrijventerrein zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Vooral op het thema ruimtelijke kwaliteit zullen er negatieve effecten zijn. Bedrijventerrein Waarderpolder heeft relatief weinig openbare ruimte, waardoor de impact van de alternatieven op zichtbaarheid en beleving negatief uitpakt. In de praktijk kan het overigens zo zijn dat het effect positiever bijgesteld kan worden, omdat het bedrijventerrein 'slechts' wordt gebruikt voor bedrijvigheid en niet voor dagelijkse bewoning en recreatie. Dit kan de ervaring van overlast beperken.

Villawijk

In de villawijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage en middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit. Een nuancering hierop is dat de meeste villawijken beschikken over relatief grote ruimtes om gebouwen heen. In de praktijk kan dit ertoe leiden dat de effectbeoordeling voor ruimtelijke kwaliteit voor de alternatieven 3 en 4 positiever kan worden bijgesteld. In vervolgonderzoek kan dit worden onderzocht.

Vinex wijk

In de vinex wijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit, omdat er in dit wijktype relatief weinig openbare ruimte beschikbaar is.

Groen

In wijktype groen zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage milieurisico's.

Divers

In wijktype divers zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot (middel)lage milieurisico's.

Vernieuwd

In wijktype vernieuwd zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage en middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit.

Aandachtspunten en mitigerende maatregelen

In hoofdstuk 9 zijn de voornaamste aandachtspunten en mitigerende maatregelen per milieuthema genoemd. In de vervolgfase van de warmtetransitie is het nodig de mitigerende maatregelen toe te passen als een milieueffect zich voordoet. Ook is systematische monitoring nodig om te bepalen of milieueffecten zich in de praktijk daadwerkelijk voor (kunnen) doen en hoe/of deze effectief worden gemitigeerd. Meer over monitoring is te lezen in paragraaf 9.4. Hieronder staan de aandachtspunten en mitigerende maatregelen samengevat:

Geluidhinder

Geluidhinder van alternatieven 1 en 2 is beperkt, maar installaties zoals warmteoverdrachtstations moeten voldoen aan strenge geluidsnormen (max. 40 dB(A) bij gevoelige gebouwen). Voor alternatieven 3 en 4 moet worden gemonitord of buitenunits aan de gemeentelijke geluidsrichtlijnen voldoen; zo nodig zijn maatregelen zoals omkasting of stillere warmtepompen nodig.

Straling

Bij alternatieven 3, 4 en 5 (uitbreiding elektriciteitsnet) gelden richtlijnen voor magneetvelden. Als deze worden gevolgd, zijn geen negatieve effecten te verwachten.

Bodem

Geothermie kan de bodemtemperatuur beïnvloeden. In sommige gebieden in Haarlem is sprake van bodemverontreiniging; bij werkzaamheden zijn mitigerende maatregelen verplicht, zoals afdekken of afvoeren van vervuilde grond en werken onder begeleiding.

Oppervlaktewater

Alternatieven 1 en 2 kunnen lokaal de temperatuur en ecologie van watergangen beïnvloeden door lozing van koud water of inzuiging van plankton/vislarven. Maatregelen zoals filters en lage inzuigsnelheden zijn wenselijk. Cumulatieve effecten in de stedelijke context moeten worden meegenomen.

Grondwater

Onttrekking of injectie van grondwater (zoals bij HTO en WKO) kan leiden tot zettingen, paalrot bij oude funderingen, en schade aan natuur of archeologie. Bij bemaling tijdens aanleg is extra aandacht nodig voor deze risico's.

Luchtkwaliteit

Alle alternatieven vervangen aardgasinstallaties door (vrijwel) emissieloze technieken, wat de luchtkwaliteit in de stad verbetert. Geen extra maatregelen nodig.

Beschermde soorten

In Haarlem zijn beschermde soorten (zoals vleermuizen, huismussen, gierzwaluwen) gevoelig voor verstoring bij aanleg en isolatie. Per buurt moeten maatregelen worden genomen, zoals behoud van verblijfplaatsen en planning buiten het broedseizoen. Extra aandacht is nodig bij isolatie naar energielabel B.



Beschermde gebieden

Natura 2000- en NNN-gebieden rond Haarlem zijn gevoelig voor verstoring en stikstofdepositie. Effecten verschillen per buurt; bij projecten nabij deze gebieden zijn mogelijk extra onderzoeken en maatregelen nodig.

Circulariteit

Duurzaam en circulair werken is belangrijk, vooral bij de aanleg van nieuwe warmtenetten. Hergebruik van bestaande netten is nu nog beperkt.

Ruimtelijke kwaliteit

Alle alternatieven vragen ruimte en kunnen de ruimtelijke kwaliteit beïnvloeden. Een integrale afweging per gebied is nodig.

Archeologie en cultuurhistorie

Negatieve effecten op archeologische en cultuurhistorische waarden zijn mogelijk, vooral in de binnenstad. Zorgvuldige inpassing is vereist.

Omgevingsveiligheid

Bij geothermieboringen bestaat risico op gasontsnapping (blow-out). Locatiekeuze en risicoanalyse zijn belangrijk; houd minimaal 100 meter afstand tot kwetsbare gebouwen

1 Inleiding

Dit is het planMER dat is opgesteld bij het warmteprogramma van de gemeente Haarlem. Het planMER geeft een overzicht van de mogelijke milieueffecten van de Haarlemse overgang naar een aardgasvrije gemeente; de warmtetransitie. In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat een warmteprogramma is en waarom deze wordt opgesteld. Ook wordt toegelicht wat het doel en rol is van de mer-procedure bij het warmteprogramma.

1.1 Het warmteprogramma

Dit jaar krijgt de Haarlemse Transitievisie Warmte (TVW) uit 2021 de geplande update in de vorm van een 'warmteprogramma'. Hierin beschrijft de gemeente in welke wijken en buurten ze de komende tien jaar aan de slag gaat met het aardgasvrij maken van gebouwen en op welke manier dit wordt gedaan. Hierbij hoort een doorkijk naar warmtevoorziening (dit is een techniek die als duurzaam alternatief dient voor aardgas) voor de hele stad. Zo weten bewoners en ondernemers tijdig waar ze aan toe zijn.

Het warmteprogramma bouwt voort op de door de gemeenteraad vastgestelde kaders en uitgangspunten uit de TVW: duurzaamheid, betrouwbaarheid, betaalbaarheid en samen met de stad. Daarnaast wordt met het Warmteprogramma geanticipeerd op de verwachte Wet collectieve warmte (Wcw, de nieuwe warmtewet) en de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw). De gemeente wijst in het warmteprogramma voorgenomen Warmtekavels aan.

1.2 Waarom een warmteprogramma

We zitten midden in een warmtetransitie die niet alleen invloed heeft op de manier waarop we onze gebouwen verwarmen en van warm water voorzien, maar op onze hele leefomgeving. Dat we zo'n grote verandering doormaken, heeft te maken met het snel veranderende klimaat en de wens om de aarde leefbaar te houden voor toekomstige generaties. Daarnaast zijn de gasprijzen nog steeds hoog en is de ontwikkeling van de gasprijs onzeker. Steeds meer huishoudens kunnen hun energierekening niet of nauwelijks betalen. Bovendien willen we niet meer afhankelijk zijn van gas uit het buitenland. Dit alles samen maakt dat we onze gebouwen anders gaan verwarmen. We willen dat huizen goed verwarmd blijven, dat mensen weten waar ze aan toe zijn en dat warmte betaalbaar is.

Het warmteprogramma volgens de Wgiw

De verplichting van het warmteprogramma wordt beschreven in de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) en het bijbehorende (ontwerpbesluit)-Besluit gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Bgiw). Een warmteprogramma als bedoeld in artikel 4.32 van het ontwerpbesluit bevat in ieder geval een overzicht van de locaties waarvoor in het omgevingsplan een warmtetransitiegebied kan worden aangewezen, het aantal gebouwen (uitgedrukt in woningequivalenten) die op die locaties aanwezig zijn en het aantal gebouwen waarin methaangas wordt gebruikt voor milieubelastende activiteiten die op die locaties worden verricht, een overzicht van de toegedachte energie-infrastructuur ter vervanging van de aansluiting op methaangas voor de gebouwen per locatie, een beschrijving van de toegedachte energie-infrastructuur, een beschrijving van de verwachte indicatieve warmtebehoefte van de gebouwen.

1.3 Juridische grondslag voor een planMER

Het warmteprogramma wordt een verplicht programma onder de Omgevingswet vanaf januari 2026, het moment dat de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) in werking treedt. Een programma onder de Omgevingswet is mer-plichtig wanneer het programma een kader vormt voor besluiten voor mer-(beoordelings)plichtige projecten (zie ook Omgevingswet artikel 16.36). In het warmteprogramma worden de contouren van bepaalde projecten, zoals de aanleg van warmtenetten, warmtebronnen of andere infrastructuur, al in wezenlijke mate bepaald.

Het warmteprogramma voor Haarlem is aan te merken als ‘kaderstellend’ voor later te nemen besluiten over dit soort projecten. Met de term ‘kaderstellend’ wordt kort gezegd bedoeld dat in het programma richtinggevende keuzes worden gemaakt voor toekomstige besluitvorming die nodig is voor de uitvoering warmteprogramma. Bij kaderstelling gaat het met name om regels over ligging, aard, omvang en gebruiksvoorwaarden van projecten; die regels moeten van belang zijn voor mogelijk optredende milieugevolgen.

Voorbeelden van mer-(beoordelings)plichtige projecten waarvoor het kader wordt gesteld

- Geothermische boringen (enkel voornemen scanonderzoek) (Categorie B4 Bijlage V Omgevingsbesluit)
- Buisleidingen voor stoom of warm water (Categorie J9 Bijlage V Omgevingsbesluit)
- Mogelijk ook: Hoogspanningsleidingen (Categorie J8 Bijlage V Omgevingsbesluit)
- Mogelijk ook: Werkzaamheden voor het onttrekken of kunstmatig aanvullen van grondwater (Categorie K1 Bijlage V Omgevingsbesluit)

Het warmteprogramma beschrijft in welke buurten de gemeente (laagtemperatuur-, middentemperatuur- en hoogtemperatuur-) warmtenetten als duurzame warmtevoorziening ziet (op dezelfde manier als in de eerdere TVW van de gemeente is gedaan). Dat acht de gemeente dermate concreet dat we kunnen spreken van kaderstelling voor te nemen besluiten voor projecten. Voorbeeld van zo’n project is de aanleg van een buisleiding. Hetzelfde geldt als in het warmteprogramma uitspraken worden gedaan over (zoek)locaties voor het realiseren van geothermiebronnen.

Daarnaast beschrijft de gemeente in het warmteprogramma in welke gebieden de aanwijsbevoegdheid voor het beëindigen van de levering van aardgas (instrument onder de Wgiw) mogelijk wordt ingezet gedurende de uitvoeringsperiode van dit eerste warmteprogramma. Wanneer de aanwijsbevoegdheid in gang wordt gezet, worden gebouweigenaren verplicht om voor een bepaalde datum van het aardgas af te gaan en over te stappen naar een aardgasvrije warmtevoorziening.

Tot slot kan de planMER-plicht ontstaan als bij het warmteprogramma, vanwege mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebied, een passende beoordeling moet worden opgesteld. In de buurt van Haarlem ligt immers het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid. Het warmteprogramma is dus een omgevingsprogramma. Ervan uitgaande dat het programma kaderstellend is, geldt de verplichting om een planMER op te stellen. Ook is een planMER niet uitgesloten vanwege een mogelijke plicht een passende beoordeling op te stellen.

1.4 Doel van de mer-procedure bij het warmteprogramma

Met de milieueffectrapportage (mer) worden de milieueffecten van een plan of project in beeld gebracht, voordat de overheid daar een besluit over neemt. Het doel van de mer-verplichting is om te verzekeren dat de milieubelangen een volwaardige plaats krijgen in de besluitvorming over plannen, programma's en projecten. Besluiten over activiteiten met ingrijpende gevolgen voor het milieu kunnen pas verantwoord worden genomen als de verwachte milieugevolgen van tevoren goed bekend zijn.

Daarom dient te worden verzekerd dat de mogelijke milieugevolgen van voornemens al tijdens de planvorming zo volledig mogelijk in beeld worden gebracht. De onderzoeksresultaten van de mer staan in het milieueffectrapport (MER).

In het geval van strategisch onderzoek bij plannen en programma's wordt gesproken over een 'planMER' (een MER, behorend bij een plan of programma, zoals het warmteprogramma). De afkorting "mer" gaat dus over de procedure, terwijl met de afkorting "MER" het uiteindelijke milieueffectrapport wordt bedoeld. Dit is vastgelegd in artikel 16.4 in de Omgevingswet en hoofdstuk 11 van het Omgevingsbesluit. Het planMER geeft daarmee al in een vroeg stadium inzicht in de gevolgen en haalbaarheid van projecten, of welke aandachtspunten daarbij in acht genomen moeten worden.

1.5 Rol van de milieueffectrapportage bij het warmteprogramma

De gemeente Haarlem weegt voor alle buurten de mogelijke duurzame alternatieven voor de warmtevoorziening af en kiest een voorkeursoplossing om iedere buurt aardgasvrij te maken. Technisch en financieel onderzoek is hiervoor de basis. Om te komen tot een voorkeur voor een duurzame warmtevoorziening per buurt is gekeken naar laagste kosten en technische haalbaarheid.

Om ook de milieueffecten van de warmtevoorziening op de leefomgeving in beeld te brengen, is dit planMER opgesteld. Informatie uit het planMER helpt om de mogelijke milieueffecten van de warmtetransitie in overzicht te brengen, waaronder de impact op luchtkwaliteit, geluid, bodem, water en biodiversiteit. Het planMER maakt de mogelijke risico's en negatieve effecten inzichtelijk. Waar risico's bestaan op milieueffecten, zijn mitigerende maatregelen nodig om deze te beperken. Deze mitigerende maatregelen neemt de gemeente mee naar de gebiedsgerichte aanpakken, om toe te werken naar een zo optimaal mogelijk ontwerp voor de definitieve warmtevoorziening.

De inzichten uit het planMER zijn daarmee ook een integraal onderdeel in de buurtgerichte aanpakken waarbij ontwerpen steeds concreter worden gemaakt. Zo kunnen de risico's en effecten beter beheerst en gemitigeerd worden, wat bijdraagt aan een duurzamere en verantwoorde uitvoering van het Warmteprogramma. Naast dat dit planMER beslisinformatie levert voor het warmteprogramma wordt hiermee ook voldaan aan de mer-plicht die geldt omdat er sprake is van kader stellende keuzes.

Daarnaast zorgt een planMER voor transparantie in het besluitvormingsproces en biedt het de mogelijkheid voor bewoners en andere stakeholders om te reageren op voorgestelde keuze.

1.6 Leeswijzer

Het vervolg van dit rapport gaat verder in op een aantal parallelle processen die plaatsvonden terwijl het voorliggende planMER werd opgesteld. Deze processen hebben geleid tot nieuwe inzichten voor het planMER. In het hoofdstuk is benoemd om welke inzichten het gaat en hoe deze zijn meegenomen.

Hoofdstuk 3 bevat meer informatie over het warmteprogramma van de gemeente Haarlem en aspecten die relevant zijn voor dit planMER. In hoofdstuk 4 is de methodiek van dit planMER toegelicht en in hoofdstuk 5 wordt de referentiesituatie van de warmtetransitie in de gemeente Haarlem toegelicht.

Hoofdstuk 6 bevat informatie over de alternatieven die in dit planMER worden onderzocht en hoofdstuk 7 bevat informatie over de verschillende wijktypen die in Haarlem voorkomen.

Vanaf hoofdstuk 8 volgen de effectbeoordelingen per milieuthema en in hoofdstuk 9 volgen de conclusies van deze beoordelingen in de vorm van de slotbeschouwing. Nadere informatie is te vinden in de bijlage van dit planMER.

2 Parallelle processen

Terwijl het voorliggende planMER werd opgesteld speelden een aantal andere processen die tot nieuwe inzichten hebben geleid voor dit planMER. Als eerste werd ook in andere gemeenten een soortgelijke mer-procedure doorlopen en is daar lering uit getrokken voor de gemeente Haarlem. Daarnaast lag de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) bij het voorliggende planMER ter inzage en zijn daarop zienswijzen ingediend die in het planMER zijn verwerkt. In dit hoofdstuk zijn de samenhangende processen toegelicht en is aangegeven tot welke inzichten dit heeft geleid.

2.1 Reacties op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau

Een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) is een plan van aanpak voor een uit te voeren mer-onderzoek. Het beschrijft wat onderzocht wordt en hoe; het voornemen, alternatieven daarvoor, de milieueffecten en aanpak voor het onderzoek. De NRD voor dit planMER heeft 4 april tot en met 9 mei 2025 ter inzage gelegen, waarbij belanghebbenden schriftelijk hebben kunnen reageren.

Op de NRD zijn drie zienswijzen binnengekomen. De reacties zijn ingediend door het Hoogheemraadschap van Rijnland, Provincie Noord-Holland en de Omgevingsdienst IJmond. Er zijn geen zienswijzen binnengekomen vanuit bewoners of ondernemers in de gemeente. Hieronder zijn de binnengekomen zienswijzen toegelicht en is aangegeven hoe met de binnengekomen zienswijzen op de NRD in het planMER rekening is gehouden.

Provincie Noord-Holland

Zienswijze

De Provincie Noord-Holland geeft aan zich te herkennen in de te onderzoeken thema's en ziet geen aanvullende thema's.

Antwoord

Niet van toepassing

Hoogheemraadschap

Zienswijze

Het Hoogheemraadschap van Rijnland vraagt of al bekend is wat de potentiële geothermielocaties zijn en of deze in beeld kunnen worden gebracht.

Antwoord

Er zijn zoekgebieden in beeld. Deze locaties zijn beschreven in hoofdstuk 6.1.

Omgevingsdienst IJmond

Zienswijze

Antwoord

De Omgevingsdienst IJmond stelt een aantal inhoudelijke vragen ten aanzien van de thema's geluid, bodem en natuur.

- De Omgevingsdienst vraagt of de warmtetransitie ook effect heeft op klimaatadaptatie en hittestress.
- De Omgevingsdienst geeft aan het onderwerp externe veiligheid te missen.
- Het lijkt erop dat er niet wordt ingegaan op de cumulatieve geluidseffecten en de hinderbeleving die veroorzaakt (kan) worden door het gebruik van benodigde installaties en warmtepompen. Wordt er getoetst aan de geluid- en trilling grenswaarde uit het Omgevingsplan?
- Komt er een analyse van/naar bekende bodemverontreinigingen en eventuele effecten daarvan op de haalbaarheid van de alternatieven?
- Wordt er ook onderzoek gedaan naar de effecten op/instandhouding van populaties van beschermde diersoorten?

De gemeente Haarlem zal in het warmteprogramma bovenal ingaan op het onderwerp 'warmte'. De toekomstige 'koude-vraag' is geen onderdeel van het warmteprogramma. Bepaalde warmtevoorzieningen bieden echter wel kansen om aan de toenemende koude-vraag te voldoen. In andere beleidsdocumenten speelt koude en tegengaan van hittestress wel een rol, bijvoorbeeld in beleidsstukken met betrekking tot klimaatadaptatie en groen.

Het thema externe veiligheid wordt in dit planMER beschouwd voor de warmtebron geothermie. Het voornaamste risico met betrekking tot externe veiligheid is het risico op een blow-out. Dit risico wordt onder externe veiligheid in een projectMER in een later stadium verder onderzocht.

Er wordt in dit planMER ingegaan op cumulatieve geluidshinder. Ook wordt ingegaan op hinder door trillingen. Er wordt getoetst aan grenswaarden in het gemeentelijke actieplan.

In dit planMER is onderzocht waar bodemverontreiniging te verwachten is en waar mogelijk effecten zijn op de bodem. Er worden niet concreet suggesties gedaan over de haalbaarheid van alternatieven. Er zijn aandachtspunten beschreven.

Er is in dit planMER kwalitatief onderzoek gedaan naar de effecten op instandhouding van populaties en beschermde diersoorten.

2.2 Samenhang met andere gemeenten

Iedere gemeente in Nederland dient een warmteprogramma op te stellen. Meerdere gemeenten in Nederland zullen in het warmteprogramma ook kaderstellend zijn voor te nemen besluiten over projecten, zoals het aanleggen van warmtenetten. Voor meerdere gemeenten in Nederland geldt daarom dat een planMER moet worden opgesteld. Meerdere gemeenten in Nederland zijn de mer-procedure al gestart en een aantal gemeenten hebben het planMER al opgesteld. De eerste

gemeente in Nederland die een planMER opstelde bij de warmtetransitie was de gemeente Utrecht. Het planMER werd in mei 2025 gepubliceerd en in juni 2025 voorzien van een advies van de Commissie mer.

De conclusie van dit advies was dat het MER “veel goede en relevante milieu-informatie geeft voor de afweging voor het aardgasvrij maken van de gemeente”. Desondanks concludeert de Commissie ook dat er nog belangrijke informatie ontbreekt en dat het nodig is om aanvullingen te doen op het gebied van geothermie, ruimtegebruik, geluid en trillingen, drinkwater en cultuurhistorie en archeologie. Ook geeft de Commissie aan dat duidelijk moet worden gemaakt in hoeverre niet-woningen (zoals bedrijfspanden en maatschappelijke panden) worden meegenomen in het planMER en dat de indeling van wijktypen niet aansluit bij de opgave en keuzes in de warmtetransitie.

Met dit advies in het achterhoofd, is in samenspraak met de gemeente Haarlem besloten dat de mer bij het Haarlemse warmteprogramma dezelfde methodiek volgt als de mer bij de beleidsnota warmte van de gemeente Utrecht. Dit planMER bevat ook basisinformatie over milieueffecten in de warmtetransitie die in iedere gemeente in Nederland van toepassing is. In het voorliggende planMER zijn ten opzichte van de NRD en op basis van het planMER van Utrecht een aantal aanpassingen gedaan:

- Het planMER richt zich op het vergelijken van alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie, maar ook op het vergelijken van alternatieven onderling. Het vergelijken van alternatieven onderling past bij de scope van het warmteprogramma. Immers, in het warmteprogramma zijn op basis van technische en economische analyses keuzes gemaakt over de voorkeursalternatieven in de warmtetransitie. Dit planMER vult deze analyses aan met milieu-informatie over de alternatieven.
- Bij het opstellen van dit planMER is zoveel mogelijk gebruikgemaakt van bestaande methoden en al beschikbare informatie. Deze informatie is op basis van ‘expert judgement’ gecontroleerd en aangescherpt met lokale data en informatie over de gemeente Haarlem. In hoofdstuk 4 is meer te lezen over de toegepaste methodiek.
- De indeling van wijktypen op basis van de Klimaateffectlas is toegepast als basis voor de indeling. De wijktypen zijn aangevuld met lokale kenmerken, zoals energielabels, bouwjaar, bouwtype, gebouwdichtheid op basis van woningequivalenten. Op deze manier is zoveel mogelijk aangesloten bij warmtetransitie relevante onderwerpen, maar is ook aangesloten bij voor milieuthema’s relevante (geografische) onderwerpen die door de Klimaateffectatlas al zijn onderzocht.
- Er is, anders dan in de NRD beschreven, geen kwantitatief geluidsonderzoek uitgevoerd. Wel is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerd geluidsonderzoek naar warmtepompen door Haskoning, is verwezen naar andere onderzoeksresultaten en is semi-kwantitatief onderzoek gedaan naar risico op geluidsoverlast aan de hand van weglengte, straatbreedte en woningequivalenten.

Anders dan in de NRD beschreven is ook geen kwantitatief onderzoek gedaan naar totale circulaire materialen en totaal materiaalgebruik. Dit omdat detailinformatie over ontwerpen nog onbekend is. De in dit planMER gehanteerde aanpak sluit aan bij het uitwerkingsniveau van het warmteprogramma.

- Er zijn in het warmteprogramma nog geen detailontwerpen bekend. Wel zijn er voor een aantal warmtebronnen, namelijk geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie, zoekgebieden gedefinieerd. In dit planMER zijn deze zoekgebieden nader onderzocht als onderdeel van een analyse naar lokale aandachtspunten. Specifiek voor geothermie is omgevingsveiligheid als milieuthema toegevoegd.

3 Scope warmteprogramma gemeente Haarlem

Het warmteprogramma gaat over het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving: woningen, kantoren, bedrijfsgebouwen en maatschappelijk vastgoed. Het warmteprogramma gaat niet over het verduurzamen van de mobiliteit, landbouw of industrie. Verder zijn er onderwerpen die samenhangen met, of randvoorwaardelijk zijn voor, het warmteprogramma, maar in het planMER beperkt of niet aan bod komen. In dit hoofdstuk wordt de scope van het warmteprogramma nader toegelicht.

3.1 Een warmteprogramma

Zoals eerder toegelicht moeten alle woningen in Haarlem op termijn van het aardgas af. De gemeente heeft bij het aardgasvrij maken van de stad de regierol van de rijksoverheid gekregen. Elke gemeente is verplicht om uiterlijk 31 december 2026 een warmteprogramma te hebben vastgesteld. In het warmteprogramma beschrijft een gemeente welke aanpak de komende tien jaar wordt gevolgd voor het aardgasvrij maken van wijken en buurten. Hiermee worden de ambitie, uitgangspunten en instrumenten voor deze transitie weergegeven. Het warmteprogramma bouwt voort op de TVW die is vastgesteld in 2021.

Het warmteprogramma bestaat op hoofdlijnen uit

- Een overzicht van de energie-infrastructuur die ter vervanging van aardgas wordt ingezet en een indicatie van de kosten (het WAT);
- Locaties waar de gemeente de komende 5 jaar aan de slag gaat (het WANNEER);
- De aanpak voor deze geselecteerde gebieden (het HOE).

3.2 Warmtevoorziening

Hoe de gemeente aardgasvrij wordt, verschilt per buurt. De gemeente onderzoekt vijf warmtevoorzieningen die voor Haarlem voor de hand liggen om op in te zetten. Een warmtevoorziening is een techniek die als duurzaam alternatief voor aardgas dient. De gemeente onderzoekt de volgende warmtevoorzieningen:

1. Grootschalig middentemperatuur (MT) warmtenet.
2. Decentraal middentemperatuur (MT) warmtenet.
3. Zeer laagtemperatuur (ZLT) warmtenet.
4. Individuele luchtwarmtepomp
5. Individuele bodemwarmtepomp.

Naast een goed geïsoleerd gebouw is een alternatief voor de aardgasgestookte cv-ketel nodig. Voor sommige buurten zijn individuele warmtevoorzieningen, zoals een warmtepomp, hiervoor het beste alternatief. In andere buurten heeft een collectieve warmtevoorzieningen, zoals een warmtenet meer voordelen.

In het warmteprogramma wordt – daar waar mogelijk – een voorkeursvoorziening naar aardgasvrij per buurt opgenomen. Deze wordt met een kaart opgenomen in het warmteprogramma. De

voorlopige voorkeursvoorziening op deze kaart is tot stand gekomen op basis van technische en financiële analyses.

3.3 Waar het planMER niet over gaat

Er zijn een aantal onderwerpen en technieken die in het PlanMER niet worden uitgewerkt. Het gaat om netcongestie, koude en hernieuwbare gassen. Hieronder volgt een toelichting.

Netcongestie

In Nederland en ook in Haarlem hebben we te maken met netcongestie. Netcongestie houdt in dat er meer elektriciteit wordt opgewekt of gevraagd dan het elektriciteitsnet aankan, wat leidt tot overbelasting. Een mer-procedure is gericht op het beoordelen van milieueffecten, of breder gezegd leefomgevingseffecten. Rekening houden met netcongestie is een randvoorwaarde voor het warmteprogramma, maar wordt niet gezien als een milieu- of leefomgevingseffect dat het gevolg is van het programma zelf. Daarom stuurt het warmteprogramma juist aan op netbewust programmeren en netbewuste systemen.

Netcongestie wordt om die reden niet als zelfstandig thema meegenomen in het beoordelingskader van het planMER. Wel wordt, zo nodig, in het planMER rekening gehouden met een scenario waarin onvoldoende netcapaciteit beschikbaar is om de aanleg van (elektrische) warmtevoorzieningen uit te voeren. De mogelijke netuitbreiding is meegenomen in de verschillende alternatieven en de beoordeling daarvan. Ook is straling als milieuthema meegenomen in verband met de nodige netverzwaring.

In het geval netverzwaring nodig is zal gebruik moeten worden gemaakt van fossiel aangedreven materieel, wat kan leiden tot extra emissies naar de lucht. Dit wordt niet meegenomen in dit planMER, maar wordt onderzocht bij netverzwarringsprojecten. Voor dit planMER wordt ervan uitgegaan dat netverzwaring wordt gerealiseerd alsook een duurzame warmtevoorziening.

Koude en hitte

De gemeente Haarlem zal in het warmteprogramma bovenal ingaan op het onderwerp 'warmte'. De toekomstige koude vraag is geen onderdeel van het warmteprogramma. Bepaalde warmtevoorzieningen bieden echter wel kansen om aan de toenemende 'koude'-vraag te voldoen. In het planMER zal op kwalitatieve wijze stil worden gestaan bij 'koude'. Ook in andere beleidsdocumenten speelt koude en tegengaan van hittestress een rol, bijvoorbeeld in beleidsstukken met betrekking tot klimaatadaptatie en groen.

Hernieuwbare gassen

Hernieuwbare gassen zijn gassen zoals groen gas of waterstof. Deze zullen op de middellange termijn echter geen rol spelen in de verwarming van de gebouwde omgeving. Vanwege de verwachte schaarste en hoge prijzen zullen deze hoogstens een optie zijn voor de piekvoorziening van warmtenetten en bedrijven (voor proceswarmte).

4 Methodiek van het planMER

Het milieuonderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van twee stappen. Iedere stap bestaat uit meerdere onderdelen. In dit hoofdstuk is de methodiek per stap toegelicht. Ook is in dit hoofdstuk de opbouw van de onderzoeken en de manier van beoordelen van de milieueffecten in het toegelicht.

4.1 Onderzoeksmethode

Het doel van het planMER is om inzichtelijk te maken welke milieueffecten ontstaan bij het toepassen van een bepaalde warmtevoorziening in de gemeente Haarlem. De aanpak van de milieuonderzoeken sluit aan bij het abstractieniveau van het warmteprogramma.

Per milieuthema zijn analyses gedaan naar mogelijk milieueffecten op basis van onder andere literatuuronderzoek, (openbare) geografische data en 'expert judgement'. De analyses zijn veelal kwalitatief en zijn kwantitatief waar dat mogelijk is. De wijze waarop de analyses zijn uitgevoerd is per milieuthema aangegeven in de navolgende paragrafen in dit hoofdstuk.

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. laat de verschillende onderzoekstappen zien die tijdens het opstellen van dit planMER zijn uitgevoerd. Hierna is van iedere stap een nadere toelichting gegeven.



Figuur 4-1: Onderzoeksmethode

4.1.1 De eerste stap

Referentiesituatie

Als eerste stap is de referentiesituatie wat betreft de warmtetransitie bepaald. De referentiesituatie is de huidige situatie inclusief autonome ontwikkelingen. Ook is de referentiesituatie voor elk milieuthema uitgewerkt. De referentiesituatie wat betreft de warmtetransitie is terug te lezen in hoofdstuk 5. De referentiesituatie per milieuthema is uitgewerkt in hoofdstuk 8.

Beschrijving alternatieven

In het planMER worden meerdere alternatieven voor het warmteprogramma naast elkaar onderzocht en met elkaar vergeleken. Alternatieven zijn alternatieve mogelijke uitwerkingen van keuzes in het programma, waarmee onderzocht kan worden of bepaalde keuzes (milieu-) voor- en/of nadelen hebben.

Een alternatief is realistisch als het technisch haalbaar, betaalbaar en vergunbaar is en als het een invulling geeft aan de doelstelling van het programma. Door meerdere mogelijke alternatieven te onderzoeken in het planMER wordt het plan of programma zorgvuldig afgewogen. Het onderzoeken van alternatieven is een essentieel onderdeel van de mer-procedure.

Definiëren van wijktypen

De gemeente Haarlem telt in totaal 111 buurten. Idealiter worden de milieueffecten van al deze buurten individueel onderzocht, maar dit is tijdrovend en kan in een latere fase van de warmtetransitie nader worden beschouwd. Daarom wordt in dit planMER onderzoek gedaan naar 'wijktypen'; een bundeling van buurten op basis van vergelijkbare kenmerken. In dit planMER is in hoofdstuk 7 terug te lezen welke wijktypen in de gemeente Haarlem zijn onderscheiden.

4.1.2 De tweede stap

Generieke effectbeoordeling per alternatief

Na het bepalen van de referentiesituatie voor elk thema, zijn de generieke milieueffecten in overzicht gebracht. Met generieke milieueffecten worden de algemene milieueffecten van de alternatieven bedoeld die bij een alternatief altijd voorkomen, los van het zoekgebied of een specifieke locatie.

De generieke effectbeoordeling is op een hoog abstractieniveau gebeurd. Er zijn immers in het warmteprogramma geen ontwerpen of detailuitwerking per gebied beschikbaar, alleen een voorkeursoplossing, eventueel in combinatie met een potentiële warmtebron.

De analyse is een kwalitatieve beoordeling op basis van 'expert judgement', bestaande informatie over milieueffecten van alternatieven. Waar nodig zijn de effectbeoordelingen ondersteund met indicatieve berekeningen.

Beoordeling per wijktype

De impact van warmtevoorzieningen naar aardgasvrij verschilt per buurt. De gemeente Haarlem telt in totaal 111 buurten. Gezien het detailniveau van een warmteprogramma wordt in dit planMER onderzoek gedaan naar 'wijktypen'; een bundeling van buurten op basis van vergelijkbare kenmerken. In de uitvoering van het Warmteprogramma kunnen, waar nodig, milieueffecten nader worden onderzocht voor specifieke buurten (onderdeel van het opstellen van Uitvoeringsplannen). Dit resulteert in een beoordeling per milieuthema, per alternatief en per wijktype. Daarbij is onderscheid gemaakt in de aanleg- en gebruiksfase.

Voor alle wijktypen in Haarlem zijn aan de hand van een GIS-analyse de unieke kenmerken van de wijktypen inzichtelijk gemaakt. Het gaat hierbij om kenmerken zoals de gemiddelde breedte van

straten per wijktype, gemiddeld percentage groen, verharding en openbare ruimte per wijktype, gemiddelde weglengte per wijktype en gemiddelde woningequivalent (WEQ) per hectare per wijktype. Op basis van deze kenmerken van wijktypen zijn bepaalde aannames gedaan over de mogelijke milieueffecten. Op buurtniveau kunnen de gemiddelde kenmerken afwijken. In het kader hieronder is samengevat wat de aannames zijn. In hoofdstuk 7 is meer te lezen over de kenmerken van wijktypen.

Aannames milieueffecten op basis van gemiddelde kenmerken wijktypen

- Hoe smaller de gemiddelde straatbreedte, hoe hoger de kans is op negatieve effecten (geluid, bodem, ruimtelijke kwaliteit, drinkwater) voor aanleg van een warmtenet.
- Hoe dichter gebouwen gemiddeld op elkaar staan en hoe hoger het aantal WEQ's, hoe groter de kans op negatieve effecten (geluid, bodem, circulariteit, grondwater).
- Hoe meer openbare ruimte, hoe minder kans op negatieve effecten (ruimtelijke kwaliteit, geluid).

Locatie specifieke aandachtspunten

Tot slot is er voor elke buurt een beoordeling gedaan op basis van specifieke (geografische) informatie per buurt, behorend bij de milieuaspecten. Zie hiervoor het onderstaande kader. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om buurten die bijvoorbeeld qua kenmerken afwijken van het wijktype, om specifiek beleid dat van toepassing is in een bepaalde buurt of archeologische waarden die in bepaalde buurten voorkomen.

Op basis van deze informatie kan het zijn dat de beoordeling van het betreffende wijktype wijzigt voor een specifieke buurt. Bijvoorbeeld omdat de gemiddelde kenmerken van een buurt significant afwijken van het wijktype of omdat er andere specifieke aandachtspunten op lokaal (en buurtniveau) zijn. In de bijgeleverde bijlage 4 met aandachtspunten op buurtniveau is te zien welke buurten een andere beoordeling krijgen dan het wijktype.

Meegenomen geografische componenten

- Archeologische en cultuurhistorische waarden
- De emissiezone
- Ligging van het huidige warmtenet
- Drinkwaterwingebieden- en beschermingszones
- Leefgebieden van beschermde soorten in de gemeente Haarlem
- Oppervlaktewateren voor thermische energieopwekking
- Nabijgelegen Natura 2000-gebieden
- Afwijkingen met betrekking tot de kenmerken van buurten ten opzichte van het wijktype.

4.1.3 Slotbeschouwing

De belangrijkste knelpunten die op buurt- en stadsniveau spelen per alternatief staan beschreven in hoofdstuk 9. Dit hoofdstuk moet worden gelezen als een opsomming van belangrijke aandachtspunten per alternatief naar aardgasvrij waarbij bij het kiezen van een voorkeurstechiek per buurt rekening gehouden moet worden. In dit hoofdstuk is ook een tabel opgenomen met de beoordelingen per alternatief voor alle aspecten in de aanleg- en gebruiksfase.

4.2 Beoordelingsmethodiek milieuthema's

Het doel van het planMER is om de relevante milieueffecten van het warmteprogramma inzichtelijk te maken. In dit MER zijn 10 thema's onderzocht. Voor elk thema is gekeken op welke milieuaspecten de voorgenomen activiteit impact heeft. Deze aspecten zijn weer verder uitgewerkt in indicatoren. Een indicator is een precieze omschrijving van wat er precies is onderzocht.

Alle indicatoren die worden onderzocht in het MER zijn bij elkaar gezet in het beoordelingskader (zie Tabel 4-1). Daarnaast wordt in de laatste kolom van aangegeven of het milieueffect in de aanleg- en/of gebruiksfase van een alternatief optreedt. Per milieuthema is onder Tabel 4-1 een nadere toelichten gegeven hoe het thema is onderzocht in dit planMER.

Tabel 4-1: Beoordelingskader

Thema	Aspect	Indicator	Fase
Geluid en trillingen	Geluidhinder	Toename van het geluid op de gevels van geluidgevoelige gebouwen	Aanleg en gebruik
	Hinder door trillingen	Hinder of schade door trillingen bij de aanleg	Aanleg en gebruik
Straling	Elektromagnetische straling	Toename van laagfrequente geluid en elektromagnetische straling	Aanleg en gebruik
Bodem	Bodemkwaliteit	De impact op biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit	Aanleg en gebruik
Water	Oppervlaktewater	Thermisch effect op waterleven (voornamelijk relevant in het geval van thermische energie uit oppervlaktewater) en effecten door wateronttrekking	Aanleg en gebruik
	Grondwater	Geohydrologische impact op grondwaterkwaliteit en kwantiteit	Aanleg en gebruik
		Thermische impact op grondwaterkwaliteit	Aanleg en gebruik
	Drinkwater	Impact op kwaliteit van drinkwater in nabijgelegen leidingen	Aanleg en gebruik
Luchtkwaliteit	Luchtkwaliteit en stikstofdioxide	Uitstoot van fijnstof en stikstofdioxide	Aanleg en gebruik
	Beschermde soorten	Impact op beschermde soorten	Aanleg en gebruik

Natuur en biodiversiteit	Beschermde gebieden	Impact op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-, NNN- en Natuurnetwerk Haarlem-gebieden	Aanleg en gebruik
Circulariteit	Circulair materiaal gebruik	Hergebruik bestaand materiaal	Aanleg en gebruik
	Totaal materiaal gebruik	Hoeveelheid materiaal dat in totaal nodig is	Aanleg en gebruik
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Verrommeling van de buitenruimte	Aanleg en gebruik
	Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid openbare ruimte	Totaal benodigd bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte	Aanleg en gebruik
	Ondergronds ruimtegebruik	Inpasbaarheid in de grond	Aanleg en gebruik
Archeologie en cultuurhistorie	Archeologische waarden	Behoud archeologische waarden	Aanleg en gebruik
	Cultuurhistorische waarden	Behoud cultuurhistorische waarden en erfgoed	Aanleg en gebruik
Externe veiligheid	Externe veiligheid	Externe veiligheid met betrekking tot geothermie	Aanleg en gebruik

Geluid en trillingen

Op basis van de keuzen voor een alternatief wordt in meer of mindere mate geluid geproduceerd. Behalve geluid worden bij de aanleg en mogelijk ook tijdens de gebruiksfase trillingen veroorzaakt. Daarom worden de volgende twee aspecten onderzocht: 1) Geluidhinder vanwege de aanleg en de installatie, inclusief laagfrequent geluid, 2) Hinder of schade door trillingen.

Voor zowel de aanleg- als gebruiksfase wordt een beoordeling gemaakt van de optredende geluidsbelasting. De verwachting is dat geluid en trilling effecten in de aanlegfase van warmtenetten kunnen optreden en dat geluidhinder bij all-electric technieken (bijvoorbeeld warmtepompen) in de gebruiksfase kan optreden. Geluidseffecten van warmtepompen kunnen technisch te mitigeren zijn, zodat de geluidseffecten van de warmtepompen binnen de geluidgrenswaarden uit het Bbl (op de erfgrens) blijven.

Voor trillingen worden de te verwachten trillingsniveaus tijdens de aanlegfase onderzocht, en, indien relevant, ook in de gebruiksfase. Deze niveaus worden getoetst aan de streefwaarden uit SBR-richtlijn B: trillinghinder voor personen in gebouwen.

Afhankelijk van het gekozen alternatief kan er in meer of mindere mate hinder door geluid (inclusief laagfrequent geluid) en trillingen optreden, zowel bij de aanleg als tijdens de gebruiksfase. Er is per alternatief een inschatting gemaakt van de te verwachten hinder en de mogelijkheden om deze te mitigeren.

Straling

Wat betreft straling wordt op hoofdlijnen beschouwd wat de mogelijke aandachtspunten zijn met betrekking tot elektromagnetische straling in relatie tot het elektriciteitsnetwerk. Over dit thema is echter nog weinig informatie beschikbaar.

Bodem

Voor effecten van de alternatieven van aardgasvrij die gebruik maken van de ondergrond wordt de impact van de aanleg of het gebruik van een alternatief op de biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit en het ontstaan en verspreiden van verontreinigingen onderzocht.

Bij biologische en chemische kwaliteit wordt gekeken naar de effecten op de bestaande kwaliteit van de bodem door plaatselijke temperatuurverhoging, door het vrijkomen van nutriënten (bijvoorbeeld stikstof en fosfor) door vergraving of temperatuursverhoging en verarming/verrijking van parameters (bijvoorbeeld zware metalen en minerale olie) in de bodem.

Bij fysische kwaliteit wordt gekeken naar veranderingen in de bodemopbouw, meer in het bijzonder de degradatie van bodemlagen (klei door uitdroging en veen door verbranding aan de lucht) en thermische effecten door uitdroging (met gevolgen als zetting). Het onderzoek naar bodemkwaliteit wordt gedaan op basis van beschikbare bouwtechnische informatie over de technieken (bijvoorbeeld hoeveelheid boringen, diepte boringen, mate van verstoring van de bodem) en beschikbare openbare kennis over de bodemopbouw.

Oppervlaktewater

Voor oppervlaktewater onderzoekt het MER de impact die temperatuurverschillen hebben op het waterleven (bij de aanleg en gebruik van een aquathermie systeem). Effecten op de (ecologische) oppervlaktewaterkwaliteit zijn aan de orde als gebruik wordt gemaakt van het oppervlaktewater als warmtebron, waarbij water met een lagere temperatuur wordt terug geloosd. Dit is in meer of mindere mate het geval bij meerdere alternatieven.

Ook de effecten van eventuele lozing van verontreinigende stoffen wordt meegenomen. De effecten zullen worden beoordeeld aan de hand van de STOWA Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen. Aspecten die onder meer een rol spelen bij de beoordeling zijn het debiet van de TEO, het temperatuurverschil tussen geloosd en ontvangend water, het karakter van het water waaruit wordt onttrokken (en waarop wordt geloosd), de periode waarin wordt geloosd en de aanwezige levende organismen. Voor oppervlaktewater wordt onderscheid gemaakt tussen open en gesloten systemen:

- Bij open systemen wordt water onttrokken uit een bron (zoals een rivier of kanaal), door een warmtewisselaar geleid en vervolgens weer geloosd. Hierbij vindt directe uitwisseling van water

plaats met de omgeving, wat invloed kan hebben op de temperatuur en kwaliteit van het ontvangende water.

- Bij gesloten systemen vindt géén directe uitwisseling van water plaats met de omgeving. De warmteoverdracht verloopt via een gesloten circuit met een warmtewisselaar. Hoewel er geen lozing plaatsvindt, kunnen ook gesloten systemen indirect thermische effecten veroorzaken, bijvoorbeeld door warmteafgifte aan de bodem, lucht of grondwater. Deze effecten worden in het planMER meegenomen in de beoordeling van ecologische impact, waar relevant eveneens op basis van de STOWA-handreiking.

In dit planMER ligt de nadruk op open systemen, vanwege hun directe interactie met het oppervlaktewater. Gesloten systemen worden meegenomen voor zover ze indirecte invloed hebben op oppervlaktewater, bijvoorbeeld via regeneratie van bodemenergiesystemen met aquathermie of via warmteafgifte aan de omgeving.

Bij de beoordeling van effecten op oppervlaktewater wordt niet uitsluitend gekeken naar waterlichamen die onder de Kaderrichtlijn Water (KRW) vallen. Ook overige waterlichamen, zoals kleinere stedelijke vijvers, sloten en singels, worden meegenomen in de ecologische beoordeling. Hoewel deze wateren niet onder de formele KRW-doelstellingen vallen, kunnen ze lokaal ecologisch waardevol zijn en gevoelig voor temperatuurveranderingen of verstoring. In latere uitwerkingen wordt nadrukkelijk geadviseerd aandacht te besteden aan beide typen waterlichamen, zodat ook cumulatieve en lokale effecten goed in beeld komen. Er wordt getoetst op de impact op de vereisten van de Kaderrichtlijn Water. Aangegeven wordt of, en waar eventuele knelpunten kunnen optreden. Mochten er knelpunten optreden, dan wordt aangegeven welke mitigerende maatregelen er mogelijk zijn.

Grondwater

Bij grondwater wordt bekeken wat de impact is van bodemenergiesystemen op functioneren van het (grond)watersysteem, grondwaterstand en stromingsrichting voor de volgende aspecten: 1) impact op grondwaterkwaliteit, 2) impact op grondwaterkwantiteit en 3) thermische impact op grondwaterkwaliteit.

Voor de impact op grondwaterkwaliteit wordt gekeken naar de mogelijke effecten op het zoet/brak en brak/zout grensvlak, mogelijke effecten op redoxovergangen in de ondergrond en potentiële effecten op grondwaterverontreinigingen.

Bij de impact op grondwaterkwantiteit wordt voornamelijk gekeken naar de afgeleide effecten van een grondwaterstandsval en/of grondwaterstandsstijging. Bij de toepassing van open/gesloten bodemenergiesystemen wordt immers al het onttrokken water ook weer geïnfiltreerd in de bodem. Een uitzondering hierop is het gebruik van water voor de aanleg van een systeem, dit wordt afzonderlijk beschouwd. Voor de afgeleide effecten van de onttrekking/infiltratie wordt gekeken naar de effecten op zettingen, effecten op natuurlijk/stedelijk groen, aardkundige waarden en archeologie. Tot slot wordt bij de thermische impact op grondwaterkwaliteit gekeken naar het effect op bacteriegroei.

Effecten op grondwater zijn aan de orde als er actief grondwater onttrokken of geïnfiltreerd wordt of als er energie wordt onttrokken of toegevoegd aan het grondwater (thermische effecten). Dit kan direct (via onttrekkingen/infiltratie bij open bodemenergiesystemen) of indirect door warmte-uitwisseling via buizen/systemen die in de grond liggen. Waar meerdere warmte-koudeopslag systemen vlak naast elkaar worden aangelegd bestaat het risico op cumulatieve effecten. Hierbij wordt aangegeven waar dit kan optreden en wat de gevolgen daarvan zullen zijn.

Daarnaast kan de mate waarin geboord/gegraven wordt in de bodem een effect hebben op het grondwater als bijvoorbeeld de beschermende werking van kleilagen hierdoor wordt verminderd (risico op kortsluitroutes). De lozing van werkwater voor de boringen en in het geval van open systemen water dat vrijkomt bij onderhoud van de bronnen is daarnaast ook een aandachtspunt.

Voor grondwater wordt er onderscheid gemaakt tussen open- en gesloten systemen. Bij gesloten systemen is enkel sprake van een warmtewisselaar en vindt geen uitwisseling van water plaats met de omgeving. Bij open systemen wordt grondwater opgepompt en op een andere locatie weer geïnjecteerd. Aangegeven wordt of, en waar eventuele knelpunten kunnen optreden. Mochten er knelpunten optreden, dan wordt aangegeven welke mitigerende maatregelen er mogelijk zijn.

Drinkwater

Bij het aspect drinkwater gaat het om de impact van warme buisleidingen op de kwaliteit van het drinkwater. Alle aspecten worden onderzocht op basis van de beschikbare bouwtechnische gegevens en onderzoeken over de impact van deze technieken op bovengenoemde wateraspecten. Het meest relevante effect op de drinkwaterkwaliteit is de temperatuurverhoging van het drinkwater in het distributienet, vooral omdat die leidt tot een verhoging van de biologische activiteit in het water. De invloed van de warmtebronnen en technieken op de kwaliteit van de drinkwaterbronnen zal verwaarloosbaar zijn, omdat deze warmtebronnen niet in de nabijheid van drinkwaterbronnen mogen worden gerealiseerd.

Luchtkwaliteit

Bij het thema luchtkwaliteit gaat het met name om de uitstoot van fijnstof (PM10, PM2.5) en stikstofoxiden (NOx) die vrijkomen bij de aanleg van nieuwe technieken en bij de inzet van piek- en back-up met (groen) gas. In Nederland worden de grenswaarden (omgevingswaarden) van de stoffen, waarvoor in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) omgevingswaarden zijn opgenomen, de laatste jaren nauwelijks meer overschreden. Voor elk alternatief wordt daarom een beschouwing op hoofdlijnen gedaan.

In deze beschouwing wordt een analyse van de gebieds- of situatiebeschrijving opgenomen en onderzocht of er kans is op een mogelijke overschrijding van (rijks)omgevingswaarden. Daarnaast wordt beoordeeld of het alternatief een positieve of negatieve impact op de lokale luchtkwaliteit heeft en of het alternatief aantoonbaar onderscheidend is ten opzichte van een andere. Hierbij wordt expliciet aangegeven welke bronnen relevant kunnen zijn voor de luchtkwaliteit (zowel in de aanlegfase als de gebruiksfase). Naast de wettelijke (rijks)omgevingswaarden wordt ook de relatie gelegd met de aangescherpte EU-normen (vanaf 2030) en de WHO-advieswaarden

(advieswaarde, geen juridische verplichting). Ook de positieve milieugevolgen in beeld gebracht, zoals reductie van fijnstof en stikstof (NO_x en NH₃).

Natuur en biodiversiteit

Bij het thema Natuur en biodiversiteit wordt gekeken naar de volgende aspecten: 1) Beschermde soorten, 2) beschermde gebieden en 3) Natura 2000 en stikstof.

Voor het in beeld brengen van de effecten op de door de Omgevingswet beschermde soorten wordt gebruik gemaakt van de Nationale Databank Flora en Fauna, het Groenbeleidsplan (Gemeente Haarlem, 2022) en de aanwezige vegetatiekarteringen (FLORON en mogelijk andere). De meeste effecten worden verwacht op gebouw bewonende soorten zoals huismus, gierzwaluw en vleermuizen door aanpassingen (bijvoorbeeld isolatie) aan gebouwen. Aan de hand van beschikbare gegevens wordt onderzocht welke plekken worden gebruikt door diverse beschermde soorten dan wel geschikt zijn voor bijvoorbeeld verblijfplaatsen voor vleermuizen.

Daarnaast wordt beoordeeld welke effecten ingrepen, (zoals) infrastructurele ingrepen, kunnen hebben op andere (grondgebonden) soorten. Hierbij wordt gekeken of verbodsbepalingen overtreden kunnen worden, zoals het verbod op het verstoren van rust- of verblijfplaatsen. Wanneer een verbodsbepaling overtreden kan worden wordt aangegeven in hoeverre de staat van instandhouding van de betreffende soort verslechtert. De verschillende alternatieven worden beoordeeld op de impact op beschermde soorten en mogelijke en/of nodige mitigerende en/of compenserende maatregelen om negatieve effecten te voorkomen of te verminderen worden beschreven.

De effecten op beschermde gebieden (Natura2000, Natuurnetwerk Nederland en Natuurnetwerk Haarlem) worden inzichtelijk gemaakt aan de hand van het provinciale natuurbeleid, de Natuurdoelanalyses en gemeentelijk natuurbeleid (Ecologisch Beleidsplan, Bomenverordening, Bomenbeleid en Groenbeleidsplan, zie paragraaf 8.6.1). De grenzen van het beschermde gebied worden aangegeven op kaart, inclusief een duidelijke ligging van het plangebied en de afstanden van de voorgenomen activiteit tot de beschermde gebieden. 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). Voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden worden de instandhoudingsdoelstellingen voor de verschillende soorten en habitattypen weergegeven en of er sprake is van een behoud- of verbeterdoelstelling.

Ook wordt er gekeken naar de actuele en verwachte oppervlakte en kwaliteit van de habitattypen en leefgebieden, en naar de actuele en verwachte populatieomvang aan de hand van meerjarige trends. Beoordeeld wordt of de ingrepen mogelijk significant negatieve effecten hebben op beschermde habitats of soorten en, als dat het geval is, hoe die kunnen worden gemitigeerd dan wel gecompenseerd. Tot slot wordt er beoordeeld of er sprake is van een toe- of afname van stikstofdepositie als gevolg van de alternatieven. Dat kan in de permanente gebruiksfase bijvoorbeeld door afname van brandstof aangedreven installaties of processen (bijvoorbeeld afname gasstook voor verwarming).

Daarnaast kunnen er tijdelijke effecten optreden in de aanlegfase door de inzet van mobiele werktuigen (graafmachines, hijskranen, shovels) en/of bouwverkeer voor de aanvoer van materieel, materialen en mensen. Permanente effecten in de gebruiksfase en tijdelijke effecten in de aanlegfase dienen berekend te worden met de laatste versie van het rekenmodel AERIUS. Dit wordt gedaan voor een buurt in nabijheid van Natura 2000 gebied en waar een warmtenet kansrijk is

Circulariteit

Bij het thema circulariteit wordt naar één aspect gekeken, namelijk het totaal materiaalgebruik. Ook is een beschrijving gegeven van circulair materiaalgebruik. In het kader van circulair materiaalgebruik is momenteel nog geen definitieve keuze gemaakt ten aanzien van het hergebruik van bestaande materialen.

Evenmin is er duidelijkheid over de wijze van aanbesteden die hierop van invloed kan zijn. Gezien deze onzekerheden is het aspect circulair materiaalgebruik is hiervoor geen effectbeoordeling uitgevoerd. Zodra er meer duidelijkheid ontstaat over de materiaalstromen en aanbestedingsstrategie, kan dit onderwerp opnieuw worden geëvalueerd en waar nodig worden geïntegreerd in de verdere besluitvorming.

Voor het aspect totaal materiaalgebruik is een kwalitatieve beschouwing gedaan van de verschillende alternatieven om deze op milieu-impact te kunnen wegen en de winst van eventueel hergebruik op milieu-impact in kaart te brengen. Hiervoor is een inschatting gemaakt van benodigd materiaalgebruik per alternatief en is dit vergeleken met het gemiddeld aantal WEQ's per wijktype. Hierbij geldt dat hoe hoger het aantal WEQ's, hoe meer materiaal er naar verwachting nodig is voor een alternatief.

Ruimtelijke kwaliteit

De impact op ruimtelijke kwaliteit wordt in kaart gebracht aan de hand van drie aspecten: 1) zichtbaarheid en beleving, 2) bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte en 3) ondergronds ruimtegebruik. Dit wordt op kwalitatieve wijze geanalyseerd en waar mogelijk semi-kwantitatief.

Zichtbaarheid en beleving gaat om de hoeveelheid individuele technieken die zichtbaar is vanuit de openbare ruimte en wat dat doet met de beleving van deze ruimte (bijvoorbeeld wanneer aan elk huis een warmtepomp hangt).

Bovengrondse ruimtegebruik en inpasbaarheid gaat om het totale bovengrondse benodigde ruimtegebruik in vierkante meter van de technieken. Om een inschatting te maken van de mogelijke inpasbaarheid is bepaald wat het gemiddelde percentage openbare ruimte per wijktype is. Hoe hoger dat percentage, hoe groter de kans dat een alternatief ruimtelijk in kan worden gepast.

Naast de bovengrondse impact wordt er ook gekeken naar de impact van warmtevoorzieningen op ondergronds ruimtegebruik. Ondergronds ruimtegebruik is voornamelijk relevant voor warmtenetten en ondergrondse warmtebronnen. Het ondergronds ruimtegebruik wordt bepaald

aan de hand van straatbreedte, waarbij het uitgangspunt is dat hoe breder de straat, hoe meer ruimte er is om bijvoorbeeld warmteleidingen aan te leggen.

Archeologie en cultuurhistorie

Voor archeologie en cultuurhistorie wordt gekeken naar de impact van de plannen in het warmteprogramma aan de hand van twee indicatoren: 1) behoud archeologische waarden en 2) behoud cultuurhistorische waarden en erfgoed. Hierbij is specifiek ook aandacht voor de impact van bodemenergie en van warmtebuizen in de ondergrond.

Met betrekking tot archeologie worden zowel de aanwezige als te verwachten archeologische waarden beschouwd en hierbij worden de verwachte diepteligging ten opzichte van de verschillende alternatieven betrokken. Met betrekking tot cultuurhistorie en erfgoed worden ook de effecten van de isolatie en warmtevoorzieningen op het erfgoed beschreven. Hierbij wordt aangegeven hoe de beoogde omgang met waardevolle elementen is bij de uitvoering van de werkzaamheden, en de mogelijke mitigerende maatregelen die er nodig zijn. Het archeologische en cultuurhistorisch onderzoek wordt gedaan met een bureaustudie. Er wordt hiervoor gebruik gemaakt van openbare gegevens waaronder de cultuurhistorische en archeologische waardenkaarten.

Omgevingsveiligheid

Voor het warmteprogramma is alleen geothermie in relatie tot omgevingsveiligheid relevant. Er zijn geen andere activiteiten in het warmteprogramma die tot omgevingsveiligheidsrisico's kunnen leiden of activiteiten die in het bijzonder kwetsbaar zijn voor risico's vanuit de omgeving. Omdat er voor geothermie ook nog geen concrete locaties zijn bepaald, kunnen de risico's die daarmee samenhangen niet in detail bepaald worden. In dit planMER zijn daarom enkel aandachtspunten betreffende geothermie in relatie tot omgevingsveiligheid beschreven.

4.3 Beoordelingsschaal

De effecten worden met plussen en minnen op een zevenpuntschaal beoordeeld (van ++ naar --, zie) ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de indicatoren waarvoor een (zeer) negatief effect verwacht worden, zal in het planMER ook worden aangegeven wat mogelijke mitigerende en/of compenserende maatregelen zijn.

Tabel 4-2: Beoordelingsschaal

Score	Toelichting
++	Zeer positief effect ten opzichte van referentiesituatie.
+	Positief effect ten opzichte van referentiesituatie.
0/+	Licht positief effect ten opzichte van referentiesituatie
0	Neutraal/geen effect ten opzichte van referentiesituatie.

0/-	Licht negatief effect ten opzichte van referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van referentiesituatie.
--	Zeer negatief effect ten opzichte van referentiesituatie.
	Geen beoordeling mogelijk en/of onbekend en/of niet van toepassing

Dit planMER gaat in op de effecten die optreden als gevolg van de aanleg van de verschillende warmtevoorzieningen en de effecten die optreden tijdens het gebruik van de verschillende technieken. Per aspect kan het verschillen in welke fase de effecten optreden. Dit is aangegeven in het beoordelingskader en ook uiteengezet in de effectbeschrijving.

5 Referentiesituatie

Een referentiesituatie is de situatie die zou ontstaan als een bepaald project of plan niet wordt uitgevoerd, maar andere ontwikkelingen wel doorgaan. Het is de situatie in Haarlem zoals het nu is en die op basis van autonome ontwikkelingen wordt verwacht. De referentiesituatie vormt de basis waarmee de effecten van een project worden vergeleken in bijvoorbeeld een milieueffectrapportage (MER).

5.1 Huidige situatie gemeente

In Haarlem zijn al veel woningeigenaren en ondernemers aan de slag gegaan met het verduurzamen van hun woning of bedrijfspand. In de Waarderpolder en in Meerwijk worden warmtenetten ontwikkeld, in het Ramplaankwartier wordt intensief gewerkt aan de ontwikkeling van een concept met zonnewarmte, verschillende VvE's ontwikkelen samen collectieve warmtevoorzieningen en veel huiseigenaren isoleren en nemen warmtepompen.

In de gemeente Haarlem liggen al enkele warmtenetten met een warmte-koude opslag (WKO) die reeds in werking zijn, zoals in de Slachthuisbuurt, de Waarderpolder, het Haarlemmerhoutkwartier en de Boerhaavewijk¹. Deze vormen samen echter geen aaneengesloten warmtenet. In de huidige situatie van de gemeente Haarlem is er daarom voornamelijk sprake van enkele warmteleidingen in de vorm van lokale warmtevoorzieningen en warmte initiatieven.

5.2 Autonome ontwikkelingen

De referentiesituatie voor de effectbeoordeling is de toekomstige situatie zonder het voornemen, oftewel het Warmteprogramma. Deze wordt in het milieueffectrapport bepaald aan de hand van de huidige situatie in de omgeving van het voornemen met daarbij (de milieugevolgen van) toekomstige autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen betreffen ontwikkelingen die onafhankelijk van het voornemen plaats zullen vinden en waarover een definitief besluit is genomen. Voor de referentiesituatie Haarlem is aangehouden dat:

- Alle huidige warmte-infrastructuur blijft behouden (bijvoorbeeld het aardgasnet, bestaande collectieve warmtesystemen en bestaande warmtepompen);
- Het warmtenet voor een nader te bepalen aantal appartementen van woningcorporaties in Meerwijk, waarover een definitief besluit is genomen, wordt aangelegd en verduurzaamd richting 2040, maar uitbreiding zijn als gevolg van uitvoering van het warmteprogramma;
- De bestaande gebouwen richting 2050 gemiddeld 35% energie besparen op hun warmtevraag onder invloed van isolatieprogramma's;
- Ten gevolge van een warmer wordend klimaat de warmtevraag afneemt en de vraag om actieve koeling toeneemt (met meer airco's).
- Naar verwachting zal het aantal geïnstalleerde (hybride) warmtepompen toenemen.
- Tenna de komende jaren extra hoogspanningscapaciteit realiseert bij Vijfhuizen (voor Haarlem, Schiphol en een deel van Amsterdam).

¹ Warmteviewer Provincie Noord-Holland

- Er onder invloed van autonome ontwikkelingen een toename van de elektravraag zal zijn. Het elektriciteitsnet wordt verzaagd en dat leidt tot meer kabels, HS/MS-stations en MS/LS-transformatorstations.

5.3 Beleidskader

Op Europees, Rijks-, provinciaal en regionaal en gemeentelijk niveau zijn er diverse (beleids)kaders die relevant zijn voor de ontwikkeling en het gebied waarin de activiteiten gaan plaatsvinden. Het kan zijn dat er richting uitvoering van de warmtetransitie nog andere beleidskaders van toepassing zijn die niet in het huidige beleidskader zijn genoemd. Hieronder zijn de belangrijkste beleidskaders vanuit het thema energietransitie en ruimte omschreven. In hoofdstuk 8 zijn de beleidskaders van de milieuthema's nader uitgewerkt.

Tabel 5-1: Internationaal beleidskader

Internationale/Europese beleidskaders	Relevantie
Klimaatakkoord van Parijs	In 2016 heeft de Europese Unie mede namens Nederland het Klimaatakkoord van Parijs ondertekend. Doel van het akkoord is om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2 graden Celsius. Met een duidelijk zicht op 1,5 graden Celsius. De EU-lidstaten hebben met elkaar afgesproken dat de EU in 2030 minimaal 55% minder moet uitstoten. In 2050 wil de Europese Unie klimaatneutraal zijn. Dat betekent dat er dan netto geen broeikasgassen meer worden uitgestoten.
Europese Klimaatwet/Green deal	Met de Europese Klimaatwet heeft Europa in de wet vastgelegd klimaatneutraal te willen 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.
Kaderrichtlijn Water	De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die op 22 december 2000 van kracht is geworden. De doelstellingen binnen de KRW ondersteunen bij het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. De Europese lidstaten hebben gezamenlijk afgesproken dat uiterlijk in 2027 een goede toestand bereikt moet zijn.

Tabel 5-2: Nationaal beleidskader

Nationale beleidskaders	Relevantie
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)	In het Besluit activiteiten leefomgeving 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.

Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)	In het Besluit bouwwerken leefomgeving staan regels over veiligheid, gezondheid, duurzaamheid en bruikbaarheid van bouwwerken. Daarnaast heeft het Bbl regels over de staat en het gebruik van een bouwwerk. En over het uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden.
Besluit gemeentelijke instrumenten warmte transitie (Bgiw)	Aanvullende uitvoeringsregeling waarin belangrijke onderdelen van de Wgiw verder zijn uitgewerkt.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	In het Besluit kwaliteit leefomgeving staan regels over omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring. Het Bkl geldt voor het Rijk en decentrale overheden.
Klimaatwet	Met de Klimaatwet is wettelijk vastgelegd dat we in 2030 49% minder broeikasgassen moeten uitstoten en in 2050 95% minder ten opzichte van 1990. De warmtetransitie is een van de manieren waarmee Nederland deze doelstellingen wil behalen.
Mijnbouwwet	De mijnbouwwet reguleert het gebruik van bestaansbronnen in de diepe ondergrond. De Mijnbouwwet reguleert ook de informatieverstrekking over het gebruik van bestaansbronnen in de diepe ondergrond.
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. Een van de afspraken die daarvoor is gemaakt, is dat dat Nederland uiterlijk in 2050 volledig aardgasvrij is.
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
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. Op deze manier komt de gemeente Haarlem in gebieden tot betere en meer geïntegreerde keuzes.
Omgevingswet	De Omgevingswet bundelt 26 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.
Programma Energiehoofdstructuur (PEH)	Het Programma Energiehoofdstructuur richt zich op de benodigde ruimte voor de nationale onderdelen van het energiesysteem op land voor een klimaatneutraal energiesysteem in 2050. Het PEH is een instrument om met

	gemeenten, provincies, havenbedrijven en netbeheerders afspraken te maken over de ruimte die hiervoor nodig is.
Structuurvisie Ondergrond (STRONG)	De structuurvisie richt zich op duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van bodem en ondergrond waarbij benutten en beschermen met elkaar in balans zijn. Het is een gezamenlijke visie van de (toenmalige) ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
Wet collectieve warmte (Wcw)	Naar verwachting treedt de Wet collectieve warmte op z'n vroegst vanaf 1 januari 2026 in. Met de wet wordt beoogd de warmtetransitie in de gebouwde omgeving te bevorderen door het gebruik van collectieve Warmtevoorziening te faciliteren en tegelijkertijd de publieke belangen duurzaamheid, leveringszekerheid en betaalbaarheid beter te borgen. Ook worden er met de wet CO2 eisen gesteld aan de te leveren warmte bij collectieve systemen. Met deze wet kan de gemeente Haarlem haar publieke waarden borgen.
Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw)	De Wgiw stelt gemeenten in staat om maatregelen te nemen voor de transitie naar duurzame warmte door bevoegdheid te geven om lokale instrumenten en regelingen in te zetten. De Wgiw is op 10 december 2024 aangenomen door de Eerste Kamer en zal gefaseerd in werking treden. Wgiw artikel IA, IB, en IIA treden op 1 januari 2025 in werking, en Artikel IC treedt in werking met ingang van 1 januari 2026.

Tabel 5-3: Provinciaal/regionaal beleidskader

Provinciale en regionale beleidskaders	Relevantie
Omgevingsvisie provincie Noord-Holland	Op 1 januari 2024 is de omgevingsvisie van provincie in werking getreden. In de omgevingsvisie staat hoe de provincie er uit moet zien in 2050, verdeeld over zeven thema's: stad en land gezond; klimaatbestendig en water robuust; duurzame energie; vitale steden en dorpen; duurzaam, gezond en veilig bereikbaar; leven, landschap, erfgoed en cultuur; toekomstbestendige natuur en landbouw.
Energievisie en pMIEK provincie Noord-Holland	De provincie zet in op het zoveel mogelijk besparen van energie, het bundelen van vraag, aanbod en opslag en het samenbrengen van vraag en aanbod in energieknooppunten. Het pMIEK is een lijst van prioritaire projecten verspreid over de provincie.
Regionale Energie Strategie (RES 1.0 Noord-Holland Zuid)	De energieregio neemt de verantwoordelijkheid om in 2030 2,7 Twh aan opwek vermogen te realiseren met wind- en zonne- energie. In de RES wordt aangegeven waar en hoe deze energie kan worden opgewekt. Het is een bundeling van bestaande projectlocaties en nieuwe zoekgebieden. Met instemming van de RES 1.0 zijn de zoekgebieden opgenomen in de

	omgevingsvisie en worden deze verder uitgewerkt richting de RES 2.0 en daarna de 3.0.
Waterschapsverordening	De waterschapsverordening bevat regels specifiek gericht op het watersysteem en waterstaatswerken binnen het beheergebied van een waterschap. Samen met het omgevingsplan bevat de waterschapsverordening de regels voor de fysieke leefomgeving op lokaal niveau. Er staan regels in voor verschillende soorten activiteiten.

Tabel 5-4: Gemeentelijk beleidskader

Gemeentelijke beleidskaders	Relevantie
Omgevingsvisie Haarlem 2045 (2022)	In de Omgevingsvisie is aangegeven dat een Omgevingsprogramma Ruimte voor de energietransitie opgesteld gaat worden. Dit programma gaat over ruimte voor besparing, opwekking, distributie en opslag van energie. Het Warmteprogramma is het eerste onderdeel hiervan.
Haarlemse Transitie warmte (2021)	Het vigerende uitgangspunten en leidende principes zijn nog ook het kader voor het Warmteprogramma.
Duurzame warmte Haarlem: bronnen (2019)	Uit de bronnenkaart komen 3 zaken naar voren: A. De vraag naar warmte is groter dan het aanbod; inzet op isoleren blijft belangrijk. B. Er is nog geen zekerheid over de beschikbaarheid van geothermie als warmtebron; zet in op een mix van bronnen. C. Duurzaamheid van de bron is essentieel; wijs het benutten van 'houtige' biomassa af.
Sturingsinstrumenten voor collectieve warmtesystemen (2020)	Het bedrijventerrein Waarderpolder werd met dit besluit als warmtekavel (vooruitlopend op de nieuwe Warmtewet) aangegeven op basis waarvan een warmteconcessie is uitgegeven. De Spijkerboorbuurt, Archimedesbuurt en Erasmusbuurt in Meerwijk worden aangegeven als warmtekavel (Warmtewet) en hiervoor wordt een netwerk aangelegd met een publiek netwerk en er is een concessie uitgegeven aan een warmteleverancier.
Governance voor warmtenetten in Haarlem (2019)	Om samenhang aan te brengen tussen de verschillende (soorten) initiatieven, de energietransitie in goede banen te leiden en marktsturing te voorkomen m.b.t. de gemeentelijke doelstellingen heeft de gemeente een eigen handelingsperspectief opgesteld. Dit perspectief legt de doelen en uitgangspunten van de gemeente vast. De bestuurlijke doelen betreffen het realiseren van een duurzame stad, een betaalbare energietransitie en aanvaardbare (financiële) risico's. Daaraan toegevoegd de ambitie om in 2040 Haarlem aardgasvrij te hebben gemaakt. De 10 geformuleerde uitgangspunten gaan over haalbaarheid, marktordening, draagvlak, tempo en duurzame randvoorwaarden.

<p>Duurzame warmte Haarlem: Betaalbaarheid (2020)</p>	<p>De gemeente wil de energietransitie betaalbaar houden voor Haarlemmers. Het begrip betaalbaar houdt in dat financiële effecten voor huishoudens worden beperkt waarbij huishoudens met inkomens aan de onderkant relatief het sterkst worden ontzien. Er is al een aantal instrumenten om de energietransitie voor iedereen betaalbaar te houden. Er worden ook nog nieuwe instrumenten ontwikkeld. Welke instrumenten het beste kunnen worden gebruikt zal in de uitwerking van concrete energietransitie-projecten worden bepaald.</p>
<p>Algemene Verordening Ondergrondse Infrastructuur gemeente Haarlem (2023) (AVOI)</p>	<p>De verordening biedt via een vergunningstelsel de regulering voor het al dan niet aanleggen van warmtenetten in de beperkte ruimte in de ondergrond en de ordening in de ondergrond. Het college stelt op grond van deze verordening nadere beleidsregels vast.</p>
<p>Bronnenstrategie Haarlem (2021)</p>	<p>Een strategisch meerjarenplan voor collectieve warmte. Haarlem heeft diverse mogelijkheden om toekomstige warmtenetten van collectieve warmte te voorzien. Twee centrale pijlers van het strategisch meerjarenplan voor collectieve warmte zijn het ontwikkelen van geothermiebronnen en het toepassen van restwarmte van datacenters. Deze twee pijlers bieden op korte en lange termijn de mogelijkheid om stabiele en duurzame warmtenetten te ontwikkelen in de gemeente en zo het gebruik van aardgas terug te dringen.</p>
<p>Convenant Toekomstbestendige Woningbouw (2022)</p>	<p>Het convenant Toekomstbestendige Woningbouw beoogt voor de gehele MRA-regio een uniforme uitvraag op de thema's van duurzaamheid in bouwprojecten met het toetsingskader. Met het ondertekenen van het convenant, ging de gemeente akkoord met de systematiek en inhoud van het convenant. Het convenant moet nog geïmplementeerd worden in concreet beleid.</p>
<p>Update Routekaart Duurzaamheid 'Route voor CO₂-reductie (2023)</p>	<p>Met de Routekaart stellen we de CO₂-reductiedoelstelling vast op 60% in 2030 ten opzichte van 2017 én spreken we af dat we uitgaan van het streefdoel van 65%. De duurzaamheidsbegroting wordt ingezet om de effecten van deze, en andere ontwikkelingen, zichtbaar te maken. De Routekaart laat in transitiepaden de opgave voor CO₂-reductie zien én laat zien wat er nodig is aan activiteiten om de doelstelling te bereiken. Er is een directe relatie tussen het Warmteprogramma en de Routekaart.</p>

Ruimtelijke kaders

- Vigerende bestemmingsplanen, later het Omgevingsplan van Haarlem
- Ontwikkelvisies, SPvE's, PvE's ontwikkelzones en gebiedsontwikkelingen
- Structuurvisie openbare ruimte: Haarlem 2040 groen en bereikbaar (2017)
- Uitvoeringsprogramma Structuurvisie Openbare Ruimte 2020-2040 (2019)
- Nota Ruimtelijke Kwaliteit (2012)
- Beleid zonne-energie in beschermd stadsgezicht en op monumenten (2021)
- Erfgoedverordening Haarlem 2023 (2022)

- Erfgoednota, Haarlems Erfgoed, Verbindende kracht in de stad (2024)
- Beleidsregels Hogere waarden Wet Geluidhinder (2009)
- Vaststellen geluidbelastingskaarten Haarlem 2021 (2023)
- Verordening aanwijzing interferentiegebieden bodemenergiesystemen gemeente Haarlem (2023)
- Beleidsregel gronden weigering vergunning bodemenergiesystemen interferentiegebied Schalkwijk (2023)
- Beleidsregel gronden weigering vergunning bodemenergiesystemen interferentiegebieden Zuidwest en Europaweg (2023)
- Handboek inrichting openbare ruimte Haarlem (2024)
- Natuur Netwerk Haarlem (2022)
- Groenbeleidsplan 2022-2030, “Haarlem gaat op groen” (2022)
- Bomenverordening 2021 (2021)
- Algemene Verordening Ondergrondse Infrastructuur (2023)
- Meerjaren Onderhoudsprogramma (2023)
- Meerjarig uitvoeringsprogramma Groen en Klimaatadaptatie (2023)
- Mobiliteitsbeleid (2021)
- Strategisch Beheerplan Openbare Ruimte 2022-2030 (2022)
- Bodemkwaliteitskaart 2023-2028 en nota bodembeheer (2023)
- Verordening aanwijzing interferentiegebieden bodemenergiesystemen gemeente Haarlem (2023)
- Beleidsregel gronden weigering vergunning bodemenergiesystemen interferentiegebied Schalkwijk
- Beleidsregel gronden weigering vergunning bodemenergiesystemen interferentiegebieden Zuidwest en Europaweg (2023)
- Uitvoeringsprogramma Continuering Afvalscheiding (CAS) (2023)
- Strategisch plan klimaatadaptatie (2022), opgenomen in Plan Stedelijk Water 2024 - 2033
- Speelbeleid
- Beleidsplan Haarlems Dierenwelzijn (2024).

Beleidskaders water

- Gemeentelijk Grondwaterplan, opgenomen in Plan Stedelijk Water 2024 - 2033
- Hemelwaterverordening Haarlem 2022 (2022)
- Plan Stedelijk Water 2024-2033 (2023)
- Meerjarig uitvoeringsprogramma Groen en Klimaatadaptatie (2023)
- Kaders van het Hoogheemraadschap van Rijnland t.a.v. aquathermie
- Open – en gesloten bodemenergiesystemen zijn omgevingsvergunning of -melding plichtig volgens de omgevingswet.
- WKO (BES) zijn omgevingsvergunning of -melding plichtig volgens de omgevingswet.
- Afwegingskader BES in Openbare Ruimte (wordt nog opgesteld).



Overige relevante kaders

- Woonvisie Haarlem "Samen doorbouwen aan een Duurzaam (t)huis" (2020). In het najaar van 2025 wordt waarschijnlijk het nieuwe volkshuisvestingsprogramma vastgesteld die de Woonvisie Haarlem zal vervangen.
- Economische Visie Haarlem (2020)
- Strategisch Huisvestingsplan Onderwijs 2023-2038 (SHO) (2023)

6 Alternatieven

In dit planMER worden meerdere alternatieven voor het warmteprogramma naast elkaar onderzocht en met elkaar vergeleken. Alternatieven zijn mogelijke uitwerkingen van keuzes in het programma, waarmee onderzocht kan worden of bepaalde keuzes (milieu-)voor- en/of nadelen hebben. Door meerdere mogelijke alternatieven te onderzoeken wordt het plan of programma zorgvuldig afgewogen.

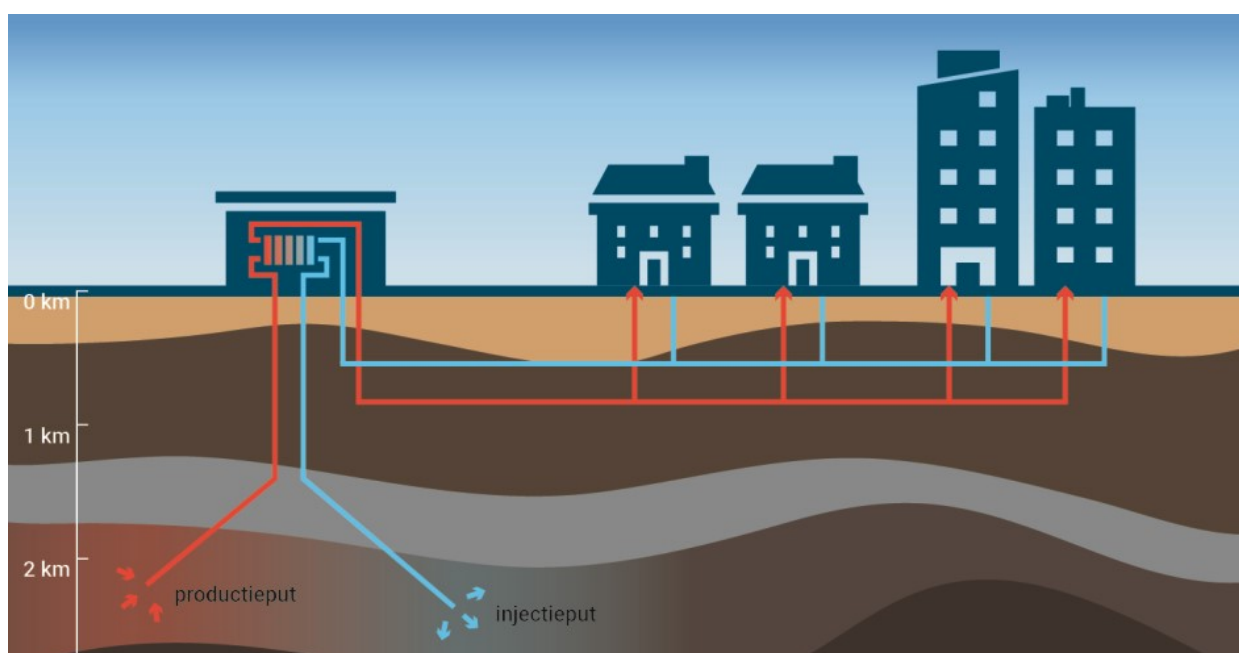
6.1 Toelichting alternatieven

De gemeente Haarlem onderzoekt vijf verschillende warmtevoorzieningen om naar een aardgasvrije stad toe te werken. In dit planMER worden de milieueffecten van de vijf warmtevoorzieningen onderzocht en met elkaar vergeleken: er zijn drie collectieve alternatieven en twee individuele alternatieven. Bij ieder alternatief horen warmtebronnen, energie-infrastructuur en aansluitingen in gebouwen.

Hoewel de warmtevoorzieningen nog niet beschikken over een concreet detailontwerp, is er in de basis al een inschatting te maken van hoe de warmtevoorziening er in de praktijk uit zal komen te zien en uit welke systeemonderdelen deze zal bestaan. Hieronder zijn de alternatieven kort toegelicht, waarna de beoogde systeemonderdelen per alternatief zijn samengevat in een tabel. Gedetailleerde informatie over de vijf alternatieven is te lezen in een losse bijlage, bijlage 3.

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Een grootschalig middentemperatuur (MT) warmtenet brengt warm water van één of meerdere centrale warmtebronnen naar gebouwen via een netwerk van leidingen. In Figuur 6-1 is een voorbeeld te zien van hoe een grootschalig warmtenet eruit kan komen te zien, met geothermie als voorbeeld.



Figuur 6-1: Voorbeeld grootschalig warmtenet met geothermie als warmtebron (Haskoning)

Een MT-warmtenet heeft een temperatuur van tussen de 55 en 75°C en wordt meestal gevoed met midden temperatuurbronnen.

Warmtebronnen

De warmte is afkomstig uit een mix van grootschalige duurzame MT-warmtebronnen. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen warmtebronnen die gedurende het hele jaar warmte leveren aan het warmtenet (basislast), warmtebronnen die op specifieke momenten in het jaar (zoals tijdens een koude periode) bijspringen (pieklast) en back-up warmtebronnen om voor de warmtevoorziening te zorgen bij storingen.

Ten behoeve van het warmteprogramma zijn in de Nadere uitwerking bronnenstrategie voor het Warmteprogramma Haarlem (Greenvis, 2025) zijn de potentie en verdeling van deze bronnen ten behoeve van de piek- of basislast voor het potentiële warmtenetgebied uitgewerkt. Warmtebronnen die in de gemeente Haarlem een rol kunnen gaan spelen zijn onder andere geothermie, datathermie, aquathermie (Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) en Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) en restwarmte. Ook zijn voor een warmteoplossing op MT-warmtebronnen elektroboilers nodig, warmtebuffers en piek en back-up ketels.

In de periode 2019 tot op heden is ingezet op de verkenning naar de mogelijkheden voor diepe geothermie in gemeente. Dit wordt momenteel gedaan in samenwerking met Aardyn en EBN. Rekening houdend met een minimale afstand van 70 meter van kwetsbare bebouwing zijn op dit moment meerdere locaties (mogelijk) kansrijk voor ontwikkeling van geothermie. Omdat de mogelijkheden voor geothermie nog worden onderzocht, is het in dit planMER op slechts hoofdlijnen meegenomen.

Zoekgebieden geothermie

- Afvalwaterzuiveringsinstallatie Schalkwijk. Deze is niet meer in bedrijf. Deze ligt op de rand van het 'geschikte gebied' (waar minder breuken aanwezig lijken te zijn) en deze locatie heeft al een passende bestemming in het Omgevingsplan.
- Bedrijventerrein Waarderpolder (daar is nu nog geen locatie beschikbaar, maar dat kan veranderen als (grote) bedrijven weggaan in de komende jaren).
- Polanenpark.
- Spaarnepark. In het ontwerp van het Spaarnepark wordt rekening gehouden met de optie dat er een geothermiebron ingepast moet worden. Het is een gunstige locatie om Haarlem stadsdeel zuidwest van warmte te voorzien.
- Delftplein, ook wel 'de noordelijke entree tot de stad'. Op dit moment is het gebied vooral een wirwar van infrastructuur met een aantal gebouwen en openbare gebieden. Het is een gunstige locatie om het noorden van Haarlem van warmte te voorzien.

Zoekgebieden datathermie

- Datacenter Polanenpark: Polanenpark is een bedrijventerrein in de Haarlemmermeer, net buiten de gemeente Haarlem, en beschikt over een bestaand datacenter CyrusOne (60 MW) en ruimte voor een tweede datacenter. Verwacht wordt dat uit de bestaande datahal CyrusOne tenminste 25 MW kan worden uitgekoppeld. Industriële warmtepompen voegen daar nog energie aan toe. De warmtepompen brengen de temperatuur op MT-niveau voor het transport- en distributienetwerk.

- Datacenter Iron Mountain: Datacenter Iron Mountain ligt op het bedrijven- en industriepark de Waarderpolder. Uit eerdere analyses blijkt dat dit datacenter in staat is om ongeveer 13,5 MW aan warmte te leveren op een warmtenet dat de stad in gaat. Warmte uit het Datacenter Iron Mountain is op korte termijn beschikbaar.

Zoekgebieden aquathermie

Er wordt gedacht aan toepassing van aquathermie in de Meerwijkplas, Molenplas, Ringvaart Haarlemmermeer, Zuider en Binnen Spaarne, Noorder Buiten Spaarne, Leidse Vaart. Ook kan warmte uit de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) in de Waarderpolder gewonnen worden.

Infrastructuur en aanpassingen aan bestaande gebouwen

De benodigde infrastructuur voor grootschalige MT-warmtenetten bestaat uit een transport- en distributienet, aan- en afvoerleidingen, warmteoverdrachtstations, warmteonderstations, hulpwarmteketels en warmtebuffers. De warmte wordt geleverd via een afleverset in het gebouw. De warmte is direct inzetbaar voor ruimteverwarming en warm tapwater. De woningen moeten voor deze techniek voldoende geïsoleerd zijn (naar een maximale warmtebehoefte van 70 kWh/m²/jaar). Voor het koken zal moeten worden overgeschakeld op elektrisch koken. Een middentemperatuur-warmtenet kan geen koeling leveren. Ten behoeve van het warmteprogramma heeft de gemeente samen met Liander bepaald dat de verwachting is dat dit alternatief grotendeels past binnen de al geplande uitbreidingen van het middenspanningsnet. Wel zijn er extra transformatorhuisjes nodig.

Onderdelen alternatief 1

In Tabel 6-1 is te lezen uit welke onderdelen alternatief 1 bestaat. Hierbij is uitgegaan van een situatie waarin alternatief in de gehele gemeente wordt toegepast. In de Haarlemse bronnenstrategie is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid en het ruimtebeslag van de onderdelen. De zoekgebieden voor elektroboilers, warmtebuffers, HTO, warmteonderstations, warmteoverdrachtstations en piek – en back-up boilers is nog niet bekend.

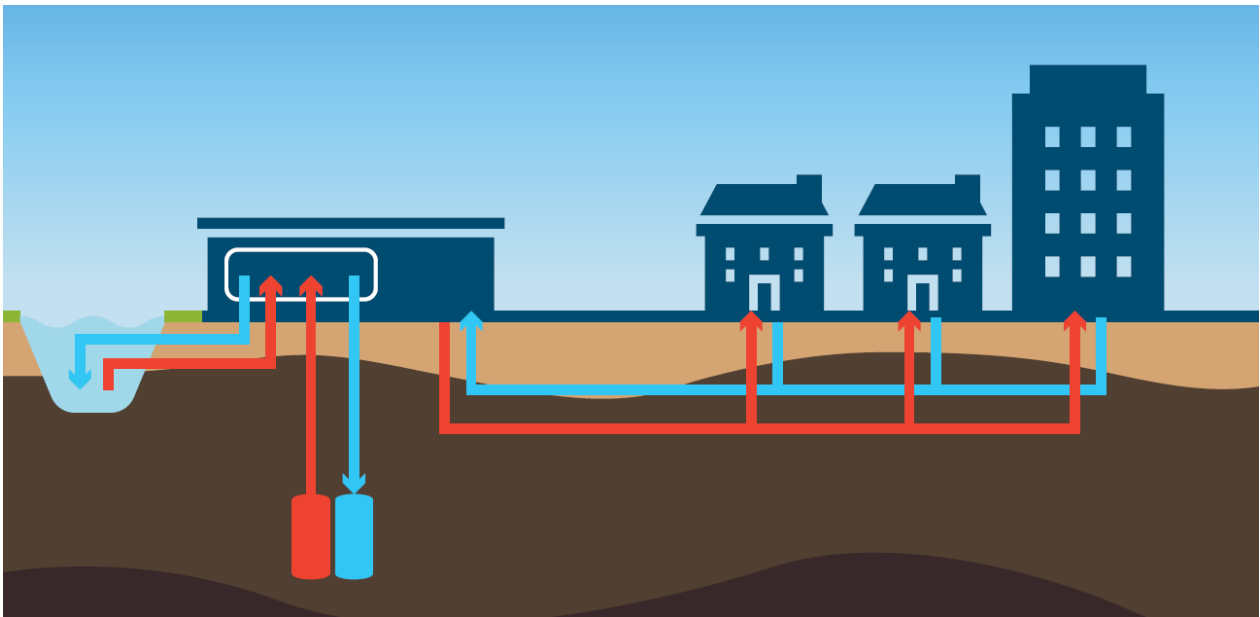
Tabel 6-1: Onderdelen alternatief 1

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Geothermie	Twee doubletten	5.000 tot 10.000 m ²
Datathermie	Twee uitkoppelingen	Beperkt en veelal tegen of in het datagebouw.
Thermische energie uit lucht (TEL)	Eén grootschalig TEL voor	8.300 m ²
TEO en TEA	Zes TEO Eén TEA	1.800 m ²
Elektroboiler	Vier	15 m ²

Warmtebuffers en HTO	Vier	400 m ²
Warmteonderstations	280	20 m ²
Warmteoverdrachtstation	Vier (per Haarlems kwadrant 1 station)	4.000 m ²
Piek- en back-upboilers (in gebouw met andere bronnen en installaties)	Acht, verdeeld over de stad	1.000 m ²

Alternatief 2: Decentrale middentemperatuur warmtenetten

Decentrale MT-warmtenetten zijn qua temperatuur en infrastructuur vergelijkbaar met een grootschalig warmtenet, maar in plaats van grote bronnen worden kleinschalige bronnen in de buurten ingezet. In Figuur 6-2 is te zien hoe een decentraal MT warmtenet eruit kan zien, met een voorbeeld TEO met warmte-koude opslag (WKO).



Figuur 6-2: Voorbeeld decentraal warmtenet TEO met warmte-koude opslag (Haskoning)

Warmtebronnen

In Haarlem wordt rekening gehouden met verschillende warmtebronnen in en langs wijken om decentrale MT-warmtenetten van warmte te voorzien. Er wordt bijvoorbeeld gedacht aan bodemenergie, aquathermie, droge koelers en collectieve warmtepompen. Vaak worden de installaties voor de bronnen in warmtestations in de buurten geplaatst. Elk warmtenetwerk heeft een eigen warmtestation voor de opwekking van warmte.

Infrastructuur en aanpassingen aan bestaande gebouwen

Voor decentrale MT-warmtenetten is ook nieuwe infrastructuur nodig. Decentrale warmtenetten bestaan uit warmtedistributiesystemen (ongeveer ter grootte van een buurt) en lage temperatuur (LT-) warmtebronnen in de buurten. Verder zijn er onder andere warmtestations en hulpwarmteketels nodig. De opwaardering naar 55 tot 75 °C zal zo dicht mogelijk bij de warmtebron plaatsvinden. De warmte wordt geleverd via een afleverset in het gebouw.

De warmte is direct inzetbaar voor ruimteverwarming en warm tapwater. De woningen moeten voor deze techniek een redelijke isolatieschil hebben (maximale warmtebehoefte van 70 kWh/m²/jaar). Voor het koken zal moeten worden overgeschakeld op elektrisch koken. Een decentraal MT-warmtenet kan geen koeling leveren. Warmtepompen en eventuele andere elektrische installaties in een warmtestation zijn afhankelijk van elektriciteit en het kan daarom noodzakelijk zijn om het middenspanningsnet voor alle warmtestations te verzwaren. Ten behoeve van het warmteprogramma heeft de gemeente samen met Liander bepaald dat de verwachting is dat dit alternatief grotendeels passen binnen de al geplande uitbreidingen van het middenspanningsnet. Wel zijn er extra transformatorhuisjes nodig.

Onderdelen alternatief 2

In Tabel 6-2 hieronder is te lezen uit welke onderdelen alternatief 2 bestaat. In de Haarlemse bronnenstrategie is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid en het ruimtebeslag van de onderdelen. Hierbij is uitgegaan van een situatie waarin het alternatief in de gehele gemeente wordt toegepast.

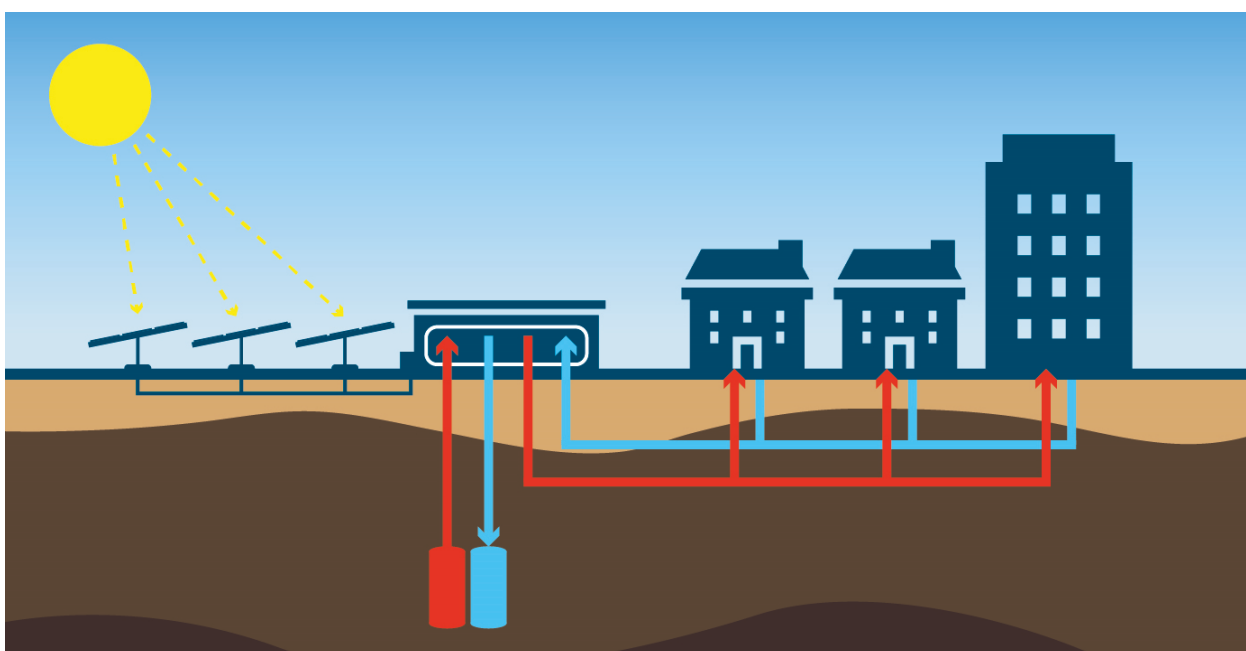
Tabel 6-2: Onderdelen alternatief 2

Alternatief 2: Decentrale middentemperatuur warmtenetten		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Aquathermie (TEO)	Eén per buurtnet (alternatief droge koelers)	360 m ² (als geen combinatie in Warmtestation mogelijk is)
Aquathermie (TEA) installatie, inclusief warmtepomp bij AWZI	Eén TEA	360 m ²
WKO's (OBES), put bovengronds	Ongeveer 1.000 doubletten	2 m ²
Uitkoppeling diverse restwarmtebronnen	Nader te bepalen	Maatwerk/inpandig
Warmtebuffers (kleinschalig)	Acht	200 m ²
Warmteonderstations	Onbekend. Naar inschatting 200, afhankelijk van de grootte van een decentraal net	20 m ²

Warmtestations met piek- en back-upketels, warmtepompen en een elektroboiler en TEO	Gemiddeld één per buurt	300-500 m2
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	Geen extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m2
Hoogspanningsstation (110-150 kV naar 25-66 kV)	Geen extra. Er wordt er al één gerealiseerd	-
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	Geen extra. Er wordt er al één gerealiseerd	-

Alternatief 3: Zeer laagtemperatuur warmtenetten

Bij een LT-warmtenet worden de gebouwen verwarmd met een temperatuur van 30-55°C. Bij een ZLT-warmtenet met een temperatuur van ongeveer 20°C. De warmte wordt aan het gebouw geleverd met een afgifteset, die meestal in de meterkast geplaatst wordt. In Figuur 6-3 is een schematische weergave te zien van hoe een (Z)LT warmtenet eruit kan zien, met als voorbeeld zonthermie met WKO.



Figuur 6-3: Voorbeeld laagtemperatuur warmtenet met zonthermie en warmte-koude opslag (Haskoning)

Bij een ZLT-warmtenet en bij sommige LT-warmtenetten zal de warmte in het gebouw nog moeten worden opgewaardeerd om gebruikt te kunnen worden.

Afhankelijk van het gebruik en de geleverde temperatuur is er ook een aparte voorziening nodig voor warm tapwater. Dit kan bijvoorbeeld worden opgelost met een kleine warmtepomp of een elektrische boiler. In veel gevallen zal het warmteafgiftesysteem in de woning moeten worden

aangepast naar een efficiënt verwarmingssysteem zoals vloerverwarming. Hiervoor moet het isolatieniveau van de woning zeer goed zijn, naar een warmtebehoefte van maximaal 50 kWh/m²/jaar. Om volledig aardgasvrij te worden moet er ook worden overgestapt op elektrisch koken. Een ZLT-warmtenet biedt de mogelijkheid om te koelen. Hier moet wel het warmteafgiftesysteem in de woning geschikt gemaakt worden.

Warmtebronnen

Potentiële bronnen voor (Z)LT-warmtenetten zijn vergelijkbaar met die in alternatief 2. Meestal is een open bodem energiesysteem (OBES) in combinatie met een bron voor de regeneratie van de OBES nodig. Hiervoor kunnen aquathermie, lokale restwarmte, lucht (drycoolers) of zonthermie worden ingezet.

Infrastructuur en aanpassingen aan bestaande gebouwen

Een (Z)LT warmtenet transporteert warmte van (zeer-)lage temperatuur. Het ondergrondse ruimtebeslag en de wijze van aanleg is vergelijkbaar met alternatieven 1 en 2. In tegenstelling tot middentemperatuur-warmtenetten zijn de buizen voor een (Z)LT-warmtenet gemaakt van kunststof (in plaats van staal met isolatiemateriaal eromheen).

Onderdelen alternatief 3

Voor het aantal benodigde doubletten, de warmtebuffers en de warmteonderstations in Haarlem is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, op basis van de Utrechtse Beleidsnota Warmte 2025-2035.

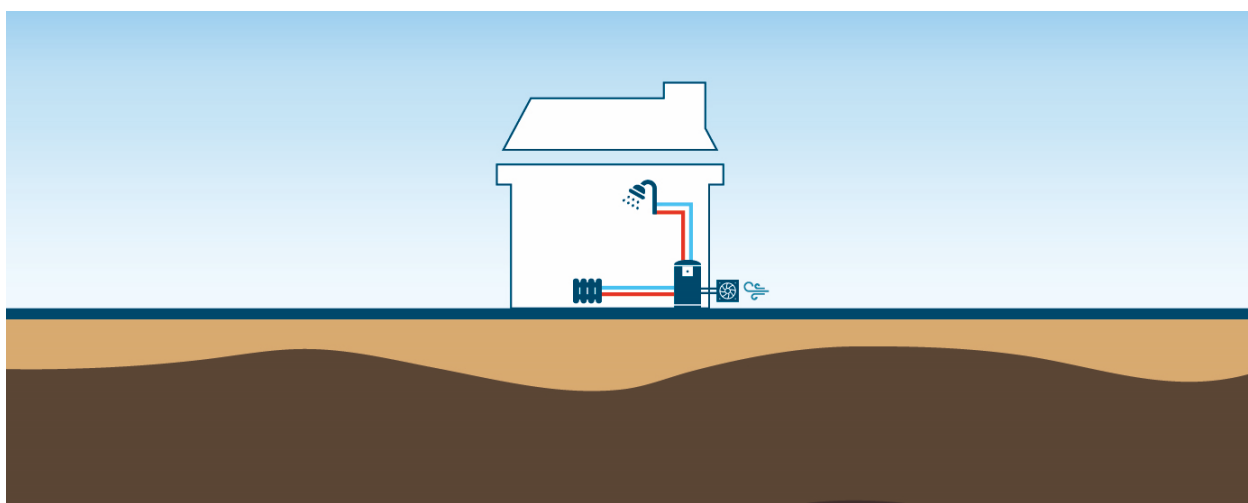
Tabel 6-3: Onderdelen alternatief 3

Alternatief 3: Zeer laagtemperatuur warmtenet		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Aquathermie (TEO) installatie langs waterkant	Eén per net (waar geen TEO beschikbaar is, zijn droge koelers een alternatief)	360 m ²
Uitkoppeling diverse restwarmtebronnen	Nader te bepalen	Maatwerk/inpandig
WKO's (OBES), put bovengronds	Ongeveer 1.000 doubletten	2 m ²
Warmteonderstations	50	20 m ²
In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat	Iedere woning/gebouw	2 m ²
Transformatorhuisjes (MS/LS)	Ongeveer 400 extra	20 m ²

Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	Eén extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m2
--	---	----------

Alternatief 4: Individuele luchtwarmtepompen

Een luchtwarmtepomp (ook wel lucht-waterwarmtepomp genoemd) gebruikt warmte uit de lucht en elektriciteit om een gebouw te verwarmen. Met sommige typen warmtepompen kunnen gebouwen ook (actief) gekoeld worden. In Figuur 6-4 is een schematische weergave te zien van een individuele luchtwarmtepomp.



Figuur 6-4: Voorbeeld luchtwarmtepomp (Haskoning)

Wanneer alle woningen of gebouwen in Haarlem overschakelen naar een elektrische luchtwarmtepomp, moet vrijwel zeker het elektriciteitsnet worden verzwakt, zeker als de woningen of gebouwen niet voldoende geïsoleerd zijn en dus een hogere warmtevraag hebben. Het uitgangspunt bij dit alternatief is dat het elektriciteitsnet in de meeste buurten in Haarlem (nog) verzwakt moet worden als alle gebouwen verwarmd zouden worden met individuele luchtwarmtepompen. Niet alleen het laagspanningsnet, maar ook het middenspanningsnet moet verzwakt worden.

Onderdelen alternatief 4

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor de individuele luchtwarmtepomp zijn weergegeven in Tabel 6-4. Voor de verzwaaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie.

De in de Tabel 6-4 weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer individuele luchtwarmtepomp over de gehele gemeente wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen. Voor het aantal benodigde transformatorhuisjes in Haarlem

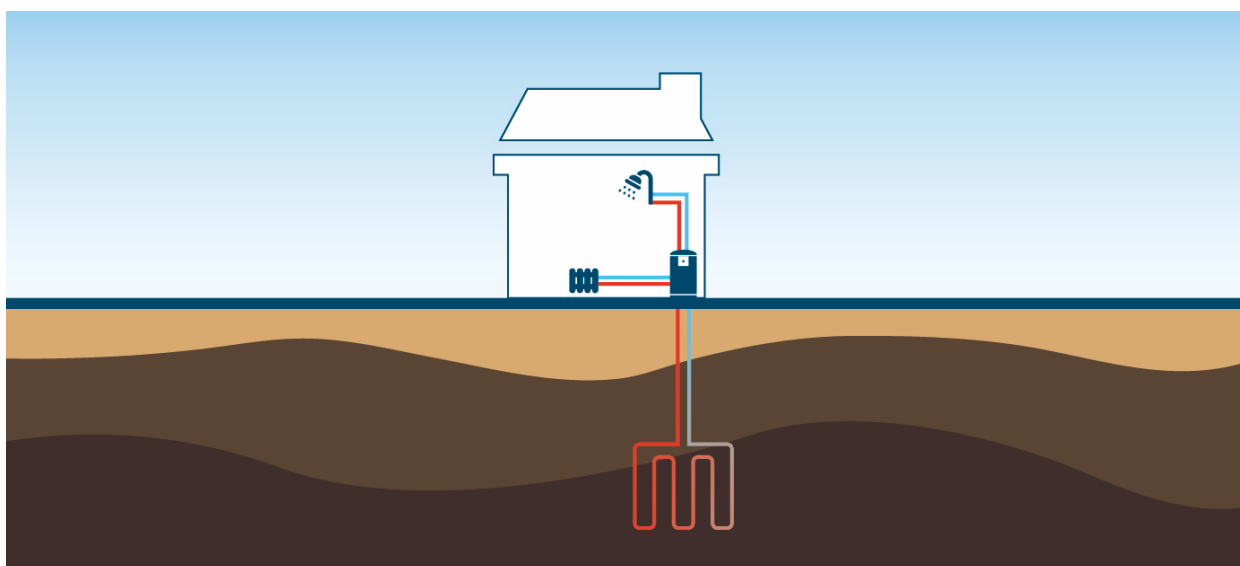
is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, op basis van de Utrechtse Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Tabel 6-4: Onderdelen alternatief 4

Alternatief 4: Individuele luchtwarmtepompen		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Transformatorhuisjes (MS/LS)	550	20 m ²
In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat en buitenunit	Iedere woning/gebouw	2 m ²
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3-23 kV)	Vijf extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m ²
Hoogspanningsstation (110-150 kv naar 25-66 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	5.000 m ²
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	55.000 m ²

Alternatief 5: Individuele bodemwarmtepompen

Een bodemwarmtepomp (ook wel bodem-waterwarmtepomp genoemd) gebruikt warmte uit de bodem en elektriciteit om een gebouw te verwarmen. Met bodemwarmtepompen kunnen gebouwen vaak ook (passief) gekoeld worden. Op Figuur 6-5 is een schematische weergave te zien van een individuele bodemwarmtepomp.



Figuur 6-5: Voorbeeld bodemwarmtepomp

Wanneer alle woningen of gebouwen in Haarlem overschakelen naar een bodemwarmtepomp, moet vrijwel zeker het elektriciteitsnet worden verzwaid, zeker als de woningen of gebouwen niet voldoende zijn geïsoleerd. Net als bij alternatief 4, is het uitgangspunt dat het elektriciteitsnet in de meeste buurten in Haarlem (nog) verzwaid moet worden als alle gebouwen verwarmd zouden worden met individuele bodemwarmtepompen. Niet alleen het laagspanningsnet, maar ook het middenspanningsnet en mogelijk ook op het hoogspanningsnet. Individuele bodemwarmtepompen hebben een relatief lage piekvraag voor elektriciteit in vergelijking met individuele luchtwarmtepompen en daarom is de noodzakelijke verzwaring van de elektriciteitsnetten mogelijk minder groot dan bij alternatief 4. De verzwaring bestaat uit de aanleg van extra transformatorhuisjes en bekabeling in de grond.

De toepassing van bodemwarmtepompen heeft een aanzienlijk ondergronds ruimtebeslag bij woningen en gebouwen; per WEQ moet minimaal één ondergrondse bodemlus geplaatst moet worden. Het ondergrondse ruimtebeslag van een bodemlus is 7,5x7,5 meter. Het aanleggen van een bodemlus duurt één tot twee dagen. Bij grootschalige inzet van een gesloten bodem energiesysteem (GBES) moet rekening gehouden worden met interferentie tussen verschillende systemen. Als de systemen te dicht bij elkaar staan, beïnvloeden ze elkaar en daalt het rendement. Haarlem heeft al verschillende verordeningen voor bodemenergie vastgesteld om bodemenergie zo optimaal mogelijk te benutten en om interferentie te voorkomen (vooral in het geval van open bodem energiesystemen).

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor het individuele bodemwarmtepomp zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Voor de verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie.

Onderdelen alternatief 5

De in Tabel 6-5 weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer individuele bodemwarmtepomp over de gehele gemeente wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen. Voor het aantal benodigde transformatorhuisjes, middenspanningsstations en hoogspanningsstations in Haarlem is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, op basis van de Utrechtse Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Tabel 6-5: Onderdelen alternatief 5

Alternatief 5: individuele bodemwarmtepomp		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
GBES (lus bovengronds)	> 80.000	1 m2

In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat	Iedere woning/gebouw	4 m2
Transformatorhuisjes (MS/LS)	400 extra	20 m2
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	2,5 extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m2
Hoogspanningsstation (110-150 kV naar 25-66 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	5.000 m2
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	55.000 m2

6.2 De alternatieven samengevat

In Tabel 6-6 hieronder is samengevat uit welke onderdelen een alternatief bestaat. Met vinkjes is aangegeven of een onderdeel van toepassing is in een alternatief.

Tabel 6-6: Samenvatting alternatieven

Onderdelen warmtesysteem	Alternatief				
	1. Grootchalig midden temperatuur warmtenet	2. Decentrale midden temperatuur warmtenetten	3. Zeer lage temperatuur warmtenet	4. Individuele luchtwarmtepomp	5. Individuele bodemwarmtepomp
Centrale installaties buiten de wijken	✓				
Grote installaties in de wijken		✓			
Kleine installaties in de wijken	✓	✓			
Transformatorhuisjes in de wijken				✓	✓
Nieuwe leidingen voor warmte in de wijken	✓	✓	✓		
Verzwaren elektriciteitsnet in de wijken			✓	✓	✓
Installaties bij de woning			✓	✓	✓
Boren warmtebron bij de woning					✓

7 Wijktypen

De gemeente Haarlem telt in totaal 111 buurten. Gezien het detailniveau van een warmteprogramma wordt in dit planMER onderzoek gedaan naar ‘wijktypen’; een bundeling van buurten op basis van vergelijkbare kenmerken. In de uitvoering van het Warmteprogramma kunnen, waar nodig, milieueffecten nader worden onderzocht voor specifieke buurten (onderdeel van het opstellen van Uitvoeringsplannen). In dit hoofdstuk zijn de Haarlemse wijktypen nader toegelicht.

7.1 Toepassing wijktypen

De gemeente Haarlem geeft in het warmteprogramma per buurt aan welke warmteopties goede keuzes zijn in respectievelijk 2030 en 2040. Deze aanpak komt overeen met de Handreiking Warmtetransitie Lokale Warmte van het NPLW². De buurtaanpak maakt maatwerk mogelijk, omdat elke buurt unieke kenmerken heeft zoals de leeftijd van gebouwen en de beschikbare infrastructuur. Dit zorgt ervoor dat oplossingen beter aansluiten bij de specifieke behoeften van de buurt. Het is daarom van belang om informatie over milieueffecten te onderzoeken op datzelfde buurtniveau.

De gemeente Haarlem telt 111 buurten.³ Het is niet haalbaar om al deze buurten ten opzichte van elkaar te vergelijken of per buurt alle vijf alternatieven af te wegen binnen dit planMER. Daarom zijn buurten gebundeld op basis van overeenkomende kenmerken of ‘wijktypologieën’. In dit planMER noemen we dit ‘wijktypen’.

7.1.1 Wat een wijktype is

De wijktypologie is ontwikkeld door de Hogeschool van Amsterdam (HvA) in samenwerking met gemeenten en kennisinstellingen binnen het onderzoeksprogramma Urban Technology. Deze typologie werd voor het eerst toegepast in relatie tot kwetsbaarheid en milieueffecten in het onderzoek Urban Climate Design: Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods van Laura Kleerekoper (2016).

In 2023 is de methodiek verder uitgebreid en versterkt door HvA-onderzoek binnen het samenwerkingsinitiatief Klimaat-effectatlas, onder de titel ‘Computer leert wijktypen bepalen voor heel Nederland’. Binnen dit onderzoek zijn de gemeenten Den Haag, Amsterdam, Utrecht, Deventer en Berkelland geanalyseerd op kenmerkende eigenschappen van hun wijken. Op basis van deze eigenschappen zijn wijktypen gedefinieerd: veralgemeniseerde categorieën waarin buurten of wijken worden ingedeeld op basis van ruimtelijke en fysieke kenmerken.

De kenmerken waarop deze indeling is gebaseerd, omvatten onder andere het bouwjaar van woningen, de structuur van het straatbeeld en het type bebouwing (zoals rijtjeshuizen of appartementen). In Nederland zijn op basis van deze systematiek veertien verschillende wijktypen te onderscheiden. Met deze classificatiemethode kan een specifieke buurt aan de hand van

² [Handreiking Warmteprogramma](#)

³ [Haarlem in Cijfers](#)

kenmerken worden ingedeeld binnen een wijktype. Kleerekoper (2016) gebruikte deze typering om de kwetsbaarheid van buurten voor klimaatverandering in kaart te brengen.

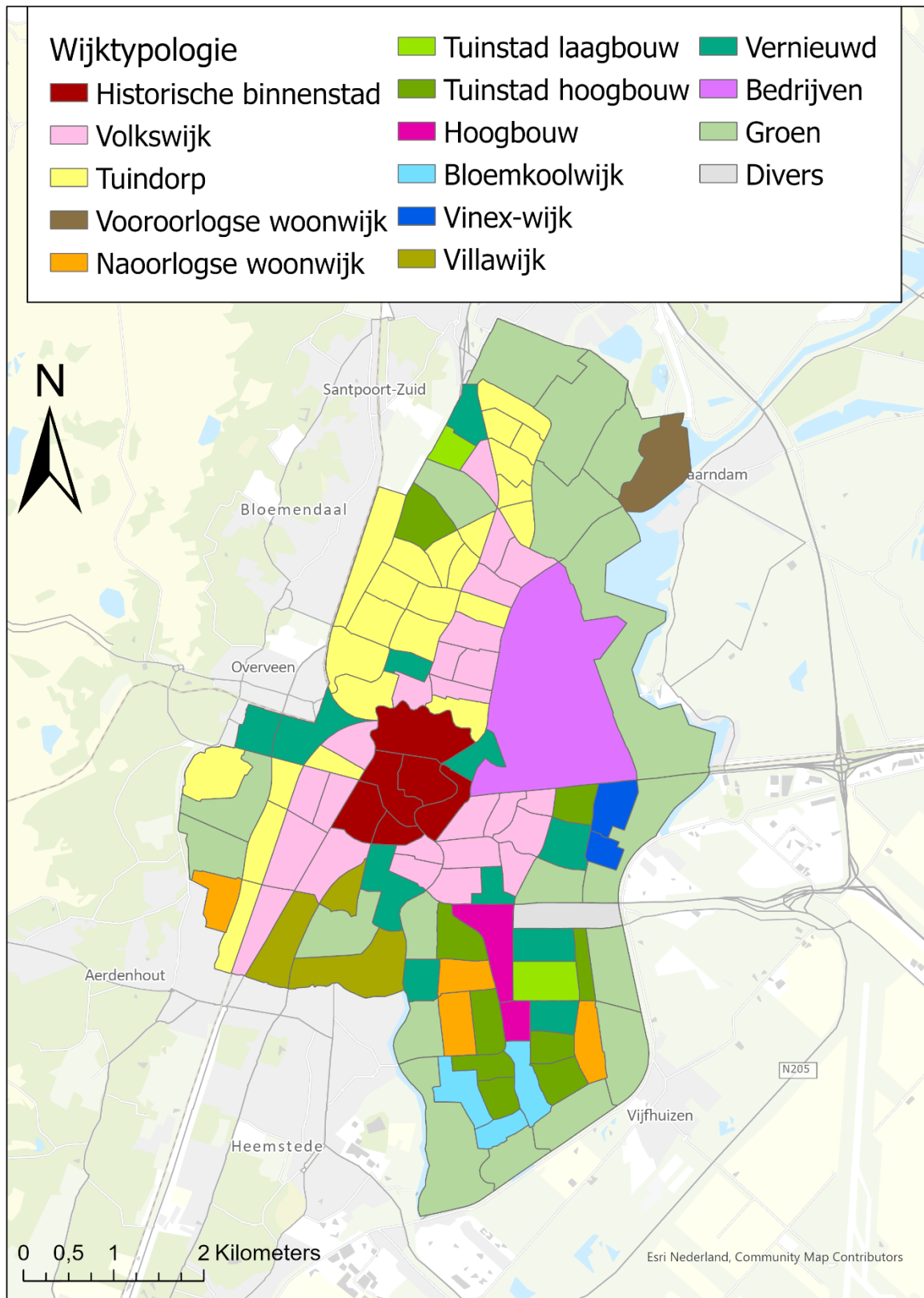
7.1.2 Wijktypen uit de Klimaateffectatlas als basis

Op basis van overeenkomende ruimtelijke kenmerken van buurten tezamen kunnen uitspraken worden gedaan over mogelijke milieueffecten. Er is gebruikgemaakt van de indeling van wijktypen volgens de Klimaateffectatlas omdat de wijktypologieën die gebruikt zijn voor het bepalen van de gevoeligheid voor klimaatverandering, zoals in de Klimaateffectatlas, ook geschikt zijn om te gebruiken voor inzicht in de gevolgen van de warmtetransitie.

De ruimtelijke kenmerken die relevant zijn komen overeen tussen de twee vraagstukken. Zo geeft bijvoorbeeld de gevoeligheid van een wijktype voor hittestress ook inzicht in mogelijke milieueffecten bij de overstap naar aardgasvrije alternatieven. De indeling van buurten onder een wijktype is daarom een startpunt voor het planMER. In dit planMER zijn de kenmerken van de wijktypen vervolgens specifiek gemaakt voor de gemeente Haarlem. Dit zorgt voor maatwerk, passend bij de gemeente Haarlem. Ook is aangegeven als een buurt significant afwijkt van een wijktype. De effectbeoordeling kan dan als het nodig is op buurtniveau zijn bijgesteld.

7.2 Wijktypen in Haarlem

In Figuur 7-1 is te zien welke wijktypen in de gemeente Haarlem voorkomen. Deze indeling komt niet helemaal overeen met de indeling uit de Klimaateffectatlas. De gemeente Haarlem heeft op basis van haar eigen Nota Ruimtelijke Kwaliteit (2012) en lokale kennis de indeling aangepast. Meer informatie hierover is te lezen in 10.1.



Figuur 7-1: Wijktypen in Haarlem

7.2.1 Toelichting wijktypen Haarlem

Alleen de wijktypen die voorkomen in de gemeente Haarlem zijn beschreven. De volgende paragraaf geeft een korte beschrijving van de in Haarlem aanwezige wijktypen, waarbij voor iedere buurt enkele unieke kenmerken zijn toegelicht.

Historische binnenstad

In de meeste Nederlandse steden bevindt het centrum zich in de historische binnenstad, die het begin vormde van de steden die wij vandaag kennen. Dit is daarmee ook het oudste wijktype in veel steden, vaak grotendeels gebouwd voor 1910. Bebouwing bestaat uit gesloten bouwblokken van drie tot vijf verdiepingen waarin verschillende functies samen komen. Een gesloten bouwblok is een structuur van aaneengeschaalde gebouwen dat gesloten is of een besloten binnenruimte heeft.⁴ Binnensteden staan vaak bekend om hun drukte, doordat hier wonen, winkelen, bedrijven en recreatie samenkomen. De straten zijn vaak smal en voor het grootste deel verhard met klinkers met enkele, soms monumentale, soorten groen. Dit groen kan ook in de vorm van losse bomen zijn, die door de binnenstad heen staan. De Haarlemse historische binnenstad komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van de binnenstad.

Tuindorp

Tuindorpen bestaan uit eengezinswoningen in jaren 30-stijl, tot stand gekomen tussen 1910 en 1940. Woningen zijn twee tot drie verdiepingen hoog en hebben ruime voor- en achtertuinen. Straten zijn over het algemeen ruim en er is veel groen. Langs de straten zijn ruime parkeerplaatsen, vaak aan beide zijden van de straat. Het niveau van groen verschilt per tuin, dit is afhankelijk van de inwoners. Analyses van de gemiddelde kenmerken van het Haarlemse tuindorp laat zien dat de straatbreedten rond de vijf meter uitkomen. Het percentage openbare ruimte in het Haarlemse tuindorp is relatief klein.

Volkswijk

Volkswijken bestaan uit gesloten bouwblokken met eengezinswoningen van twee tot drie verdiepingen hoog, verbonden door middel brede straten. Volkswijken hebben smalle straten en kleine tuinen. Vaak ontbreken voortuinen en zijn de achtertuinen ondiep in vergelijking met de andere buurten. Er is weinig gemeentelijk groen, maar er is veel ruimte voor de auto door parkeerplekken aan beide zijden van de straat. Verder is er in de openbare ruimte veel verharding. De Haarlemse volkswijk komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van een volkswijk.

Naoorlogse woonwijk

Naoorlogse woonwijken bestaan uit eengezinswoningen van twee tot drie verdiepingen hoog die gebouwd zijn sinds 1945. De straten in dit type buurten zijn relatief breed, met veel verharding voor parkeerruimte langs de wegen. De meeste woningen zijn rijtjeswoningen of twee-onder-een-kapwoningen met voor- en achtertuin. In de openbare ruimte is er weinig ruimte voor groen. Hiervoor is tijdens de aanleg van deze buurten weinig ruimte gecreëerd. De Haarlemse naoorlogse

⁴ Rapport PBL: *Krachtwijken met karakter verdieping*

woonwijk komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van een naoorlogse woonwijk.

Tuinstad laagbouw

Tuinstad laagbouw bestaat uit open bouwblokken van eengezinswoningen met twee tot drie verdiepingen. Open bouwblokken zijn een structuur van gebouwen waarbij er geen besloten binnenruimte is, maar min of meer vrije ruimte rondom het bouwblok. Deze woningen hebben vaak een eigen tuin en daarnaast is er half-openbaar groen in de woonblokken. Ook langs de brede straten tussen de bouwblokken is ruimte voor groen, in de vorm van een rij met bomen of een groenstrook. Tuinstad laagbouw is tussen 1945 en 1960 gerealiseerd en heeft vooral een woonfunctie. De Haarlemse tuinstad laagbouw komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van een tuinstad laagbouw.

Tuinstad hoogbouw

Tuinstad hoogbouw bestaat uit open bouwblokken van vier tot tien verdiepingen met veel open ruimte tussen de blokken. In deze buurten is geprobeerd om in een beperkte ruimte veel woningen te creëren met een focus op luchtigheid, licht en ruimte in binnen- en buitenruimtes. Dit is bijvoorbeeld vertaald in een ruime opzet tussen de gebouwen. Dit gebeurde tussen 1950 en 1965. Woningen hebben geen eigen tuinen en binnenplaatsen zijn soms verhard om voldoende parkeerruimte te creëren. Straten zijn breed en overal is het een middelverharde buurt. De Haarlemse tuinstad hoogbouw komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van een tuinstad hoogbouw.

Hoogbouw

Hoogbouw wijken bestaan uit vrije bouwblokken van minimaal zes verdiepingen hoog. Deze gebouwen hebben een brede mix van functionaliteiten: werken, wonen en recreatie komen er samen. Tussen de gebouwen zijn middelbrede geasfalteerde straten en parkeerruimte is veelal ondergronds te vinden. Langs de straten is minimaal ruimte voor groen, indien aanwezig betreffen het voornamelijk bomen. De Haarlemse hoogbouw komt over het algemeen overeen met de gemiddelde landelijke kenmerken van hoogbouw. Echter is de gemiddelde straatbreedte in de Haarlemse hoogbouw wat breder dan het landelijke gemiddelde.

Bloemkoolwijk

Bloemkoolwijken zijn gebouwd tussen 1970 en 1990, en bestaan uit eengezinswoningen in strokenbouw of open bouwblokken. Strokenbouw zijn rijen van gebouwen ten opzichte van een straat of dijk. Het wegnetwerk van bloemkoolwijken is een unieke karakteristiek. Het wordt gekenmerkt door veel bochten en lussen, waar andere buurten meer kruisingen en rechte straten hebben. Ook is de grote hoeveelheid van groen direct aan woonerven uniek, woningen hebben een voor- en achtertuin. Bij de aanleg van bloemkoolwijken is bewust met groen omgegaan als middel voor woonkwaliteit. Hier tegenover staat dat er weinig rekening gehouden is met de auto. Bloemkoolwijken liggen vaak wat verder weg van centrumvoorzieningen, waardoor menig inwoners een of twee auto's heeft. Als gevolg is er een hoge parkeerdruk in de meeste bloemkoolwijken. De

hoofdfunctie van bloemkoolwijken is wonen. De Haarlemse bloemkoolwijk komt over het algemeen met de genoemde omschrijving overeen.

Bedrijventerrein

Bedrijventerreinen liggen vaak aan de rand van steden of dorpen en hebben als functie de huisvesting van bedrijven. De ligging is meestal op logistieke aantrekkelijke punten, bijvoorbeeld langs snelwegen of waterwegen. Op bedrijventerreinen is er vaak weinig ruimte voor groen gereserveerd en is er veel verharding. De Haarlemse bedrijventerreinen komen hiermee overeen. Bovendien is het percentage openbare ruimte op het bedrijventerrein relatief laag.

Villawijk

Een villawijk is een wijk met grote vrijstaande huizen met veel ruimte tussen de woningen en grote tuinen. Villawijken liggen buiten het centrum van steden. Je vindt ze ook vaak aan de randen van dorpen. De ruime woningen in villawijken behoren tot de duurdere woningen. De meeste villa's dienen als woning, maar vaak worden ze ook gebruikt door makelaars, artsen of notarissen. De Haarlemse villawijk komt met deze kenmerken overeen. Daarbij kenmerkt de Haarlemse villawijk zich door relatief brede straten en een gemiddeld middelhoog percentage openbare ruimte.

Vinex wijk

Opvallend aan dit wijktype zijn de verschillende soorten eengezinswoningen in strokenbouw: twee-ondereen-kapwoningen, vrijstaande woningen en appartementen. In deze wijken is in het straatprofiel mogelijk meer ruimte voor groenstroken en bomen. De huizen hebben vaak een voortuin en een ruime achtertuin. De straten zijn relatief breed: gemiddeld 20 meter. Er is ruimte voor parkeerplekken en een krappe boomspiegel. In de openbare ruimte en vooral in privétuinen is veel verharding. De Haarlemse kenmerken van een vinex wijk komen hiermee overeen en laten een middelhoog percentage openbare ruimte zien.

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. De Haarlemse vooroorlogse wijk komt hiermee overeen en heeft een relatief brede straatbreedte. Het percentage openbare ruimte is in de Haarlemse vooroorlogse woonwijk laag.

Groen

In de wijktypen 'groen' bestaat meer dan 70% van het oppervlak uit groen. Dit kan in steden gebeuren wanneer er bijvoorbeeld een park of stadsbos naast een stuk bebouwing samen worden gegroepeerd als buurt. De gebieden die in Haarlem aangewezen zijn als groen en niet-gedefinieerd bestaan voor het grootste deel uit woningen en vakantiewoningen, groen, buitengebied en parken, water, polders en sportvelden.

Divers

Gebieden die niet onder één van de bovenstaande categorieën vallen zijn geclassificeerd als 'divers'. Een Haarlemse buurt valt onder het buurttype 'divers'. Bij 'divers' is er, naast groen, sprake van een verscheidenheid van verschillende woningtypen zoals grondgebonden woningen en appartementenblokken. Ook is er een waterzuiveringsinstallatie in het wijktype divers.

Vernieuwd

Het wijktype 'vernieuwd' is een mengsel van oudere wijktype waar er naast de bestaande woningen inbreiding heeft plaats gevonden. Inbreiding is een stedelijke ontwikkelingsstrategie waarbij nieuwe woningen, voorzieningen of andere functies worden toegevoegd binnen het bestaande stedelijke gebied. Deze inbreiding zorgt ervoor dat dit wijktype geen eenduidig onderscheidende kenmerken heeft ten opzichte van de andere wijktypen.

7.3 Kenmerken van de Haarlemse wijktypen

In dit planMER zijn de door de Klimaateffectatlas benoemde kenmerken van wijktypen aangevuld met unieke kenmerken van de gemeente Haarlem. Tabel 7-1 geeft een overzicht van de kenmerken die voortkomen uit de Klimaateffectatlas en de unieke kenmerken van Haarlem.

Bouwjaar

Het bouwjaar van een woning of buurt kan de bouwtenens van een periode weerspiegelen en illustreert wat er in de bouwperiode voor woningbehoeftes waren. Per postcode is het percentage van de bebouwing bekeken per interval van 5 jaar. Bouwjaar is een onderscheidend kenmerk voor de thema's archeologie en cultuurhistorie en is ook van belang met betrekking tot de isolatiewaarden en warmtebehoefte van woningen. Het bouwjaar is overgenomen uit de Klimaateffectatlas.

Woningtype

Per postcode is het percentage van bebouwing bekend voor de categorieën 'appartement', 'rijtjeshuis', '2-onder-1-kap' en 'vrijstaand'. Uiteindelijk is er besloten om de hoekwoning en tussenwoning samen te voegen tot rijtjeswoning. Dit is aangevuld met de bouwvorm van deze woningen: in blokken, vrijstaand of lintbebouwing bijvoorbeeld. Aan de hand van het kenmerk woningtype is het mogelijk om in te schatten hoe de verschillende alternatieven er op straatniveau en gebouwniveau Haarlem uit kunnen zien. Het woningtype is voortgekomen uit de Klimaateffectatlas.

Hoogte gebouwen

De bouwhoogte van gebouwen zegt veel over een wijktype. Zo zijn de woonlagen in een volkswijk lager dan bijvoorbeeld in een tuinstad hoogbouw. Per postcode is het percentage van de bebouwing bekend per interval van 1 meter. De hoogste categorie is '> 30m'. Uit deze dataset is de meest voorkomende waarde per wijktype gekozen. Dit is naar verdiepingen vertaald. De hoogte van gebouwen is overgenomen uit de Klimaateffectatlas.

Straatbreedte

Straatbreedte refereert naar hoe breed een straat is. De breedte van een straat wordt gedefinieerd als de ruimte die er gemiddeld per strekkende meter straat beschikbaar is. Hiervoor is de hoeveelheid ruimte bepaald die er onder het wegoppervlak over is na aftrekt van eventueel aanwezige boomwortels en huidige ondergrondse infrastructuur en bijbehorende bufferafstanden. De breedte van straten is een uniek kenmerk dat wordt gebruikt om aannames te doen over de mogelijke effecten voor de thema's geluidhinder, ruimtelijke kwaliteit en drinkwater. De straatbreedte is voortgekomen uit een analyse die eerder in opdracht door de gemeente Haarlem werd uitgevoerd door Aveco de Bondt (2024)⁵.

Fijnmazigheid wegennet: meters weg per hectare

De fijnmazigheid van het wegennet refereert naar de hoeveelheid straat en de graad van vertakking van dit wegennet in een buurt. Om de fijnmazigheid per buurt in kaart te brengen is gekeken naar de weglengte in meters per hectare. Uitkomsten op buurniveau zijn vervolgens vertaald naar de gemiddelde weglengte in meters per hectare per wijktype. Hiervoor is een GIS-analyse uitgevoerd. De fijnmazigheid van het wegennet, in meters weg per hectare, is een uniek kenmerk dat wordt gebruikt voor de thema's geluidhinder, luchtkwaliteit en bodemkwaliteit.

Openbare ruimte

Openbare ruimte is ruimte die voor iedereen toegankelijk is. Voor dit kenmerk is gekeken naar het percentage openbare ruimte per wijktype. Aan de hand van een GIS-analyse is bepaald hoeveel publieke ruimte in een buurt aanwezig is. Hierbij is gekeken naar openbaar groen en grijs en publiek bezit. Wegen en parkeerplaatsen zijn uit de analyse gehaald. Vervolgens is een gemiddelde per wijktype bepaald. Het kenmerk openbare ruimte is een uniek kenmerk dat wordt gebruikt om de milieueffecten te bepalen voor de thema's geluidhinder, elektromagnetische velden en ruimtelijke kwaliteit.

Groen

Sommige buurten zijn groener dan andere en daarom van belang voor een betere wijktype-bepaling. Voor iedere postcode is het totale percentage groen berekend en de percentages in de categorieën 'gras', 'heesters' en 'bomen'. Het percentage groen is voortgekomen uit de Klimaateffectatlas.

Verharding openbare ruimte

De verdeling van verhard en onverhard is meegenomen in de wijktype dataset omdat in een historische binnenstad vaak meer verharding op buurt- of straatniveau is dan bijvoorbeeld in een tuinstad of villawijk. Voor iedere postcode is het gemiddelde percentage verharding toegevoegd. Verharding van de openbare ruimte wordt gebruikt voor het kenmerk hittestress gevoeligheid. Het percentage verharding is voortgekomen uit de Klimaateffectatlas.

Functie van de wijk

Het percentage van panden die de functie 'wonen' hebben per buurt- of straatniveau wordt berekend om de typologie bedrijventerrein van de overige typologieën te onderscheiden. Daarnaast

⁵ Analyse drukte in de ondergrond, Aveco de Bondt (2024)

geeft de indeling van functies, anders dan wonen, ook inzicht in het bepalen van historische binnensteden. In de historische binnenstad zijn panden vaak opgedeeld in functies zoals winkels en wonen. De functie van de wijk (oftewel buurt) geeft een indicatie van hoe buurten gebruikt worden en wat voor bewegingen en handelingen er plaatsvinden. Hiermee draagt het kenmerk bij aan het algemene beeld en onderlinge onderscheid van wijktypen. De data is afkomstig uit de Klimaateffectatlas.

Woningequivalent

Een woningequivalent (WEQ) is een eenheid van warmtevraag voor een woning. Een WEQ staat gelijk aan 27 tot 30 gigajoule per jaar (GJ/a). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat dit de warmtevraag van één woning representeert. In realiteit is WEQ een gemiddelde en varieert de exacte warmtevraag, bijvoorbeeld door verschil in isolatieniveau of grootte van een woning. Om de verschillen in warmtevraag per buurt in kaart te brengen is het kenmerk WEQ per hectare berekend. Vervolgens is een gemiddelde per wijktipe bepaald. Het aantal WEQs per hectare is een uniek kenmerk dat wordt gebruikt om de mogelijke milieueffecten voor de thema's grondwater, ruimtelijke kwaliteit en circulariteit te bepalen.

Energielabels

Energielabels geven informatie over de isolatiegraad van woningen. Het geeft indirect informatie over de warmtevraag en hangt samen met het WEQ. Informatie over energielabels worden in dit planMER niet gebruikt om mogelijke milieueffecten te bepalen. WEQ's zijn leidend.

Tabel 7-1: Overzicht kenmerken wijktypen

	Bouwjaar	Woningtype	Functie wijktipe	Hoogte van gebouwen (in m)	Percentage openbare ruimte	Percentage groen	Fijnmazigheid weggennet	Straatbreedte (in m)	Woning-equivalenten
Historische binnenstad	Voor 1910	Flatwoningen, boven-benedenwoningen en eengezinswoningen	Wonen, werken en recreatie	3 – 5	11,1 (H)	15 – 35%	340 (M)	1 – 2 (H)	53,22 (H)
Tuindorp	1910-1940	Overwegend eengezinswoningen	Wonen, werken en recreatie	2 – 3	12,4 (H)	30 – 50%	298 (M)	2 – 5 (M)	36,87 (M)
Volkswijk	1850-1940	Overwegend eengezinswoningen	Wonen	2 – 3	8,3 (H)	15 – 20%	312 (M)	2 – 5 (M)	55,46 (H)
Naoorlogse woonwijk	Na 1945	Overwegend eengezinswoningen	Wonen	2 – 3	20,2 (M)	30 – 55%	312 (M)	>5 (L)	41,7 (M)
Tuinstad laagbouw	1945 – 1960 en later	Overwegend flatwoningen	Wonen	2 – 3	20,3 (M)	40 – 50%	298 (M)	>5 (L)	40,06 (M)
Tuinstad hoogbouw	1950 – 1965 en later	Overwegend flatwoningen	Wonen	4 – 10	21 (M)	35 – 80%	371 (H)	>5 (L)	50,69 (H)

Projectgerelateerd

Hoogbouw	Na 1960	Flatwoningen en eengezinswoningen	Wonen	6 – 20	13 (H)	10 – 20%	372 (H)	>5 (L)	22,33 (L)
Bloemkoolwijk	1970 - 1990	Overwegend eengezinswoningen	Wonen	3 – 5	26,9 (M)	35 – 60%	341 (M)	>5 (L)	32,29 (M)
Villawijk	Van alle tijden	Overwegend eengezinswoningen	Wonen	1 – 4	16,6 (M)	50 – 65%	252 (M)	>5 (L)	23,50 (L)
Bedrijventerrein	Van alle tijden	Verspreide bebouwing	Dienstverlening	2 – 3	12,8 (H)	9 – 35%	165 (M)	>5 (L)	0,25 (L)
Groen	Van alle tijden	Voornamelijk groen	Recreatie, wonen	1 – 4	39,3 (L)	40 – 75%	146 (L)	>5 (L)	0,49 (L)
Divers	Van alle tijden	Verschiedende bouwtypen	Wonen, werken en recreatie		33,3 (L)	40 – 50%	266 (M)	>5 (L)	11,21 (L)
Vernieuwd	Van alle tijden	Flatwoningen, eengezinswoningen en overige woningtypen	Wonen, werken en recreatie	2 – 6	20,2 (M)	20 – 40%	287 (M)	>5 (L)	35,73 (M)
Vinex-wijk	Jaren 90	Strokenbouw, gesloten bouwblok, eengezinswoningen, twee-onder-een kap, vrijstaand, appartementen	Wonen	2 – 4	19,8 (M)	40 – 50%	402 (H)	>5 (L)	36,22 (M)
Vooroorlogse woonwijk	Voor 1945	Strokenbouw, verspreid, eengezinswoningen, twee onder een kap en vrijstaand	Wonen	V	3,5 (H)	20 – 30%	123 (L)	>5 (L)	5,71 (L)

Toelichting afkortingen

H	Hoog risico op milieueffecten bij bepaalde milieuthema's
M	Midden risico op milieueffecten bij bepaalde milieuthema's
L	Laag risico op milieueffecten bij bepaalde milieuthema's
V	Variabel, onbekend

8 Milieuthema's

Dit hoofdstuk bevat een overzicht van het relevante beleidskader, de referentiesituatie, een generieke effectbeoordeling en, indien van toepassing een effectbeoordeling per wijktype. Ook bevat ieder milieuthema, indien van toepassing, een toelichting van lokale aandachtspunten en aandachtspunten met betrekking tot warmtebronnen waarvoor een zoekgebied is gedefinieerd.

8.1 Geluid en trillingen

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema geluid en trillingen beschreven. Hierin wordt stilgestaan bij cumulatieve geluidhinder en de mate van trillingen.

Tabel 8-1: Beoordelingskader Geluid en trillingen

Thema	Aspect	Indicator
Geluid en trillingen	Geluidhinder	Toename van het geluid op de gevels van geluidgevoelige gebouwen
	Hinder of schade door trillingen bij aanleg	Hinder of schade door trillingen bij de aanleg

8.1.1 Beleidskader geluid en trillingen

Tabel 8-2: Beleidskader geluid en trillingen

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Omgevingswet (2024)	<p>Spoorweglawaai: De gemeente stelt in het omgevingsplan gebiedsgerichte geluidsnormen vast voor geluidgevoelige gebouwen. Hierbij vormen de waarden uit het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) de basis. Als het geluid op de gevel van een geluidgevoelig gebouw niet hoger is dan de standaardwaarde, dan is er geen verplichting om geluidbeperkende maatregelen te onderzoeken. Als dat geluid de grenswaarde overschrijdt, kan een geluidgevoelige bestemming op die locatie alleen worden toegestaan met maatregelen aan het gebouw, zoals een dove gevel. Voor geluid van spoorwegen is de standaardwaarde 55 dB en de grenswaarde 70 dB.</p> <p>Wegverkeerslawaai: Net als bij spoorwegverkeer stelt de gemeente ook voor wegverkeer in het omgevingsplan de geluidsnormen vast voor gevoelige gebouwen. Voor gemeentewegen is de standaardwaarde 53 dB en de grenswaarde 65 dB.</p> <p>Windturbinelawaai: Zolang het Besluit windturbines nog niet van kracht is (verwacht in 2025), geldt een tijdelijke regeling. Windturbines moeten voldoen</p>

	<p>aan een maximaal geluid van 47 dB Lden (gemiddeld over het etmaal) en 41 dB Lnight (in de nacht) op de gevels van geluidgevoelige gebouwen.</p> <p>Industrielawaai: Voor industrieterreinen regelt de gemeente in het omgevingsplan dat het geluid van activiteiten niet hoger mag zijn dan het geluidproductieplafond. Dit plafond vervangt op termijn de oude systematiek van gezoneerde industrieterreinen.</p>
Besluit bouwwerken leefomgeving (2025)	<p>Wat betreft trillingen als gevolg van bouw- en sloopwerkzaamheden, staan in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) regels voor het verrichten van de bouw- en sloopwerkzaamheden in de dagperiode. De regels gaan onder meer over het beperken van trillinghinder. Het doel van de regels is om de veiligheid in de directe omgeving bij het bouwen en slopen te waarborgen en de gezondheid te beschermen.</p>
Provinciaal beleid	
Actieplan geluid	<p>De provincie Noord-Holland is op grond van de Europese richtlijn Omgevingslawaai, verplicht om elke vijf jaar een geluidkaart en een actieplan geluid op te stellen. De provincie heeft daar een plandrempel benoemd en mogelijk te treffen geluidbeperkende maatregelen om aan die plandrempel te voldoen.</p> <p>In het ontwerp Actieplan geluid 2025-2029 wordt de N208 (de Westelijke Randweg) genoemd als een wegvak waarlangs geluidschermen kansrijk zijn (lees voldoende geluidreductie bewerkstelligen in verhouding tot de te maken kosten).</p>
Gemeentelijk beleid	
Actieplan geluid	<p>De gemeente Haarlem is eveneens op grond van de Europese richtlijn Omgevingslawaai, verplicht om elke vijf jaar een geluidkaart en een actieplan geluid op te stellen. De Europese richtlijn is opgenomen in de Omgevingswet. Het college van B&W heeft op 25 juli 2023 (2023/434659) de geluidkaart vastgesteld. Uit de geluidkaart blijkt dat de meeste geluidhinder afkomstig is van wegverkeerslawaai.</p> <p>In vervolg op de geluidkaart geeft het actieplan een opsomming van het beleid dat bijdraagt aan geluidreductie en een aantal maatregelen. In het actieplan wordt een plandrempel vastgesteld, als het geluid hoger is dan deze plandrempel, dan moet gestreefd worden naar een verlaging tot maximaal deze waarde.</p> <p>De plandrempel bedraagt voor geluid van wegverkeer 70 dB langs hoofdroutes en 65 dB buiten de hoofdroutes, in 30 km/uur-zones. Voor geluid vanwege industrielawaai (het gezoneerde industrieterrein Waarderpolder) wordt aangesloten bij landelijk wetgeving: het geluid over het gehele etmaal mag gemiddeld niet hoger zijn dan 55 dB(A) en in de nacht niet hoger dan 45 dB(A).</p>

8.1.2 Geluidhinder

Huidige situatie

Geluiden in de omgeving kunnen een grote bijdrage leveren aan de beleving van de leefomgeving. Te veel geluid is vaak onwenselijk of zelfs schadelijk. Gezondheidseffecten als slaapverstoring, gehoorschade, risico op hart- en vaatziekten of verminderd prestatievermogen en leerproblemen bij kinderen willen we uiteraard zoveel mogelijk voorkomen [PlanMER NOVI, 2019]. Geluidhinder is gedefinieerd als het vaak of soms last hebben van geluid van wegverkeer, railverkeer, vliegtuigen, burelen, industrie, bedrijvigheid, laden/lossen en spelende kinderen.

Ernstige geluidhinder ervaren door inwoners van 19 jaar en ouder wordt voornamelijk veroorzaakt door brommers of scooters (11%), burelen (9%), wegverkeer met snelheden hoger dan 50 km/h (7%), en vliegverkeer (4%) [RIVM, 2016a]. Voor al deze bronnen geldt dat het percentage gehinderden hoger ligt dan het Nederlandse gemiddelde.

Ernstige geluidhinder is een afgeleide van geluidhinder en gedefinieerd als het percentage mensen die geluidhinder beoordelen met een 7-10 op de schaal 0 (helemaal niet hinderlijk) tot 10 (heel erg hinderlijk) [Compendium voor de Leefomgeving, 2008].

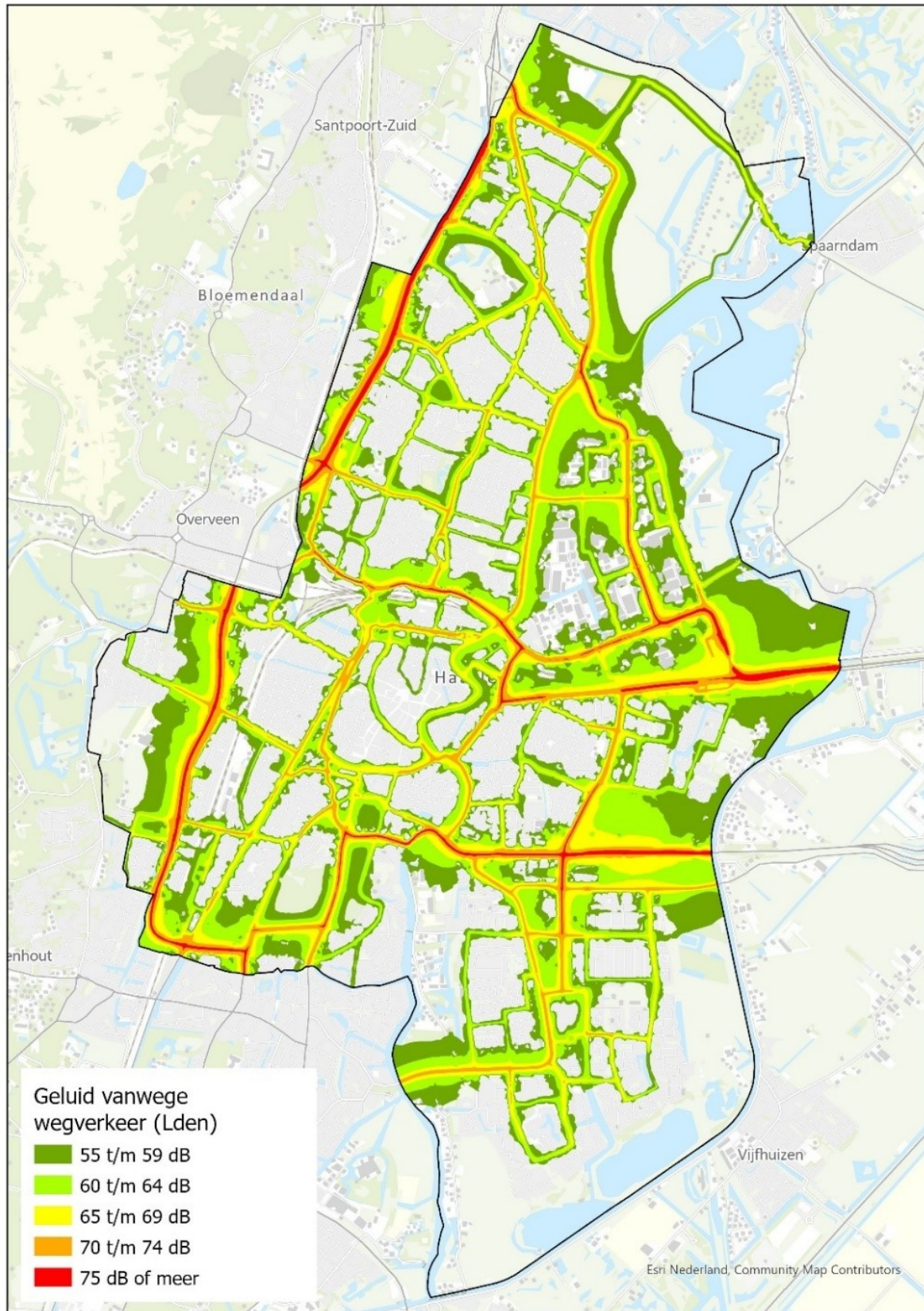
Het geluidbelaste oppervlak met geluid dat hoger is dan 55 dB was in 2016 in de gemeente Haarlem met 62,3% hoger dan het Nederlandse gemiddelde van 34,8% [Telos PBL, 2019].

In Figuur 8-1 is het geluid vanwege wegverkeer weergegeven. Hieruit blijkt dat het meeste geluid afkomstig is van de N208 (Westelijke Randweg), A200 en de N205 (Schipholweg) en de daarop aansluitende wegen. Langs deze wegen zal naar verwachting de meeste hinder optreden. In Figuur 8-2 is het geluid vanwege spoorwegverkeer weergegeven. Er is in een beperkte zone langs de spoorlijnen sprake van een hoog geluid en daarmee potentieel geluidhinder.

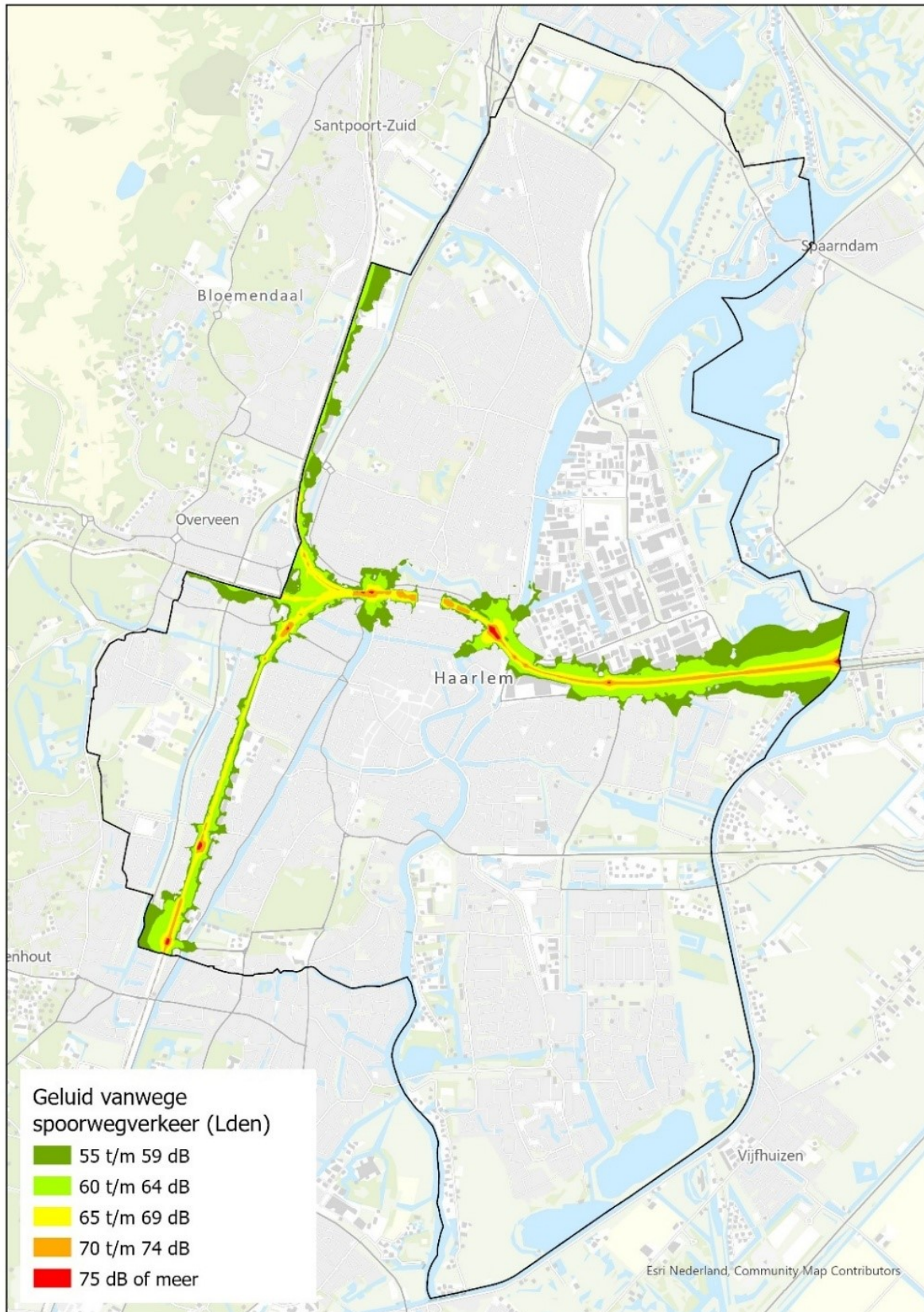
In Figuur 8-3 is het geluid vanwege industrielawaai weergegeven. In Haarlem is sprake van één gezoneerd industrieterrein (Waarderpolder) en het geluid van dit terrein komt nauwelijks buiten het terrein zelf. In de nabijgelegen woongebieden zal waarschijnlijk beperkt hinder optreden.

In Figuur 8-4 is het geluid vanwege vliegverkeer weergegeven. In het overgrote deel van Haarlem is het geluid niet hoger dan 48 dB. Ondanks dit lage niveau is het aannemelijk dat er in zekere mate sprake is van hinder door vliegverkeer.

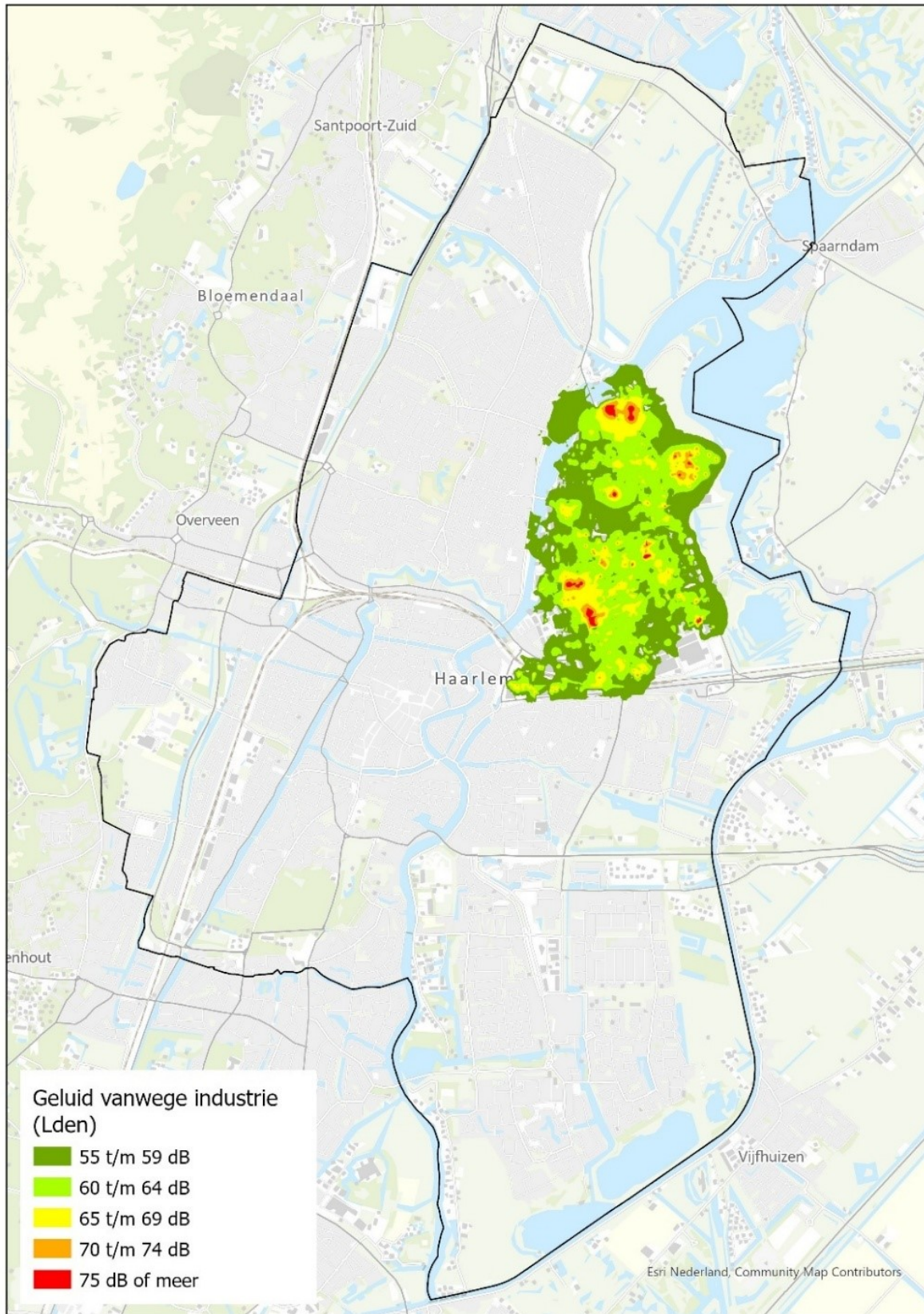
Het gemiddelde ervaren ernstige geluidhinder van weg, trein en vliegtuigverkeer in de gemeente Haarlem ligt met 26,0% hoger dan het landelijk gemiddelde waar gemiddeld 21,5% van de bevolking ernstige geluidhinder ervaart [Telos PBL, 2019].



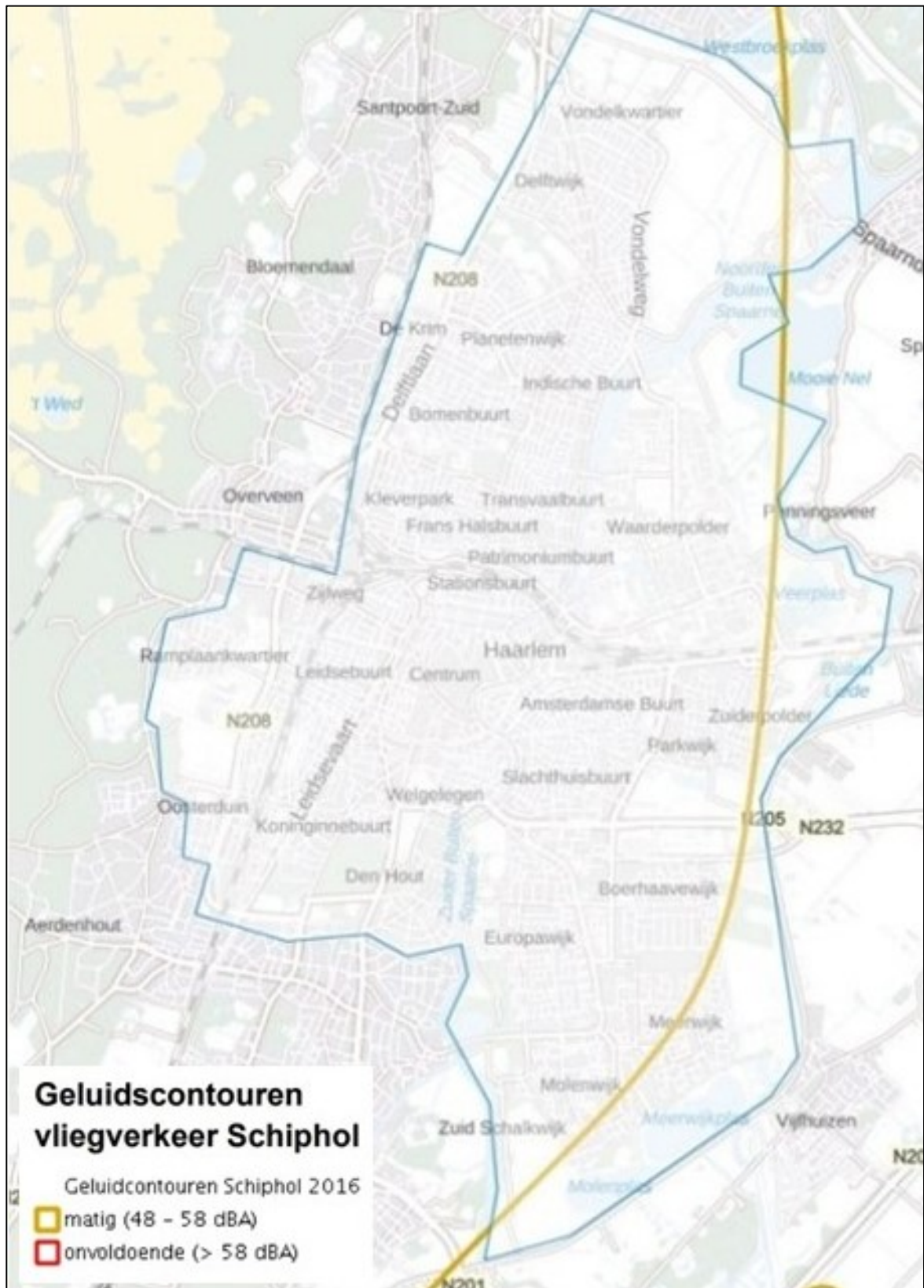
Figuur 8-1: Geluid van wegverkeer (Lden) 2021



Figuur 8-2: Geluid van spoorwegverkeer (Lden) 2021



Figuur 8-3: Geluid van industrielawaai (Lden) 2021



Figuur 8-4: Geluidscontouren vliegverkeer Schiphol 2016

Autonome ontwikkeling

De waar te nemen trend is dat de 'geluiddeken' toeneemt, door meer verkeer, woningen en evenementen. Het wegverkeerslawaaï in steden kan gaan afnemen als er een groei is in elektrisch rijden. Aangezien bij hogere snelheid het bandengeluid bepalend is, heeft het elektrisch rijden ter hoogte van rijkswegen en provinciale wegen naar verwachting geen effect op de mate van geluidsoverlast.

In de praktijk kan het zijn dat bewoners in de toekomst minder geluidbelasting ervaren als gevolg van een toename in elektrisch rijden en stiller wegdek, waarmee de perceptie van geluidbelasting op de omgeving ten gevolge van wegverkeer afneemt. De geluidbelasting ten gevolge van wegverkeer kan daarentegen weer toenemen door de (naar verwachting hoge) groei van het verkeer en aanleg van nieuwe wegen [RIVM, 2016a].

Het Actieplan Geluid 2024-2028 van Haarlem geeft beleidskaders voor het reduceren van omgevingslawaaï. Het streven is om bij geluidgevoelige gebouwen langs hoofdroutes geen geluid meer te hebben dat hoger is dan 70 dB en bij geluidgevoelige gebouwen langs de overige wegen niet hoger dan 65 dB. Er is ook sprake van een plandrempel voor industrielawaaï, waar al aan voldaan wordt omdat er geen woningen buiten de industrieterreinen liggen waar het geluid hoger is dan deze plandrempel.

Om ervoor te zorgen dat het geluid bij geluidgevoelige gebouwen deze plandrempel niet meer overschrijdt, kunnen geluidbeperkende maatregelen worden getroffen. In stedelijk gebied komt dan met name het toepassen van een stiller wegdek of het verlagen van de snelheid (bijv. van 50 naar 30 km/uur) in aanmerking als maatregel. In het geval van verkeersmaatregelen geldt dat het beleid vanuit het Haarlems Verkeer en Vervoerplan leidend zijn. In dit plan wordt met name ingezet op stimulatie van gebruik van de fiets of het openbaar vervoer door voorzieningen voor de fiets of het openbaar vervoer in te zetten [Gemeente Haarlem, 2014].

Als de doelstelling uit het Actieplan Geluid wordt gehaald, zal er gemiddeld over de gehele gemeente sprake zijn van een beperkte afname van de geluidhinder.

Generieke effectbeoordeling geluidhinder

Cumulatief geluid

Cumulatief geluid is het totale geluid dat door de verschillende geluidbronsorten tezamen wordt geproduceerd. Bij de berekening van het cumulatieve geluid wordt rekening gehouden met de hinderlijkheid van het geluid. Zo wordt het geluid van spoorwegverkeer als minder hinderlijk ervaren dan het geluid van wegverkeer en industrielawaaï juist hinderlijker.

Bij de cumulatie van geluid speelt mee dat een geluidbronsort die ongeveer 10 dB of nog minder geluid produceert ten opzichte van de andere bronnen geen effect heeft op het cumulatieve geluid. Concreet betekent dit dat een geluid producerende installatie in een omgeving met weinig geluid wel leidt tot hoger cumulatief geluid en dus meer hinder dan een geluidbronsort in een drukke omgeving met veel geluid waar al veel hinder wordt ervaren.

Daarnaast speelt de persoonlijke beleving van geluid een belangrijke rol. Deze subjectieve ervaring verschilt per individu en wordt beïnvloed door factoren zoals gevoeligheid voor geluid, de omgeving, emotionele toestand en verwachtingen. Aangezien er nog weinig onderzoek is gedaan naar hoe mensen geluid subjectief beleven, kan dit aspect niet worden meegenomen in de effectbeoordeling in deze rapportage.

In een drukke stadswijk zal het geluid van een buitenunit van een luchtwarmtepomp minder opvallen en minder bijdragen aan het totale geluid. Bewoners zijn daar al gewend aan achtergrondgeluid van bijvoorbeeld verkeer, waardoor een extra geluidsbron minder storend wordt ervaren. In een rustige buitenwijk kan dezelfde warmtepomp juist sneller als hinderlijk worden ervaren, omdat de omgeving normaal gesproken stiller is en mensen gevoeliger zijn voor nieuwe geluiden.

In gebieden in Haarlem met veel geluid van wegverkeer of van spoorwegen is het geluid al hoog. Bewoners in deze gebieden ervaren geluid anders dan mensen die in stillere zijstraten wonen.

Laagfrequent geluid (LFG)

Laagfrequent geluid bevindt zich in het frequentiebereik van 20 tot 125 Hz. Hoewel mensen geluiden tussen 20 en 20.000 Hz kunnen horen, heeft LFG bijzondere eigenschappen: het verzwakt minder snel over afstand dan hogere tonen en is moeilijker te weren met geluidswerende maatregelen zoals isolatie of schermen. LFG wordt vaak ervaren als een zachte brom. Of mensen dit geluid als hinderlijk ervaren, verschilt sterk per persoon. Factoren zoals gehoorgevoeligheid, mentale gesteldheid (bijvoorbeeld stress of vermoeidheid) en de hoeveelheid ander omgevingsgeluid spelen hierbij een rol. Hierdoor kan het voorkomen dat twee mensen in hetzelfde huis LFG heel verschillend waarnemen. LFG kan afkomstig zijn van diverse bronnen. Voor de warmtevoorzieningen zijn onder andere transformatorhuisjes, zwaar verkeer en werktuigen relevante veroorzakers.

Tonaal geluid

Een andere vorm van geluid die als storend kan worden ervaren is tonaal geluid: een constante toon met een vaste frequentie. Dit type geluid valt vaak meer op en wordt als hinderlijker ervaren dan geluid zonder duidelijke toon. Dat komt doordat het menselijk gehoor gevoelig is voor regelmatige patronen en herhalende frequenties.

Bepaalde onderdelen van de warmtevoorzieningen, zoals transformatorhuisjes, warmteoverdrachtstations en warmtebuffers, kunnen tonaal geluid veroorzaken. Zo produceren transformatorhuisjes vaak een bromtoon rond de 50 of 60 Hz, afhankelijk van de frequentie van het elektriciteitsnet. In warmteoverdrachtstations en warmtebuffers kunnen apparaten zoals pompen, ventilatoren en warmtewisselaars bij constante werking ook een tonaal geluid genereren. Dit type geluid valt vooral op in stille omgevingen of tijdens de nacht. Om hinder te beperken, kunnen maatregelen worden genomen zoals het toepassen van geluidsisolatie, regelmatig onderhoud en het optimaliseren van de installatie.

Alternatief 1 – Grootschalig midden temperatuur warmtenet

Aanleg De warmte wordt op stedelijk niveau geproduceerd. Hiervoor worden diverse bronnen en technieken ingezet, waaronder collectieve luchtwarmtepompen, geothermie, thermische energie uit afval- en oppervlaktewater, warmtebuffers, grootschalige elektrische boilers en waterstof. Om de geproduceerde warmte naar de buurten te transporteren, moeten transportleidingen worden aangelegd en in de buurten warmteoverdrachtstations worden gebouwd.

Op strategische locaties binnen de gemeente worden installaties gerealiseerd: onder andere één geothermie-installatie, aquathermie-installaties en collectieve luchtwarmtepompen. Deze grootschalige, collectieve installaties moeten zorgvuldig worden ingepast in de leefomgeving. Binnen de buurten zelf worden warmteoverdrachtstations gerealiseerd.

De werkzaamheden op de bouwlocaties en het bijbehorende bouwverkeer kunnen door het gebruik van zware machines bij de aanleg van installaties en transport- en distributieleidingen geluidhinder opleveren. Mogelijk treedt in beperkte mate laagfrequent geluid op door zwaar materieel, maar dit wordt vanwege de tijdelijke aard niet als maatgevend beschouwd voor de totale geluidhinder.

Aangezien er sprake is van een warmteproductie op stedelijk niveau en binnen de wijken alleen kleinere installaties worden geplaatst, worden de effecten van geluid in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase veroorzaakt het transport van warmte via distributieleidingen geen significante geluidhinder. Wel kunnen installaties zoals aquathermie-eenheden, warmteoverdrachtstations en pieklastvoorzieningen geluid produceren. Voor deze installaties is een vergunning vereist, waarbij wordt getoetst aan de geldende geluidsnormen. Dit kan inhouden dat geluidbeperkende maatregelen moeten worden getroffen.

Binnen de buurten zijn warmteoverdrachtstations voorzien, waarvoor strenge eisen gelden voor het geluid dat ze produceren. Dat mag niet hoger zijn dan 40 dB(A) op grens van het perceel van nabij gelegen geluidgevoelige gebouwen.

Vanwege de geldende normen voor het geluid van de warmteoverdrachtstations wordt geen toename van het geluid in de gebruiksfase verwacht en wordt dit als neutraal beoordeeld.

Alternatief 2 – Decentrale midden temperatuur warmtenet

Aanleg Er wordt gebruik gemaakt van bodemwarmte met seizoensopslag in de vorm van warmte-koude-opslag (WKO). De bronnen bevinden zich in of in de directe nabijheid van de buurt waar de warmte wordt benut. In de buurt worden daarom warmteoverdrachtstations en installaties voor basis- en pieklast, zoals een open bodem energiesysteem (OBES) of collectieve warmtepomp voor het opwaarderen van warmte-koude opslag (WKO)-warmte, gerealiseerd.

Voor de OBES moeten bovendien boringen worden verricht, wat extra hinder kan veroorzaken.

De werkzaamheden op de bouwlocaties en het bijbehorende bouwverkeer kunnen door het gebruik van zware machines bij de aanleg van installaties en transport- en distributieleidingen geluidhinder opleveren. Mogelijk treedt in beperkte mate laagfrequent geluid op door zwaar materieel, maar dit wordt vanwege de tijdelijke aard niet als maatgevend beschouwd voor de totale geluidhinder.

Vanwege het feit dat veel installaties en leidingen in de buurten moeten worden aangelegd, wordt het geluid in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Gebruik Het transport van warmte via distributieleidingen veroorzaakt geen significante geluidhinder. De installaties zelf kunnen echter wel (lichte) geluidsemissie veroorzaken. Voor deze installaties is een vergunning vereist, waarbij wordt getoetst of de geluidsemissie voldoet aan de geldende normen.

In dit alternatief worden relatief veel installaties binnen de buurt geplaatst. Dit verhoogt het risico op geluidhinder in de gebruiksfase. Hoewel er wettelijke waarden bestaan voor het geluid van deze installaties, is er een risico dat de geluidhinder toeneemt.

Gelet op het grote aantal installaties dat in de buurt wordt geplaatst wordt het geluid in de gebruiksfase als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 3 – Zeer lage temperatuur warmtenet

Aanleg Er wordt gebruikgemaakt van bodemwarmte met een zeer lage temperatuur met seizoensopslag in de vorm van WKO. In dit alternatief vindt het opwaarderen van de warmte plaats in de woning zelf. Hiervoor is elektriciteit nodig, wat betekent dat er extra transformatorhuisjes en elektriciteitskabels moeten worden aangelegd. Daarnaast worden er ook installaties van beperkte omvang in de wijk gerealiseerd, waardoor de verwachte geluidsoverlast tijdens de aanleg beperkter is.

De werkzaamheden op de bouwlocaties en het bijbehorende bouwverkeer kunnen door het gebruik van zware machines bij de aanleg van installaties en transport- en distributieleidingen geluidhinder opleveren. Mogelijk treedt in beperkte mate laagfrequent geluid op door zwaar materieel, maar dit wordt vanwege de tijdelijke aard niet als maatgevend beschouwd voor de totale geluidhinder.

Het feit dat veel installaties en leidingen in de buurten moeten worden aangelegd, wordt het geluid in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Gebruik Het transport van warmte via distributieleidingen veroorzaakt geen significante geluidhinder. De installaties kunnen echter wel lichte geluidsemissie veroorzaken. In vergelijking met het decentraal MT warmtenet worden er minder installaties in de buurt

geplaatst die geluid kunnen produceren. Voor deze installaties is een vergunning vereist, waarbij wordt getoetst aan de geldende geluidsnormen.

De extra transformatorhuisjes die nodig zijn voor dit alternatief produceren geluid, met een geluidssterkte tussen 28 dB(A) en maximaal 38 dB(A) op één meter afstand van de buitenwand van een MS/LS-station. Overdag is het geluidsniveau hoger vanwege het grotere elektriciteitsverbruik. Deze transformatorhuisjes kunnen ook laagfrequent geluid produceren, maar de kans op overlast is klein omdat ze moeten voldoen aan internationale richtlijnen. Om eventuele hinder te beperken, geldt een minimale afstand van 4 meter tussen een transformatorhuisje en woningen of andere gebouwen waar mensen langdurig verblijven.

De te bouwen installaties in de buurten kunnen beperkt geluidhinder veroorzaken. Daarom wordt het geluid in de gebruiksfase als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Er worden luchtwarmtepompen aangelegd bij alle woningen in een buurt. De werkzaamheden worden geheel aan de woning uitgevoerd en veroorzaken geen significante geluidhinder. Voor dit alternatief moet het elektriciteitsnet aanzienlijk worden verzwakt. Dit vereist de aanleg van extra transformatorhuisjes en elektriciteitskabels.

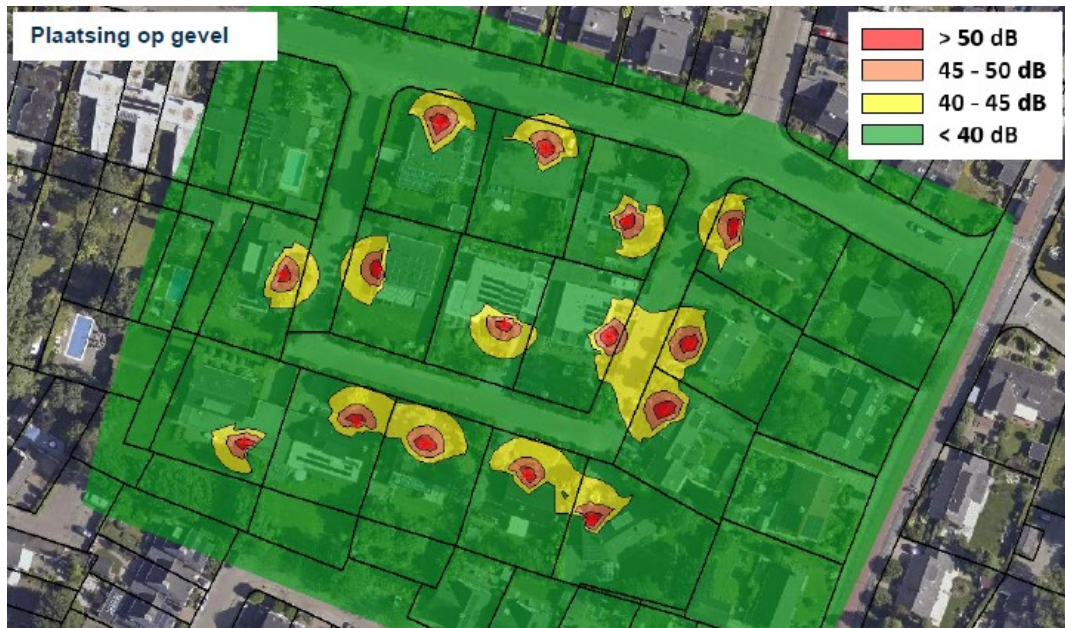
De werkzaamheden kunnen door het gebruik van zware machines bij de verzwaring van het elektriciteitsnet geluidhinder opleveren. Mogelijk treedt in beperkte mate laagfrequent geluid op door zwaar materieel, maar dit wordt vanwege de tijdelijke aard niet als maatgevend beschouwd voor de totale geluidhinder.

Het risico op geluidhinder tijdens de aanlegfase wordt daarom voor dit alternatief als neutraal beoordeeld.

Gebruik De transformatorhuisjes kunnen dicht bij geluidgevoelige gebouwen worden geplaatst. Als de transformator maximaal draait dan is op 1 meter afstand van het huisje een geluid te horen van tussen de 30 en 32 dB. De luchtwarmtepompen bij de woningen hebben een buitenunit die geluid produceert. De hoeveelheid geluid is afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de gewenste binnentemperatuur: hoe kouder het buiten is of hoe warmer het binnen moet zijn, hoe harder de warmtepomp draait. Ook bij gebruik voor koeling in de zomer produceert de warmtepomp geluid.

Volgens Europese regelgeving mogen luchtwarmtepompen tot 6 kW maximaal 65 dB(A) produceren en warmtepompen van 6 tot 12 kW maximaal 70 dB(A). In de praktijk zijn moderne warmtepompen door technologische ontwikkelingen vaak stiller. De gemeente Haarlem hanteert een maximale geluidsnorm van 40 dB op de perceelsgrens, in overeenstemming met het Besluit Bouwwerk en Leefomgeving (BBL). Er zijn speciaal ontworpen stille varianten beschikbaar, en het geluidsniveau kan verder worden verlaagd door een geschikte plaatsing en het gebruik van een geluid afschermende omkasting. De kans op hinder door deze installaties is aanzienlijk groter

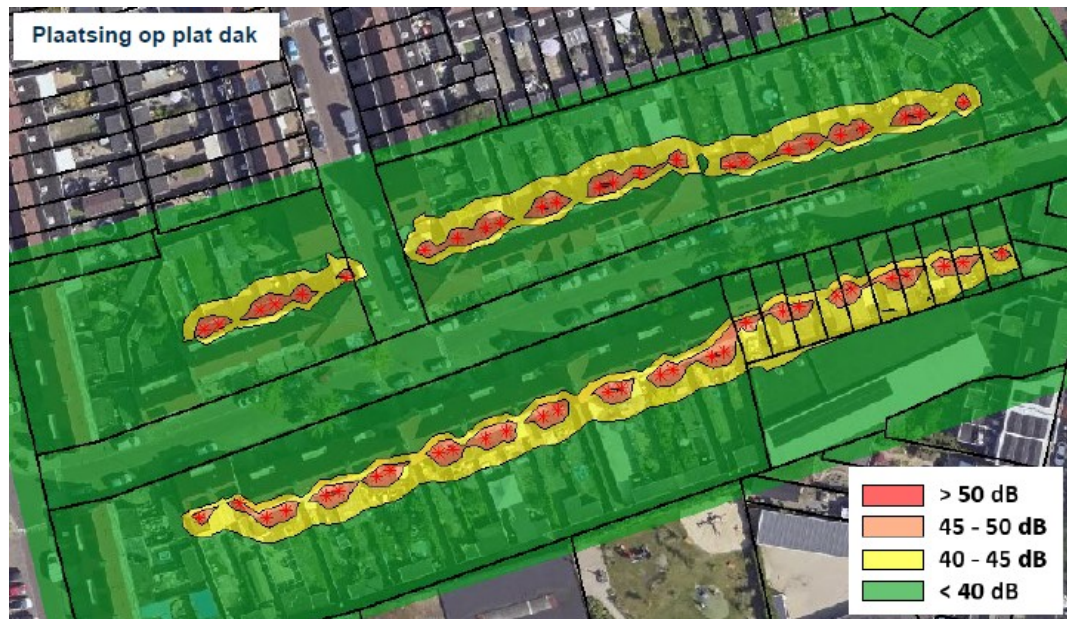
als er sprake is van aaneengesloten bebouwing (zoals rijtjeswoningen). Bij vrijstaande woningen is de afstand tussen de woning en de omliggende percelen groter. In de navolgende figuren is voor beide situaties een inschatting gegeven van het geluid vanwege warmtepompen bij een hoog en een laag emissieniveau. Hieruit blijkt dat met het treffen van geluidbeperkende maatregelen de hinder aanzienlijk kan worden beperkt. Denk hierbij aan omkasting.



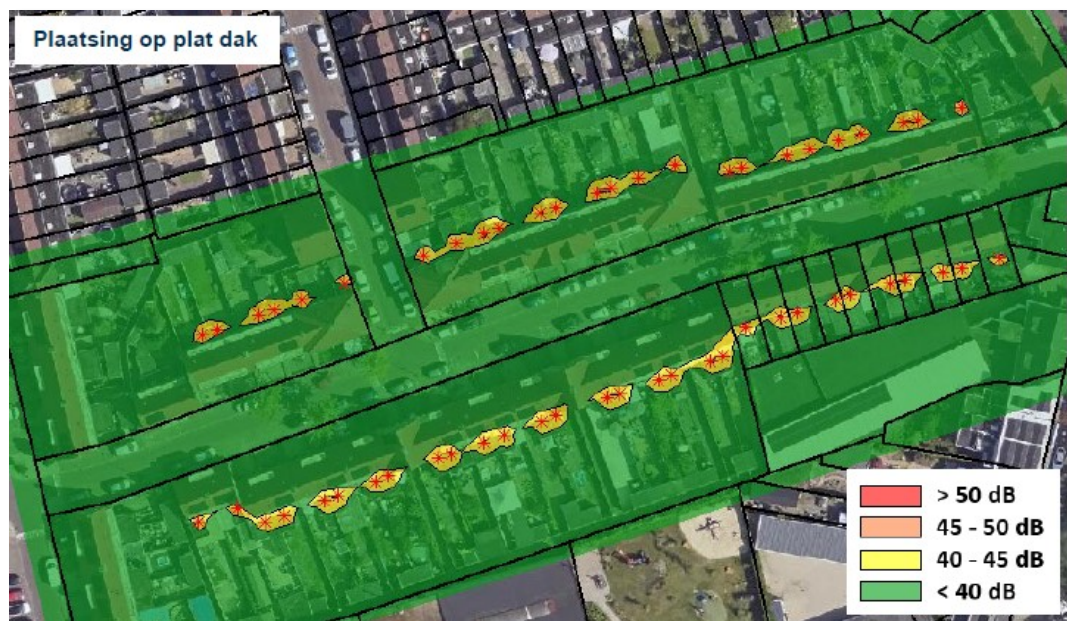
Figuur 8-5: Geluid bij hoog emissieniveau warmtepomp op gevel (Haskoning)



Figuur 8-6: Geluid bij laag emissieniveau warmtepomp op gevel (Haskoning)



Figuur 8-7: Geluid bij hoog emissieniveau warmtepomp op plat dak (Haskoning)



Figuur 8-8: Geluid bij laag emissieniveau warmtepomp op plat dak (Haskoning)

Hoewel luchtwarmtepompen niet continu draaien en vaak zijn uitgerust met een stille modus, kan bij grootschalige toepassing in een buurt een continue geluidsbelasting van 40 dB ontstaan. In drukke stedelijke gebieden kan deze extra geluidsbelasting wegvallen tegen het achtergrondgeluid van verkeer, terwijl in rustige woonwijken de subjectieve beleving van geluidhinder sterker kan zijn.

Er is nog weinig onderzoek gedaan naar de verschillen tussen cumulatieve en subjectieve geluidservaring bij grootschalige toepassing van luchtwarmtepompen in

verschillende stedelijke contexten. Verdere studie naar deze verschillen kan bijdragen aan gerichte maatregelen om geluidhinder te beperken.

Naast de mogelijke lichte geluidhinder door extra transformatorhuisjes zijn er aanzienlijke risico's verbonden aan de grootschalige inzet van luchtwarmtepompen in een buurt. Dit alternatief wordt daarom als zeer negatief beoordeeld voor de gebruiksfase.

Bij toepassing van dit alternatief als voorkeursoplossing is het van belang om te monitoren of de installatie van buitenunits voldoet aan de richtlijnen uit het Haarlems afwegingskader verduurzamen monumenten (meer over dit afwegingskader in 8.9.1 en waar nodig mitigerende maatregelen te treffen. In hoofdstuk 9 over mitigerende maatregelen wordt aanbevolen om de effecten van meerdere buitenunits op het cumulatieve geluidsniveau in dichtbebouwde buurten met meerlaagse bebouwing nader te onderzoeken.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Ook voor alternatief 5 zijn extra transformatorhuisjes en elektriciteitskabels nodig. De aanleg hiervan kan tijdelijk geluidhinder veroorzaken. Voor de installatie van individuele bodemwarmtepompen wordt gebruikgemaakt van een gesloten bodemenergiesysteem (GBES). Voor elke woning moet een boring worden uitgevoerd met een zware mechanische boorwagen. Vanwege het gewicht van deze boorwagen zijn rijplaten nodig. Tijdens de boring wordt boorvloeistof gebruikt, waarbij grond en vloeistof naar boven komen en tijdelijk moeten worden opgeslagen. Daarnaast is er transport van materieel nodig. Deze werkzaamheden veroorzaken geluidhinder tijdens de aanlegfase.

Hoewel de duur van de werkzaamheden per woning relatief kort is — variërend van enkele dagen tot enkele weken — moeten deze werkzaamheden bij iedere woning afzonderlijk plaatsvinden. Daarom wordt alternatief 5 voor de aanlegfase als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Gebruik De extra transformatorhuisjes kunnen in de gebruiksfase lichte geluidhinder veroorzaken, maar bij naleving van de richtlijnen wordt het risico als laag ingeschat. Bodemwarmtepompen hebben geen buitenunit met ventilatoren, zoals bij luchtwarmtepompen, waardoor het geluidsniveau buiten minimaal is. Binnen ligt het geluidsniveau van een bodemwarmtepomp doorgaans tussen de 30 en 45 dB(A), gemeten bij de installatie — vergelijkbaar met een traditionele cv-installatie. Het risico op geluidhinder in de gebruiksfase wordt daarom voor alternatief 5 als neutraal beoordeeld.

Conclusie generieke effectbeoordeling geluidhinder

In Tabel 8-3 is een overzicht opgenomen van de onderdelen van de alternatieven die in meer of mindere mate geluid produceren, zoals hierboven voor de alternatieven is beschreven. Op basis van de geluidhinder van de verschillende onderdelen is het effect van het alternatief bepaald in de aanlegfase en de gebruiksfase.

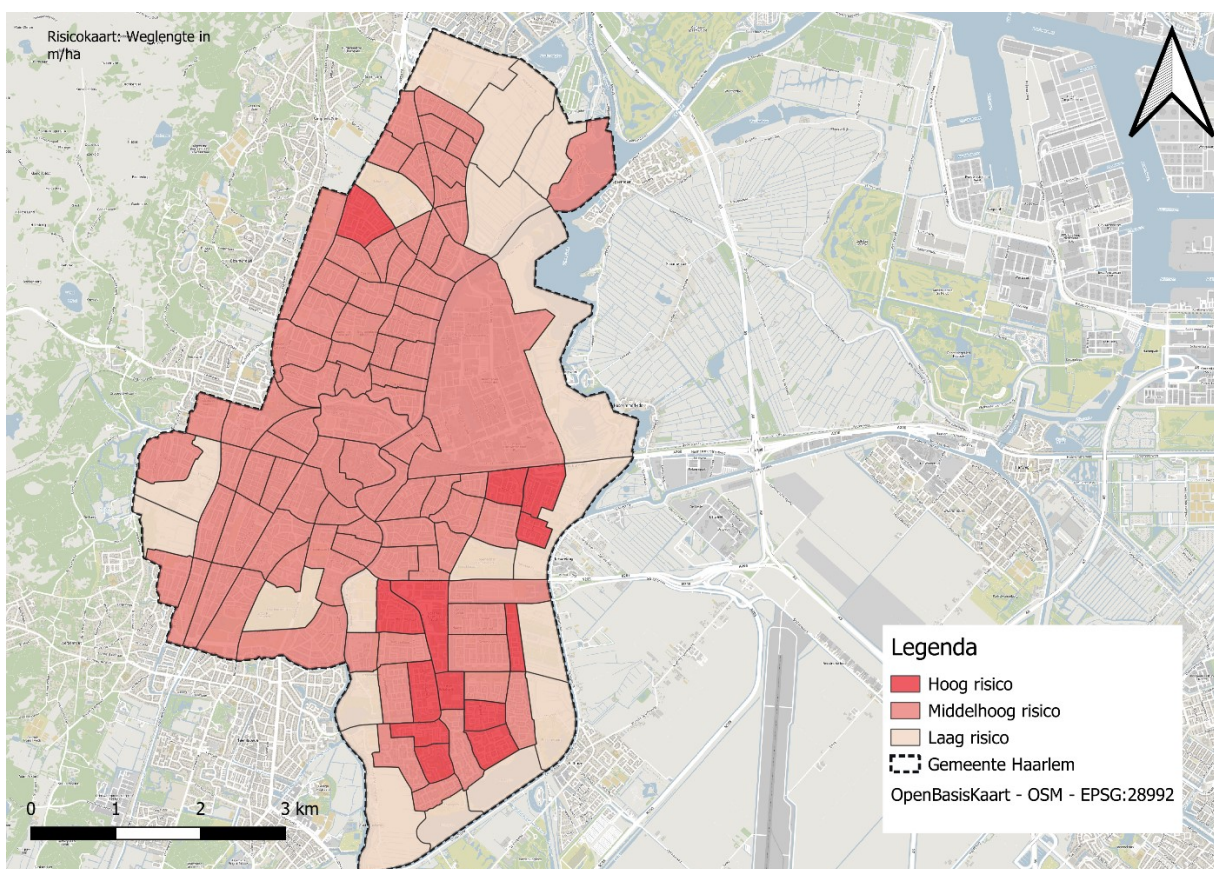
Tabel 8-3: Generieke effectbeoordeling geluidhinder

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	-	-	0	0/-
Gebruiksfase	0	0/-	0/-	--	0

De beoordeling zoals is opgenomen in Tabel 8-3 is gebaseerd op het gegeven dat alle wijken in Haarlem over een vergelijkbare opbouw beschikken. In werkelijkheid zijn er kenmerken die per wijktype verschillen en die van invloed zijn op de beoordeling van de optredende geluidhinder. Deze factoren zijn hieronder nader toegelicht.

Effectbeoordeling geluidhinder per wijktype

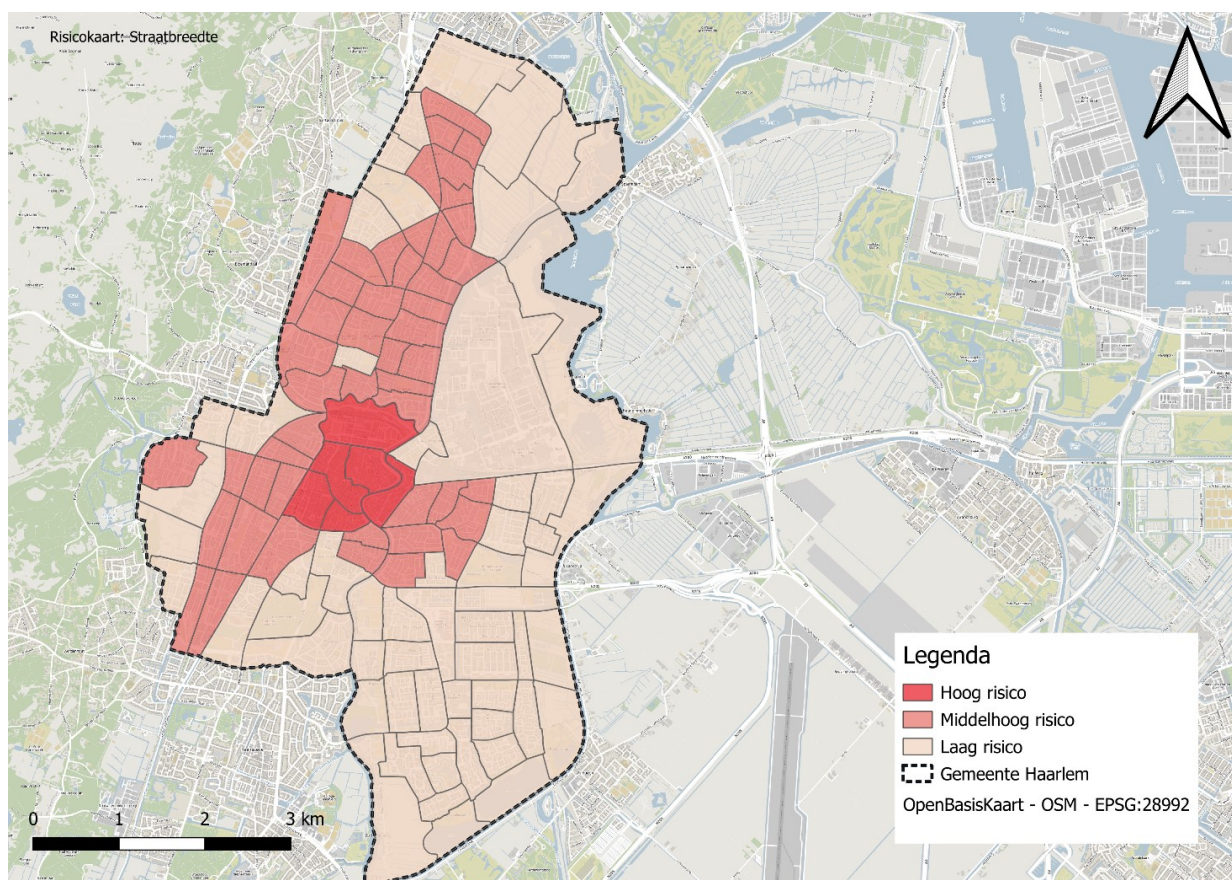
Bij de aanleg van een warmtenet wordt per straat distributieleidingen aangelegd. Het aantal meters straat per wijktype is daarmee bepalend voor de omvang van de werkzaamheden en dus voor de mate van geluidhinder tijdens de aanlegfase van de alternatieven 1, 2 en 3. Wijktypen met een hoge weglengte per hectare vereisen relatief meer werkzaamheden, wat leidt tot een verhoogd risico op geluidhinder. In Figuur 8-9 is op basis van het kenmerk 'aantal meter weg per hectare' een inschatting gemaakt van het risico op hinder in de aanlegfase van een warmtenet.



Figuur 8-9: Risico voor geluidhinder in de aanlegfase op basis van weglengte

De meeste wijktypen in Haarlem hebben een gemiddelde weglengte van meer dan 300 meter per hectare. De wijktypen hoogbouw, tuinstad hoogbouw en vinex wijk steken er bovenuit met een gemiddelde weglengte van tussen de 370 en 400 meter per hectare.

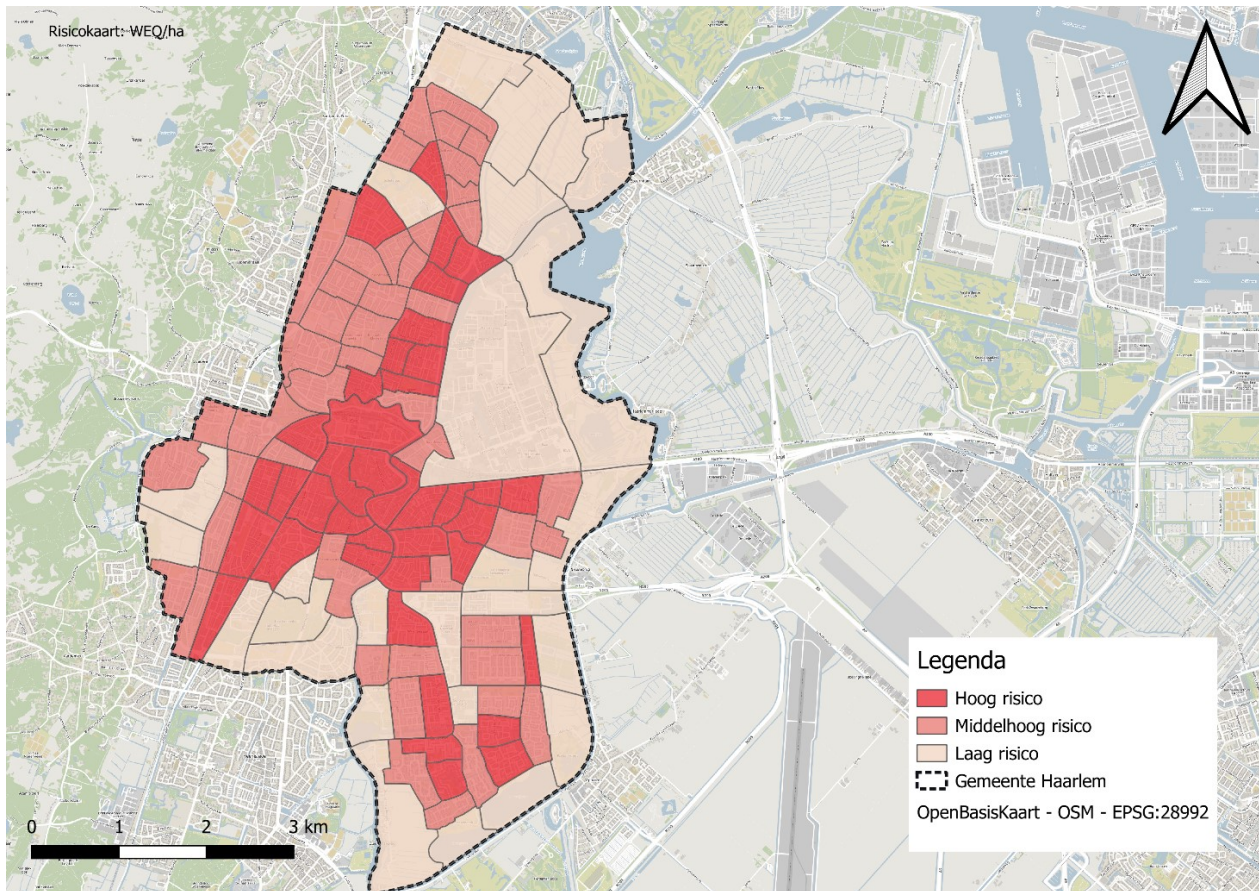
Daarnaast speelt de afstand tussen de werkzaamheden en de omliggende bebouwing een rol. In buurten met smalle straten ligt de bebouwing dicht op de weg en is er een groter risico op geluidhinder. In Figuur 8-10 is op basis van het kenmerk 'straatbreedte' een inschatting gemaakt van het risico op hinder in de aanlegfase van een kabels en leidingen.



Figuur 8-10: Risico voor geluidhinder op basis van kenmerk straatbreedte

Specifiek voor warmtepompen (voornamelijk alternatief 4) geldt dat hoe dichter gebouwen op elkaar staan, hoe groter de kans dat er geluidsoverlast ontstaat als er geen mitigerende maatregelen worden genomen. In wijktypen waar het gemiddelde WEQ per hectare relatief hoog ligt, kan worden aangenomen dat gebouwen relatief dicht op elkaar staan.

De historische binnenstad, tuinstad hoogbouw en de volkswijk hebben een relatief hoog gemiddeld aantal WEQ per hectare en zijn ingeschat met een hoog risico op geluidhinder vanwege de smalle straten. Ook de bloemkoolwijk, naoorlogse woonwijk, tuindorp, tuinstad laagbouw, vernieuwd en de vinex wijk scoren relatief hoog, maar zijn ruimer van opzet en vallen daardoor onder een middelhoog risico.



Figuur 8-11: Risico voor geluidhinder op basis van WEQ's per hectare

Conclusie effectbeoordeling geluidhinder per wijktype

Op basis van bovenstaande factoren is voor een aantal wijktypen de beoordeling van de optredende geluidhinder bijgesteld:

- De historische binnenstad heeft gemiddeld de smalste straten van de wijktypen in de gemeente Haarlem. Op basis van dit gegeven wordt de optredende geluidhinder in de aanlegfase voor alternatief 1 bijgesteld naar negatief. Alternatief 2 en 3 waren al als negatief beoordeeld.
- De gemiddelde weglengte per hectare is in de wijktypen groen en vooroorlogse wijk het laagst. Voor deze buurten is de beoordeling voor alternatief 1 bijgesteld naar neutraal en voor alternatieven 2 en 3 naar licht negatief.
- Hoogbouw heeft een relatief laag gemiddeld aantal WEQ per hectare, maar voor de beoordeling blijft een negatieve beoordeling staan omdat er meerdere woningen boven elkaar liggen. Voor deze wijktypen blijft de effectbeoordeling voor warmtepompen op negatief staan, maar voor wijktypen met laag risico vanwege de WEQ's wordt de mate van hinder iets positiever bijgesteld.

De bovenstaande beschrijving van effecten en de beschreven bijstellingen resulteren in de in Tabel 8-4 opgenomen effectbeoordeling voor geluidhinder per wijktype.

Projectgerelateerd

Tabel 8-4: Effectbeoordeling geluidhinder per wijktipe

Wijktipe	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Volkswijk	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Tuindorp	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	0	0/-	0/-		0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
Tuinstad laagbouw	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0
Hoogbouw	Aanleg	-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Bloemkoolwijk	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Vinex-wijk	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
Villawijk	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
Vernieuwd	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Bedrijven	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
Groen	Aanleg	0	0/-	0/-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
Divers	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
	Gebruik	0	0/-	0/-	-	0

Geluidbelasting

In bovenstaande Tabel 8-4 is het al aanwezige geluid in de buurten buiten beschouwing gelaten, omdat er veelal sprake is van een grote variatie in het geluidbelast oppervlak per buurt. In Tabel 8-5 is voor de belangrijkste wijktypen aangegeven wat het minimale, maximale en gemiddelde percentage oppervlak is met geluid vanwege wegverkeer dat hoger is dan 55 dB (Lden).

Tabel 8-5: Percentage geluidbelasting oppervlak per wijktype

Wijktype	Percentage oppervlak boven 55 dB		
	Minimaal	Maximaal	Gemiddeld
Bloemkoolwijk	9%	32%	19%
Historische binnenstad	31%	73%	45%
Hoogbouw	76%	88%	82%
Naoorlogse woonwijk	8%	56%	34%
Tuindorp	14%	75%	41%
Tuinstad hoogbouw	14%	66%	44%
Tuinstad laagbouw	43%	70%	56%
Villawijk	39%	64%	53%
Vinex-wijk	28%	54%	41%
Volkswijk	6%	70%	39%
Vooroorlogse woonwijk	11%	11%	11%

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Het gemiddelde percentage weglengte, WEQ en straatbreedte op buurtniveau wijkt in enkele gevallen af van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 is te zien welke buurten afwijken van het gemiddelde per wijktype.

In de zoekgebieden en kansrijke locaties voor warmtebronnen kan geluidhinder ontstaan, voornamelijk in de aanlegfase. Deze locaties krijgen daarom een negatievere beoordelingen ten opzichte van het wijktype.

Het heersende niveau voor geluid en trillingen is naast bovengenoemde afwegingen ook sterk afhankelijk van het type wegverharding en vooral de staat van onderhoud van de verharding. Een klinkerverharding klinkt aanzienlijk luider dan een asfaltverharding bij dezelfde snelheid. Bij een goed onderhouden weg zitten er geen gaten in de weg en is de weg vlak, de hinder vanwege geluid en trillingen neemt toe naar mate de staat van onderhoud slechter is.

Lokale factoren zijn ook verkeersdrempels (dwars over de weg of als een druppel op een kruising), die kunnen leiden tot meer trillingen in het geval er vrachtwagens overheen rijden. Aangezien we in dit onderzoek niet konden beschikken over gedetailleerde informatie over verhardingen en obstakels, is de invloed van deze aspecten niet meegenomen in de beoordeling.

8.1.3 Trillingen

Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Er is op dit moment geen informatie beschikbaar over de referentiesituatie met betrekking tot trillingen.

Generieke effectbeoordeling trillingen

Trillingen kunnen nadelige gevolgen hebben voor de kwaliteit van de fysieke leefomgeving. Ze kunnen effect hebben op het welzijn van mensen en dieren of schade aan gebouwen veroorzaken. De Omgevingswet beschermt (delen van) gebouwen. Trillingen kunnen ontstaan door verschillende activiteiten en bronnen, waaronder:

- Verkeer: zoals vrachtwagens, treinen en trams.
- Industriële machines: bijvoorbeeld stansmachines en draaiende motoren.
- Bouw- en sloopwerkzaamheden: zoals heien en breken.

De aard en intensiteit van trillingen hangen af van de eigenschappen van de bron. Zwaardere voertuigen of machines veroorzaken doorgaans sterkere trillingen. Hoe sneller de beweging, hoe groter de trilling. Abrupte of krachtige bewegingen versterken de trilling. De bron (zoals een machine of voertuig) geeft energie af die zich als mechanische trilling voortplant, vaak voelbaar in gebouwen via vloeren, wanden of funderingen.

Sommige trillingen ontstaan door hoge geluidsniveaus of laagfrequent geluid, zoals bij overvliegende straaljagers of stationair draaiende locomotieven. Deze trillingen worden via de lucht overgedragen en vallen onder de regelgeving voor geluid, niet onder bodemtrillingen.

De intensiteit van trillingen neemt af naarmate de afstand tot de bron groter wordt. Toch kunnen trillingen ook op grotere afstand hinder veroorzaken of zelfs schade aan gebouwen opleveren.

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg Bij geothermie kan voorafgaand aan de aanlegfase een seismisch bodemonderzoek worden uitgevoerd, waarbij geluidsgolven worden gebruikt om de ondergrond in kaart te brengen. Dit onderzoek veroorzaakt lichte trillingen in de bodem, die in de omgeving soms voelbaar zijn. De kans op schade of ernstige overlast is echter zeer klein. Ook is het niet aannemelijk dat aardwarmtewinning op een later moment tot bodembevingen leidt.

Tijdens de aanlegfase worden de geothermieputten geboord en de installatie opgebouwd. Deze werkzaamheden, evenals het bijbehorende verkeer, kunnen tijdelijk trillinghinder veroorzaken voor omwonenden.

De hinder is beperkt in duur (enkele weken) en locatie, waarbij uit wordt gegaan van uitvoering van één geothermieproject binnen de gemeente tegelijkertijd. Bij de aanleg van aquathermie-installaties en collectieve warmtepompen worden diverse machines ingezet en moet materieel naar en van de locatie worden vervoerd. Vooral het (zware) transport over ongelijke ondergrond kan trillingen veroorzaken in de omgeving. Om de verschillende alternatieven goed te kunnen beoordelen op mogelijke trillinghinder tijdens de aanlegfase, is gekeken naar het type materieel en transport dat nodig is.

Zoals beschreven in hoofdstuk 6 vereist de aanleg van een grootschalig warmtenet het gebruik van machines voor het plaatsen van transport- en distributieleidingen en bijbehorende installaties. Hiervoor moeten straten worden opengebroken, wat gepaard gaat met het gebruik van zwaar materieel en transportbewegingen. Na afronding van de werkzaamheden wordt vaak een trilplaat gebruikt om de straat weer egaal te maken.

Door deze werkzaamheden en het bijbehorende transport wordt enige trillinghinder verwacht tijdens de aanleg van het warmtenet en de bouw van de installaties. De installaties worden geconcentreerd op enkele strategische locaties binnen de gemeente Haarlem, waardoor de hinder gebonden is aan specifieke locaties. Alternatief 1 wordt daarom als licht negatief beoordeeld.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase van de geothermie-installatie is geen trillinghinder te verwachten. Ook het risico op aardbevingen als gevolg van geothermie is verwaarloosbaar. Voor alternatief 1 worden in de gebruiksfase geen effecten op trillinghinder verwacht.

Alternatief 2: Decentraal middentemperatuur warmtenet

Aanleg De aanleg van een decentraal MT warmtenet omvat grotendeels dezelfde werkzaamheden als bij alternatief 1. Daarnaast zijn extra machines en transportbewegingen nodig voor de realisatie van een collectieve warmtepomp en een WKO/OBES-bronlocatie. Bij de aanleg van een OBES-bron worden boringen uitgevoerd. Wanneer deze boringen plaatsvinden in de directe nabijheid van gebouwen of constructies, moet rekening worden gehouden met mogelijke negatieve effecten op bijvoorbeeld funderingen.

Deze effecten kunnen ontstaan door grondontspanning tijdens het boorproces en bij het plaatsen van een mantelbuis. Omdat de installaties zich in de buurt zelf bevinden, is de impact van trillingen door werkzaamheden en verkeer sterker merkbaar op buurniveau. Daarom wordt alternatief 2 beoordeeld als licht negatief.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase worden bij alternatief 2 geen effecten op trillinghinder verwacht.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg Ook bij alternatief 3 zijn machines en transportmiddelen nodig voor de aanleg van leidingen en WKO/OBES-bronlocaties. De boringen die bij een OBES-installatie plaatsvinden kunnen trillinghinder veroorzaken. De installaties voor pieklast zorgen in dit alternatief niet voor trillingen, omdat de temperatuur van het water pas in de woning zelf wordt verhoogd.

Een belangrijk verschil met alternatief 2 is dat er bij alternatief 3 aanzienlijk meer transformatorhuisjes nodig zijn. Dit leidt tot extra graaf- en bouwwerkzaamheden, evenals meer bouwverkeer. Deze activiteiten kunnen lokaal trillinghinder veroorzaken, waardoor alternatief 3 als licht negatief wordt beoordeeld.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase worden bij alternatief 3 geen effecten op trillinghinder verwacht.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Voor de aanleg van individuele luchtwarmtepompen is slechts beperkte inzet van machines en zwaar transport nodig. Installateurs gebruiken voornamelijk werkbusjes om de woningen te bereiken. Wel moeten er, net als bij andere alternatieven, een aanzienlijk aantal transformatorhuisjes worden gebouwd. Dit brengt graafwerkzaamheden en transport met zich mee, maar deze activiteiten zijn relatief kleinschalig. Hierdoor is het risico op trillinghinder tijdens de aanlegfase beperkt, en wordt alternatief 4 als neutraal beoordeeld.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase kunnen luchtwarmtepompen trillingen veroorzaken door de werking van de compressor en ventilator. Deze trillingen kunnen leiden tot geluidsoverlast en in sommige gevallen schade aan de installatie of het gebouw. Door de warmtepomp op een stabiele ondergrond te plaatsen en trillingsdempers toe te passen, kunnen deze effecten worden voorkomen of verminderd.

In de praktijk komt het echter voor dat installaties niet correct worden gemonteerd of zonder dempers worden geplaatst, wat kan leiden tot matige overlast. Daarom wordt alternatief 4 in de gebruiksfase als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Bij de aanleg van individuele bodemwarmtepompen moet bij elke woning een bodemlus worden geboord. Dit vereist per woning een booropstelling, die per vrachtwagen wordt aangevoerd, evenals een voertuig om de afgegraven grond af te voeren. De mechanische boringen kunnen tijdelijk trillinghinder veroorzaken. Daarnaast moeten ook bij dit alternatief meerdere transformatorhuisjes worden gebouwd, waarvoor eveneens machines en transport nodig zijn.

Door deze werkzaamheden wordt het risico op trillinghinder tijdens de aanlegfase als licht negatief beoordeeld voor alternatief 5.

Gebruik Tijdens de gebruiksfase worden bij alternatief 5 geen effecten op trillinghinder verwacht.

Conclusie generieke effectbeoordeling trillingen

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-6: Generieke effectbeoordeling geluidhinder en trillingen

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	0/-	0/-	0	0/-
Gebruiksfase	0	0	0	0/-	0

Effectbeoordeling trillingen per wijktype

Er is geen effectbeoordeling op wijktypeniveau mogelijk, omdat er geen onderscheidende kenmerken op het niveau van wijktypen beschikbaar is om de generieke effectbeoordeling te specificeren.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Er zijn geen specifieke lokale aandachtspunten.

8.2 Straling

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema straling beschreven. Dit thema is voornamelijk relevant voor de benodigde netverzwaring om de warmtetransitie mogelijk te maken. Hierin wordt stilgestaan bij elektromagnetische straling.

Tabel 8-7: Beoordelingskader Straling

Thema	Aspect	Indicator
Straling	Elektromagnetische straling	Toename van laagfrequente geluid en elektromagnetische straling

8.2.1 Beleidskader straling

Tabel 8-8: Beleidskader straling

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Voorzorgbeleid voor magneetvelden bij elektriciteitsvoorzieningen (2023)	<p>Het voorzorgbeleid is erop gericht om langdurige blootstelling aan magneetvelden van elektriciteitsinfrastructuur – zoals hoogspanningslijnen – zoveel mogelijk te voorkomen, zowel voor volwassenen als voor kinderen. Op basis van wetenschappelijk onderzoek zijn er richtafstanden vastgesteld tussen hoogspanningslijnen en gevoelige bestemmingen zoals woningen en scholen.</p> <p>Ook zijn er bronmaatregelen voorgeschreven bij de aanleg van nieuwe elektriciteitsinfrastructuur. Doel van deze maatregelen is om in gebieden waar kinderen langdurig verblijven, de gemiddelde magneetveldsterkte niet hoger dan 0,4 microtesla per jaar te laten zijn</p>

8.2.2 Elektromagnetische straling

Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Elektromagnetische straling is overal om ons heen aanwezig. Hoogspanningslijnen vormen één van de bronnen van deze straling. Hoewel de Nederlandse wet geen directe grens stelt aan de sterkte van magneetvelden, adviseert de Europese Unie een blootstellingslimiet van 100 microtesla.

In de praktijk blijven de magneetvelden rondom transformatorhuisjes en elektriciteitskabels volgens onderzoek in Nederland ruim onder deze grens. Er is geen informatie over hoeveelheden elektromagnetische straling in Haarlem beschikbaar.

Autonome ontwikkelingen

Door toename van gebruik van elektriciteit neemt ook de vraag naar transformatorhuisjes en hoogspanningslijnen toe. Het is echter onduidelijk of dit leidt tot meer elektromagnetische straling. De invloed van elektromagnetische velden op de gezondheid is complex en wordt nog steeds onderzocht. Sommige studies suggereren dat langdurige blootstelling aan magneetvelden boven de 0,4 microtesla, zoals bij bovengrondse hoogspanningslijnen, mogelijk samenhangt met een verhoogd risico op gezondheidsproblemen zoals leukemie bij kinderen.

Deze verbanden zijn echter niet eenduidig bewezen. Toch worden uit voorzorg enkele maatregelen aanbevolen, vooral als het om kinderen gaat. Binnen het warmteprogramma richt het onderzoek naar elektromagnetische velden zich uitsluitend op de extra transformatorhuisjes en ondergrondse kabels die nodig zijn voor de elektrificatie van de warmtevraag in de verschillende alternatieven. De sterkte van het magnetisch veld neemt af naarmate de afstand tot de bron – het transformatorhuisje of de kabel – groter wordt.

Generieke effectbeoordeling elektromagnetische straling

Ondergrondse elektriciteitskabels en transformatorhuisjes genereren laagfrequente elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt grotendeels tegengehouden door isolatiemateriaal rond de kabels, muren en andere obstakels.

Magnetische velden daarentegen kunnen wél door deze barrières heen dringen. De sterkte van zo'n magnetisch veld wordt uitgedrukt in microtesla en is afhankelijk van de hoeveelheid stroom: hoe hoger de stroom, hoe sterker het veld. Bij transformatorhuisjes is het magnetisch veld aan de kant waar de elektriciteit met lage spanning het huisje verlaat meestal het sterkst.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

- Aanleg* Voor alternatief 1 worden in de aanlegfase geen effecten met betrekking tot straling verwacht. Er zijn geen aanvullende werkzaamheden of installaties die leiden tot hinder. Daarom wordt deze fase als neutraal beoordeeld.
- Gebruik* Het aantal benodigde transformatorhuisjes neemt in alternatief 1 nauwelijks toe ten opzichte van de referentiesituatie. Het grootschalige warmtenet wordt daarom ook in deze fase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

- Aanleg* Voor alternatief 2 worden in de aanlegfase geen effecten met betrekking tot straling verwacht. Er zijn geen aanvullende werkzaamheden of installaties die leiden tot hinder. Daarom wordt deze fase als neutraal beoordeeld.
- Gebruik* De beoordeling voor alternatief 2 is gelijk aan die van alternatief 1.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg Voor alternatief 3 worden in de aanlegfase geen effecten met betrekking tot straling verwacht. Er zijn geen aanvullende werkzaamheden of installaties die leiden tot hinder. Daarom wordt deze fase als neutraal beoordeeld.

Gebruik Bij alternatief 3 worden relatief veel extra transformatorhuisjes en elektriciteitskabels aangelegd. Dit vergroot de kans op mogelijke negatieve effecten door elektromagnetische velden. Netbeheerders hebben zich echter gecommitteerd aan het beleidsadvies over magneetvelden van het elektriciteitsnetwerk.

Bij naleving van deze richtlijnen zijn er geen negatieve effecten van laagfrequente magneetvelden te verwachten. Het uitgangspunt is dat de richtlijnen bij de inpassing van transformatorhuisjes worden gevolgd. Daarom wordt alternatief 3 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Voor alternatief 4 worden in de aanlegfase geen effecten met betrekking tot straling verwacht. Er zijn geen aanvullende werkzaamheden of installaties die leiden tot hinder. Daarom wordt deze fase als neutraal beoordeeld.

Gebruik In vergelijking met alternatief 3 zijn bij alternatief 4 meer transformatorhuisjes en elektriciteitskabels nodig. Dit vergroot het risico op mogelijke hinder door elektromagnetische velden. Net als bij alternatief 3 geldt echter dat het uitgangspunt is dat de richtlijnen voor de inpassing van transformatorhuisjes worden nageleefd. Bij naleving van deze richtlijnen zijn geen negatieve effecten van laagfrequente magneetvelden te verwachten. Daarom wordt alternatief 4 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Voor alternatief 5 worden in de aanlegfase geen effecten met betrekking tot straling verwacht. Er zijn geen aanvullende werkzaamheden of installaties die leiden tot hinder. Daarom wordt deze fase als neutraal beoordeeld.

Gebruik Bij alternatief 5 is, net als bij alternatief 4, een groot aantal extra transformatorhuisjes en elektriciteitskabels nodig. Dit kan leiden tot een verhoogd risico op hinder door elektromagnetische velden.

Toch geldt ook hier dat het uitgangspunt is dat de richtlijnen voor de inpassing van transformatorhuisjes worden nageleefd. Bij naleving van deze richtlijnen worden geen negatieve effecten verwacht. Daarom wordt alternatief 5 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Conclusie generieke effectbeoordeling elektromagnetische straling

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

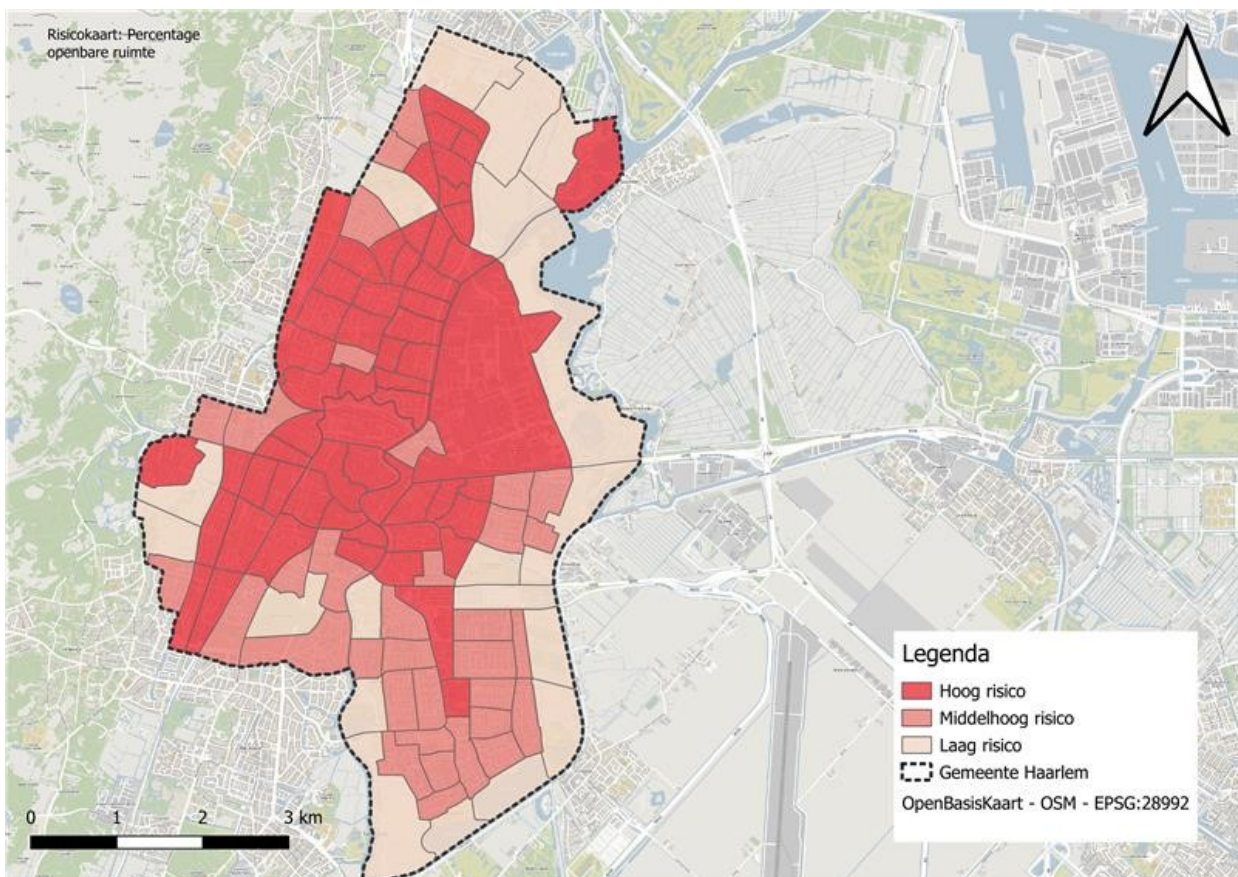
Tabel 8-9: Generieke effectbeoordeling elektromagnetische straling

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0	0	0	0	0
Gebruiksfase	0	0	0	0	0

Effectbeoordeling elektromagnetische straling per wijktype

Netbeheerders hebben zich gecommitteerd aan het beleidsadvies over magneetvelden van het elektriciteitsnetwerk. Bij naleving van deze richtlijnen worden geen negatieve effecten van magneetvelden verwacht. In wijktypen met weinig openbare ruimte is het inpassen van transformatorhuisjes echter lastiger dan in buurten met meer beschikbare ruimte.

Om dit effect mee te wegen, is het kenmerk 'percentage openbare ruimte' gebruikt. Wijktypen met een laag aandeel openbare ruimte hebben daardoor een verhoogd risico op invloed door elektromagnetische velden. Dit is weergegeven in Figuur 8-12.



Figuur 8-12: Risicodeling percentage openbare ruimte

Voor alternatieven waarbij veel transformatorhuisjes en elektriciteitskabels nodig zijn, hebben de wijktypen bedrijven, historische binnenstad, hoogbouw, tuindorp, volkswijk en vooroorlogse woonwijk licht negatieve beoordeling gekregen. Deze buurten beschikken over relatief weinig openbare ruimte, wat het inpassen van transformatorhuisjes bemoeilijkt. Hierdoor neemt het risico op elektromagnetische velden toe.

Conclusie effectbeoordeling elektromagnetische straling per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de opgenomen effectbeoordeling per wijktype in Tabel 8-10.

Tabel 8-10: Effectbeoordeling elektromagnetische straling per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Volkswijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Tuindorp	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Tuinstad laagbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Hoogbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bloemkoolwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0

Vinex-wijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Villawijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Vernieuwd	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Bedrijven	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Groen	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Divers	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Het gemiddelde percentage openbare ruimte op buurniveau wijkt in enkele gevallen af van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 is te zien welke buurten afwijken van het gemiddelde per wijktype. Verder zijn er geen locatie specifieke omstandigheden binnen de gemeente Haarlem die aanleiding geven tot een aangepaste of genuanceerde beoordeling van de alternatieven.

8.3 Bodem

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema bodem beschreven. Hierin wordt stilgestaan bij bodemkwaliteit.

Tabel 8-11: Beoordelingskader Bodem

Thema	Aspect	Indicator
Bodem	Bodemkwaliteit (netwerklaag)	De impact die de aanleg of het gebruik van een alternatief op de biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit in de netwerklaag heeft.

8.3.1 Beleidskader bodem

Tabel 8-12: Beleidskader bodem

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Omgevingswet met onderliggende besluiten en regelingen	De Omgevingswet richt zich op het beschermen van de bodemkwaliteit, het voorkomen van verontreiniging en het bevorderen van duurzaam gebruik van de bodem. Via het Besluit activiteiten leefomgeving, Besluit kwaliteit leefomgeving, Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit worden normen gegeven voor activiteiten in en gebruik van de bodem.
Handelingskader hergebruik PFAS-houdende grond (december 2023)	Het handelingskader bevat de richtlijnen voor het hergebruik van PFAS-houdende grond.
CROW 400	Richtlijn voor het veilig werken in verontreinigde grond.
Provinciaal beleid	
Provinciale omgevingsverordening	In de Provinciale omgevingsverordening staan de uitgangspunten voor de bescherming van de grondwaterkwaliteit.
Gemeentelijk beleid	
Omgevingsplan	In het omgevingsplan staan lokale normen en regels voor grondverzet en bodemkwaliteit.
Nota bodembeheer	In de Nota bodembeheer staan lokale normen en regels voor grondverzet en bodemkwaliteit. Deze blijven gelden zolang ze nog niet zijn overgenomen in het omgevingsplan.

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Beleidsregel PFAS	Gemeentelijke regels voor de omgang met PFAS-houdende grond.
Ecologisch beleidsplan	Gemeentelijke uitgangspunten voor ecologie

8.3.2 Bodemkwaliteit

Huidige situatie

De ondergrond in Haarlem bestaat uit verschillende sedimenttypen, met zand in het westen en veen in het oosten van de gemeente. Gecombineerd met de waterstand bepalen deze sedimenttypen de fysische kwaliteit van de bodem.

De gemeente Haarlem heeft de chemische bodemkwaliteit in kaart gebracht op de bodemkwaliteitskaart. Hierop is de kwaliteit van de bodem ingedeeld naar kwaliteitsklassen voor de bovenste halve meter (Figuur 8-14) en van 0,5-2,0 m (Figuur 8-15). De diepere ondergrond is minder door mensen beïnvloed, hoewel mobiele verontreinigingen wel naar deze lagen kunnen zakken. Uit de bodemkwaliteitskaart blijkt dat het historische stadscentrum een mindere bodemkwaliteit heeft dan wijken die recenter aangelegd zijn. Dit is gerelateerd aan de historische activiteiten die in het centrum hebben plaatsgevonden, toen wetgeving rondom bodemverontreiniging minder streng was dan de wetgeving nu.

De bodemkwaliteitskaart geeft het uitgangspunt voor de bodemkwaliteit in de gemeente Haarlem. Wettelijk is bepaald dat het niet toegestaan is de bodemkwaliteit te verslechteren, dit is opgenomen in regels en afgedicht met de zorgplicht. Toch zijn in Haarlem locaties aanwezig waar een verspreidingsrisico geconstateerd is, dit zijn negen locaties. In zes gevallen is er sprake van monitoring of beheersing door sanering van het risico. De overige drie spoedlocaties met een verspreidingsrisico vallen onder Sanering Eigen Beheer (SEB) waar de eigenaar verantwoordelijk is voor de verontreiniging en de daarbij horende sanering. Voor alle negen locaties geldt dat zij onder controle zijn door minimaal een goedgekeurd saneringsplan [Gemeente Haarlem, 2020a]. Ten aanzien van spoedlocaties met ecologische risico's zijn er geen locaties in Haarlem bekend [Gemeente Haarlem, 2015a].

Autonome ontwikkeling

Bij ontwikkelingen in de openbare ruimte is de kans groot dat grond met een mindere (chemische) kwaliteit wordt afgevoerd en dan grond met een betere kwaliteit op deze locaties wordt toegepast. Hiermee verbeterd de bodemkwaliteit ter plaatse. Autonoom is de verwachting dat het aantal spoedlocaties niet of nauwelijks zal toenemen en de al bestaande spoedlocaties met een verspreidingsrisico gesaneerd zullen zijn. Voor de achtergebleven restverontreinigingen die zijn blijven bestaan na sanering geldt dat deze zo efficiënt mogelijk moeten worden beheerd. Tijdens bouwwerkzaamheden kunnen nog niet geïdentificeerde verontreinigingen naar voren komen. Afhankelijk van de locatie en de werkzaamheden worden deze onder beheer geplaatst of gesaneerd, waarbij de (chemische) bodemkwaliteit ter plaatse zal verbeteren.

Drukke in de ondergrond

Daarnaast zal het ruimtegebruik in en boven de grond verder intensiveren. Dit komt onder andere door nieuwe functies die worden toegevoegd aan de bodem zoals ondergrondse bouwwerken maar ook bodemenergiesystemen en meer kabels en leidingen. Intensiever ruimtegebruik door ondergrondse toepassingen als WKO-systemen en warmtenetten biedt uitdagingen in het bepalen welke functies waar komen. In paragraaf 8.8.4 is hierover meer te lezen.

Generieke effectbeoordeling bodemkwaliteit

Bij gebruik van de bodem kan bodemverontreiniging ontstaan, zoals lekkages van olietanks of bij bedrijfsactiviteiten. Ook bij het hergebruik van grond, bouw- en reststoffen kunnen stoffen in de bodem terecht komen. Bij activiteiten op, in en met de bodem wordt rekening gehouden met de mogelijke gevolgen zodat de effecten op mens en dier minimaal zijn. Daarnaast heeft eenieder die een activiteit uitvoert met een mogelijk effect op de bodem de verplichting om verontreiniging zo veel mogelijk te voorkomen.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg De warmtebron binnen het grootschalige warmtenet die relevant is voor de bodemkwaliteit in de aanlegfase is geothermie, in combinatie met hoge temperatuuropslag (HTO). Andere warmtebronnen als aquathermie of datathermie zijn bovengronds en hebben geen invloed op de bodemkwaliteit. Wel kunnen de aanleg van het warmtenet en de bijbehorende installatieonderdelen de bodemkwaliteit beïnvloeden.

Voor alternatief 1 wordt één geothermieproject tegelijkertijd uitgevoerd, waarvan twee geothermiedoubletten. Hiervoor worden per doublet twee boringen (tot maximaal 4000 meter diep) in de ondergrond uitgevoerd. Tijdens het boren wordt boorspoeling gebruikt om boorgruis af te voeren en de boor te koelen. Boorspoeling en boorgruis worden tijdelijk opgeslagen op het werkterrein. Eventuele lekkages kunnen leiden tot bodemverontreiniging. Ter voorkoming hiervan wordt het werkterrein uitgerust met vloeistofdichte vloeren, putkelders en milieugoten.

Na het boren komen aanzienlijke hoeveelheden formatiewater vrij, dat tijdelijk wordt opgeslagen in dubbelwandige foliebassins met lekdetectie buiten het vloeistofdichte gebied. Door de samenstelling van dit water vormt opslag en transport een potentieel risico voor het grondwater. Hoewel het water na behandeling kan worden geïnjecteerd, wordt vaak gekozen voor afvoer of lozing. Onzorgvuldig handelen, falende voorzieningen of extreme weersomstandigheden kunnen leiden tot vermorsingen, lekkages of overstromingen. Het risico op bodemverontreiniging door geothermie is beperkt, omdat het om één locatie gaat en er strenge voorschriften gelden.

Bij de aanleg van het warmtenet wordt de grondwaterstand waar nodig tijdelijk verlaagd via bemaling. Dit kan bestaande grondwaterverontreinigingen aantrekken. Het onttrokken water wordt pas geloosd op riolering of oppervlaktewater na toetsing aan lozingsnormen en eventuele zuivering.

Hoewel er geen noemenswaardige effecten op bodem- of oppervlaktewaterkwaliteit worden verwacht, kan lokaal tijdelijke verdroging optreden, met mogelijke effecten op vegetatie. Ook kunnen bemalingen leiden tot zettingen. Deze worden gemonitord en bij dreigende schade worden maatregelen getroffen.

Bij de aanleg van leidingen en installatieonderdelen kunnen bestaande bodemverontreinigingen worden ontgraven. Deze worden vooraf in kaart gebracht en onder milieukundige begeleiding afgevoerd of teruggeplaatst. Hierdoor verbetert de verontreinigingssituatie of blijft deze gelijk. In sommige gevallen wordt ook ongestoorde, vitale bodem ontgraven, wat leidt tot onomkeerbare verstoring van het bodemprofiel en verlies van biologische functies. De aanleg van het grootschalige warmtenet en bijbehorende installatieonderdelen wordt daarom als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In een MT warmtenet circuleert water met temperaturen tussen de 55 en 75 graden Celsius. Hoewel de leidingen goed geïsoleerd zijn, treden er warmteverliezen op. Deze verliezen nemen toe bij grotere leidingdiameters en liggen gemiddeld tussen de 25% en 35%. Door deze warmteverliezen kunnen de omliggende bodemlagen opwarmen tot boven de 25 graden Celsius.

Dit heeft invloed op de biologische bodemkwaliteit. De mate en reikwijdte van deze opwarming hangen af van het leidingtype en de bodemsoort. Deze temperatuurstijging beïnvloedt niet alleen nabijgelegen drinkwaterleidingen (zie paragraaf 'Water'), maar ook bodemprocessen en het bodemleven. Omdat de leidingen voor een grootschalig MT warmtenet tot diep in de ondergrond kunnen reiken, moet rekening gehouden worden met effecten die ook tot diep in de ondergrond reiken. Ook kunnen waterverliezen optreden, deze kunnen zowel temperatuurseffecten als chemische effecten (uitspoeling, parameters in het water) hebben op de bodem.

Biologische bodemkwaliteit

Opwarming van de wortelzone kan leiden tot veranderingen in plantengroei, zoals versnelde groei, aanpassingen in wortelstructuren en veranderde nutriëntenopname. Hogere temperaturen versnellen biochemische processen, wat kan resulteren in diepere wortelgroei, verhoogde waterbehoefte en snellere verspreiding van ziekten en plagen.

Dit kan de gezondheid en samenstelling van de vegetatie beïnvloeden, waarbij droogtegevoelige soorten kunnen verdwijnen en pioniervegetatie het eerst reageert. Ook de microfauna en bacteriën in de bodem worden beïnvloed. Verhoogde metabolische activiteit kan leiden tot veranderingen in de samenstelling van het bodemleven, waaronder een toename van pathogene bacteriën. Dit kan de symbiotische relaties met planten verstoren en de afbraak van verontreinigingen beïnvloeden.

Fysische bodemkwaliteit

Bodemtemperatuur speelt een belangrijke rol in processen zoals mineralisatie, veenoxidatie en denitrificatie. Hogere temperaturen versnellen deze processen aanzienlijk. Simulatiemodellen suggereren dat de snelheid van bodemprocessen bij een temperatuurstijging van 10°C twee- tot driemaal hoger ligt. Tegelijkertijd kan

verdroging als gevolg van opwarming deze versnelling temperen. Hogere temperaturen kunnen ook leiden tot verhoogde stofwisseling van bodemorganismen, wat bodemdaling en CO₂-emissies kan versterken.

Hoewel temperatuur een belangrijke factor is, verandert deze zelden op zichzelf. Door de vele interacties tussen bodem, vegetatie en micro-organismen zijn de uiteindelijke effecten van opwarming moeilijk te voorspellen. De biologische effecten kunnen zowel positief als negatief uitpakken. Op basis van de huidige kennis is een beoordeling van deze effecten niet mogelijk, en aanvullend onderzoek is nodig waarbij ook wordt gekeken naar de effecten op diepere bodemlagen.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg Bij het decentraal MT warmtenet wordt gewerkt met een bovengrondse bronnenmix, waarbij een OBES-installatie dient als seizoensopslag. Naast de aanleg van het warmtenet is ook een verzwaring van het elektriciteitsnet noodzakelijk. Voor de aanleg van OBES worden boringen uitgevoerd, meestal zuigboringen. De pompinstallatie wordt afgewerkt in een ondergrondse put. Hierbij komt slechts een beperkte hoeveelheid grond vrij.

Op locaties waar nog geen warmtenet aanwezig is, wordt het netwerk aangelegd inclusief installatieonderdelen zoals onderstations. De risico's zijn vergelijkbaar met die van het grootschalige warmtenet. Daarnaast wordt het elektriciteitsnet verzwakt om te voldoen aan de vraag van centrale warmtepompen. Bij het aanleggen van elektriciteitskabels wordt de bodem geroerd, waarbij verontreinigde grond kan worden aangetroffen of ongestoorde bodemlagen kunnen worden vergraven. Deze ingrepen zijn echter beperkter dan bij de aanleg van het warmtenet zelf. De aanleg van het decentraal MT warmtenet wordt daarom als licht negatief beoordeeld.

Gebruik De effecten van bodemopwarming rond de warmteleidingen zijn vergelijkbaar met die van het grootschalige warmtenet. Voor een volledige beoordeling van de temperatuureffecten is om dezelfde redenen als bij het grootschalige warmtenet aanvullend onderzoek nodig.

Daarnaast kan het gebruik van OBES-installaties leiden tot een daling van de grondwaterstand rond de putten waar water wordt onttrokken. Dit kan lokaal verdroging en zettingen veroorzaken. Wanneer gebruik wordt gemaakt van zouten of andere stoffen in het OBES-systeem, kunnen deze een effect hebben op de bodemkwaliteit op locaties waar contact is met de bodem. Deze effecten worden als licht negatief beoordeeld. Echter, vanwege de onbekende effecten van temperatuur is geen volledige beoordeling mogelijk op basis van de huidige kennis.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg Bij het ZLT warmtenet wordt gebruikgemaakt van een bovengrondse bronnenmix met OBES als seizoensopslag. Naast de aanleg van het warmtenet is ook een verzwaring

van het elektriciteitsnet nodig. Deze verzwaring is omvangrijker dan bij het decentraal MT warmtenet, omdat iedere woning beschikt over een eigen warmtepomp.

De effecten van de aanleg van het warmtenet, de installatieonderdelen en de OBES-installaties zijn vergelijkbaar met die van het decentraal MT warmtenet. Hoewel de impact van de extra verzwaring van het elektriciteitsnet en de plaatsing van MS/LS-trafohuisjes groter is, wordt dit effect slechts deels toegerekend aan de warmtetransitie. Het elektriciteitsnet moet immers ook om andere redenen worden versterkt. De risico's worden daarom, net als bij alternatieven 1 en 2, als licht negatief beoordeeld.

Gebruik De temperatuur van het water in het ZLT-warmtenet ligt rond de 15–20 graden Celsius. Hierdoor zijn warmteverliezen en de daarmee samenhangende milieueffecten, zoals bodemopwarming, niet relevant. Ook kunnen waterverliezen optreden, deze kunnen chemische effecten (uitspoeling, parameters in het water) hebben op de bodem.

Ook het gebruik van een verzaamd elektriciteitsnet leidt niet tot aantoonbare effecten op de bodemkwaliteit. Wel kan het gebruik van OBES-installaties leiden tot een daling van de grondwaterstand rond de putten waaruit grondwater wordt onttrokken. Dit kan lokaal verdroging en zettingen veroorzaken. Dit effect wordt als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Bij dit alternatief wordt geen warmtenet aangelegd. Wel moet rekening worden gehouden met de aanleg van elektriciteitskabels en de plaatsing van MS/LS-trafohuisjes, aangezien het elektriciteitsnet in dit scenario het meest verzaamd moet worden.

De ontgraving en daarmee de verstoring van de bodem is echter beperkter dan bij alternatieven 1, 2 en 3. De milieueffecten op de bodemkwaliteit worden daarom als neutraal beoordeeld.

Gebruik Het gebruik van een verzaamd elektriciteitsnet leidt niet tot aantoonbare effecten op de bodemkwaliteit. Voor dit alternatief worden in de gebruiksfase dan ook geen effecten op de bodemkwaliteit verwacht.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg In dit alternatief wordt uitgegaan van een bodemwarmtepomp per woningequivalent, waarbij gebruik wordt gemaakt van een gesloten bodemenergiesysteem (GBES). De installatie van GBES heeft geen noemenswaardige effecten op de fysische, chemische of biologische bodemkwaliteit in de netwerklaag.

De lussen worden direct in de bodem geïnjecteerd, zonder dat daarbij grond vrijkomt. Hierbij is een aandachtspunt dat het doorboren van niet-doorlatende lagen

preferentiële stroombanen op kan leveren, wat een effect kan hebben op de bodemkwaliteit.

Net als bij alternatief 4 moet het elektriciteitsnet aanzienlijk worden verzaamd. De effecten hiervan zijn echter beperkter dan bij de aanleg van warmtenetten in alternatieven 1, 2 en 3. Daarom wordt alternatief 5 in de aanlegfase als neutraal beoordeeld.

Gebruik Het gebruik van een verzaamd elektriciteitsnet leidt niet tot aantoonbare effecten op de bodemkwaliteit. De effecten van bodemopwarming rond de warmteleidingen zijn vergelijkbaar met die van het grootschalige warmtenet.

Voor een volledige beoordeling van de temperatuureffecten is om dezelfde redenen als bij het grootschalige warmtenet aanvullend onderzoek nodig.

Conclusie generieke effectbeoordeling bodemkwaliteit

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling in Tabel 8-13.

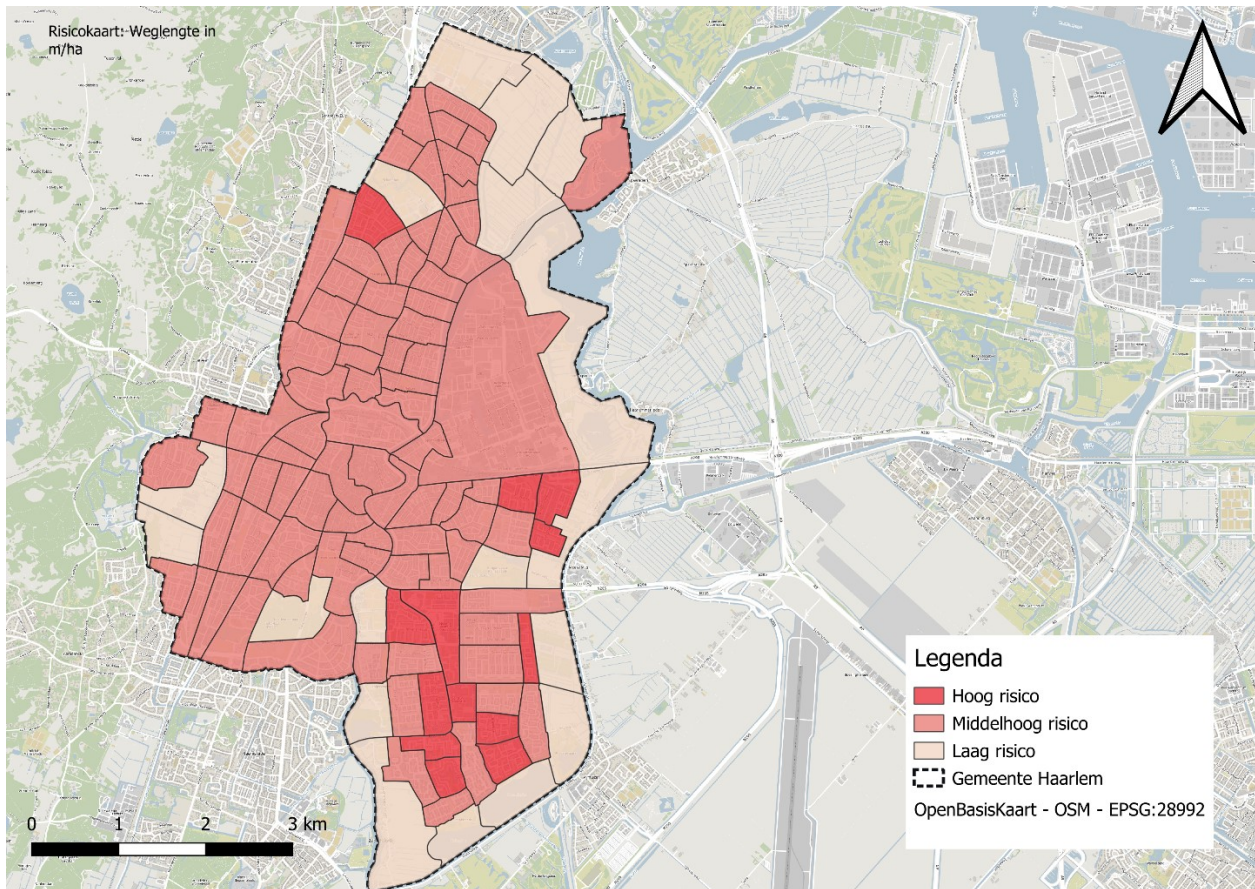
Tabel 8-13: Generieke effectbeoordeling bodemkwaliteit

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	0/-	0/-	0	0
Gebruiksfase	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk

Effectbeoordeling bodemkwaliteit per wijktype

Het risico op bodemverstoring door de aanleg van een warmtenet is groter in wijktypen waar relatief veel meters leiding moeten worden aangelegd. Om dit mee te wegen, is het kenmerk 'weglengte per hectare' gebruikt. Wijktypen met een hoog aantal meters warmtenet per hectare worden iets negatiever beoordeeld in de aanlegfase dan wijktypen met een laag aantal meters. In Figuur is de gemiddelde weglengte per hectare per wijktype te zien.

De wijktypen hoogbouw, vinex wijk en tuinstad hoogbouw kennen een verhoogd risico en zijn daarom voor alternatieven 1, 2 en 3 iets negatiever beoordeeld. Voor wijktypen met een lager risico is geen positieve bijstelling doorgevoerd, omdat de risico's op bodemverstoring ook daar aanwezig blijven.



Figuur 8-13: Risicoindeling gemiddelde weglengte per hectare per wijktype

Conclusie effectbeoordeling bodemkwaliteit per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de opgenomen effectbeoordeling per wijktype in Tabel 8-14.

Tabel 8-14: Effectbeoordeling bodemkwaliteit per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Volkswijk	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Tuindorp	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0

Projectgerelateerd

	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Tuinstad laagbouw	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	-	-	-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Hoogbouw	Aanleg	-	-	-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Bloemkoolwijk	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Vinex-wijk	Aanleg	-	-	-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Villawijk	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk

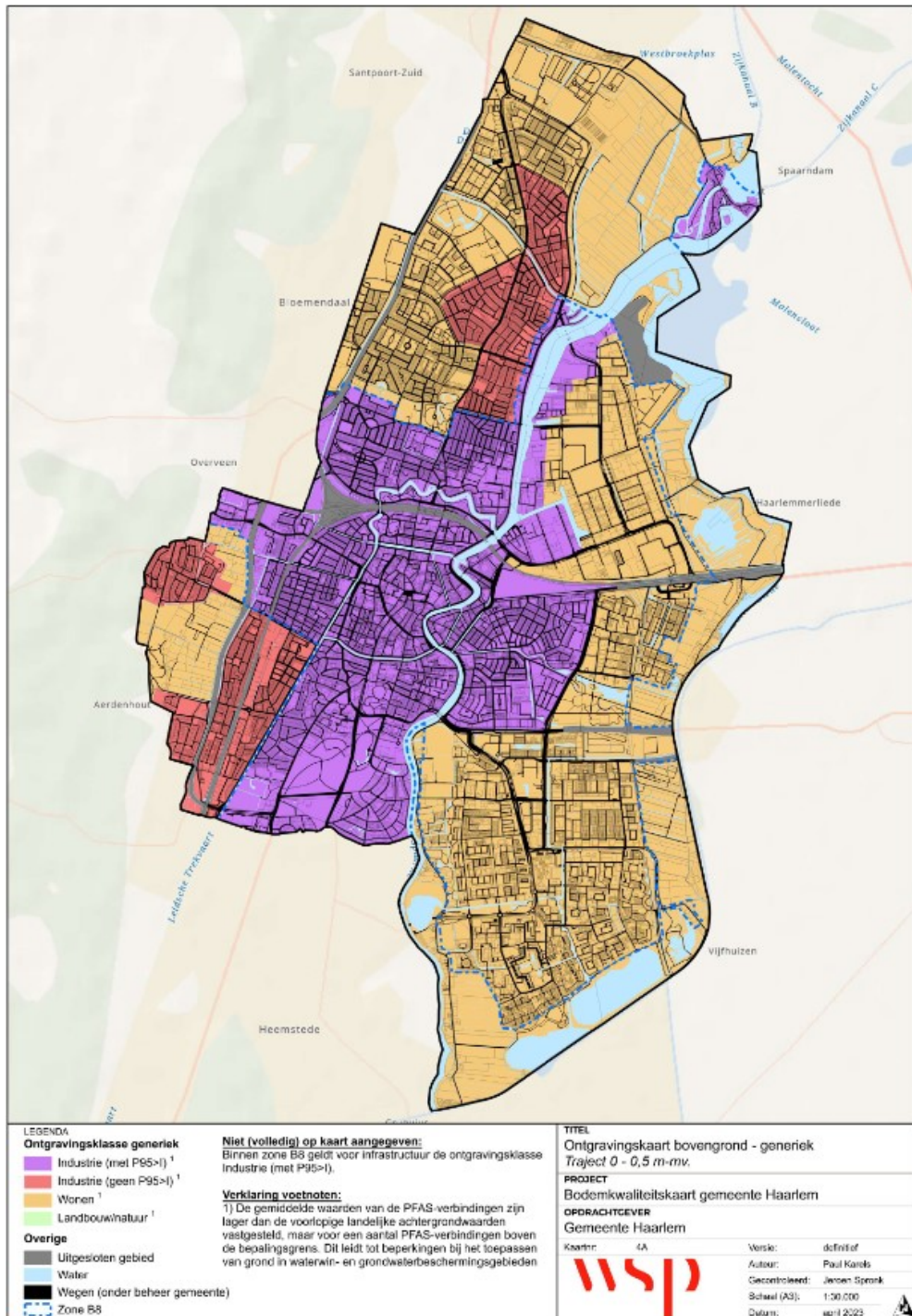
Vernieuwd	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Bedrijven	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Groen	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Divers	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

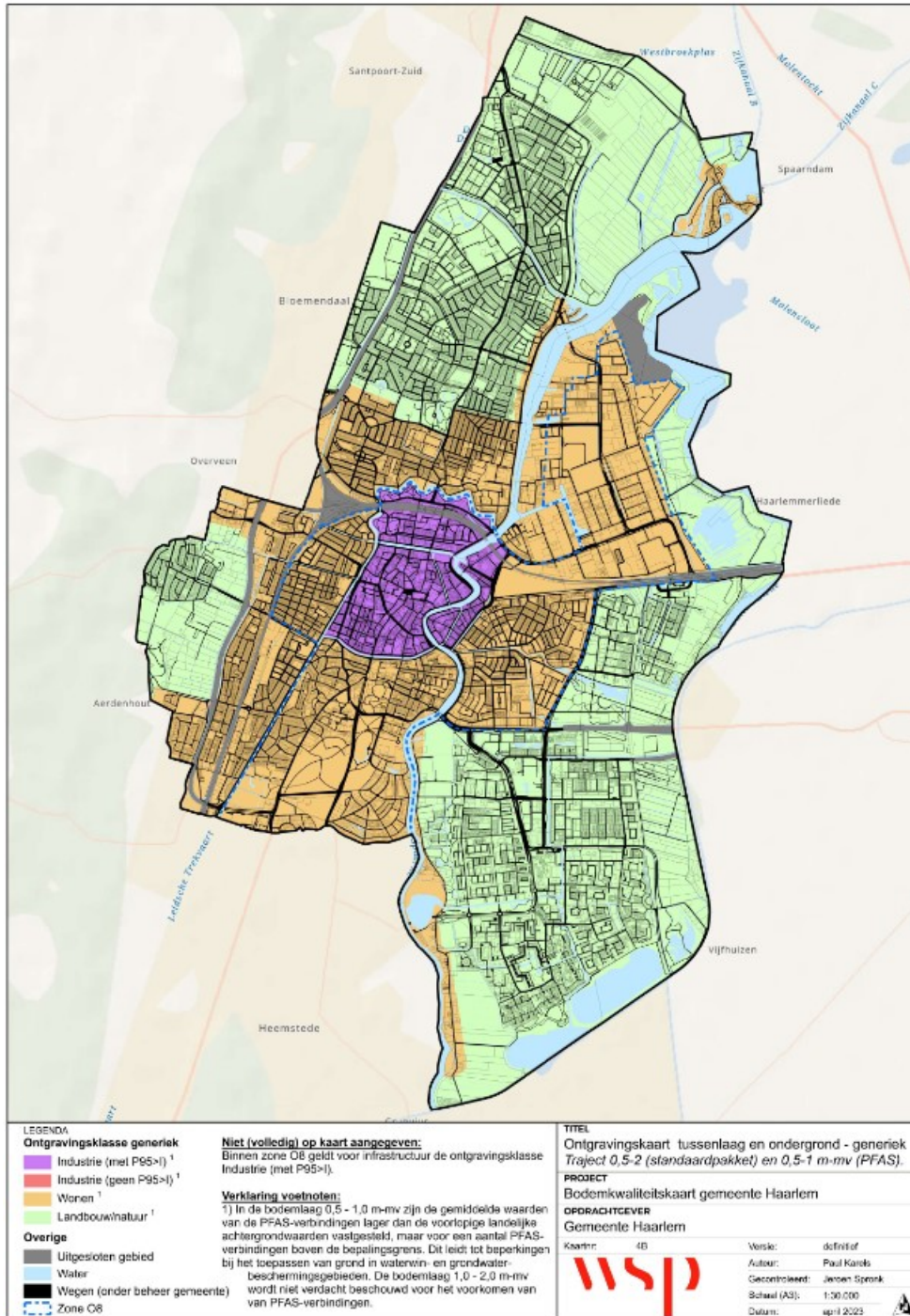
Onderstaande kaarten (Figuur 8-14 en Figuur 8-15) komen uit de Nota bodembeheer 2023 (Gemeente Haarlem, 2023). De paarse gebieden zijn aandachtspunten omdat hier diffuse verontreinigingen boven de interventiewaarde bodemkwaliteit voor kunnen komen (P95 ligt boven de interventiewaarde bodemkwaliteit).

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, TEL en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor geothermie zijn enkele aandachtspunten voor het aspect bodemkwaliteit van toepassing. Geothermie kan namelijk zorgen voor temperatuur effecten op de bodem.

Datathermie, TEL en aquathermie betreffen bovengrondse bronnen, waardoor er geen effecten op de bodem te verwachten zijn (behalve bij lekkages). De gebieden waar geothermie mogelijk kansrijk is zijn daarom als aandachtspunt aangegeven in bijlage 4. In deze bijlage zijn alle aandachtspunten op buurniveau met betrekking tot het thema bodemkwaliteit opgenomen.



Figuur 8-14: Bodemkwaliteitskaart bovengrond gemeente Haarlem



Figuur 8-15: Bodemkwaliteitskaart tussenlaag en ondergrond gemeente Haarlem

8.4 Water

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot water beschreven. Het betreft een beschrijving van de effecten van oppervlaktewater, grondwater en drinkwater.

Tabel 8-15: Beoordelingskader Water

Thema	Aspect	Indicator
Water	Oppervlaktewater	Thermisch effect op waterleven
	Grondwater	Geohydrologische en thermische impact op grondwaterkwaliteit en kwantiteit
	Drinkwater	Thermisch effect op transport- en distributieleidingen

8.4.1 Beleidskader water

Tabel 8-16: Beleidskader water

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Kaderrichtlijn Water (KRW) (2000)	De Kaderrichtlijn Water is een Europese richtlijn met als doelstellingen het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. De Europese lidstaten hebben gezamenlijk afgesproken dat uiterlijk in 2027 een goede toestand bereikt moet zijn.
Drinkwaterwet (2024)	Drinkwaterbedrijven hebben leveringsplicht voor schoon en veilig drinkwater. Alle overheden hebben zorgplicht voor het duurzaam veiligstellen van de drinkwatervoorziening.
Structuurvisie Ondergrond (STRONG) (2018)	STRONG bevat het landelijk beleid voor alle activiteiten die in de ondergrond plaatsvinden. Doel is om deze activiteiten (die soms schuren) duurzaam, veilig en efficiënt naast of onder elkaar te laten plaatsvinden.
Provinciaal beleid	
Omgevingsverordening NH2022 (2024)	Boringen (bijvoorbeeld voor WKO) in waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden zijn onder bepaalde voorwaarden toegestaan. Buiten deze gebieden zijn WKO (BES) zijn omgevingsvergunning of -melding plichtig volgens de omgevingswet.
Gemeentelijk beleid	
Plan Stedelijk Water Haarlem 2024-2033	Het Plan Stedelijk Water 2024–2033 beschrijft hoe de gemeente Haarlem haar watersysteem toekomstbestendig wil maken. Het plan is een integrale samenvoeging van het gemeentelijk rioleringsplan, het integraal waterplan en

	het strategisch plan klimaatadaptatie. Het richt zich op het verbeteren van de kwaliteit en ecologische waarde van oppervlaktewater, het beheersen van grondwaterstanden om schade aan funderingen en groen te voorkomen, en het beschermen van de drinkwatervoorziening via een robuust en schoon watersysteem. Daarnaast speelt het plan in op de gevolgen van klimaatverandering, zoals wateroverlast, droogte en hittestress, en bevat het maatregelen om Haarlem klimaatbestendig te maken richting 2050
Natuur Netwerk Haarlem	Het Natuur Netwerk Haarlem is een beleidsmatig initiatief van de gemeente dat gericht is op het versterken van de stedelijke biodiversiteit. Het netwerk bestaat uit een groen lint waarlangs kleine dieren zich door de stad kunnen verplaatsen. In het plan zijn knelpunten benoemd die de ecologische samenhang verstoren. Deze worden waar mogelijk opgelost bij herinrichtingen en bouwprojecten. Het netwerk wordt stapsgewijs gerealiseerd richting 2050 en vormt een belangrijke pijler onder het ecologisch beleid van de stad.

8.4.2 Oppervlaktewater

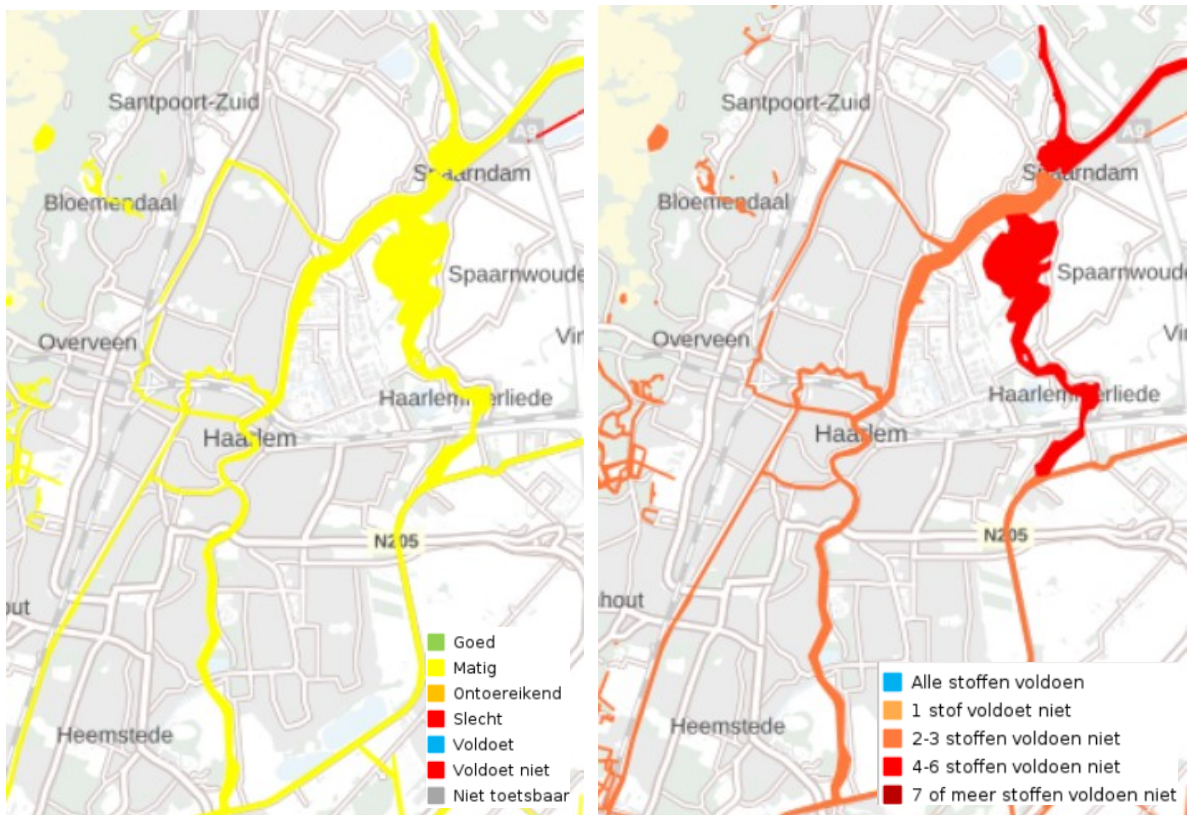
Huidige situatie

Een goede waterkwaliteit is belangrijk voor mens, natuur en bedrijven. Industrie en landbouw stellen steeds hogere eisen aan de kwaliteit van het water. In de dichtbevolkte waterrijke delta van West-Nederland is schoon en gezond water belangrijk voor mens, natuur en bedrijven. Het gaat dan om water waar niet te veel voedingsstoffen en geen vervuilende stoffen in zitten.

In het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) werkt de provincie Noord-Holland samen met waterschappen en Rijkswaterstaat aan de waterdoelen voor alle waterlichamen in het deelstroomgebied Rijn-West (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht en Gelderland). Voor deze oppervlaktewaterlichamen zijn ecologische en chemische kwaliteitsdoelen vastgesteld die uiterlijk in 2027 moeten zijn gerealiseerd. De ecologische kwaliteitsdoelen bestaan uit normen voor biologische parameters (planten, algen, vissen en macrofauna), fysisch-chemische parameters en specifiek verontreinigende stoffen.

De chemische kwaliteitsdoelen bestaan uit normen voor de concentraties van de zogenaamde prioritaire stoffen (zeer giftige en slecht afbreekbare stoffen). Naast de formeel aangewezen KRW-waterlichamen maakt ook een aantal overige wateren deel uit van de gezamenlijke KRW-opgave. Deze wateren zijn vaak ecologisch en hydrologisch verbonden met KRW-waterlichamen en dragen bij aan het behalen van de waterkwaliteitsdoelen. Daarom worden ook deze wateren, waar relevant, betrokken bij de beoordeling van mogelijke effecten van de voorgenen maatregelen.

Binnen het plangebied kunnen activiteiten mogelijk effect hebben op de volgende waterlichamen: Ringvaartsysteem, Trekvaartsysteem en Mooie Nel en Lied. Figuur 8-16 laat zien dat de ecologische kwaliteit als 'matig' is beoordeeld, terwijl de chemische kwaliteit niet aan de normen voldoet.



Figuur 8-16: Ecologische en chemische kwaliteit oppervlaktewaterlichamen in de gemeente Haarlem [Waterkwaliteitsportaal, 2024]

De ecologische kwaliteit verschilt bovendien tussen de diverse waterlichamen. De biologie van waterlichamen Ringvaartsysteem en Mooie Nel en Liede wordt beoordeeld als ‘goed’, terwijl waterlichaam Trekvaartsysteem wordt beoordeeld als ‘matig’. De fysische chemie van waterlichamen Ringvaartsysteem en Trekvaartsysteem worden beoordeeld als ‘goed’, terwijl Mooie Nel en Liede wordt beoordeeld als ‘matig’. Voor alle waterlichamen wordt de deelparameter specifiek verontreinigde stoffen beoordeeld als ‘slecht’.

Autonome ontwikkeling

Door het verder toepassen van de KRW-maatregelen is de verwachting dat de ecologische waterkwaliteit langzaam verbetert. Echter, bodemdaling, klimaatverandering en de landbouw kunnen een grote negatieve invloed hebben op de kwantiteit en kwaliteit van het oppervlaktewater.

Om de waterkwaliteit bij overstorten te verbeteren werkt de gemeente Haarlem aan het verbeteren van de verwerking van hemelwater binnen het bredere beleid zoals vastgelegd in het Plan Stedelijk Water 2024–2033. Afkoppelen van verhard oppervlak is hierin een belangrijke maatregel, waarbij het uitgangspunt geldt: afkoppelen, ja tenzij. Dat betekent dat hemelwater zoveel mogelijk wordt gescheiden van afvalwater, tenzij dit technisch of ruimtelijk niet haalbaar is. Het hemelwater wordt bij voorkeur bovengronds verwerkt en waar mogelijk afgevoerd naar oppervlaktewater. Afkoppelen wordt toegepast op locaties waar dit bijdraagt aan het verbeteren van de waterkwaliteit en waar nog geen andere maatregelen, zoals bergbezinkbassins, zijn getroffen.

In het plan is opgenomen dat de helft van het gemengde rioolstelsel in Haarlem in de komende decennia wordt omgebouwd tot een gescheiden stelsel. In totaal zal er circa 184 kilometer gemengd riool worden vervangen. Op privéterreinen kan hemelwater worden opgevangen en benut als watervoorziening voor groen.

Om dit te bewerkstelligen zet de gemeente in op het beter en gericht informeren en adviseren van burgers en bedrijven, onder andere via het uitvoeringsprogramma *Waterwijs Haarlem*. Met verordeningen worden burgers en bedrijven verplicht hemelwater te verwerken op eigen terrein. Voor bestaande bouw wordt er ingezet op het informeren over mogelijkheden. Bij nieuwbouw wordt het hemelwater niet meer op de riolering aangesloten. Door verhard oppervlakte af te koppelen blijft er meer capaciteit over in het huidige rioolstelsel, waardoor de kans op een overstort verkleind en daarmee de waterkwaliteit kan verbeteren door verminderde lozing van afvalwater in oppervlaktewater [SWEKO, 2017].

Voor de zes overstorten die in de huidige situatie niet optimaal zijn geldt dat de waterkwaliteit bij twee overstorten positief beïnvloed zal worden door het afkoppelen van verhard oppervlakte. De waterkwantiteit bij drie overstorten zal met name verminderen door het afkoppelen van verhard oppervlakte waardoor de waterkwaliteit mogelijk verbetert. Tenslotte geldt dat bij de laatste overstort het water via een bergbezinkbassin geleid moet worden om overlast te voorkomen. De verwachting is dat de waterkwaliteit bij alle zes de overstorten zal verbeteren [Gemeente Haarlem, 2019b].

Generieke effectbeoordeling oppervlaktewater

Voor het thema oppervlaktewater is gekeken naar de mogelijke thermische effecten op het aquatisch ecosysteem bij toepassing van Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO). Bij deze techniek wordt warmte onttrokken aan oppervlaktewater, die vervolgens – indien nodig – wordt opgewaardeerd tot de gewenste temperatuur voor levering.

De effectbeoordeling richt zich op open systemen, waarbij daadwerkelijk water wordt onttrokken en na gebruik weer wordt geloosd. Gesloten systemen, waarbij geen water wordt onttrokken of geloosd, veroorzaken wel temperatuurveranderingen maar zijn doorgaans kleiner van schaal. De milieueffecten zijn in beeld gebracht voor de gebruiksfase, aangezien de effecten optreden tijdens het functioneren van de installaties. Alleen alternatieven 2 en 3 maken mogelijk gebruik van TEO; de overige alternatieven zijn op dit punt neutraal beoordeeld.

Koudepluim en ecologische effecten

Het water dat na warmteonttrekking wordt teruggevoerd in dezelfde watergang is kouder dan bij onttrekking. Dit veroorzaakt een lokale temperatuurdaling – ook wel een koudepluim genoemd – bij de uitlaat van het systeem. De verwachte temperatuurdaling bedraagt maximaal 6 °C, en betreft het verschil tussen het ingenomen en het geloosde water. Na menging met het ontvangende oppervlaktewater neemt dit verschil af. TEO wordt bij MT-warmtenetten voornamelijk in de zomer toegepast, wanneer de warmtevraag laag is en de warmte kan worden opgeslagen in de bodem via een warmte-koudeopslag (WKO). In de winter wordt deze opgeslagen warmte benut. Door de

toepassing in de zomer, wanneer de uitgangstemperatuur van het oppervlaktewater hoger is, kan de koudepluim juist bijdragen aan een lokale temperatuurdaling die positief uitwerkt op de waterkwaliteit, zeker in periodes van opwarming.

Hoewel directe sterfte van macrofauna door deze temperatuurdaling onwaarschijnlijk is, kunnen er wel effecten optreden op gedrag, voortplanting en ontwikkeling. Dit kan op langere termijn leiden tot verzwakking van het ecosysteem. Aquatische vegetatie is vooral gevoelig voor temperatuurveranderingen in het vroege groeiseizoen (maart tot mei), wanneer de ontwikkeling van planten en algen op gang komt.

Mitigerende maatregelen kunnen zich daarom richten op het vermijden van lozing in deze periode. Tegelijkertijd kunnen er ook positieve effecten optreden. De lozing van water kan de doorstroming verbeteren en daarmee het zuurstofgehalte verhogen, wat gunstig is voor waterleven. Daarnaast kan de temperatuurverlaging bijdragen aan het remmen van algengroei, wat vooral relevant is in warme zomers waarin algenbloei toeneemt door klimaatverandering.

Inzuiging en filtering

Een ander mogelijk effect is de sterfte van zoöplankton, vislarven en jonge vissen door inzuiging in de TEO-installatie. Dit risico hangt sterk af van de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater waaruit wordt onttrokken, het ontwerp van de installatie en de toegepaste filtersystemen. Omdat dit effect afhankelijk is van de technische uitvoering, is het niet meegenomen in de algemene effectbeoordeling, maar het vormt wel een belangrijk aandachtspunt bij de uitvoering van aardgasvrije maatregelen. In de aanlegfase worden voor alle alternatieven geen effecten verwacht. Alle alternatieven zijn daarom voor de aanlegfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 1 – Grootschalig-middentemperatuur warmtenet

Gebruik Dit alternatief maakt gebruik van meerdere grootschalige warmtebronnen, waaronder aquathermie: zes TEO-installaties en één TEA-installatie. Door de omvang van de TEO-installaties (ca. 1.800 m² per stuk) en hun centrale ligging kunnen lokaal negatieve effecten op de waterkwaliteit optreden, zoals temperatuurverandering en inzuiging van organismen.

Deze effecten zijn beperkt tot de directe omgeving van de installaties, met name in stilstaand of langzaam stromend water. In stromend water, zoals kanalen of rivieren, treedt echter relatief snel verdunning op, waardoor de ruimtelijke reikwijdte van deze effecten beperkt blijft tot enkele tientallen meters rondom de innamepunten. De effecten zijn beperkt tot de locaties van de installaties, maar door de schaalgrootte zijn deze meer uitgesproken dan bij alternatieven 2 en 3.

Naast mogelijke negatieve effecten kan TEO ook een positief effect hebben op de waterkwaliteit. In de zomermaanden, wanneer oppervlaktewater soms te warm wordt voor aquatische organismen, kan een lichte temperatuursverlaging door warmteonttrekking juist bijdragen aan een gunstiger leefmilieu. Waterschappen staan

hier doorgaans positief tegenover, mits de verlaging marginaal blijft en geen ecologische schade veroorzaakt. Dit positieve effect is echter locatie- en seizoensafhankelijk en treedt vooral op bij toepassing in waterlichamen met beperkte doorstroming en hoge zomertemperaturen.

Vanwege de schaalgrootte en het potentieel voor lokale negatieve effecten is dit alternatief als negatief beoordeeld voor de waterkwaliteit. Wel wordt erkend dat bij zorgvuldige inpassing en afstemming met het waterschap, negatieve effecten beperkt kunnen blijven en zelfs lichte positieve effecten kunnen optreden.

Alternatief 2 – Decentrale-middentemperatuur warmtenet

Gebruik Dit alternatief kan gebruikmaken van aquathermiebronnen in combinatie met TEO-installaties. Per buurtnet kan één TEO-installatie worden toegepast van circa 360 m². Aangezien er in Haarlem 111 buurten zijn onderscheiden, kunnen er potentieel 111 TEO-installaties worden gerealiseerd. In de praktijk zal dit aantal lager liggen, omdat niet alle buurten aan geschikt oppervlaktewater liggen. In buurten zonder stromend of voldoende wateroppervlak wordt teruggevallen op alternatieve bronnen zoals droge koelers of bodemenergie.

Door de verspreide ligging en kleinschaligheid van de installaties zijn lichte negatieve effecten op de waterkwaliteit te verwachten, met name lokaal bij de inname- en lozingspunten. In stromend water treedt relatief snel verdunning op, waardoor de effecten beperkt blijven tot de directe omgeving van de installatie. In stilstaand water kunnen de effecten iets sterker zijn, maar blijven door de beperkte schaal van de installaties over het algemeen gering.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Gebruik Ook dit alternatief maakt mogelijk gebruik van aquathermiebronnen in combinatie met TEO-installaties. Net als bij alternatief 2 gaat het om één TEO-installatie per net, met een omvang van ongeveer 360 m². Bij toepassing in alle 111 buurten betekent dit een vergelijkbare ruimtelijke spreiding van installaties.

In de praktijk zal dit aantal lager liggen, omdat niet alle buurten aan geschikt oppervlaktewater liggen. In buurten zonder stromend of voldoende wateroppervlak wordt teruggevallen op alternatieve bronnen zoals droge koelers, zonthermie of bodemenergie.

De effecten op de waterkwaliteit zijn vergelijkbaar met alternatief 2: lokaal licht negatief, met name bij de inname- en lozingspunten. In stromend water treedt relatief snel verdunning op, waardoor de effecten beperkt blijven tot de directe omgeving van de installatie. In stilstaand water kunnen de effecten iets sterker zijn, maar blijven door de beperkte schaal van de installaties over het algemeen gering.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Gebruik Er worden geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie, omdat dit alternatief geen gebruik maakt van aquathermiebronnen. Het is daarom als neutraal beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Gebruik Net als alternatief 4 maakt dit alternatief geen gebruik van aquathermiebronnen. Er zijn dan ook geen effecten te verwachten ten opzichte van de referentiesituatie, en het alternatief is als neutraal beoordeeld.

Conclusie generieke effectbeoordeling oppervlaktewater

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-17: Generieke effectbeoordeling oppervlaktewater

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0	0	0	0	0
Gebruiksfase	-	0/-	0/-	0	0

Effectbeoordeling oppervlaktewater per wijktype

In de effectbeoordeling voor oppervlaktewater is uitgegaan van de toepassing van aquathermie als warmtebron. Omdat de effecten van aquathermie primair plaatsvinden in het waterlichaam zelf (zoals temperatuurverandering, invloed op ecologie en waterkwaliteit door bijvoorbeeld inzuiging), en niet in de wijk waar de warmte wordt afgenomen, is geen onderscheid gemaakt naar wijktypen. De wijktypologie beïnvloedt wel de warmtevraag en de haalbaarheid van aquathermie, maar niet de aard of omvang van de effecten op het oppervlaktewater.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Naast de algemene effecten op oppervlaktewater, zoals koudepluimen en inzuiging, zijn er in Haarlem enkele lokale aandachtspunten relevant. Bij grootschalige en decentrale middentemperatuur-warmtenetten kan lozing van relatief koud retourwater leiden tot temperatuurveranderingen in ecologisch waardevolle of langzaam stromende watergangen, zoals het Spaarne en stedelijke singels. Dit kan lokaal invloed hebben op waterkwaliteit en aquatische ecologie. Ook kan bij systemen die oppervlaktewater gebruiken als warmtebron verstoring optreden van plankton en vislarven door inzuiging, vooral bij grotere waterlichamen.

Mitigerende maatregelen zoals fijnmazige filters en lage inzuigsnelheden zijn dan wenselijk. In de stedelijke context van Haarlem, met een multifunctioneel watersysteem, is het bovendien van

belang cumulatieve effecten te beschouwen, bijvoorbeeld in combinatie met klimaatadaptatie of herinrichting.

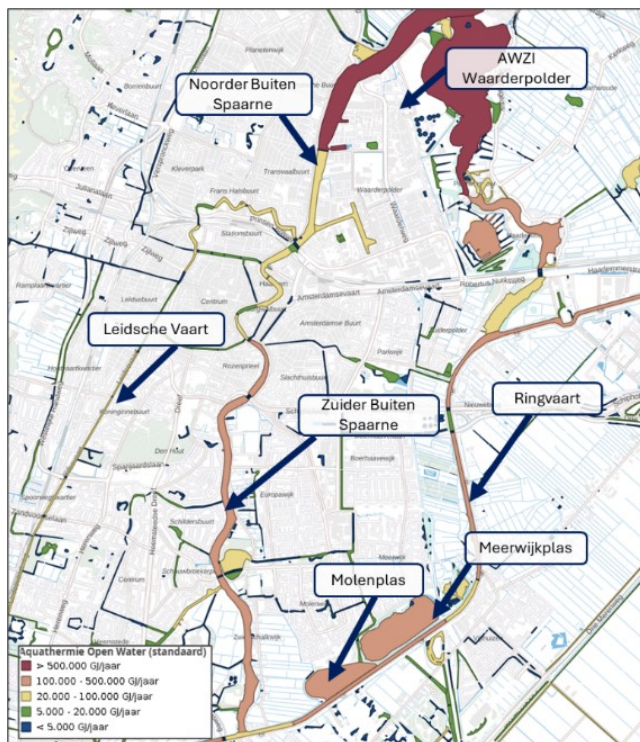
Bij de individuele luchtwarmtepompen en individuele bodemwarmtepompen zijn de directe effecten op oppervlaktewater beperkt, maar bij grootschalige toepassing kunnen indirecte effecten optreden, zoals veranderingen in grondwaterstroming of toename van verhard oppervlak.

Warmteopslag- en onttrekkingssystemen kunnen worden onderscheiden in open en gesloten systemen. Bij open systemen wordt water onttrokken uit een aquifer en na gebruik weer geïnfilteerd, wat invloed kan hebben op grondwaterstanden en stromingspatronen.

Gesloten systemen gebruiken een gesloten circuit met een warmtewisselaar, waardoor directe interactie met het grondwater beperkt blijft. De keuze voor een systeemtype beïnvloedt de mate van hydrologische en ecologische impact.

Daarnaast is het van belang onderscheid te maken tussen KRW-waterlichamen en overige waterlichamen. KRW-waterlichamen vallen onder de Kaderrichtlijn Water en kennen specifieke ecologische doelstellingen en monitoringverplichtingen. Effecten op deze waterlichamen, zoals temperatuurverandering of verstoring van habitats, kunnen leiden tot overschrijding van ecologische normen.

Overige waterlichamen, zoals kleinere stedelijke vijvers of sloten, kennen minder strikte regelgeving, maar kunnen lokaal wel ecologisch waardevol zijn. Bij ruimtelijke afwegingen en vergunningverlening is het daarom essentieel om beide typen waterlichamen expliciet te betrekken.



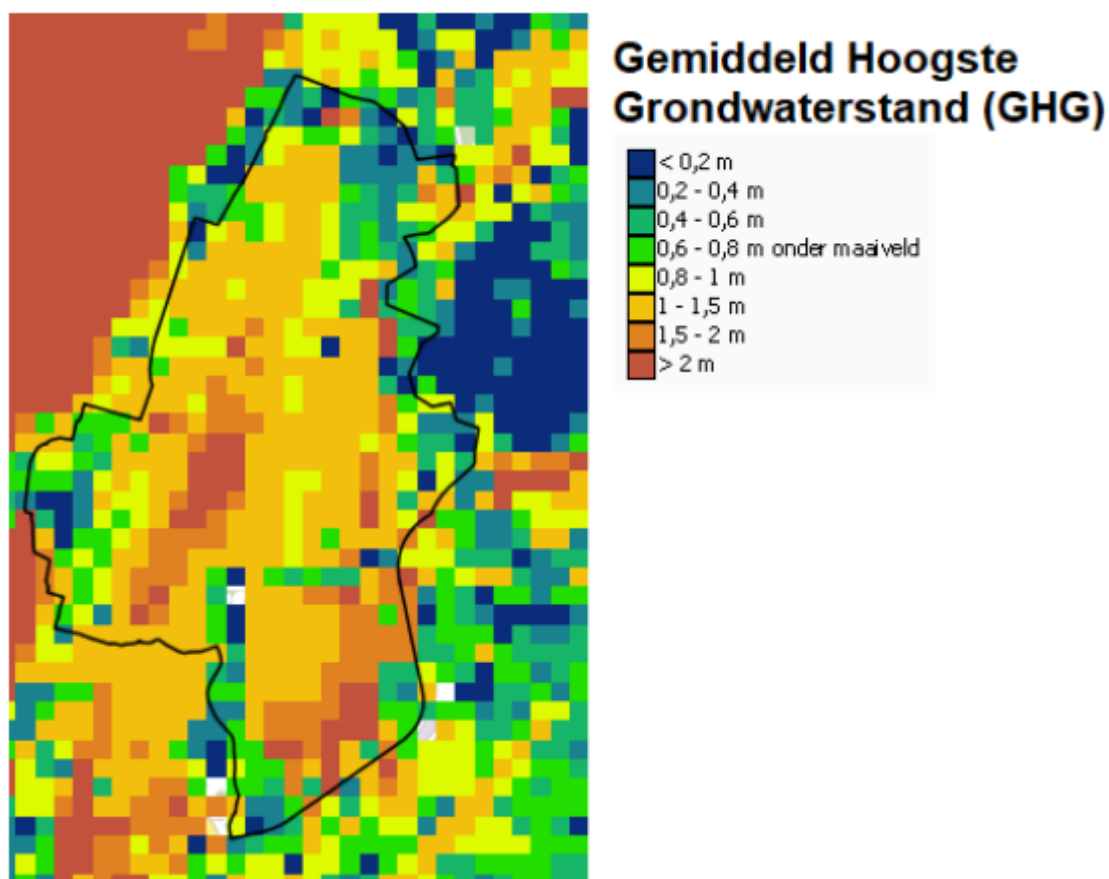
Figuur 8-17: Zoekgebieden aquathermie

8.4.3 Grondwater

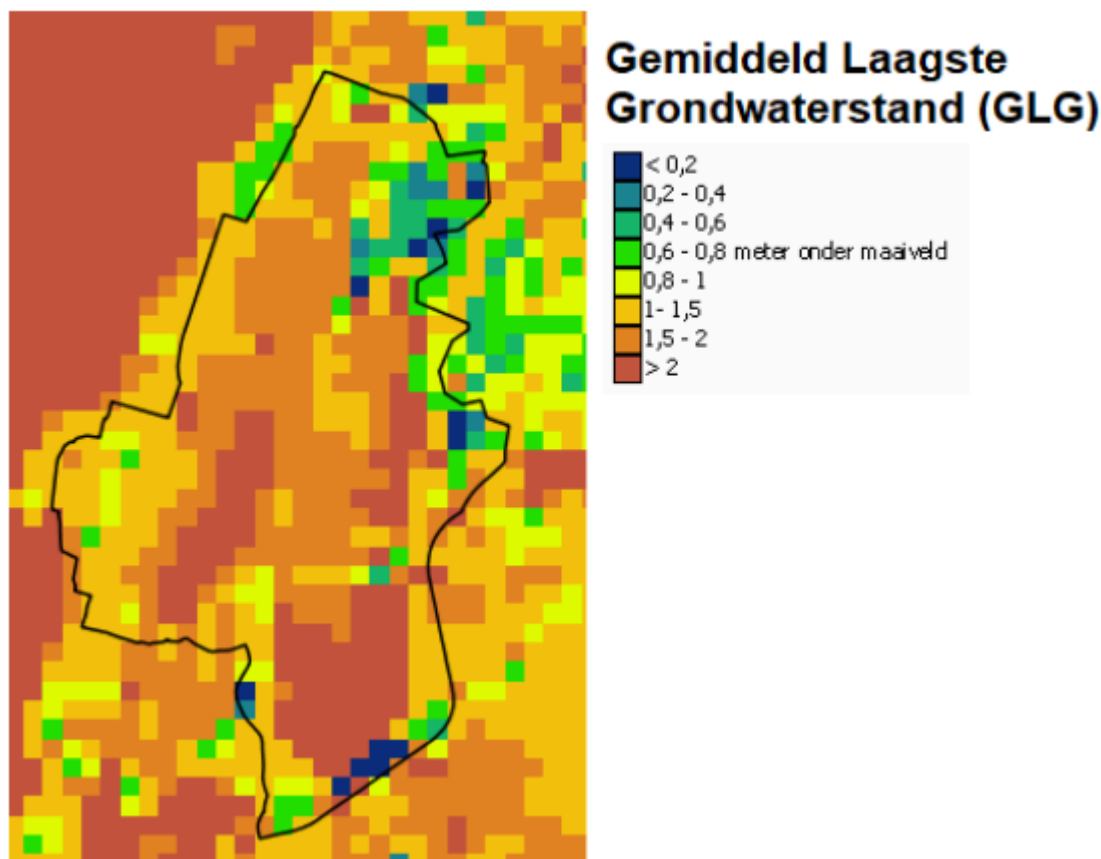
Huidige situatie

Grondwater is het water dat zich in de grond bevindt. De hoogte van het grondwater wordt de grondwaterstand genoemd, of wanneer het grondwater onder een kleilaag gelegen is de stijghoogte. De grondwaterstand en stijghoogte is relevant omdat deze beïnvloed kan worden bij toepassing van bodemenergiesystemen in de vorm van HTO of OBES.

De Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is een maat voor de hoge grondwaterstanden die nog wel regelmatig voorkomen. Idealiter ligt deze tussen lager dan 0,6 meter beneden maaiveld. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is een maat voor de lage grondwaterstanden die nog wel regelmatig voorkomen. Idealiter ligt deze maximaal 1,5 meter beneden maaiveld (met name bij het voorkomen van houten paalfunderingen). De GHG in de gemeente Haarlem is weergegeven in Figuur 8-18, de GLG in Figuur 8-19.



Figuur 8-18: Gemiddelde hoogste grondwaterstand



Figuur 8-19: Gemiddeld laagste grondwaterstand

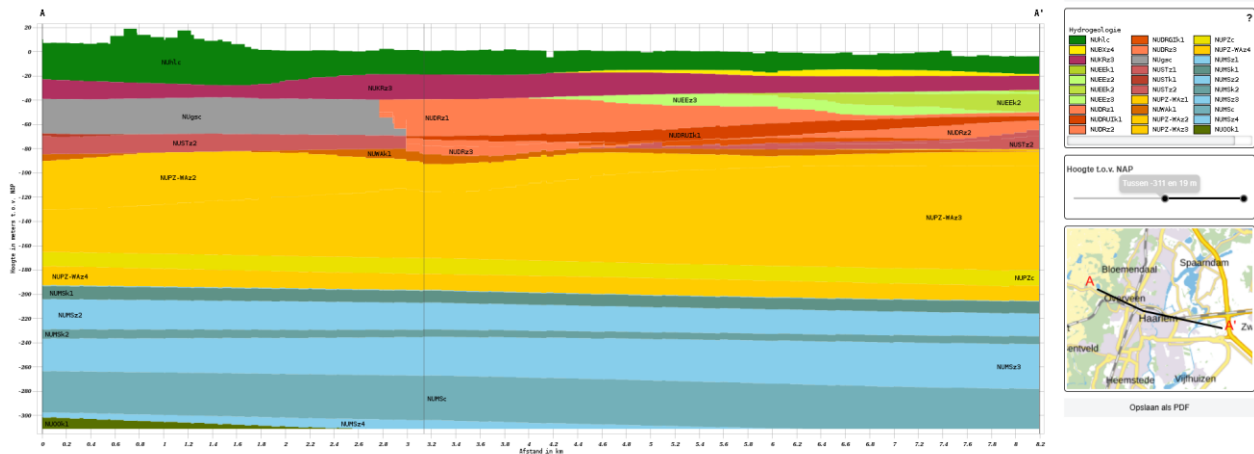
Uit de figuren blijkt dat er binnen de gemeente op sommige locaties waarschijnlijk grondwateroverlast (hoge grondwaterstanden) optreedt, maar ook dat er risico is op aantasting van houten plaafunderingen als gevolg van grondwateronderlast.

Voor de toepassing van HTO, OBES en Geothermie is daarnaast de diepere bodemopbouw van belang. Grofweg kan de bodemopbouw in Haarlem als volgt worden geschematiseerd (Figuur 8-20:

- Een deklaag van ongeveer 15 á 20 meter dik, bestaande uit zand, klei en veen (hoofdzakelijk kleiig/veenig).
- Het 1^e watervoerende pakket, zijnde een zandig pakket tot ca. NAP – 60 á -80, bestaande uit hoofdzakelijke grove zanden (formatie van Kreftenheye, Eem, Drente en het gestuwde pakket)
- Tussen ongeveer NAP -60 m en NAP -80 bevinden zich de kleilagen Waarlekley en het laagpakket van Uitdam. Lokaal zijn deze kleilagen afwezig.
- Het 2^e watervoerende pakket tot ca. NAP -170 m, bestaande uit grove zanden (formatie van Peize en Waalre)
- Onder het 2^e watervoerende pakket zijn de mariene afzettingen van Maassluis en de formatie van Oosterhout te vinden, deze formaties doorgaans zeer heterogeen en bestaan meestal uit een afwisseling van zand en klei.

- Het pakket daaronder is doorgaans niet interessant voor toepassing van HTO of OBES. Mogelijke geothermiebronnen worden in een veel diepere formaties (vanaf 500 meter) geplaatst.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.3



Figuur 8-20: Diepere bodemopbouw Haarlem

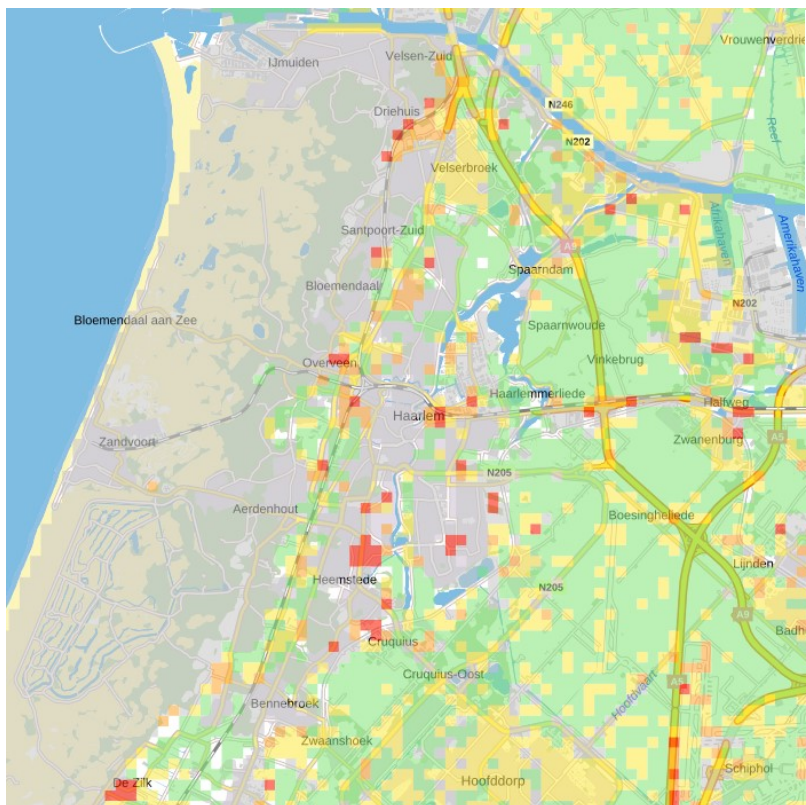
Autonome ontwikkeling

Als gevolg van klimaatverandering is het de verwachting dat extremen in termen van neerslag en verdamping zullen toenemen. Dit zal ertoe leiden dat de fluctuatie van de grondwaterstand (verschil tussen GHG en GLG) over het algemeen toe zal nemen.

In Figuur 8-21 is de kans op toename van grondwateroverlast in het jaar 2050 weergegeven. Hieruit blijkt dat in de binnenstad en langs de duinrand er een toename is op de kans op grondwateroverlast, waarschijnlijk als gevolg van het toenemen van de GHG.

In Figuur 8-22 is de verwachte verandering van de GLG in het jaar 2050 weergegeven. Hieruit blijkt dat de verwachte verandering voor de grootste delen van de gemeente Haarlem minimaal is (en in de duinrand de lage grondwaterstand lijkt toe te nemen), maar met name in het oosten van de gemeente wel een risico is op verdroging in de toekomst.

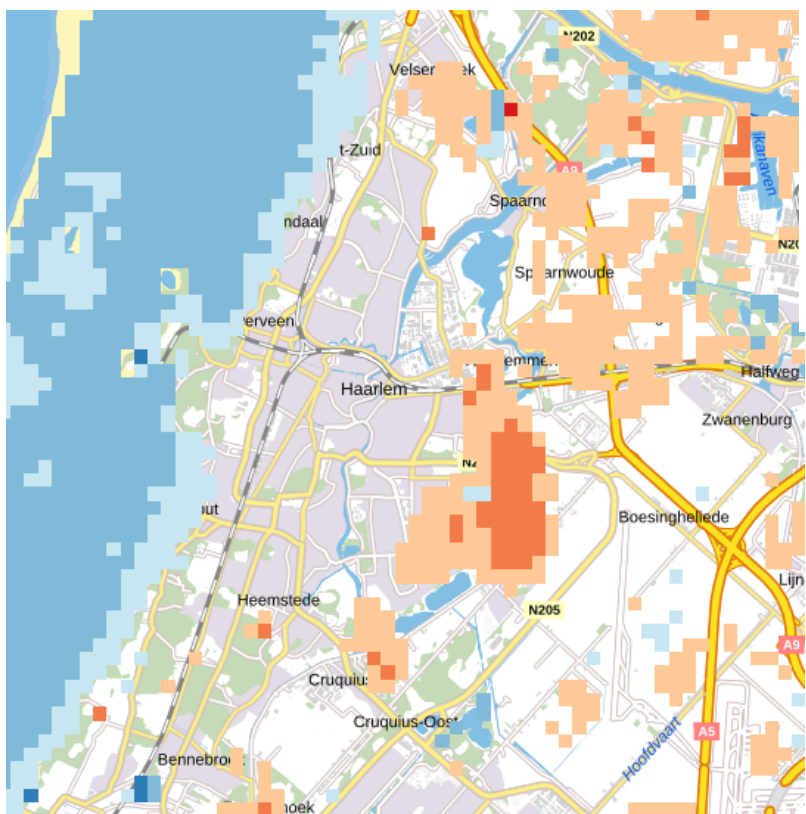
Er worden geen relevante ontwikkelingen in de diepe ondergrond verwacht. Wel is het mogelijk dat er, vanwege de toenemende drukte in de ondergrond, limieten gesteld worden aan het gebruik van de ondergrond voor bodemenergie als gevolg van andere belangen (denk bijvoorbeeld aan het aanwezig zijn van kabels en leidingen waardoor niet geboord kan worden).



Legenda:

- Kleine kans door lage grondwaterstand
- Kleine toename kans
- Aanmerkelijke toename kans
- Grote toename kans
- Zeer grote toename kans

Figuur 8-21: Kans op toename grondwateroverlast



Legenda:

- Sterke daling (>1m)
- Lichte daling (0,1-0,25m)
- Nauwelijks verandering
- Lichte stijging (0,1-0,25m)
- Sterke stijging (>1m)

Figuur 8-22: Verwachte verandering van de laagste grondwaterstand

Generieke effectbeoordeling grondwater

In de ondergrond bevinden zich verschillende afsluitende lagen, zoals klei of leem, die de watervoerende pakketten van elkaar scheiden. Deze lagen zorgen ervoor dat het grondwater in de verschillende pakketten niet met elkaar vermengd raakt. In de aanlegfase worden deze lagen doorboort en vervolgens weer afgedicht. Bij een groot aantal boringen bestaat de kans dat de afdichting niet volledig afsluit waardoor er ongewenst uitwisseling van grondwater kan plaatsvinden tussen twee watervoerende pakketten.

Daarnaast zijn er bij toepassing van open bodemenergiesystemen, waar actief grondwater onttrokken en geïnjecteerd wordt nog risico's op afgeleide effecten als gevolg van het verlagen en verhogen van de grondwaterstand.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg Het grootschalig warmtenet maakt gebruik van meerdere warmtebronnen. Voor de effecten op het grondwater is met name geothermie en het bijbehorende Hoge temperatuur opslagsysteem (HTO-systeem) relevant. De effecten op grondwaterbescherming zijn hierin niet meegenomen, omdat de zoekgebieden voor geothermie en HTO buiten de beschermde zones liggen (wettelijk verplicht).

Tijdens het boren van een geothermieput komt boorspoeling in contact met watervoerende lagen. Tot aan de geohydrologische basis wordt meestal gebruik gemaakt van een boorspoeling op waterbasis (of van een bentoniet boorspoeling). Vanaf de geohydrologische basis wordt meestal met een boorspoeling op basis van oliebasis of olieachtige- synthetische vloeistof gewerkt (meestal Synthetic-Based Muds of Low Toxicity Oil Based Muds). Omdat tot aan de geohydrologische basis gebruik wordt gemaakt van een boorspoeling op waterbasis (ofwel drinkwater ofwel een boorspoeling met bentoniet), zijn er geen risico's voor de grondwaterkwaliteit bij boren.

Wel is er een beperkt risico op het ontstaan van een verontreiniging (ondiep) als gevolg van de opslag van materiaal aan maaiveld. De boorspoeling op oliebasis wordt, net zoals vrijkomend formatiemateriaal en formatiewater dat vrijkomt bij ontwikkeling van de bron, opgeslagen aan maaiveld. Dit wordt normaal opgeslagen in bovengrondse tanks en containers om de kans op lekkage te minimaliseren, maar in het verleden is gebleken dat deze maatregelen geen 100% garantie geven op het niet uitlogen van opgeslagen materiaal aan maaiveld. Dit gaat doorgaans wel om relatief kleine en beheersbare incidenten.

Daarnaast worden bij het boren van de geothermiebron kleilagen doorsneden. Afdichting tussen de casing en de boorgatwand vindt bij geothermie plaats door cementering (grout), waarmee lekkage tussen meerdere watervoerende pakketten voorkomen wordt. Er is een beperkt risico dat de cementering onvoldoende plaatsvindt waardoor alsnog lekkage kan ontstaan tussen 2 watervoerende pakketten. Wel wordt daarbij nog opgemerkt dat veelal in de bovenste tientallen meters een casing wordt ingeheid, waardoor in het zeer ondiepe pakket kortsluiting nagenoeg is uitgesloten.

In tegenstelling tot geothermiebronnen wordt bij het boren van een HTO-bron vrijwel altijd met drinkwater gewerkt als boorspoeling, waardoor er geen risico is op het ontstaan van een verontreiniging bij het boren. Wel worden er ook in dit geval kleilagen doorboort, waarbij de aanvulling tussen de boorgatwand en de stijgbuis meestal plaatsvindt met zwelklei (bentoniet), volgens de BRL 2100 Mechanisch Boren. Ook hier is een beperkt risico op het niet volledig afdichten van de aanwezige kleilaag.

Het alternatief wordt als licht negatief beoordeeld vanwege de beperkte risico's die aanwezig zijn voor de grondwaterkwaliteit bij het uitvoeren van een geothermieboring en de beperkte risico's op kortsluiting (grondwaterkwantiteit) bij zowel de uitvoering van de geothermieboring als de HTO-boring.

Gebruik Tijdens gebruik van een geothermiebron wordt formatiewater opgepompt, via een warmtewisselaar geleid en terug geïnjecteerd. Dit zoute water kan corrosie veroorzaken aan leidingen, wat in combinatie met hoge druk kan leiden tot lekkage en in het ergste geval verontreiniging van zoet grondwater.

Bij HTO wordt grondwater opgepompt, verwarmd en weer geïnjecteerd in een andere put. Het opgeslagen water bij HTO heeft idealiter een temperatuur van 70–90°C, wat aanzienlijk hoger is dan de gebruikelijke 10–15°C. Hierdoor warmt het grondwater rond de put sterk op. Modellen tonen aan dat dit kan leiden tot een temperatuurstijging van 1,5°C op 100 meter afstand na 40 jaar. Doorgaans worden significante bacteriologische en chemische effecten verwacht vanaf een opslagtemperatuur van ca. 25 graden of hoger. Dat zal bij de HTO-bronnen met name in een beperkte straal rondom de HTO-bronnen zijn (<100 meter). Omdat HTO-bronnen niet in grondwaterbeschermingszones mogen worden geplaatst en ook niet voorzien zijn in de directe nabijheid van het grondwaterbeschermingsgebied worden geen risico's verwacht in relatie tot thermische effecten.

Afhankelijk van de boordiepte van HTO-bronnen en het voorkomen van eventuele mobiele grondwaterverontreinigingen kan het zijn dat de verspreiding van deze verontreinigingen toeneemt. Immers wordt met het HTO-systeem een grondwaterstroming op gang gebracht die anders is dan de natuurlijke stroming.

Afhankelijk van de diepte van de HTO-bronnen is het mogelijk dat het onttrekken en injecteren van grondwater leidt tot grondwaterstandverlagingen/verhogingen met bijbehorende afgeleide effecten op zettingen, (stedelijk) groen, aardkundige waarden en archeologie. Op basis van de bodemopbouw in Haarlem wordt verwacht dat de HTO-bronnen onder het kleiige pakket van Uitdam en de Waalreklei geplaatst worden waardoor de effecten op de ondiepe grondwaterstand (en bijbehorende afgeleide effecten zoals zettingen) naar verwachting beperkt zullen zijn. Op basis van de daadwerkelijke filterstelling en het daadwerkelijke onttrekkingsdebiet moet altijd een nadere beschouwing hiervan plaatsvinden.

Daarnaast is het mogelijk dat er, als gevolg van het toenemen van de waterdruk aan de onderzijde van een kleilaag, opbarsten optreedt. HTO-systemen worden ontworpen op een stijghoogte waarbij er geen opbarsten optreedt, maar een beperkt risico is altijd aanwezig.

Gezien het beperkte aantal putten wat gebruikt wordt en de relatief kleine risico's in de gebruiksfase voor grondwaterkwaliteit, kwantiteit en thermische effecten wordt het grootschalig warmtenet licht negatief beoordeeld.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg Bij dit alternatief wordt gebruikgemaakt van bodemwarmte met seizoensopslag via een open bodemenergiesysteem (OBES). In tegenstelling tot alternatief 1 zijn er meer en ondiepere boringen nodig om hetzelfde aantal woningequivalenten van warmte te voorzien. Naarmate er meer afsluitende lagen worden doorboord, neemt het risico toe op kortsluiting tussen meerdere watervoerende pakketten.

Gelijk aan de boring van een HTO-bron wordt doorgaans gebruik gemaakt van drinkwater als boorspoeling (en werkwater). De boormethode en afdichtingsmethode van het boorgat zijn gelijk aan de methodes zoals beschreven bij de HTO-bronnen in alternatief 1.

Het risico op kortsluiting is afhankelijk van de hoeveelheid kleilagen die doorboort worden en het aantal boringen. Omdat het aantal boringen erg groot is wordt alternatief 2 als negatief beoordeeld in de aanlegfase

Gebruik Bij de toepassing van open bodemenergiesystemen wordt grondwater opgepompt, verwarmd en weer geïnjecteerd in een andere put. Wettelijk is geregeld dat de injectietemperatuur van de warme bron niet hoger mag zijn dan 25°C. Bij temperaturen tot 25°C zijn de effecten op veranderingen in bacteriële omstandigheden in de ondergrond minimaal.

Gelijk aan de HTO-bronnen bestaat het risico op verspreiding van grondwaterverontreinigingen als gevolg van het op gang brengen van een grondwaterstroming anders dan de natuurlijke grondwaterstroming. Dit risico neemt toe bij het toenemen van het totaal aantal bronnen (en totaal onttrokken/geïnjecteerd debiet).

Gelijk aan de HTO-bronnen in alternatief 1 zal er sprake zijn van grondwaterstandsverlagingen/verhogingen als gevolg van het onttrekken en injecteren van grondwater. Hierdoor kunnen afgeleide effecten, zoals zettingen, schade aan natuur en archeologie ontstaan. Het risico hierop neemt toe naar mate het aantal bronnen (eigenlijk het totale debiet) toeneemt. Gelijk aan de HTO-bronnen is het mogelijk dat er, als gevolg van het toenemen van de waterdruk aan de onderzijde van een kleilaag, opbarsten optreedt. Vanwege het grote aantal bronnen, en daarmee gepaard de grote (complexe) cumulatieve effecten, bestaat het risico dat kleilagen opbarsten in de gebruiksfase waardoor kortsluiting tussen twee watervoerende pakketten kan ontstaan.

Gezien het grote aantal systemen en de cumulatieve effecten wordt alternatief 2 negatief (-) beoordeeld in de gebruiksfase.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

- Aanleg* De aanleg van dit alternatief is grotendeels gelijk aan die van alternatief 2. Ook hier worden OBES-installaties toegepast in vergelijkbare aantallen. Daarom wordt alternatief 3 negatief beoordeeld in de aanlegfase.
- Gebruik* De risico's tijdens gebruik zijn vergelijkbaar met die van alternatief 2, vanwege het gelijke aantal OBES-installaties. Alternatief 3 wordt daarom ook negatief beoordeeld in de gebruiksfase.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

- Aanleg* Dit systeem is volledig bovengronds en komt niet in contact met grondwater. Daarom wordt alternatief 4 als neutraal beoordeeld in de aanlegfase.
- Gebruik* Ook in de gebruiksfase is er geen contact met grondwater, waardoor alternatief 4 als neutraal wordt beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

- Aanleg* Voor dit alternatief moet per woningequivalent minimaal één bodemlus worden geboord. Ook bij deze boringen worden kleilagen doorboort. Doorgaans wordt de ruimte tussen de bodemlus ofwel afgedicht gelijk aan een open bodemenergiesysteem (bentoniet) of met grout. Vanwege het de kleine boordiameter is het afdichten van doorboorde kleilagen wel moeilijker, waardoor het risico op onjuiste afdichting ook groter is.
- Vergeleken met OBES zijn er 100–150 keer meer boringen nodig, en ten opzichte van geothermie zelfs 5.000 keer meer. De naleving van kwaliteitsprotocollen is vaak onvoldoende. Inspecties tussen 2016 en 2018 toonden aan dat bij ongeveer 75% van de gevallen afwijkingen werden geconstateerd, waarvan de helft risico's voor de bodem opleverde. Vanwege bovenstaande risico's wordt alternatief 5 als zeer negatief beoordeeld in de aanlegfase.
- Gebruik* Het systeem werkt met een gesloten leidingsysteem waarin een circulatiemedium (meestal glycol) wordt rondgepompt. Bij temperatuurverschillen neemt het medium warmte op of staat het af aan de bodem. Als de bodem onvoldoende herstelt na de winter, kan deze bevriezen en werkt het systeem niet meer.
- Lekkage van het circulatiemedium kan leiden tot verontreiniging. De kans op lekkage is laag, maar afhankelijk van het volume, de samenstelling van het medium en de reactietijd van de beheerder. Doordat het gaat om een zeer groot aantal gesloten systemen is het risico op lekkage niet in zijn geheel uit te sluiten. Op basis van dat risico wordt alternatief 5 als licht negatief beoordeeld in de gebruiksfase.

Conclusie generieke effectbeoordeling grondwater

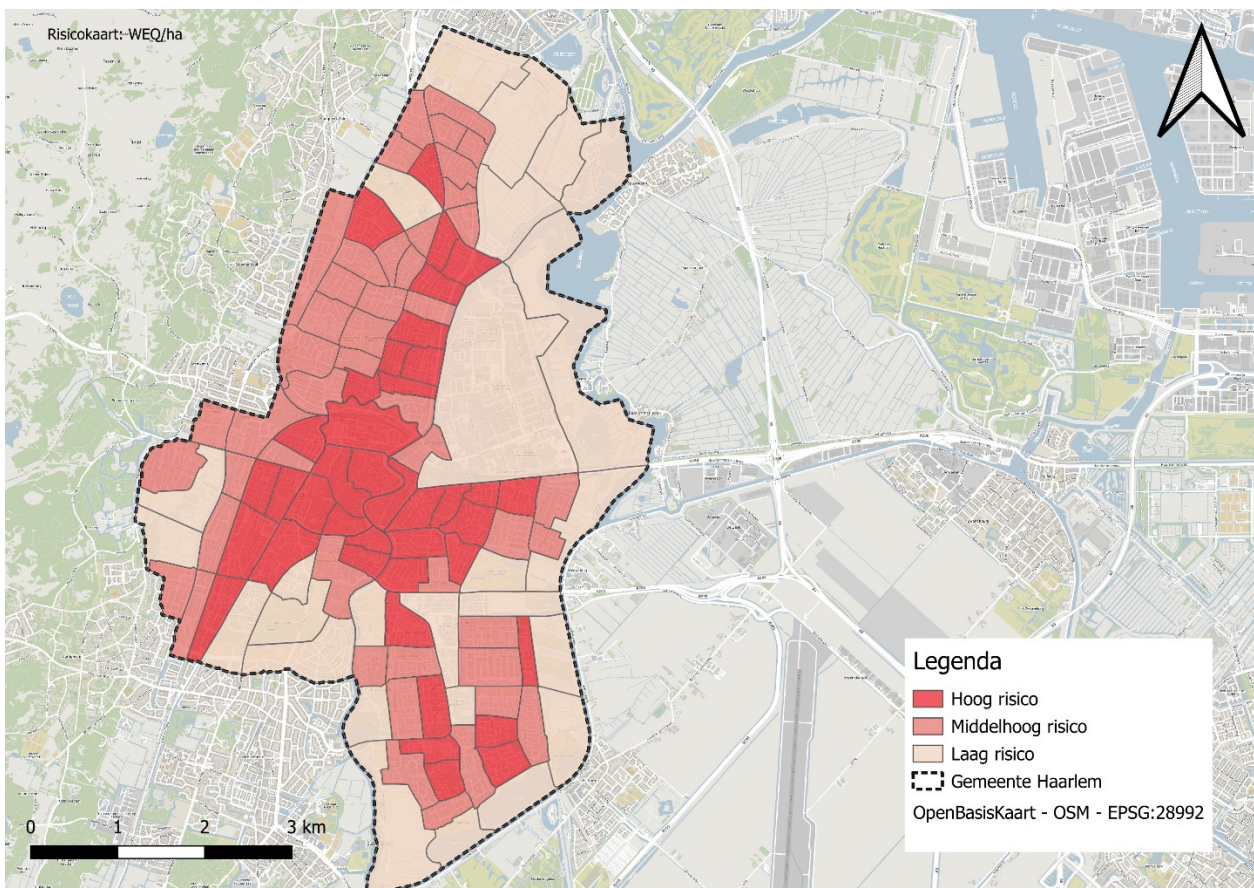
De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de in Tabel 8-18 opgenomen effectbeoordeling.

Tabel 8-18: Generieke effectbeoordeling grondwater

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	-	-	0	-
Gebruiksfase	0/-	-	-	0	0/-

Effectbeoordeling grondwater per wijktype

Bij het beoordelen van mogelijke milieueffecten op het grondwater door de aanleg en het gebruik van OBES- en GBES-systemen speelt het aantal boringen per WEQ een belangrijke rol. Daarom wordt er een differentiatie gemaakt op basis van wijktypen, waarbij het aantal WEQ per hectare als indicator wordt gebruikt (Figuur 8-23)



Figuur 8-23: Risicoindeling WEQ per hectare per wijktype

Wijktypen met een hoog aantal WEQ per hectare worden iets negatiever beoordeeld dan wijktypen met een lager aantal WEQ per hectare, vanwege de grotere dichtheid aan systemen en daarmee een verhoogd risico op cumulatieve effecten. Het gaat om de wijktypen historische binnenstad, tuinstad hoogbouw en volkswijk.

Conclusie effectbeoordeling grondwater per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling per wijktype in Tabel 8-19.

Tabel 8-19: Effectbeoordeling grondwater per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	-	--	--	0	--
	Gebruik	-	--	--	0	0/-
Volkswijk	Aanleg	-	--	--	0	--
	Gebruik	-	--	--	0	0/-
Tuindorp	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Tuinstad laagbouw	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	-	--	--	0	--
	Gebruik	-	--	--	0	0/-
Hoogbouw	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Bloemkoolwijk	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Vinex-wijk	Aanleg	0/-	-	-	0	--

	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Villawijk	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Vernieuwd	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Bedrijven	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Groen	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
Divers	Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-

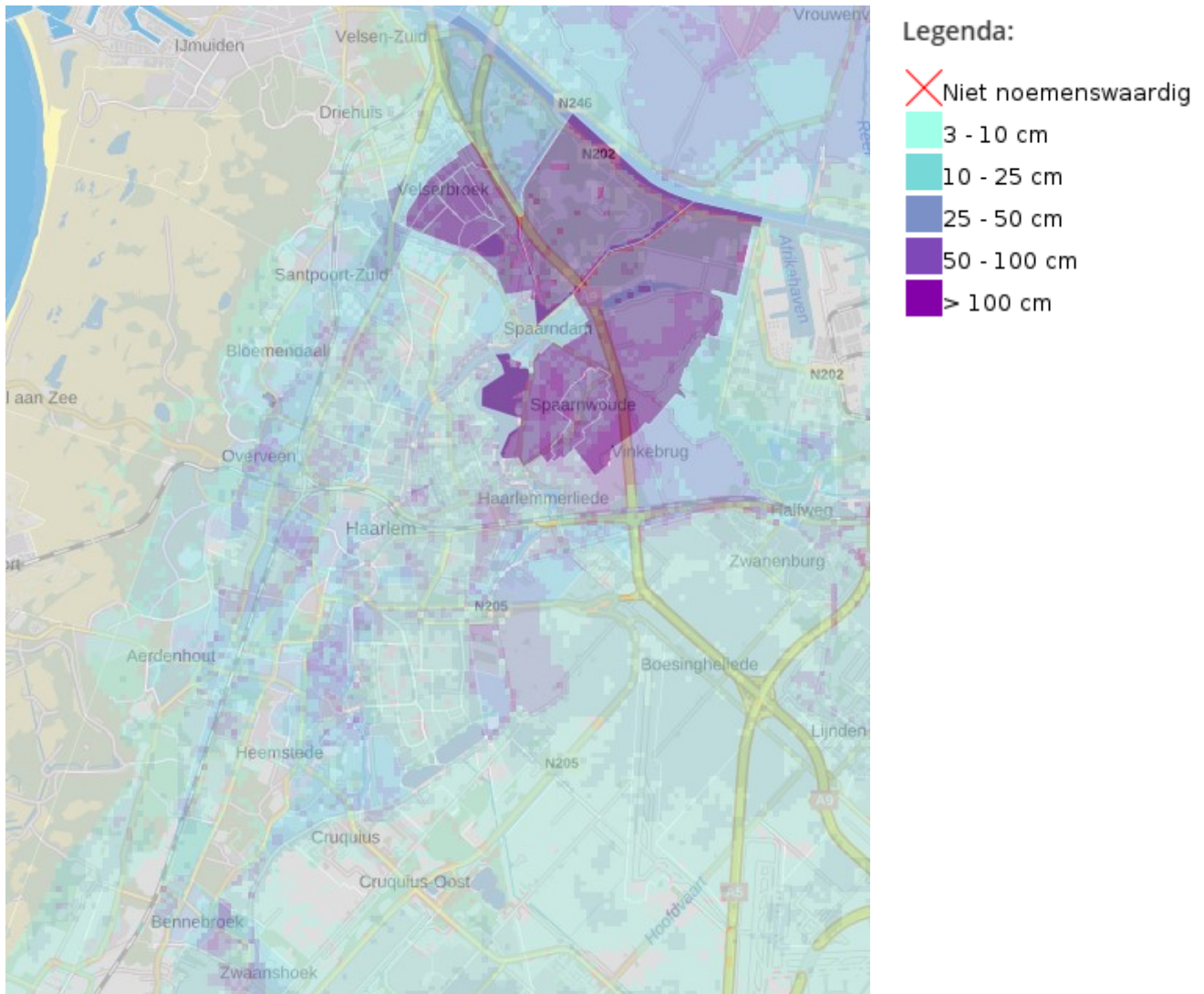
Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Aanvullende lokale aandachtspunten zijn met name gerelateerd aan de potentiële afgeleide effecten van het onttrekken en injecteren van grondwater, zoals bij toepassing van HTO en open bodemenergiesystemen het geval is. Afgeleide effecten zijn grofweg op te delen in vijf onderdelen:

- Zettingen als gevolg van grondwaterstandsaling
- Schade aan houten funderingspalen als gevolg van grondwaterstandsaling (zuurstoftoetreding)
- Schade aan natuur/stedelijk groen
- Schade aan aardkundige waarden
- Schade aan archeologie als gevolg van grondwaterstandsaling (zuurstoftoetreding)

In Figuur 8-24 is het risico op bodemdaling als gevolg van een (fictieve) ophoging weergegeven. Dit is een maat voor de slapheid van de grond en kan gebruikt worden als relatieve maat voor het risico op zettingen als gevolg van een grondwaterstandsverlaging.

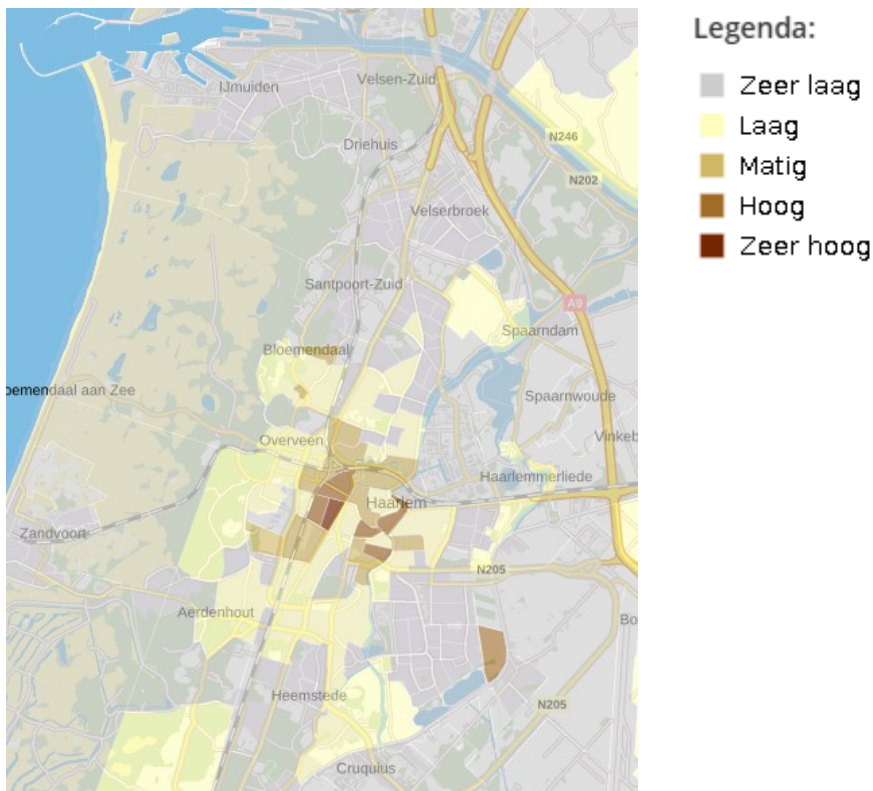
Bij toepassing van open bodemenergiesystemen (HTO en OBES) wordt de grondwaterstand gedurende een seizoen verlaagd waardoor zettingen kunnen optreden. Hoge waarden in de kaart betekenen over het algemeen ook een verhoogd risico op zettingen als gevolg van een grondwaterstandsverlaging.



Figuur 8-24: Risico op bodemdaling door ophoging *Kaartviewer - Klimaat-effectatlas*

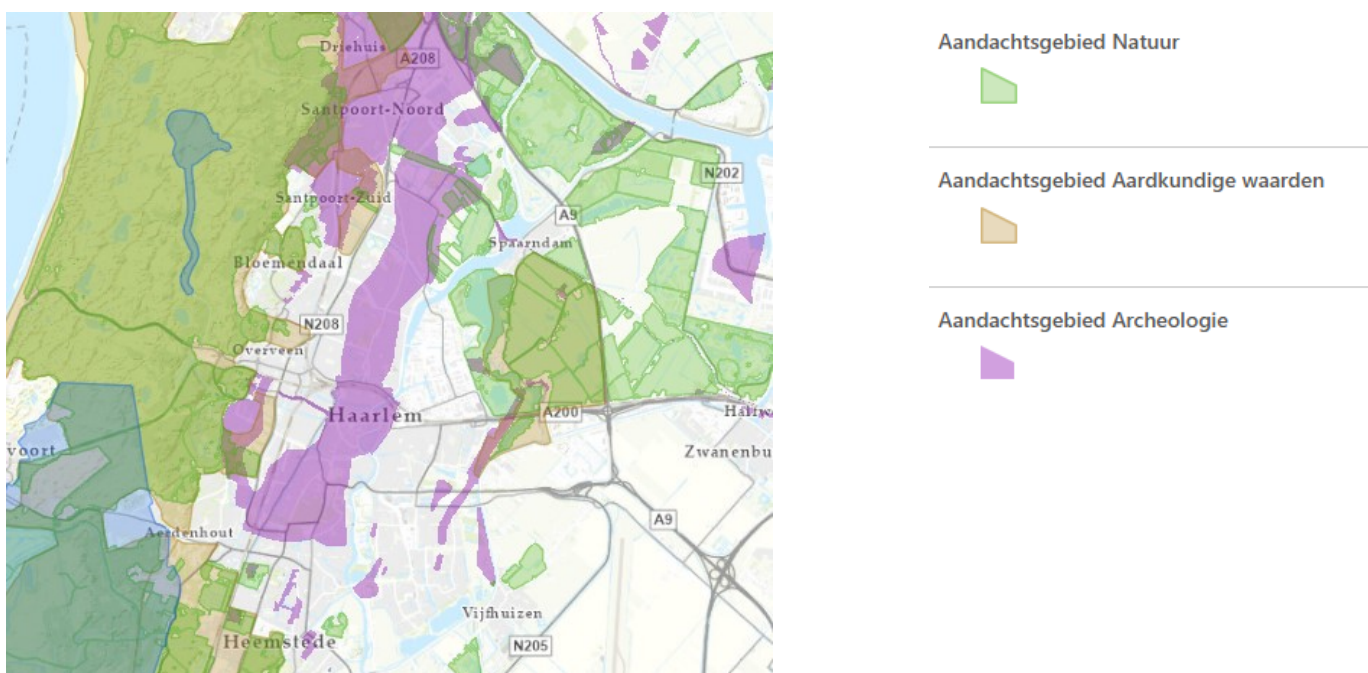
In Figuur 8-25 is het risico op paalrot bij het huidige klimaat weergegeven. Paalrot treedt op wanneer de freatische grondwaterstand onder het paalkopniveau van een houten funderingspaal zakt en zuurstof toe kan treden tot de paal. Doorgaans zijn panden die voor 1975 op palen zijn gefundeerd op houten palen gefundeerd, daarom is het risico in de binnenstad groter dan in de relatief nieuwere buitenwijken.

Bij toepassing van open bodemenergiesystemen (in de vorm van HTO of OBES) wordt de grondwaterstand verder verlaagt. Hierdoor zal het risico op paalrot toenemen, waarbij het risico voornamelijk toeneemt op de locaties met relatief oude panden (binnenstad).



Figuur 8-25: Risico op schade aan houten paalfunderingen (paalrot) bij huidig klimaat (*Risicokaarten funderingen - Klimaat-effectatlas*)

In Figuur 8-26 is de ligging van de aandachtsgebieden Natuur, Aardkundige waarden en Archeologie voor de gemeente Haarlem weergegeven.



Figuur 8-26: Natuur, aardkundige waarden en archeologie

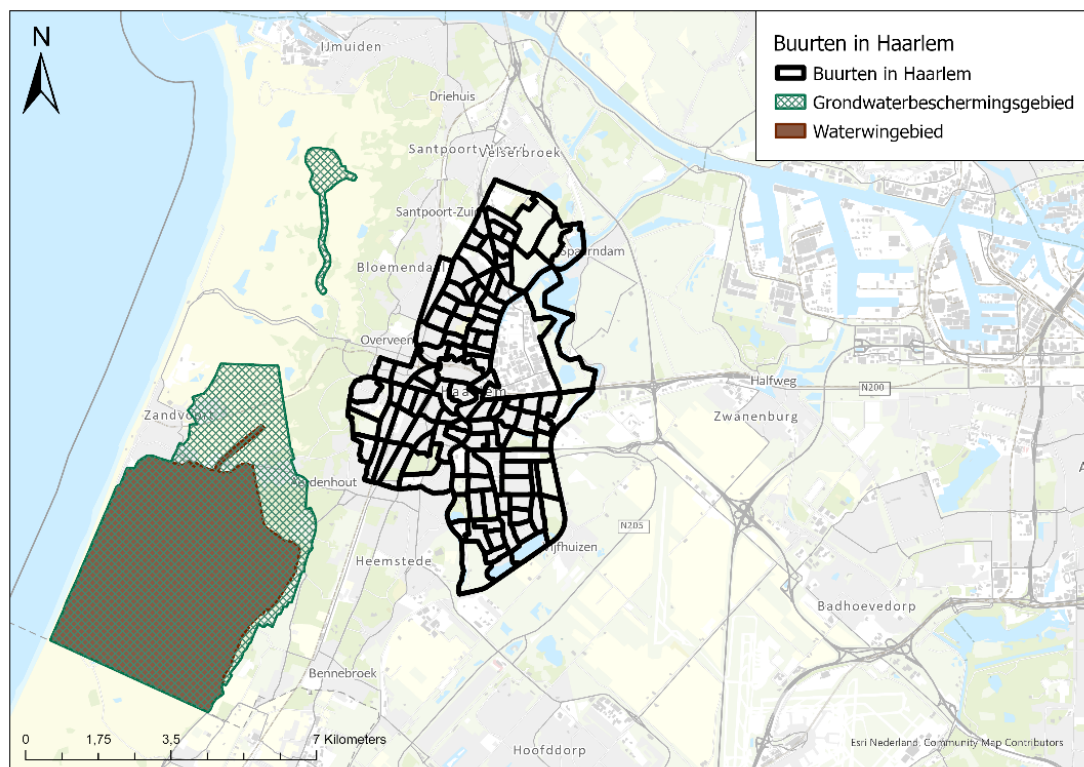
Binnen deze gebieden is het risico op afgeleide effecten bij het toepassen van open bodemenergie (in de vorm van HTO of reguliere OBES) hoger dan in de gebieden die niet aangeduid zijn (onder andere droogtestress voor natuur en aantasting van archeologie als gevolg van zuurstoftoetreding).

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Indien werkzaamheden die gepaard gaan met een bemaling plaatsvinden in een van de hierboven genoemde gebieden (zettingen, paalrot en natuur, aardkundige waarden en archeologie) is het risico op schade als gevolg van deze werkzaamheden groter. Gedacht kan worden aan de uitvoering van bemalingen voor aanleg van het warmtenet, bemalingen voor het boorplatform van een geothermieboring, etc. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen zijn er verder geen lokale aandachtspunten voor het aspect grondwater van toepassing.

8.4.4 Drinkwater

Huidige situatie

PWN is verantwoordelijk voor de productie en distributie van drinkwater in Haarlem. Daarnaast hebben alle overheden die direct of indirect betrokken zijn zorgplicht voor de bescherming van de openbare drinkwatervoorziening. Binnen de gemeentegrenzen van Haarlem wordt geen drinkwater gewonnen of geproduceerd. In het duingebied nabij Haarlem liggen wel beschermde drinkwatergebieden; locatie Overveen (van PWN) en de Amsterdamse leidingduinen (van Waternet). In Figuur 8-27 worden deze waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden getoond.



Figuur 8-27: Waterwin – en grondwaterbeschermingsgebieden

Waterwinningen in de duinen gebruiken ondiepe bodemlagen om grondwater te winnen. Deze lagen hebben geen beschermende bodemlaag (bijvoorbeeld van klei) die het water beschermt tegen verontreinigingen van bovenaf. Wel kunnen onderliggende bodemlagen zorgen voor bescherming tegen indringing van zout of brak grondwater.

Autonome ontwikkelingen

Er zijn veel ontwikkelingen met impact op de drinkwatervoorziening, zowel op de kwantiteit (onder andere warmere en drogere zomers, extremere neerslag) als de kwaliteit (onder andere opkomende stoffen). De algemeen stijgende temperatuur kan effect hebben op de temperatuur van het ruw water waar drinkwater van wordt gemaakt. Ook kan dit bij waterleidingen zorgen voor ongewenste opwarming van water in de leidingen.

Op moment van schrijven worden plannen besproken om de huidige noodwinning Overveen, gelegen ten westen van Haarlem, te reactiveren. Waar de winning al sinds 2001 buiten gebruik is, gaat deze mogelijk een nieuwe rol spelen in de drinkwatervoorziening. Dit kan invloed hebben op de grenzen van beschermingsgebieden met de daarbij horende regels (bijvoorbeeld rondom boringen). Binnen het voornemen wordt oppervlaktewater aangevoerd vanaf een externe locatie om vervolgens in de duinen te infiltreren. Door dit water op een bepaalde afstand weer te onttrekken wordt het op een natuurlijke wijze gezuiverd door de zandbodem. Dit is op grote lijnen een vergelijkbare methode als wordt toegepast in de Amsterdamse waterleidingduinen.

Voor de reactivering van Overveen zijn enkele varianten mogelijk, met name over de aanvoer van het infiltratiewater ([link](#)). De planvorming is nog dusdanig prematuur en de uitkomsten onzeker dat dit voornemen niet wordt opgenomen in de referentiesituatie. Ook zullen aanpassingen in het beschermingsregime naar verwachting niet reiken tot de gemeentegrenzen.

Generieke effectbeoordeling drinkwater

Bij de aanleg van een warmtenet bestaat de kans dat drinkwaterleidingen worden geraakt. Dit wordt echter beschouwd als een calamiteit en niet als een milieueffect, waardoor dit aspect buiten de milieueffectbeschrijving is gelaten. Tijdens de gebruiksfase zal de aanwezigheid van warmteleidingen leiden tot een verhoging van de bodemtemperatuur. Dit kan vervolgens invloed hebben op nabijgelegen drinkwaterleidingen. Effecten die voortkomen uit bredere ontwikkelingen zoals klimaatverandering vallen buiten deze effectbeschrijving en maken deel uit van de referentiesituatie.

Drinkwater dat via ondergrondse leidingen wordt getransporteerd, kan opwarmen door de temperatuur van de omliggende bodem. Door verstedelijking en de energietransitie neemt het aantal warmtebronnen in de ondergrond toe, wat bijdraagt aan deze opwarming.

Dit vergroot het risico op overschrijding van de wettelijke temperatuurnorm van 25 °C aan het tappunt. Een hogere temperatuur kan leiden tot gezondheidsrisico's, zoals de groei van legionellabacteriën, die zich bij hogere temperaturen beter kunnen ontwikkelen. Buiten de

wettelijke eis streven drinkwaterbedrijven ernaar de temperatuur zo ver mogelijk onder 25 °C te houden voor bovengenoemde reden.

Invloed warmtenetten op drinkwater

Uit onderzoek van KWR naar de invloed van een warmtenet op drinkwaterleidingen volgden enkele conclusies:

- De invloed van een warmtenet op drinkwaterleidingen treedt vooral op wanneer de afstand tussen parallel liggende leidingen minder dan 1,0 meter bedraagt. Bij een afstand van 1,0 m (voor kleine leidingen met $D < 130\text{mm}$) tot 1,5 meter (voor grotere leidingen) ervaart ongeveer 1,5% van de aansluitingen een temperatuurstijging van 1,0 °C of meer als gevolg van het warmtenet.
- Kruisende warmteleidingen hebben nauwelijks invloed op de temperatuur in drinkwaterleidingen: lokaal neemt de temperatuur wel toe, maar na de kruising koelt het drinkwater weer af.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg Zoals beschreven in de inleiding van deze paragraaf bestaat de kans dat drinkwaterleidingen worden geraakt bij de aanleg van een warmtenet. Dit wordt echter beschouwd als een calamiteit en niet als een milieueffect.

Bij het gebruik van geothermie als bron binnen dit alternatief zijn relatief diepe putten nodig. De benodigde boringen kunnen kleilagen doorboren die beschermend werken voor het ondiepe grondwater waardoor brak grondwater omhoog kan sijpelen. In dat geval verzilt de zoetwatervoorraad bij de nabije duinwinningen waardoor extra zuiveringsstappen nodig zijn.

Aangezien de boringen naar geothermie relatief ver buiten waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden zullen plaatsvinden wordt hiervoor geen effect op de winningen aangenomen. Daarbij kent de aanleg en ingebruikname van geothermieputten strenge eisen en voorwaarden om eventuele negatieve effecten te voorkomen. Er worden in de aanlegfase geen effecten op drinkwaterleidingen en -winningen verwacht.

Gebruik Het warmtenet bestaat uit transportleidingen, distributieleidingen en huisaansluitingen. Transportleidingen hebben een grote diameter (tot ongeveer één meter), en distributieleidingen in de buurten voeren water met een temperatuur van ongeveer 70°C.

Door deze hoge temperatuur kunnen nabijgelegen drinkwaterleidingen mogelijk opwarmen. Daarom wordt dit alternatief licht negatief beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg Zoals beschreven in de inleiding van deze paragraaf bestaat de kans dat drinkwaterleidingen worden geraakt bij de aanleg van een warmtenet. Dit wordt echter beschouwd als een calamiteit en niet als een milieueffect.

Bij het gebruik van WKO als bron binnen dit alternatief zijn putten nodig (exakte diepte afhankelijk van locatie en vooralsnog onbekend). De benodigde boringen kunnen kleilagen doorboren die beschermend werken voor het ondiepe grondwater waardoor brak grondwater omhoog kan sijpelen. In dat geval verzilt de zoetwatervoorraad bij de nabije duinwinningen waardoor extra zuiveringsstappen nodig zijn.

Aangezien de boringen relatief ver buiten waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden zullen plaatsvinden wordt hiervoor geen effect op de winningen aangenomen. Er worden in de aanlegfase geen effecten op drinkwaterleidingen verwacht.

Gebruik De distributie en temperatuur van het warme water zijn vergelijkbaar met alternatief 1. Ook hier is sprake van mogelijke opwarming van drinkwaterleidingen. Dit alternatief wordt daarom eveneens licht negatief beoordeeld.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg Zoals beschreven in de inleiding van deze paragraaf bestaat de kans dat drinkwaterleidingen worden geraakt bij de aanleg van een warmtenet. Dit wordt echter beschouwd als een calamiteit en niet als een milieueffect.

Bij het gebruik van WKO als bron binnen dit alternatief zijn putten nodig (exakte diepte afhankelijk van locatie en vooralsnog onbekend). De benodigde boringen kunnen kleilagen doorboren die beschermend werken voor het ondiepe grondwater waardoor brak grondwater omhoog kan sijpelen. In dat geval verzilt de zoetwatervoorraad bij de nabije duinwinningen waardoor extra zuiveringsstappen nodig zijn.

Aangezien de boringen relatief ver buiten waterwin – en grondwaterbeschermingsgebieden zullen plaatsvinden wordt hiervoor geen effect op de winningen aangenomen. Er worden in de aanlegfase geen effecten op drinkwaterleidingen verwacht;

Gebruik Dit alternatief levert warmte aan woningen en gebouwen op een temperatuur van 15–20°C. Op woningniveau wordt deze warmte met een warmtepomp opgewaardeerd. Door de lage temperatuur van het water in de leidingen zijn er geen effecten op drinkwaterleidingen te verwachten. Dit alternatief wordt daarom neutraal beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Dit alternatief komt niet in aanraking met drinkwaterleidingen. Er zijn geen effecten te verwachten ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling is neutraal.

Gebruik Dit alternatief komt niet in aanraking met drinkwaterleidingen. Er zijn geen effecten te verwachten ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling is neutraal.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Bij het gebruik van WKO als bron binnen dit alternatief zijn putten nodig (exacte diepte afhankelijk van locatie en vooralsnog onbekend). De benodigde boringen kunnen kleilagen doorboren die beschermend werken voor het ondiepe grondwater waardoor brak grondwater omhoog kan sijpelen. In dat geval verzilt de zoetwatervoorraad bij de nabije duinwinningen waardoor extra zuiveringsstappen nodig zijn.

Aangezien de boringen relatief ver buiten waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden zullen plaatsvinden wordt hiervoor geen effect op de winningen aangenomen. Er worden in de aanlegfase geen effecten op drinkwaterleidingen verwacht.

Gebruik Ook dit alternatief komt niet in aanraking met drinkwaterleidingen. Er zijn geen effecten te verwachten ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling is neutraal.

Conclusie generieke effectbeoordeling drinkwater

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de opgenomen effectbeoordeling in Tabel 8-20.

Tabel 8-20: Generieke effectbeoordeling drinkwater

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0	0	0	0	0
Gebruiksfase	0/-	0/-	0	0	0

Effectbeoordeling drinkwater per wijktype

Het grootschalige warmtenet (alternatief 1) en het decentraal MT warmtenet (alternatief 2) maken gebruik van water met een temperatuur tot 70 graden. De diameters van de aan te leggen leidingen zijn in beide opties vergelijkbaar.

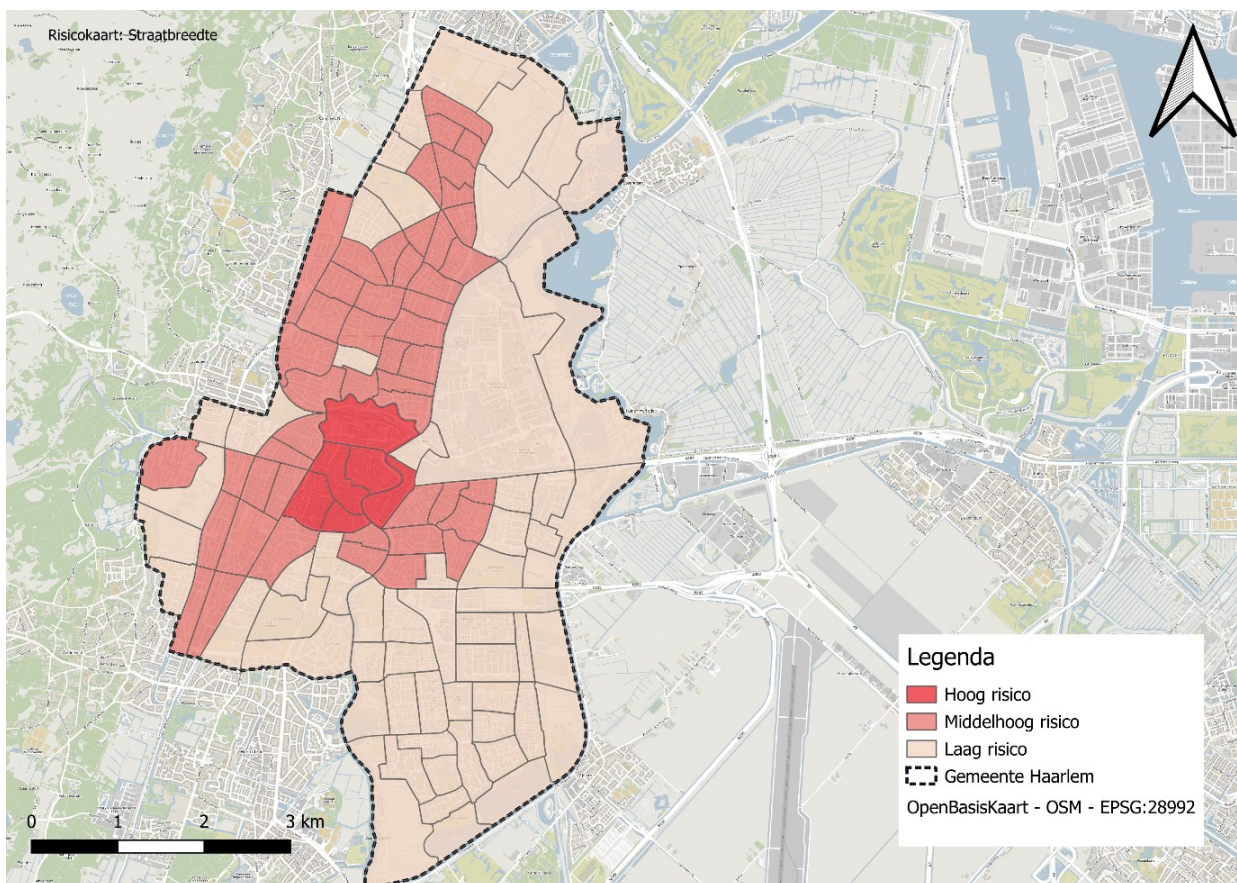
De impact op nabijgelegen drinkwaterleidingen hangt af van de breedte van de straten. Die breedte geeft een indicatie of er voldoende ruimte is om de benodigde infrastructuur aan te leggen op gepaste afstand van waterleidingen. De gemiddelde straatbreedte verschilt per wijktype. Dit is weergegeven op een driepuntschaal: smal, middel en breed. Hoe breder de straat, hoe kleiner het risico dat er onvoldoende ruimte is om de minimale afstand van één meter aan te houden, die nodig is om opwarming van het drinkwater te voorkomen.

Voor het ZLT warmtenet (alternatief 3) en de individuele lucht- of bodemwarmtepomp (alternatief 4 en 5) worden, zoals hierboven beschreven, geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom zijn deze alternatieven, ongeacht het wijktype, als neutraal beoordeeld.

In onderstaande Figuur 8-28 zijn de verschillende wijktypen binnen de gemeente Haarlem weergegeven. Op basis van Tabel 7-1 in paragraaf 7.3 zijn de buurten ingedeeld in drie categorieën: buurten met brede, middelbrede of smalle straten. Aan de hand daarvan is bepaald of er sprake is van een verhoogd risico op onvoldoende ruimte, of dat er voldoende ruimte beschikbaar is om de minimale afstand van één meter te kunnen aanhouden.

Buurten met smalle straten lopen een groter risico op knelpunten bij de aanleg van het warmtenet. Deze buurten worden daarom als negatief (-) beoordeeld. Buurten met middelbrede straten hebben een gemiddeld risico en worden licht negatief (0/-) beoordeeld.

Buurten met brede straten vallen onder de categorie laag risico, waarbij onvoldoende ruimte om de minimale afstand te behalen niet wordt verwacht. Deze laatste categorie krijgt daarom een neutrale (0) beoordeling.



Figuur 8-28: Risicoindeling gemiddelde straatbreedte per wijktipe

Conclusie effectbeoordeling drinkwater per wijktipe

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de effectbeoordeling per wijktipe in Tabel 8-21.

Tabel 8-21: Effectbeoordeling drinkwater per wijktype

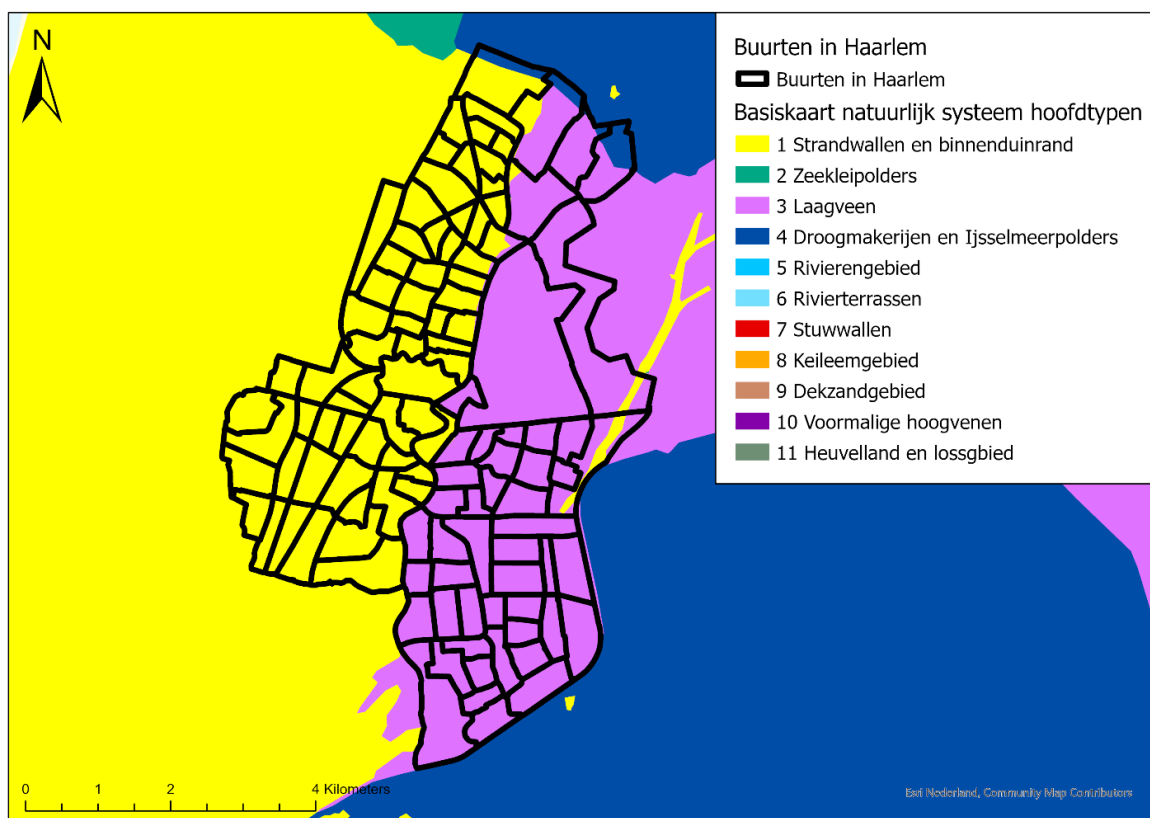
Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	-	-	0	0	0
Volkswijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Tuindorp	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Tuinstad laagbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Hoogbouw	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Bloemkoolwijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Vinex-wijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Villawijk	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Vernieuwd	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Bedrijven	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Groen	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0
Divers	Aanleg	0	0	0	0	0
	Gebruik	0	0	0	0	0

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

De bodemopbouw binnen gemeente Haarlem verschilt tussen west en oost. In het westen ligt voornamelijk zand aan het oppervlak, in het oosten is dat veen (zie Figuur 8-29). Zand heeft een hogere thermische geleidbaarheid dan veen. Dit betekent dat warmte van warmtenetten in zandgrond gemakkelijker wordt overgedragen aan drinkwaterleidingen dan in veengrond.

Het KWR-onderzoek dat wordt gebruikt om conclusies te trekken over de opwarming van drinkwater in het leidingnet, gebruikt zandgrond als uitgangspunt. In gebieden met veengrond zal de opwarming van leidingwater zoals beschreven in dat onderzoek minder hoog zijn. Toch blijven de verschillen naar verwachting binnen dezelfde ordegrootte. Daarom wordt effectbeoordeling voor historische binnenstad, tuindorp en volkswijk per buurt niet aangepast op basis van de bodemsoort.

Er zijn verder ook geen significante onderlinge verschillen tussen de buurten binnen het thema drinkwater. De beoordeling voor wijktypen uit Tabel 8-21 gelden daarmee voor elke buurt op binnen dit type.



Figuur 8-29: Bodemtype in bovenste bodemlaag (aan oppervlak)

Voor een aantal buurten geldt dat de straatbreedte afwijkt van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 met aandachtspunten op buurtniveau zijn deze buurten uitgelicht.



Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen zijn geen lokale aandachtspunten voor het aspect drinkwater van toepassing.

8.5 Luchtkwaliteit

In het thema luchtkwaliteit wordt de mate van luchtverontreiniging, de hoeveelheid ongezonde stoffen in de buitenlucht, beoordeeld. Luchtverontreiniging is slecht voor de gezondheid, een goede luchtkwaliteit leidt tot een gezondere leefomgeving met minder gezondheidsschade.

Luchtverontreiniging wordt vooral veroorzaakt door verbrandingsemissies van industrie en verkeer, maar ook door emissies van landbouw, veehouderijen en huishoudens.

De laatste decennia is de luchtkwaliteit in Nederland sterk verbeterd. Dit komt door maatregelen als het aanscherpen van emissie-eisen voor industrie, scheepvaart, nieuwe personenauto's, bestelwagens en vrachtwagens, het stimuleren van elektrisch rijden en schoner openbaar vervoer. Nieuwe maatregelen blijven nodig om de luchtkwaliteit verder te verbeteren, met name in grote steden en rond intensieve veehouderijen.

Er zijn verschillende stoffen die de lucht vervuilen. De belangrijkste zijn stikstofdioxide, fijnstof, koolstofmonoxide, methaan, ozon, ammoniak en zwaveldioxide. Deze stoffen zijn al aanwezig in de natuur, maar komen ook in de lucht door landbouw, verkeer, scheepvaart en industrie.

In Nederland worden de grenswaarden (omgevingswaarden) voor stikstofdioxide (NO₂) en fijnstof (PM₁₀ (deeltjes <10 micrometer) en PM_{2,5} (deeltjes <2,5 micrometer)) nog op een zeer beperkt aantal locaties overschreden of bijna overschreden. Van de overige stoffen waarvoor in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) omgevingswaarden zijn opgenomen, worden deze waarden in de laatste jaren nergens in Nederland overschreden. Deze zijn verder buiten beschouwing gelaten.

Tabel 8-22: Beoordelingskader Luchtkwaliteit

Thema	Aspect	Indicator
Luchtkwaliteit	Hoeveelheid ongezonde stoffen in de buitenlucht	Concentraties van stikstofdioxide (NO ₂) en fijnstof (PM ₁₀ , PM _{2,5})

8.5.1 Beleidskader luchtkwaliteit

Tabel 8-23: Beleidskader luchtkwaliteit

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Omgevingswet luchtkwaliteit	In en rond aandachtsgebieden zijn overheden verplicht om te toetsen of activiteiten voldoen aan de rijksomgevingswaarden voor luchtkwaliteit. Voor activiteiten die nauwelijks bijdragen aan luchtverontreiniging geldt een uitzondering. Deze worden aangeduid als "niet in betekenende mate" (NIBM) en hoeven niet aan de volledige toetsing te worden onderworpen.

Schone Lucht Akkoord (SLA, 2020)	De gemeente Haarlem is deelnemer aan het nationale Schone Lucht Akkoord. Het doel van dit akkoord is om in 2030 een gezondheidswinst van 50% te realiseren ten opzichte van 2016, door de luchtkwaliteit structureel te verbeteren. De betrokken partijen streven ernaar om in 2030 te voldoen aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). Daarbij worden de WHO-richtlijnen uit 2005 als uitgangspunt genomen.
Gemeentelijk beleid	
Milieuzone/ ZE-zone	Milieu/ZE-zone voor toegang van bestel- en vrachtauto's tot het centraal stedelijk gebied.

Aanscherping EU-norm

In oktober 2024 is de herziene richtlijn voor luchtkwaliteit voor de EU aangenomen met strengere grenswaarden vanaf 2030. De nieuwe grenswaarden zijn nog niet geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving en daarmee nog niet van kracht.

De concentraties in dit planMER worden wel vergeleken met de normen uit de herziene richtlijn omdat vaststaat dat deze aanscherping uiterlijk in 2026 moet worden geïmplementeerd in de Nederlandse wetgeving en het vrijwel zeker is dat de luchtkwaliteit vanaf 2030 aan de strengere normen moet voldoen. De exacte wijze van beoordelen op deze herziene omgevingswaarden is nog onbekend. Er is daarom uitgegaan van een beoordeling op dezelfde locaties (toetspunten) en op dezelfde wijze als de huidige toetsing aan de rijksomgevingswaarden.

Huidige situatie

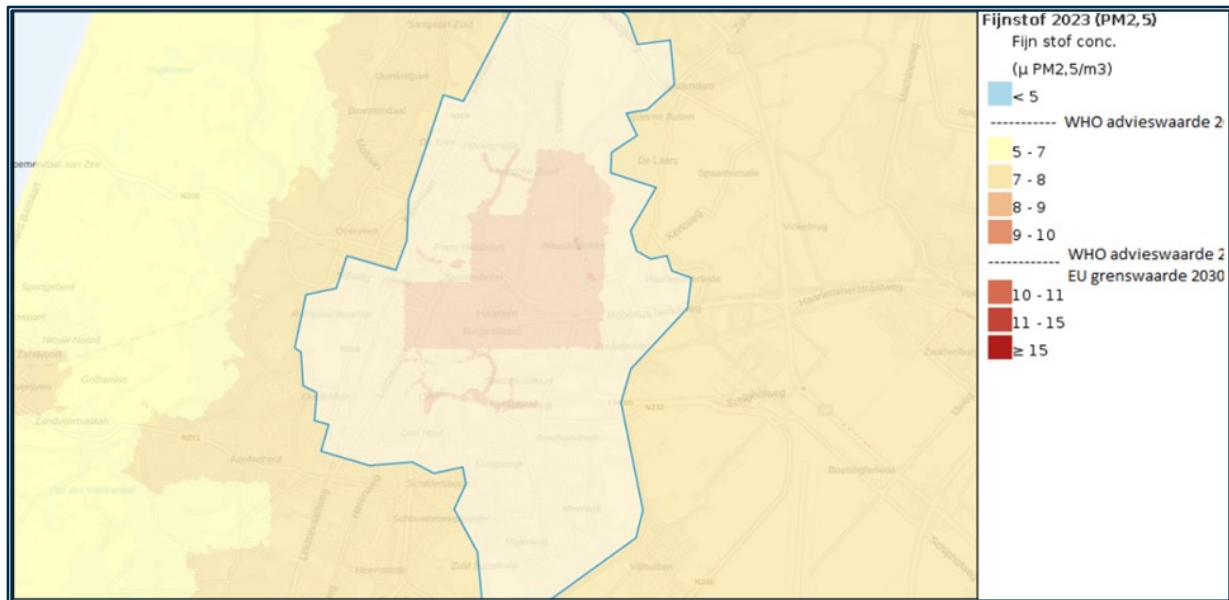
De afgelopen decennia is de lucht in Nederland een stuk schoner geworden en voldoet nu vrijwel overal aan de Europese normen. Het huidige beleid is gericht op het halen van wettelijke grenswaarden. Hoewel de luchtkwaliteit grotendeels aan de normen voldoet, veroorzaakt luchtverontreiniging nog steeds aanzienlijke gezondheidsschade. Een aanzienlijk deel van de concentraties stikstofdioxide en fijnstof wordt veroorzaakt door bronnen buiten de gemeente Haarlem en Nederland. Daarmee is luchtvervuiling ook een nationaal en internationaal issue.

Fijnstof

Fijnstof in de lucht leidt in Nederland tot een levensduurverkortening van naar schatting twaalf maanden. Concentraties fijnstof, stikstofdioxide en ozon in de lucht leiden naar schatting tot 12.000 vroegtijdige sterfgevallen per jaar.

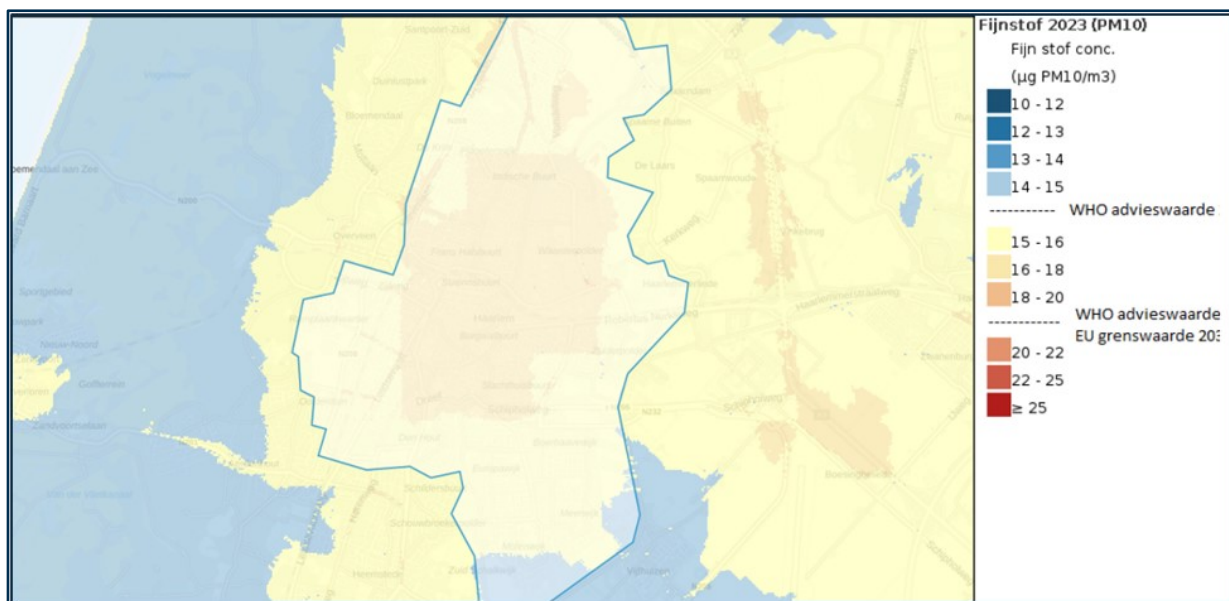
De hoogste concentraties fijnstof bevinden zich in het centrum en langs druk bereden wegen (meer dan 10.000 motorvoertuigen per dag). In de gemeente Haarlem betreft dit de N200, N208 en bedrijventerrein Waarderpolder in het midden en oosten van de gemeente Haarlem. Ook worden hogere concentraties fijnstof berekend rondom grote verbindingswegen zoals bijvoorbeeld de Leidsevaart en de Vondelweg. Daarnaast ook op de verbindingswegen richting het centrum van Haarlem [CIMLK, 2025].

Deze locaties liggen in de nabijheid van woningen en vormen daarom een gezondheidsrisico. Figuur 8-30 en Figuur 8-31 geven de concentraties fijnstof ($PM_{2.5}/PM_{10}$) in 2023 weer. Hogere concentraties $PM_{2.5}$ bevinden zich hoofdzakelijk in het centrum van de gemeente en lagere concentraties bevinden



Figuur 8-30: Fijnstof concentratie ($PM_{2.5}$) in de gemeente Haarlem in 2023 [Atlas van de leefomgeving, 2025]

zich aan de randen [Atlas van de leefomgeving, 2025]. De gemiddelde achtergrondconcentraties fijnstof ($PM_{2.5}$) in 2023 lagen in de gemeente Haarlem hoger dan gemiddeld genomen over Nederland, respectievelijk $7,7 \mu g/m^3$ in Haarlem ten opzichte van $7,2 \mu g/m^3$ gemiddeld over Nederland [RIVM, 2025].



Figuur 8-31: Fijnstof concentratie (PM_{10}) in de gemeente Haarlem in 2023 [Atlas van de leefomgeving, 2025]

Tabel 8-24 geeft de grenswaarden, aangescherpte EU-normen en de WHO-advieswaarden voor luchtkwaliteit weer [RIVM, 2025]. De hoogste $PM_{2.5}$ -concentratie die het Centraal Instrument

Monitoring Luchtkwaliteit (CIMLK) voor 2023 in Haarlem rapporteert bedraagt $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor PM_{10} rapporteert het CIMLK een maximale jaargemiddelde waarde van $18,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de gemeente Haarlem.

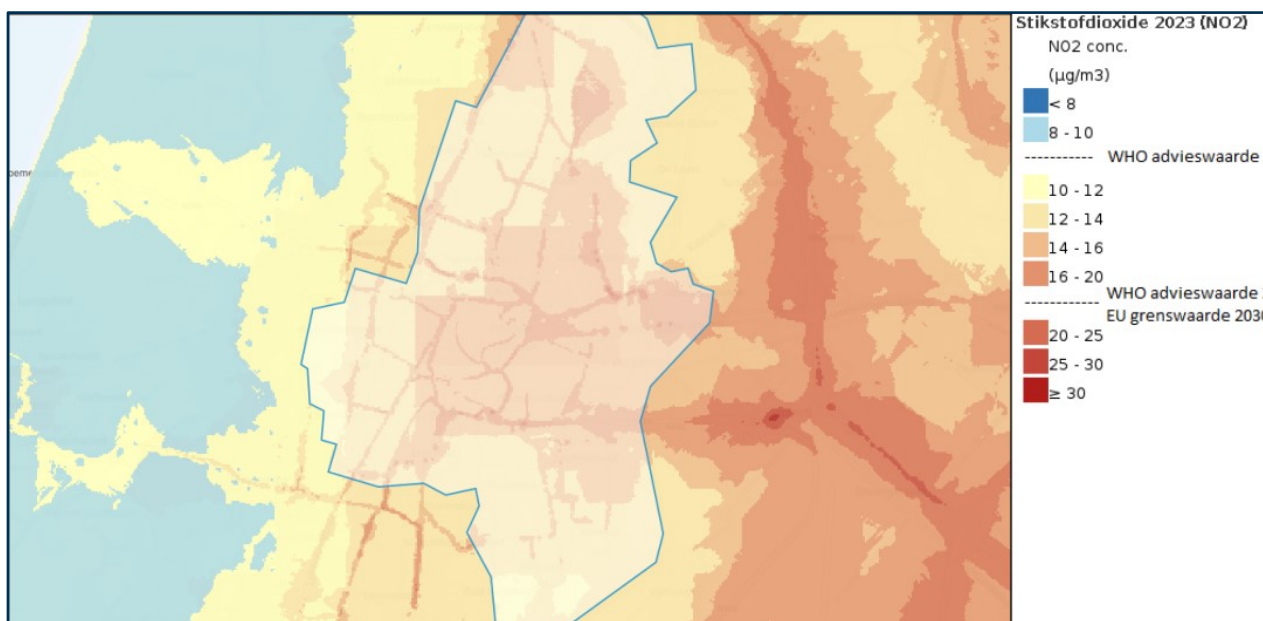
Tabel 8-24: Grenswaarden en WHO-advieswaarden voor luchtkwaliteit [RIVM, 2025]

Stof	Soort norm	Concentratie	Status
$\text{PM}_{2,5}$	Jaargemiddelde	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sinds 2015)	Grenswaarde
$\text{PM}_{2,5}$	Jaargemiddelde	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Aanscherping EU-norm (vanaf 2030)
$\text{PM}_{2,5}$	Jaargemiddelde	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	WHO-advieswaarde (niet wettelijk)
PM_{10}	Jaargemiddelde	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenswaarde
PM_{10}	Jaargemiddelde	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Aanscherping EU-norm (vanaf 2030)
PM_{10}	Jaargemiddelde	$15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	WHO-advieswaarde (niet wettelijk)

Op basis van bovenstaande gegevens en figuren kan gesteld worden dat er overal in de gemeente wordt voldaan aan de (wettelijke) grenswaarden voor fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). Ook wordt al voldaan aan de aangescherpte EU-normen (vanaf 2030). Er wordt nog niet voldaan aan de (niet wettelijke) WHO-advieswaarden voor de concentraties fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). De gemiddelde achtergrondconcentraties liggen hoger dan het landelijk gemiddelde.

Stikstofoxiden

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is de stikstofdioxide concentratie (NO_2) in de gemeente H Haarlem weergegeven. De hoogste concentraties stikstofdioxide zijn berekend langs de wegen, in het centrum en rondom station Haarlem [Atlas van de leefomgeving, 2025].



Figuur 8-32: Stikstofdioxide concentratie (NO_2) in de gemeente Haarlem in 2023 [Atlas van de leefomgeving, 2025]

De gemiddelde achtergrondconcentraties stikstofdioxiden (NO₂) in 2023 lagen in de gemeente Haarlem hoger dan gemiddeld genomen over Nederland, respectievelijk 13,2 µg/m³ in Haarlem ten opzichte van 8,4 µg/m³ gemiddeld genomen over Nederland [RIVM, 2025]. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** geeft de WHO-advieswaarden weer voor luchtkwaliteit [RIVM, 2025]. De hoogste NO₂-concentratie die het (CIMLK) voor 2023 in Haarlem rapporteert bedraagt 24,7 µg/m³.

Tabel 8-25: Grenswaarden en WHO-advieswaarden voor luchtkwaliteit [RIVM, 2025]

Stof	Soort norm	Concentratie	Status
NO ₂	Jaargemiddelde	40 µg/m ³ (sinds 2015)	Grenswaarde
NO ₂	Jaargemiddelde	20 µg/m ³	Aanscherping EU-norm (vanaf 2030)
NO ₂	Jaargemiddelde	10 µg/m ³	WHO-advieswaarde

Voor stikstofdioxide (NO₂) wordt voldaan aan de grenswaarde maar nog niet overal aan de aangescherpte EU-grenswaarde (vanaf 2030) en WHO-advieswaarde. De gemiddelde achtergrondconcentraties liggen hoger dan gemiddeld genomen over Nederland.

Autonome ontwikkelingen

Er wordt verwacht dat de concentraties van fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}) en stikstofdioxide (NO₂) door schonere voertuigen, strengere normeringen en beleidsmaatregelen in de toekomst verder zullen dalen [RIVM, 2025].

De Rijksoverheid wil de luchtkwaliteit in Nederland verder verbeteren en de gezondheidsschade door luchtverontreiniging in 2030 halveren ten opzichte van 2016. Daartoe worden extra maatregelen genomen, vooral rondom grote steden en in de buurt van intensieve veehouderijen. Deze maatregelen zijn opgenomen in het Schone Lucht Akkoord (SLA) dat sinds begin 2020 door de rijksoverheid, alle provincies en verschillende gemeenten, waaronder Haarlem, ondertekend is.

In het Schone Lucht Akkoord worden de meest effectieve en efficiënte maatregelen opgenomen die de komende jaren verder zullen worden uitgewerkt. Dit betreft zowel lokale als (generieke) nationale maatregelen om de emissies in de sectoren (weg)verkeer, landbouw, scheepvaart, industrie, huishoudens en luchtvaart af te laten nemen. Deze maatregelen zullen positief bijdragen aan het verder verlagen van de emissies en concentraties.

Berekeningen van toekomstige concentraties en ontwikkelingen zijn van veel factoren afhankelijk, waardoor er altijd onzekerheden in resultaten en de toekomstige ontwikkelingen zijn.

Generieke effectbeoordeling

Voor het warmteprogramma voor Haarlem worden verschillende alternatieve technieken onderzocht om de bebouwde omgeving te verwarmen. Dit varieert van individuele, elektrische oplossingen tot warmtenetten op basis van duurzame bronnen. De toepassing van deze technieken zal naar verwachting leiden tot een structurele vermindering van verbrandingsemissies binnen de

gebouwde omgeving; de aardgasgestookte installaties worden immers vervangen door (vrijwel) emissieloze technieken. Tijdens de aanlegwerkzaamheden kan echter sprake zijn van een tijdelijke toename van emissies

Om een indicatie te geven van de mogelijke impact op de luchtkwaliteit als gevolg het warmteprogramma wordt de aanleg van een warmtenet als maatgevend beschouwd, omdat hiermee de grootste emissies gemoeid zijn. Vanuit het thema luchtkwaliteit kan het planeffect van een warmtenet grofweg verdeeld worden in twee onderdelen:

- 1) Effect van het gebruik van een warmtenet op de lokale luchtkwaliteit
- 2) Effect van de aanleg en realisatie van infrastructuur van een warmtenet (leidingen en onderstations) op de lokale luchtkwaliteit

Effect van het gebruik van de alternatieven op de lokale luchtkwaliteit

De toepassing van warmtenetten (en individuele oplossingen) zal naar verwachting leiden tot een structurele vermindering van verbrandingsemissies binnen de gebouwde omgeving. Waar momenteel individuele warmteopwekking veelal plaatsvindt via aardgasgestookte installaties, maakt een warmtenet collectieve warmtevoorziening mogelijk op basis van efficiënte en vaak duurzame bronnen. Door deze verschuiving van decentrale naar centrale warmteopwekking wordt het totale verbruik van fossiele brandstoffen aanzienlijk teruggedrongen. De realisatie van warmtenetten en individuele verwarmingsbronnen in Haarlem heeft daarom een positief effect en zorgt voor een permanente afname van emissies en concentraties.

Effect van de aanleg en realisatie van een warmtenet op de lokale luchtkwaliteit

Tijdens de realisatie en aanpassing van de infrastructuur voor een warmtenet worden mobiele werktuigen (graafmachines, kranen) ingezet en vindt transport van en naar de bouwlocaties plaats. Dit veroorzaakt mogelijk een (tijdelijke) verhoging van brandstofemissies en van de concentraties luchtvervuilende stoffen in de omgeving.

In het Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) wordt een aanpak en tijdslijn geschetst om bouwprojecten schoner uit te voeren. De bijbehorende Routekaart SEB bevat duidelijke stappen om op een realistische manier tot emissiereductie te komen. De gemeente Haarlem heeft het nog niet ondertekend⁶.

De routekaart bevat drie niveaus die de hoogte van de emissie-eisen bepalen. Het minimum-, basis- en ambitieuze niveau. Voor de jaren (2026-2030) waarin de eerste wijzigingen en realisatie van de nieuwe infrastructuur (leidingen en onderstations) worden gerealiseerd, wordt in het ambitieuze niveau een gedeeltelijke inzet van schone en emissieloze (ZE) mobiele werktuigen voorzien. Dat betekent dat een deel van de werkzaamheden nog met brandstof aangedreven mobiele werktuigen zal worden uitgevoerd en zal leiden tot een lokale bijdrage en een tijdelijke verhoging van de concentraties.

⁶ Zie: <https://www.opwegnaarseb.nl/convenant>

Voor de jaren na 2030 wordt in het ambitieuze niveau een volledige inzet (100%) van schone en emissieloze (ZE) mobiele werktuigen voorzien. Dat betekent dat aangenomen mag worden dat de aanpassingen en realisatie van de nieuwe infrastructuur vanaf 2030 vrijwel volledig uitgevoerd kan worden met inzet van emissieloos materieel. En dat de werkzaamheden vanaf 2030 niet meer zullen leiden tot een verhoging van de lokale concentraties.

Lokale aandachtspunten en warmtebronnen

Luchtkwaliteit vormt op dit moment geen belemmering voor de realisatie van een warmtenet in de gemeente Haarlem. De concentraties in de gemeente liggen ruim onder de huidige grenswaarden. De effecten als gevolg van aanleg en gebruik van een warmtenet zijn beperkt in omvang en zullen niet leiden tot een benadering of overschrijding van deze grenswaarden voor luchtkwaliteit.

De concentraties in de gemeente Haarlem liggen, nu en in de toekomst, wel boven de aangescherpte EU-normering en bijbehorende grenswaarden en dat leidt mogelijk tot knelpunten voor luchtkwaliteit.

Dat betekent dat nieuwe projecten, bij een aanscherping van de EU-norm vanaf 2030, mogelijk tot een benadering of overschrijding van de omgevingswaarden voor luchtkwaliteit kunnen leiden en dat er maatregelen nodig zijn om deze overschrijdingen teniet te doen.

Een warmtenet leidt tot een afname van het gasverbruik van individuele cv-ketels en daarmee tot een verbetering van de luchtkwaliteit. De toekomstige realisatie van een warmtenet kan naar verwachting vanaf 2030 vrijwel volledig uitgevoerd worden met inzet van emissieloos materieel (ZE) en zal daarom naar verwachting geen knelpunten voor luchtkwaliteit opleveren.

8.6 Natuur en biodiversiteit

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema natuur en biodiversiteit beschreven.

Tabel 8-26: Beoordelingskader Natuur en biodiversiteit

Thema	Aspect	Indicator
Natuur en biodiversiteit	Beschermde soorten	Impact op beschermde soorten*
	Beschermde gebieden	Impact op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, impact op Natuurnetwerk Nederland en impact op Natuurnetwerk Haarlem
	Stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden	Stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden

* Op basis van NDFF-gegevens en beschikbare gegevens van de Gemeente Haarlem

8.6.1 Beleidskader natuur en biodiversiteit

Tabel 8-27: Beleidskader natuur en biodiversiteit

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Omgevingswet natuur (2024)	<p>Sinds 1 januari 2024 is de Wet natuurbescherming opgenomen in de Omgevingswet 1. Daarmee is natuurbescherming nu een integraal onderdeel van de fysieke leefomgeving. De wetgeving is beleidsneutraal overgeheveld, wat betekent dat de bestaande beschermingsniveaus behouden zijn gebleven.</p> <p>De Omgevingswet waarborgt het welzijn van de mens, de bescherming en versterking van natuurkwaliteiten, de bescherming van soorten, gebieden (zoals Natura 2000) en houtopstanden. Het juridisch kader voor Natura 2000-beheerplannen en vergunningverlening is ongewijzigd gebleven ten opzichte van de voormalige Wet natuurbescherming. Bestaande besluiten en beheerplannen behouden hun rechtsgeldigheid onder de nieuwe wetgeving</p>
Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering 2022-2035 (2022)	<p>Het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering 2022–2035 is het nationale uitvoeringskader voor het terugdringen van stikstofneerslag en het versterken van stikstofgevoelige natuur. Het programma richt zich op het behalen van wettelijke omgevingswaarden en instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebieden. Via bronmaatregelen, natuurherstel en gebiedsgerichte aanpakken werken Rijk en provincies samen aan een veerkrachtige natuur en een gunstige staat van instandhouding van soorten en habitattypen.</p>

Omgevingswet	De Omgevingswet vormt sinds 2024 het integrale wettelijke kader voor de fysieke leefomgeving, waaronder ook natuur en biodiversiteit vallen. De wet bundelt eerdere regelgeving, waaronder de Wet natuurbescherming, en regelt via het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) hoe natuurwaarden worden beschermd. Activiteiten met mogelijke effecten op beschermde soorten of gebieden zijn vergunningplichtig, en ecologische belangen worden meegewogen in ruimtelijke plannen en besluiten.
Provinciaal beleid	
Beschermde Landschap	In Noord-Holland zijn 32 gebieden aangewezen als ‘Beschermd landschap’. Het Bijzonder landschap is een beschermingsregime binnen de <u>Omgevingsverordening NH2022</u> en is bedoeld om de meest waardevolle landschappen in Noord-Holland te beschermen. De kernkwaliteiten van de gebieden mogen niet worden aangetast
Gemeentelijk beleid	
Ecologisch Beleidsplan 2013-2030 (inclusief Natuurnetwerk Haarlem)	Het Ecologisch Beleidsplan 2013–2030 is het langetermijnkader voor het versterken van natuur en biodiversiteit in Haarlem. Het plan richt zich op het duurzaam behouden en vergroten van ecologische waarden in de stad. Ecologische richtlijnen worden verankerd in ruimtelijke plannen en beheerprogramma’s, met als doel een soortenrijke, natuurinclusieve leefomgeving voor mens en dier. Onderdeel van het Ecologisch Beleidsplan is Natuurnetwerk Haarlem. Dit geeft een goed overzicht waar waardevolle natuur aanwezig is en welke ontwikkelingskansen er zijn in de aanwezige groenstructuren. Voor vergroting van biodiversiteit is de ecologische structuur en het ecologisch netwerk verder in detail uitgewerkt waarbij aandacht is voor het belang van de aanwezige groenstructuren, het vergroten van het netwerk en het beheren van de groenstructuren voor de ecologische functies. In het Ecologisch Beleidsplan is een compensatieregeling opgenomen wanneer ecologische waarden worden aangetast bij ingrepen/projecten. De compensatieregeling voorziet in de realisatie van nieuwe natuurlijke gebieden die de potentie hebben zich te ontwikkelen tot een gebied met een gelijkwaardige kwaliteit als het verloren gegaan gebied.
Bomenverordening Haarlem 2021 en Bomenbeleid	De Bomenverordening Haarlem 2021 en het Bomenbeleid van de Gemeente Haarlem is een juridisch kader voor de bescherming van bomen in de stad. De verordening bevat regels voor het kappen, herplanten en beheren van bomen en stelt een Lijst van Beschermwaardige Houtopstanden vast. Deze lijst beschermt bomen met bijzondere ecologische, historische of landschappelijke waarde.
Groenbeleidsplan 2022	Het Groenbeleidsplan 2022 geeft richting aan de vergroening van Haarlem tot 2030. Het plan is gebaseerd op vier sporen: groeninclusief ontwerpen, robuuste groenstructuren, participatie en vergroening van woonomgevingen. Groen wordt

	ingezet als oplossing voor klimaatadaptatie, biodiversiteitsherstel en gezondheid, en vormt een integraal onderdeel van de stedelijke ontwikkeling.
Omgevingsvisie Haarlem 2045	De Omgevingsvisie Haarlem 2045 geeft de langetermijnvisie van de Gemeente Haarlem weer. Hierin worden onder andere de langetermijnvisies voor klimaat en biodiversiteit weergegeven. Het onderdeel biodiversiteit valt onder een 'gezonde stad voor mens en dier'. De ambitie is om de biodiversiteit in en rondom de stad te versterken.

8.6.2 Beschermde soorten

Beschermde soorten bestaan uit soorten van Europees belang die onder de Vogelrichtlijn (VR) en Habitatrichtlijn (HR) vallen. Ook zijn er soorten die beschermd zijn vanwege nationaal belang.

Huidige situatie

In de huidige situatie komt een groot aantal beschermde soorten voor binnen de gemeente Haarlem. Per soortgroep wordt hieronder kort ingegaan op de bekende beschermde soorten binnen de gemeentegrenzen

Vaatplanten

Op enkele locaties binnen de gemeente Haarlem zijn beschermde plantensoorten bekend. Vaak gaat het om beschermde soorten die met meerdere individuen op één locatie binnen de gemeente voorkomen. In het westen van de gemeente zijn schubvaren en blaasvaren bekend. Blaasvaren is een (zeer) zeldzame plant die op schaduwrijke en stenige ondergrond groeit. De schubvaren is eveneens een in Nederland zeer zeldzame rotsplant die groeit op stenige ondergrond zoals oude muren. In het zuidoosten van de gemeente zijn recentelijk waarnemingen gedaan van wilde ridderspoor. Ridderspoor is een soort die normaliter op akkers en ruderaal omgewerkte terreinen voorkomt.

Daarnaast zijn op enkele locaties ook dreps, glad biggenkruid, kartuizer anjer, muurbloem en tengere distel waargenomen. Hoewel deze soorten minder talrijk zijn, hebben ze elk hun eigen voorkeuren qua groeiplaats. Dreps en glad biggenkruid zijn vaak te vinden op schrale graslanden en open, zonnige plekken. De kartuizer anjer groeit bij voorkeur op kalkrijke, droge bodems en wordt vaak aangetroffen in bloemrijke graslanden. Muurbloem is een typische muurplant die zich nestelt in spleten van oude stenen muren, terwijl tengere distel voorkomt op droge, voedselarme bodems, vaak in duingebieden of open graslanden.

Vogels jaarrond beschermd nest

Binnen de gemeente Haarlem komen (vanzelfsprekend) diverse vogelsoorten voor. Omdat alle vogels een beschermde status hebben en met name tijdens het broedseizoen beschermd zijn, focussen wij ons op de soorten met een jaarrond beschermde status. Dit zijn soorten die een vaste broedplaats hebben en meerdere jaren achtereen hetzelfde nest gebruiken.

Verspreid over de gemeente zijn broedlocaties of vastgestelde territoria bekend van boomvalk, buizerd, gierzwaluw, huismus, sperwer, ooievaar en slechtvalk. Ooievaar, buizerd en boomvalk zijn met name aan de randen van de gemeente bekend in de groenere gebieden waar de soorten foerageren. Slechtvalk en sperwer zijn binnen de gemeente alleen bekend nabij Haarlemmerliede en zijn soorten die in Nederland ook in steden broeden (in kantoorgebouwen of torens). Gierzwaluw en huismus zijn vogelsoorten met een jaarrond beschermd nest in de stad en komen dan ook verspreidt over de stad voor.

Zoogdieren - grondgebonden

De eekhoorn is binnen de gemeentegrens veel geobserveerd, meer dan andere grondgebonden zoogdieren. De soort is voornamelijk geobserveerd in (de buurt van) parken. Op deze locaties zijn geschikte groengebieden met houtopstanden aanwezig voor deze soort. In de noordelijke en oostelijke omgeving van de gemeente Haarlem zijn in het verleden meerdere waarnemingen en/of aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van noordse woelmuis.

Ook binnen de gemeentegrens van Haarlem is een dergelijke aanwijzing gevonden waardoor het voorkomen van deze soort van drassige terreinen (o.a. moeras, rietland) binnen de gemeentegrenzen niet met zekerheid kan worden uitgesloten. In de groene gebieden bij de gemeentegrenzen waar houtopstanden staan en meer schutting aanwezigheid is, zijn soorten waargenomen als hermelijn, wezel, bunzing en boommarter.

Deze soorten zijn ook bekend uit de wijdere omgeving. Steenmarter is ook waargenomen binnen de gemeentegrenzen, maar mogelijk is hier sprake van verwarring met de sterk gelijkende boommarter. Toch kan het voorkomen niet worden uitgesloten. Tot slot zijn ook damherten waargenomen in het westelijk deel van de gemeente, waar zich duingebieden met voldoende rust en voedsel bevinden.

Zoogdieren - vleermuizen

Stedelijk gebied vormt vaak een belangrijk leefgebied voor vleermuizen, zo ook in Haarlem. Er zijn tien vleermuissoorten aangetroffen in Haarlem. Het bebouwde gebied is van belang voor gebouwbewonende soorten als gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en laatvlieger, welke dan ook verspreid binnen de gemeente Haarlem voorkomen. Deze vleermuissoorten foerageren ter hoogte van groene elementen en in het buitengebied.

Verspreid over de gemeente zijn ook de vleermuissoorten rosse vleermuis en watervleermuis bekend. In het westen van de gemeente, nabij de bosrijkere duingebieden, worden ook gewone grootoorvleermuis en grijze grootoorvleermuis waargenomen. Dit zijn soorten met een voorkeur voor bosrijkere gebieden en kleinschalig cultuurlandschap. Mogelijk komt ook meervleermuis voor binnen de gemeentegrenzen. Deze soort verblijft vaak in gebouwen en foerageert met name over grote open wateren zoals de Spaarne. De meervleermuis overwintert in bunkers in de duinen zoals in Duin & Kruidberg (Santpoort-Noord) en Midden-Herenduin (Velsen).

Recent is met zekerheid ook de kleine dwergvleermuis vastgesteld in Haarlem. Deze soort is pas enkele jaren geleden als inheems erkend in Nederland en de omvang van de populatie is nog grotendeels onbekend. Tot slot is het niet ondenkbaar dat ook de tweekleurige vleermuis in

Haarlem voorkomt. Deze soort is zeldzaam en wordt vooral waargenomen in kustgebieden en open landschappen. Ze verblijft in gebouwen en jaagt vaak hoog in de lucht boven open terrein, wat haar detectie bemoeilijkt.

Reptielen

Binnen de gemeentegrenzen zijn twee beschermde reptielensoorten bekend: de hazelworm, uitsluitend in de westelijke buitenwijken, en de zandhagedis, eveneens in het westen maar ook iets noordelijker en zuidelijker. De hazelworm leeft in vochtige, beschutte vegetatie, terwijl de zandhagedis voorkomt op droge, open zandige terreinen zoals duinen en heide.

Amfibieën

Aan de westzijde van Haarlem is de alpenwatersalamander vastgesteld, een soort die voorkomt in schaduwrijke, vochtige gebieden met schoon stilstaand water. In de oostelijke delen van de gemeente is de rugstreeppad bekend, een pionierssoort die zich voortplant in tijdelijke waterplassen, zoals die ontstaan bij bouwwerkzaamheden. Door zijn voorkeur voor dynamische terreinen, zoals braakliggende bouwlocaties en duingebieden, wordt de rugstreeppad ook in andere delen van Haarlem verwacht.

Vissen

Er zijn twee beschermde vissoorten in Haarlem aangetroffen. De rivierdonderpad is gebonden aan stromend water met schuilplaatsen in bijvoorbeeld steenbestorting en komt voor in de Spaarne, Zuider Buiten Spaarne en de Fuikvaart. De paling komt ook voor in de Spaarne en Fuikvaart. Daarnaast is de soort aangetroffen in de Ringvaart van de Haarlemmermeer.

Ongewervelden

Het voorkomen van beschermde insectensoorten zoals duinparelmoervlinder en grote vos kan niet geheel worden uitgesloten op basis van enkele recente waarnemingen binnen de gemeentegrens. In het geval van duinparelmoervlinder, die is waargenomen in het noordwesten van de gemeente, gaat het vermoedelijk om een dwaalgast uit het nabijgelegen duingebied.

Duinparelmoervlinder is namelijk een zeldzame strandvlinder die vooral voorkomt in de duinen van Noord-Holland en op de Waddeneilanden. Grote vos is eveneens een zeldzame vlinder die in Nederland tot voor kort met uitsterven werd bedreigd. Individuen die in de afgelopen jaren in Nederland worden aangetroffen zijn over het algemeen dwaalgasten uit het buitenland. Het gaat hier dus niet om vlindersoorten met een vast leefgebied binnen de gemeente. Tot slot kan het voorkomen van platte schijnhoorn binnen de gemeentegrenzen niet geheel worden uitgesloten. Deze soort komt met name voor in de schone en rijk begroeide wateren.

Trends over afgelopen jaren

Of de in deze paragraaf genoemde soorten op dit moment op lokaal niveau een stabiele of positieve trend laten zien en daarmee in een gunstige staat verkeren is niet bekend. Op provinciaal niveau is van enkele soorten wel een trend beschikbaar.

Zo wordt in de biodiversiteitsrapportage van de Provincie Noord-Holland uit 2019 aangegeven dat de soorten rugstreeppad en de sperwer een stabiele trend laten zien, terwijl de duinparelmoervlinder een (sterke) dalende trend laat zien. Buizerd laat daarentegen een (sterke) stijgende trend zien. Het programma Natuurontwikkeling 2019- 2023 geeft daarnaast aan dat soorten als de slechtvalk, ooievaar, boommarter of eekhoorn een stijgende trend laten zien, of zich weer gevestigd hebben in de provincie Noord-Holland.

Autonome ontwikkelingen

Provincie Noord-Holland heeft een wettelijke opgave om beschermde soorten in een gunstige staat van instandhouding te brengen of behouden. Hiervoor is het programma Natuurontwikkeling 2019-2023 opgezet [Provincie Noord-Holland, 2018b]. Dit actief soortenbeleid loopt naast de realisatie van het Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000-opgave. Het actieve soortenbeleid is met name gericht op die soorten waarvan de staat van instandhouding onvoldoende wordt geborgd door middel van de gebiedsbescherming of wettelijke bescherming. Het gaat dan met name om soorten in stedelijk en agrarisch gebied.

De gemeente Haarlem streeft naar het vergroten van de biodiversiteit binnen haar gemeente. Dit wordt gedaan door ecologisch natuurbeheer (gedragscode soortenbescherming gemeenten, 2025) (zie paragraaf 8.6.3) en soortgerichte projecten zoals het ophangen van nestkasten of het aanplanten van inheemse soorten. Ook wordt er ingezet op de aanleg van natuurvriendelijke oevers, het versterken van de hoofdbomenstructuur en aanleg van tiny forests. De verwachting is echter dat soorten met complexe knelpunten, waar een grote inspanning nodig is om de negatieve trend om te buigen, nog niet in een gunstige staat zullen verkeren.

De Omgevingswet regelt de bescherming van soorten zowel binnen als buiten het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Voor alle planten- en diersoorten geldt een algemene zorgplicht. Dit betekent dat iedereen verplicht is om schade aan beschermde soorten zoveel mogelijk te voorkomen. In stedelijke gebieden waar isolatiemaatregelen of andere aardgasvrije technieken worden toegepast, komen vaak beschermde soorten voor zoals algemene broedvogels, vleermuizen, jaarrond beschermde nesten van soorten als de buizerd en havik.

Deze soorten kunnen worden beïnvloed door verschillende vormen van verstoring, zoals het isoleren van gebouwen, waarbij verblijfplaatsen verloren kunnen gaan, toename van geluidhinder en warmte-uitstoot door nieuwe installaties. Dergelijke effecten kunnen het leefgebied en gedrag van beschermde soorten in de bebouwde omgeving negatief beïnvloeden. Daarom is het belangrijk om bij de uitvoering van aardgasvrije maatregelen rekening te houden met de geldende soortenbeschermingsregels.

Generieke effectbeoordeling beschermde soorten

Geluid en trillingen

Tijdens de aanleg van infrastructuur in alternatieven 1, 2, 3 en in mindere mate 5 kunnen tijdelijk geluid- en trillingseffecten optreden (zie paragraaf 8.1). Deze kunnen verstorend werken op broedende of rustende vogels in de directe omgeving, vooral bij werkzaamheden in de buurt van nestlocaties of foerageergebieden. De verstoring is doorgaans tijdelijk, maar kan tijdens gevoelige

periodes zoals het broedseizoen leiden tot nestverlating of verminderde voortplanting. Tijdens het gebruik van de infrastructuur kunnen permanente geluiden en trillingen negatieve effecten hebben op vogelsoorten zoals de gierzwaluw en de huismus. Deze soorten zijn afhankelijk van geluidssignalen voor communicatie, partnerkeuze en territoriumafbakening.

Verstoringen kunnen leiden tot verminderd voortplantingssucces, verstoord foerageergedrag en nestbouw, en langdurige stress met negatieve gevolgen voor de gezondheid en overleving. In sommige gevallen vermijden vogels gebieden met hoge geluidsniveaus, wat kan leiden tot verlies van geschikt leefgebied. Hoewel sommige soorten zich kunnen aanpassen door hun zang aan te passen, verschilt dit per soort en individu. Dit benadrukt het belang van geluidbeheersing in zowel stedelijke als natuurlijke omgevingen.

Isolatie van gebouwen

Tijdens de uitvoering van isolatiemaatregelen kunnen vleermuizen ernstig worden verstoord. Deze dieren gebruiken vaak spouwmuren, dakranden en andere holtes als verblijfplaatsen. Risico's zijn onder andere verlies van toegang tot verblijfplaatsen, verstoring tijdens gevoelige periodes zoals de kraamtijd of winterslaap, insluiting met mogelijk sterfte tot gevolg en verlies van toegang tot voedselgebieden. Dit geldt met name bij het verbeteren van woningen van energielabel C naar B in alternatieven 3, 4 en 5.

Na de aanleg zijn er geen directe negatieve effecten op vleermuizen te verwachten, mits de werkzaamheden ecologisch verantwoord zijn uitgevoerd. Wel is het van belang dat alternatieve verblijfplaatsen zijn gecreëerd en dat monitoring plaatsvindt om te beoordelen of vleermuizen zich opnieuw vestigen. Vleermuizen zijn wettelijk beschermd. Verstoring of vernietiging van hun verblijfplaatsen zonder vergunning kan juridische gevolgen hebben. Daarom is het essentieel om voorafgaand aan isolatiewerkzaamheden een ecologisch onderzoek uit te voeren.

Hittestress

De aanlegfase heeft geen directe invloed op hittestress bij vogels, tenzij vegetatie wordt verwijderd die schaduw biedt of nestgelegenheid vormt. In dat geval kan tijdelijk verlies van beschutting leiden tot verhoogde blootstelling aan zon en warmte. Hittestress vormt een toenemend risico voor broedvogels in stedelijke gebieden. Extreme temperaturen kunnen leiden tot verhoogde lichaamstemperatuur en verminderde fysieke conditie. Daarnaast kan de afname van insectenpopulaties leiden tot voedselschaarste, wat het broedsucces vermindert. Verstoord broedgedrag, zoals verlengde broedperiodes of verplaatsing naar koelere locaties, komt vaker voor. Deze factoren kunnen het broedsucces aanzienlijk verminderen, vooral bij soorten die al kwetsbaar zijn door stedelijke druk.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg Tijdens de aanlegfase zijn de belangrijkste effecten voor beschermde soorten het gevolg van trillingen en geluid. Deze effecten zijn met name relevant voor de

gierzwaluw, huismus en spreeuw. Omdat de hinder tijdelijk en van korte duur is, kunnen de effecten als beperkt worden beschouwd.

Ten opzichte van de referentiesituatie zijn er wat betreft vleermuizen geen effecten te verwachten, aangezien er bij dit alternatief geen isolatiemaatregelen worden toegepast die invloed hebben op vleermuizen. In de aanlegfase wordt alternatief 1 daarom als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen relevante geluid- of trillingsniveaus verwacht vanuit de infrastructuur. Er zijn geen negatieve effecten te verwachten op vogelsoorten zoals gierzwaluw en huisbouw. Voor vleermuizen zijn er geen effecten te verwachten, aangezien bij dit alternatief geen isolatiemaatregelen worden toegepast die verblijfplaatsen kunnen verstoren. In de gebruiksfase wordt alternatief 1 daarom als neutraal beoordeeld.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg Tijdens de aanlegfase kunnen geluid en trillingen negatieve effecten hebben op beschermde soorten zoals de gierzwaluw, huismus en spreeuw. Geluidseffecten worden als negatief beoordeeld, terwijl de effecten van trillingen als licht negatief worden ingeschat.

Er worden voor alternatief 2 geen isolatiemaatregelen toegepast, waardoor verblijfplaatsen van vleermuizen niet worden beïnvloed. De aanleg van een decentraal MT warmtenet kan door het ontstaan van geluid en trillingen tijdelijk impact hebben op bovengenoemde vogelsoorten. Omdat de werkzaamheden van korte duur zijn en op enige afstand van de woningen plaatsvinden, wordt alternatief 2 in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik De warmteoverdrachtstations en collectieve warmtepompen die bij dit alternatief worden toegepast, kunnen (lichte) geluidhinder veroorzaken. Aangezien deze installaties doorgaans op enige afstand van woningen worden geplaatst—waar de gierzwaluw en huismus zich het meest ophouden wordt het effect als neutraal beoordeeld. Daarnaast worden voor vleermuizen geen effecten verwacht ten opzichte van de huidige situatie, omdat er bij dit alternatief geen isolatiemaatregelen worden toegepast en habitatverlies dus niet aan de orde is. Alternatief 2 wordt zowel in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg De effecten van geluid en trillingen tijdens de aanleg van een ZLT warmtenet zijn vergelijkbaar met die van een decentraal MT warmtenet. Dit betekent dat ook bij alternatief 3 een tijdelijke impact op beschermde soorten zoals de gierzwaluw, huismus en spreeuw te verwachten is. Daarnaast is het voor een goed functionerend ZLT warmtenet noodzakelijk dat woningen minimaal geïsoleerd zijn tot energielabel B.

Hierdoor kan de habitat van vleermuizen negatief beïnvloed worden. Daarom wordt alternatief 4 in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Gebruik De warmteoverdrachtstations en collectieve warmtepompen die bij dit alternatief worden toegepast, kunnen lichte geluidhinder veroorzaken. Aangezien deze installaties doorgaans op afstand van de verblijfplaatsen van de gierzwaluw, huismus en spreeuw worden geplaatst, wordt het effect als licht negatief ingeschat.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Voor de installatie van luchtwarmtepompen is geen zwaar materieel nodig. De werkzaamheden beperken zich tot lichte installatiewerkzaamheden aan de buitenzijde van gebouwen. Hierdoor worden geen relevante effecten op geluid of trillingen verwacht die van invloed zijn op beschermde soorten zoals de gierzwaluw, huismus en spreeuw. Wel vereist dit alternatief dat woningen worden geïsoleerd tot minimaal energielabel B. Deze isolatiemaatregelen vinden plaats in de aanlegfase en kunnen leiden tot verstoring of verlies van vleermuisverblijfplaatsen, zoals spouwmuren en dakranden. Zonder passende mitigerende maatregelen kunnen vleermuizen negatief worden beïnvloed. Daarom wordt alternatief 4 in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Gebruik Tijdens de werking van luchtwarmtepompen kunnen trillingen en geluid ontstaan door de compressor en ventilator. Deze kunnen leiden tot verstoring van rust- en verblijfplaatsen van vogels, vooral wanneer installaties dicht bij nestlocaties zijn geplaatst. Overigens ligt het geluidsniveau in veel gebieden in Haarlem al relatief hoog. Daarnaast wordt warme lucht uitgestoten in de openbare ruimte, wat lokaal kan bijdragen aan hittestress. Dit kan gevolgen hebben voor het broedsucces van vogels zoals de gierzwaluw, huismus en spreeuw. Daarom wordt dit alternatief in de gebruiksfase als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg De effecten van geluid en trillingen tijdens de aanleg van alternatief 5 zijn vergelijkbaar met die van alternatief 1. Echter, bij alternatief 5 vinden de werkzaamheden dicht bij de woningen plaats, waardoor de impact op rust- en verblijfplaatsen van beschermde soorten zoals de gierzwaluw, huismus en spreeuw groter kan zijn.

Daarnaast vereist dit alternatief dat woningen worden geïsoleerd tot minimaal energielabel B. Deze isolatiemaatregelen vinden plaats in de aanlegfase en kunnen leiden tot verstoring of verlies van vleermuisverblijfplaatsen, zoals spouwmuren en dakranden. Zonder passende mitigerende maatregelen kunnen vleermuizen negatief worden beïnvloed. Daarom wordt alternatief 5 in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Gebruik Bodemwarmtepompen hebben geen buitenunit, waardoor het geluidsniveau buiten minimaal is. Hierdoor worden geen negatieve effecten verwacht op de gierzwaluw,

huismus en spreeuw in de gebruiksfase. Daarom scoort dit alternatief in de gebruiksfase licht negatief.

Conclusie generieke effectbeoordeling beschermde soorten

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de effectbeoordeling in Tabel 8-28.

Tabel 8-28: Generieke effectbeoordeling beschermde soorten

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	0/-	-	-	-
Gebruiksfase	0	0	0/-	0/-	0/-

Effectbeoordeling beschermde soorten per wijktype

Voor het aspect beschermde soorten is geen generiek onderscheid te maken tussen de verschillende wijktypen. Hoewel er in theorie verschillen kunnen bestaan in soortvoorkomen tussen bijvoorbeeld stedelijke, groene of watergebonden wijken, zijn deze verschillen in de praktijk sterk afhankelijk van de lokale ecologische situatie en de aanwezigheid van specifieke verblijfplaatsen. De ligging van verblijfplaatsen van beschermde soorten, zoals nestlocaties van huismussen of kraamverblijfplaatsen van vleermuizen, is niet systematisch gekoppeld aan het type wijk. Daardoor is het niet mogelijk om op wijktypologie een generieke ecologische beoordeling te baseren.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Hoewel de beoordeling van effecten op beschermde soorten generiek is uitgevoerd, zijn er lokaal enkele aandachtspunten van belang. In Haarlem komen verschillende beschermde soorten voor die gevoelig zijn voor verstoring, verlies van leefgebied of veranderingen in microklimaat, zoals vleermuizen, huismussen en gierzwaluwen.

De aanwezigheid en kwetsbaarheid van deze soorten verschilt per buurt. Oudere wijken met monumentale bebouwing en spouwmuren bieden vaak geschikte verblijfplaatsen voor vleermuizen. Groene wijken met veel bomen en struiken zijn belangrijk voor huismussen en andere broedvogels. In watergebonden buurten kunnen vliegroutes van vleermuizen en foerageergebieden worden beïnvloed door installaties of verlichting.

Bij de aanleg van warmtenetten of plaatsing van installaties kunnen verblijfplaatsen of vliegroutes worden aangetast, vooral in oudere wijken met geschikte nestgelegenheid of groene structuren. Ook tijdelijke effecten tijdens werkzaamheden, zoals geluid, licht of trillingen, kunnen van invloed zijn. Daarom is het van belang om bij de uitvoering van maatregelen per buurt te beoordelen welke soorten aanwezig zijn en welke mitigerende maatregelen nodig zijn, zoals het behouden of compenseren van verblijfplaatsen, het plannen van werkzaamheden buiten het broedseizoen, en het beperken van lichtverstoring.

8.6.3 Beschermde gebieden

Huidige situatie

Stadsnatuur

Stadsnatuur is al het groen binnen de gemeentegrenzen. Het “groen” binnen de gemeente bestaat uit onder andere sportvelden, perkjes, natuurgebieden, plantsoenen, parken, bermen en tuinen [Atlas voor de leefomgeving, 2020]. De omgeving van de gemeente Haarlem kent verschillende landschapszones die ook terug te vinden zijn binnen de gemeentegrenzen.

In het westen ligt het duinlandschap, centraal de strandwal met bebouwing en in het oosten het veenweidegebied. Binnen de bebouwde stad is eveneens een natuurlijke zonering aanwezig van een soortenarm centrum naar een grotere soortenrijkdom in de omliggende woonwijken, bedrijventerreinen en parken en villawijken richting de stadsranden. Ecologisch waardevolle groeneenheden bevinden zich dan ook met name aan de randen van de gemeente Haarlem.

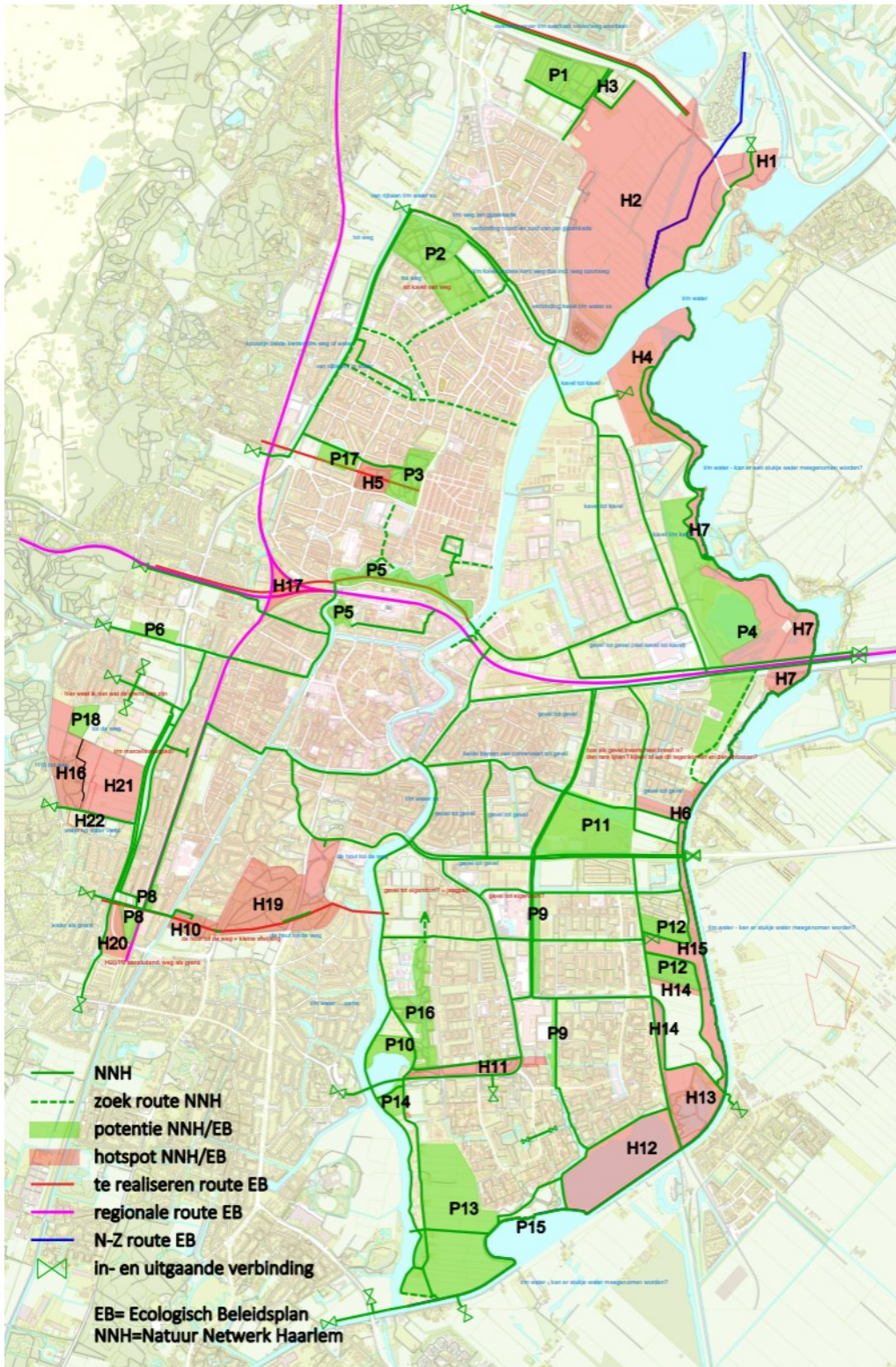
De gemeente Haarlem heeft in haar Ecologische beleidsplan 2013-2030 [Gemeente Haarlem, 2013] 17 ecologisch waardevolle gebieden (hotspots), 13 gebieden met ecologische potenties (potentiegebieden) en 9 ecologische verbindingen aangewezen die samen de groene structuur vormen binnen de stad. In de huidige situatie kent de gemeente 21 ecologisch waardevolle gebieden, negen potentiegebieden en negen ecologische verbindingen. Figuur 8-33 geeft een overzicht van de verschillende hotspots en potentiegebieden in de stad.

Sinds 2013 zijn dus vier ecologische potentiegebieden omgevormd naar ecologisch waardevolle gebieden. Ecologische hotspots zijn gebieden van meer dan één hectare groot met heel veel algemene soorten planten en dieren per hectare en/of die in veel grotere dichtheid voorkomen dan normaal in stedelijk groen, waterpartijen of in stadsranden. Dit kunnen ook gebieden zijn met meer dan vijf bijzondere soorten planten en dieren die normaal niet voorkomen in stedelijk groen, waterpartijen of in de stadsranden. Ecologische potentiegebieden zijn waardevolle groene gebieden van meer dan één hectare groot die zich door de juiste inrichting en beheer tot hotspots kunnen ontwikkelen.

Binnen de gemeente Haarlem vindt het beheer en onderhoud van beplanting en andere natuurlijke elementen zoveel mogelijk plaats op basis van ecologische principes die aansluiten bij natuurlijke processen en inspelen op de aanwezige waarden. Er wordt gestreefd naar gewenste streefbeelden, waarbij de spontane ontwikkeling van flora en fauna voorop staat. Hierbij is ook aandacht voor de bestrijding van (invasieve) exoten en het promoten van inheemse soorten. Het groenbeheer gaat uit van verschillende basisprincipes die per begroeiingstype worden aangevuld met specifieke maatregelen, namelijk:

- Spaarzaam en gefaseerd beheer: door minder en gefaseerd te maaien is er sprake van een contante voedselvoorziening voor insecten en dieren die afhankelijk zijn van deze insecten;
- Voorkomen van voedselrijkdom van de bodem: maaisel wordt afgevoerd waardoor de voedselrijkdom in de bodem afneemt en er zo een grote diversiteit aan plantensoorten ontstaat;
- Continuïteit in het beheer: als het beheer eenmaal is ingesteld wordt het niet meer veranderd om flora en fauna de kans te geven zich op het beheer aan te passen;

- Beperken van chemische bestrijdingsmiddelen tot incidentele noodingrepen;
- Voorkomen van hoge sterfte onder fauna door beheer.



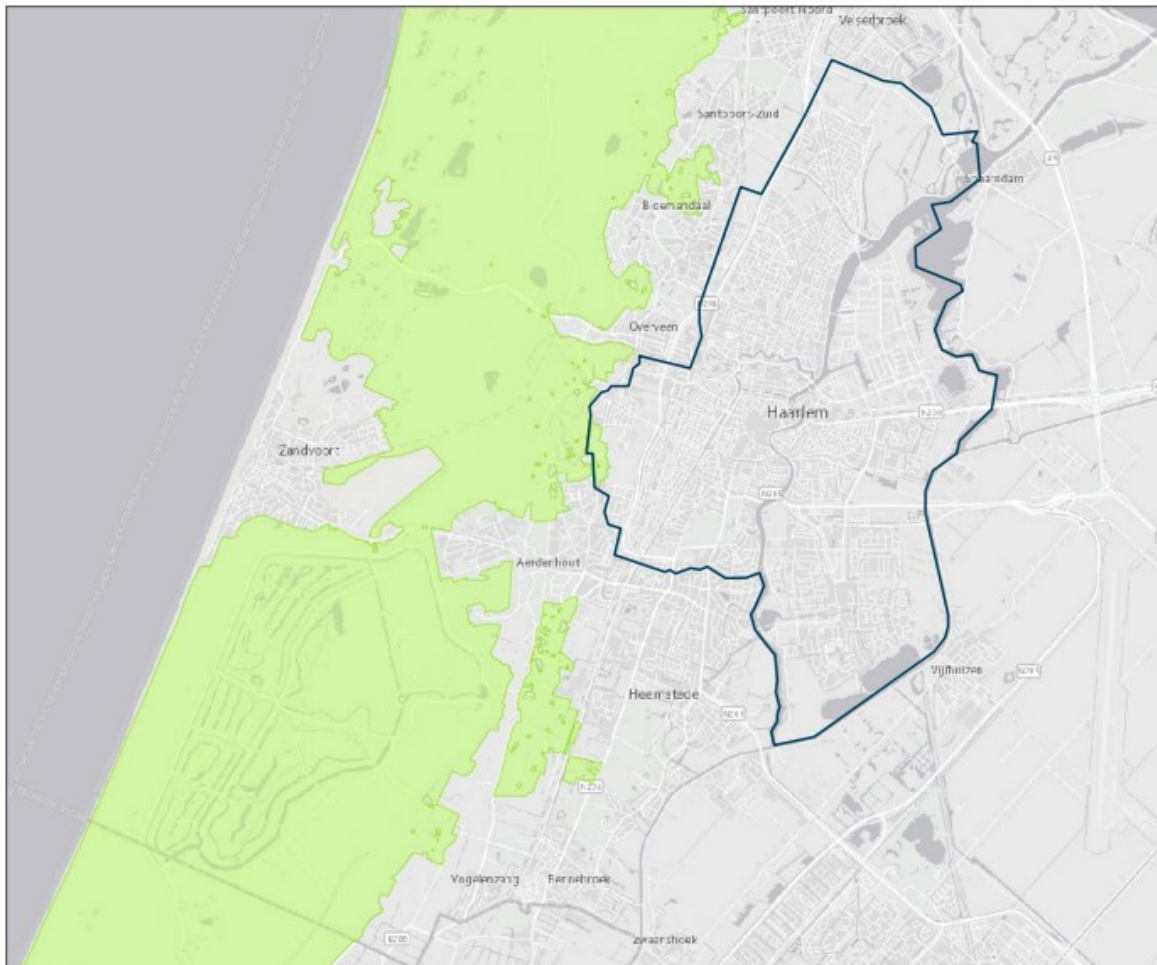
Figuur 8-33: Ecologisch waardevolle gebieden in Haarlem

De bescherming van gebieden verloopt in Nederland over twee sporen, namelijk via de Wet natuurbescherming (sinds januari 2024 opgegaan in de Omgevingswet) voor Natura 2000-gebieden en via een planologisch beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland, de voormalige EHS (hierna: NNN).

Natura 2000-gebied

Natura 2000 is het samenhangende netwerk van beschermde natuurgebieden in de Europese Unie, bestaande uit Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebieden. De Europese afspraken zijn in Nederland vastgelegd in de Wet natuurbescherming. Hoofdstuk 2 van de Wet natuurbescherming biedt de juridische basis voor de aanwijzing van Natura 2000-gebieden en stelt de kaders voor de beoordeling van activiteiten die (mogelijk) negatieve effecten hebben op de in voornoemde gebieden geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen.

Haarlem grenst aan het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid, een klein deel van Kennemerland-Zuid ligt zelfs binnen de gemeentegrenzen (Duinvliet, Figuur 8-34). In de ruimere omgeving (meer dan 5 km afstand) liggen nog andere Natura 2000-gebieden zoals “Noord Hollands Duinreservaat” en “Polder Westzaan”.



Figuur 8-34: Natura 2000-gebied

In zogenoemde aanwijzingsbesluiten is de bescherming van de Natura 2000-gebieden juridisch vastgelegd. In een aanwijzingsbesluit wordt onder meer vermeld voor welke soorten en/of habitattypen het gebied van belang is en welke doelen per soort of habitatype worden nagestreefd ('instandhoudingsdoelstellingen'). De instandhoudingsdoelstellingen vormen de specifieke doelstellingen die in een gebied gelden en zijn gericht op het in gunstige staat van instandhouding brengen of houden van habitattypen en soorten.

De provincies zijn wettelijk verantwoordelijk voor de Natura 2000-gebieden en zij stellen de beheerplannen op voor de Natura 2000- gebieden binnen hun grondgebied. In de beheerplannen wordt aangegeven op welke wijze, waar, wanneer de 'instandhoudingsdoelstellingen' gehaald gaan worden. Vaak zijn er voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen zowel interne als externe maatregelen nodig. Beheerplannen zijn ook het uitgangspunt en toetsingskader voor handhaving en vergunningverlening.

Ontwikkelingen in Haarlem kunnen invloed hebben op de kwaliteit van nabijgelegen Natura 2000-gebieden, bijvoorbeeld vanwege uitstoot van stikstof dat neer kan slaan in Natura 2000-gebieden of de onttrekking van water die tot verstoring binnen het Natura 2000-gebied kan leiden.

Kennemerland-Zuid

Kennemerland-Zuid is een uitgestrekt duingebied aan de zuidkant van het Noordzeekanaal tussen IJmuiden en Noordwijk. Het is een reliëfrijk en landschappelijk afwisselend gebied, dat grotendeels bestaat uit kalkrijke jonge duinen en voor een kleiner deel uit het achterliggende, oudere landschap van venige strandvlakten en volledig ontkalkte duinen. Met name in de omgeving van Zandvoort komen uitgestrekte duinroosvelden voor, die op oppervlakkige ontkalking wijzen. Soortenrijke en kenmerkende begroeiing met duinroosvegetaties in het open duin, duingraslanden, vochtige en droge duinvalleien, plasjes, goed ontwikkelde struwelen en diverse vormen van duinbossen komen in het gehele gebied voor. De Houtglob ten noorden van Zandvoort is de best ontwikkelde kalkrijke, natte duinvallei.

Het areaal kalkrijk duingrasland is vooral rondom Zandvoort groot. Hier komen voorbeelden van het zeedorpenlandschap voor. De oudere duinen van het zuidoostelijk gedeelte herbergen goed ontwikkeld kalkarm duingrasland. Ook zijn er in het gebied fraai ontwikkelde paraboolduincomplexen aanwezig. Op het Kennemerstrand is na de verlenging van de pieren in 1961 een jonge strandvlakte met embryonale duinen ontstaan. Aan de binnenduintrand zijn diverse landgoederen aanwezig. Hier is een aantal oude buitenplaatsen gelegen, die voor een aanzienlijk deel bebost zijn met naaldbos en loofbos, waaronder oude bossen met rijke stinze flora [Provincie Noord Holland, 2017; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020].

Kennemerland-Zuid is een Habitatrictlijngebied waarvoor in het aanwijzingsbesluit doelstellingen voor 16 habitattypen en 4 habitatrichtlijnsoorten zijn geformuleerd. Wanneer deze doelstellingen worden behaald, zal er sprake zijn van een duurzame instandhouding van de habitattypen en -soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Voor een groot aantal habitattypen en -soorten geldt een uitbreidings- of verbeterdoelstelling voor oppervlakte en/of kwaliteit [Ministerie van

Economische Zaken, 2013; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2020]. Zonder het treffen van maatregelen het behalen van de uitbreidings- of verbeterdoelstellingen voor het betreffende habitatype of soort in gevaar komen.

Binnen Kennemerland Zuid bestaan verschillende knelpunten voor het behalen van de instandhoudingsdoelen. Zo is er sprake van onvoldoende duin- en winddynamiek als gevolg van grootschalig kustbeheer en het vastleggen van de zeereep, zeeduin en middenduin. Hierdoor kunnen natuurlijke duinvormingsprocessen niet plaats vinden. Daarnaast is er sprake van verdroging, verzuring (door stikstofdepositie) en een toename in invasieve soorten zoals de Amerikaanse Vogelkers. Ook de overbegrazing van damherten vormt een knelpunt.

Binnen Natura 2000-gebied zijn verschillende maatregelen genomen die bijdragen aan de verbetering van de natuurwaarden binnen het gebied en het verkleinen van de knelpunten. Denk hierbij aan de aanleg van stuifplekken en windsleuven ter bevordering van de duindynamiek, het omvormen van naaldbossen naar meer gemengde inheemse bossen, en het verwijderen van de toplaag van de bodem om zo invasieve soorten en de voedselrijke bovenlaag weg te halen zodat inheemse soorten de kans krijgen om tot ontwikkeling te komen.

Tot slot is er een faunabeheerplan opgesteld voor het beheer van de damhertenpopulatie om overbegrazing tegen te gaan. Op basis van de lokale trends (zoals benoemd in het Beheerplan voor Kennemerland-Zuid) is te zien dat nog niet overal wordt voldaan aan een duurzame instandhouding van de habitattypen en habitatrichtlijn-soorten als gevolg van bovenstaande knelpunten. De al genomen beheermaatregelen pakken de knelpunten binnen het gebied aan en dragen daarmee bij aan een duurzame instandhouding. Van verschillende maatregelen zijn de effecten al terug te zien in de lokale trends.

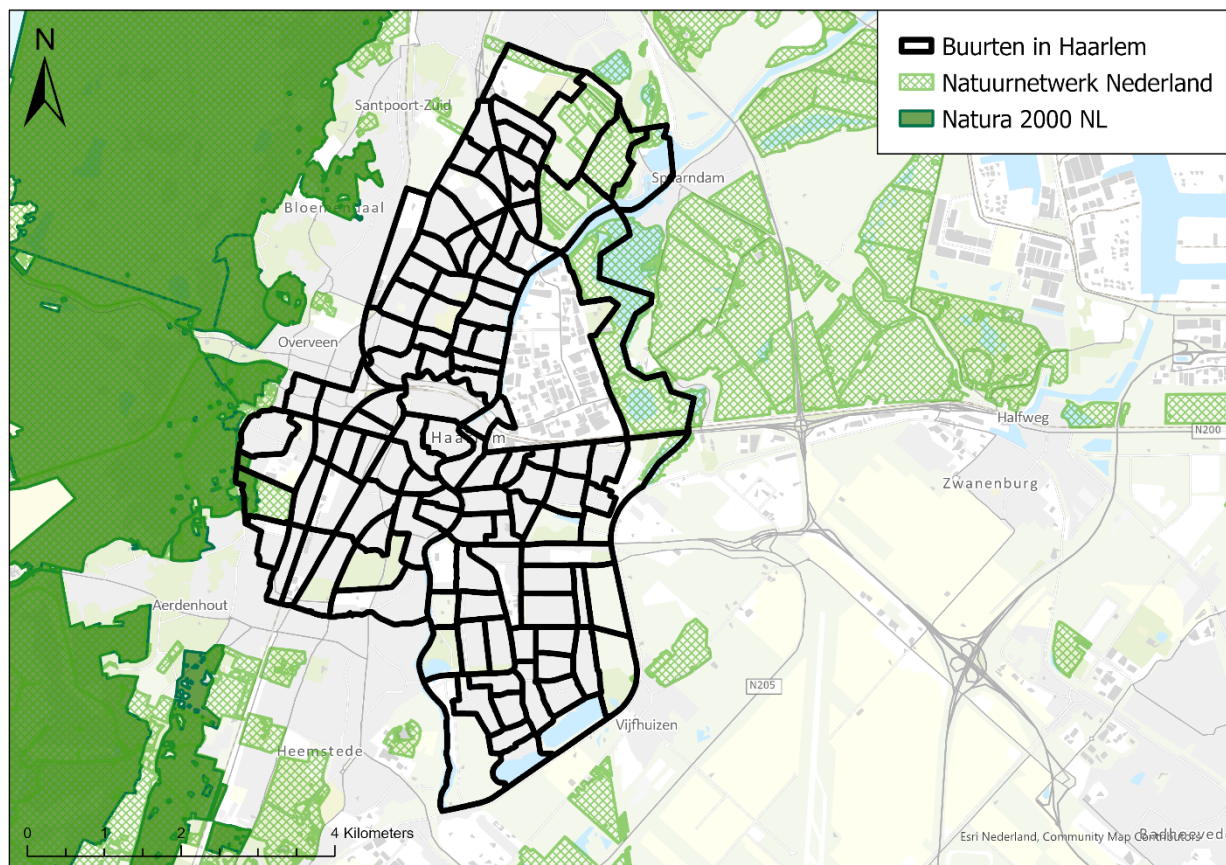
Natuurnetwerk Nederland

Natuurnetwerk Nederland is een netwerk van natuurgebieden en verbindingzones. Het netwerk bestaat uit bestaande en nog te realiseren natuurgebieden waar planten en dieren duurzaam kunnen verblijven en/of zich kunnen verplaatsen. Het NNN vormt een belangrijk onderdeel van het natuurbeleid. Figuur 8-35 toont de ligging van Natuurnetwerk Nederland in de omgeving van de gemeente Haarlem.

Streven is de biodiversiteit in Nederland ten minste te stabiliseren, en dus verdere achteruitgang tegen te gaan. Voor een groot deel hebben de NNN-gebieden overlap met de Natura 2000-gebieden. De wezenlijke kenmerken en waarden voor het NNN zijn echter breder dan de specifieke instandhoudingsdoelen van een Natura 2000- gebied.

De provincies zijn verantwoordelijk voor de begrenzing en de ontwikkeling van NNN-gebied binnen de provinciegrenzen. Bestemmingswijzigingen in bestaande natuur zijn niet toegestaan, tenzij sprake is van een groot openbaar belang en er geen reële alternatieven zijn buiten bestaande natuur.

Het Natuurnetwerk in Noord-Holland omvat ongeveer 56.000 ha, waarvan minder dan 5.000 ha nog niet is gerealiseerd. Een deel van het gebied dat valt onder het NNN bevindt zich binnen de gemeentegrenzen van Haarlem. Een deel van dit gebied is nog niet aangekocht of ingericht. In het noorden en het zuidoosten (Ringvaart van de Haarlemmerpolder) liggen ook ecologische verbindingzones die de verschillende NNN-gebieden met elkaar verbinden.



Figuur 8-35: Natuurnetwerk Nederland

Autonome ontwikkeling

Stadsnatuur

In haar huidige beleid zoekt de gemeente Haarlem actief naar manieren om het areaal groen binnen de gemeente te vergroten. Dit doet ze niet alleen met het realiseren van ecologische hotspots, maar ook door de koppeling te zoeken met andere beleidsdoelen zoals duurzaamheid, bereikbaarheid en volksgezondheid. Zo stimuleert de gemeente de aanleg van groene daken en gevelgroen (vastlegging van CO₂ en grotere soortenrijkdom), en zoekt het bewust naar meervoudig ruimtegebruik bij bijvoorbeeld de aanleg van waterberging of aanleg van fietspaden. Waterberging kan in de vorm van natuurlijke poelen en fietspaden kunnen begeleid worden door groene structuren die bijdragen aan de ecologische samenhang binnen de gemeente.

Het ecologisch groenbeheer van de gemeente is gericht op het geleidelijk verbeteren van de ecologische kwaliteit van groen in Haarlem. In de huidige situatie is al veel aandacht voor

verbetering en “finetuning” van het groenbeheer. Denk hier aan materieelkeuze in het beheer, het creëren van ecologisch waardevolle plantsoenen en het toevoegen van ontbrekende schakels in de bomenstructuur, inclusief boombunkers als onderdeel van het project om 1.700 extra bomen te planten.

Daarnaast wordt ingezet op de omvorming van oevers naar natuurlijke oevers in groengebieden zoals bijvoorbeeld Westelijk Tuinbouwgebied en Hekslootpolder. Een natuurvriendelijke oever is een overgang van land naar water die zo is vormgegeven, dat de natuur de kans krijgt zich hier te ontwikkelen. Zo’n oever kan groen zijn, maar ook stenig. De gemeente Haarlem zet ook in op de aanleg van tiny forests en de vergroening van de Waarderpolder. De verwachting is dan ook dat wanneer dit groenbeleid wordt doorgezet het de algemene waarde van de stadsnatuur en daarmee ook het aantal hotspots in de toekomst zal toenemen.

De gemeente verwacht in de periode 2020-2030 zeker nog vier van de huidige potentiezones om te vormen naar ecologische hotspots. Voor vijf andere ecologische potentiegebieden gelden beperkingen die het omvormen van het gebied vóór 2030 bemoeilijken, maar niet onhaalbaar maken. Denk hierbij aan belemmeringen zoals politieke bereidheid om een plek als hotspot aan te wijzen, de grootschaligheid van de geplande ingrepen, en omgevingsfactoren zoals de verkeersdruk of het huidige (recreatieve) medegebruik van een gebied. Van één potentiegebied heeft de gemeente Haarlem aangegeven dat het niet mogelijk is om dit gebied vóór 2030 om te vormen naar een ecologische hotspot. Dit in verband met bestaande pachtovereenkomsten met boeren, die pas in 2030 aflopen.

Natura 2000-gebied

Natura 2000-gebied De komende jaren wordt er hard gewerkt om de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000- gebieden te halen. Hiervoor zijn voor alle gebieden Natura 2000-beheerplannen vastgesteld, waarin staat beschreven welke inrichtings- en beheermaatregelen getroffen worden, in welke periode de maatregelen worden uitgevoerd, wie dit uitvoert en welke middelen hiervoor gereserveerd moeten worden.

Het Natura 2000-beheerplan van Kennemerland-Zuid [Provincie Noord-Holland, 2017] is inmiddels vastgesteld. Voor alle habitattypen, behalve Kruipwilgstruwelen, zijn ten opzichte van het reguliere beheer aanvullende maatregelen nodig. De maatregelen worden gedurende drie planperiodes van elk 6 jaar uitgevoerd. Een aantal maatregelen zijn reeds in het eerste tijdvak uitgevoerd, waarbij voor een aantal habitattypen de effecten in de huidige situatie al zijn te zien. Voor andere habitattypen zullen de effecten van al genomen maatregelen in het tweede of derde tijdvak zichtbaar worden, of moeten er nog maatregelen worden genomen.

De maatregelen uit het beheerplan zouden voldoende moeten zijn om de instandhoudingsdoelstellingen te behalen. Er is momenteel echter veel onzekerheid over de termijn waarop de instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden gehaald. Dit heeft te maken met de huidige stikstofproblematiek, waarbij het momenteel niet zeker is op welke termijn de

stikstofdepositie onder de kritische depositiewaarden (KDW) van de verschillende habitattypen in Kennemerland-Zuid zal dalen.

Er zijn in Kennemerland-Zuid verschillende habitattypes die gevoelig zijn voor stikstofdepositie, waarbij sprake is van een stikstofdepositie die hoger ligt dan de kritische depositiewaarde én er daardoor sprake is van een knelpunt voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen. Daarnaast wordt in het beheerplan gesteld dat voor de nauwe korfslak en meervleermuis onderzoek en monitoring nodig zijn om te bepalen of aanvullende maatregelen nodig zijn.

Natuur Netwerk Nederland

In het Natuurpact (Rijksoverheid, 2013) heeft de rijksoverheid samen met de provincies afgesproken om in de periode 2011-2027 minimaal 80.000 hectare nieuwe natuur te realiseren om het natuurnetwerk in te richten. Op basis van recente gegevens van het Planbureau voor de Leefomgeving lijkt het erop dat de provincies deze doelstelling niet gaan halen voor 2027 [PBL, 2020]. In het Coalitieprogramma van de provincie Noord-Holland (2019-2023) is opgenomen dat het Natuurnetwerk voor 2027 wordt afgerond [Provincie Noord-Holland, 2020b].

Generieke effectbeoordeling beschermde gebieden

De aanleg van warmte-infrastructuur kan leiden tot verstoring van beschermde natuurgebieden, zoals Natura 2000-gebieden en gebieden binnen het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Tijdens de werkzaamheden kunnen graafwerkzaamheden, geluid, trillingen en licht het gedrag van dieren beïnvloeden, bijvoorbeeld verstoring van broedende vogels, onderbreking van migratieroutes en verhoogde stressniveaus bij fauna. Dergelijke verstoringen kunnen leiden tot afname van biodiversiteit en een vermindering van de ecologische kwaliteit van deze gebieden. Bij alternatieven met grootschalige infrastructuur is de kans op ruimtelijke ingrepen groter, vooral wanneer leidingen door of langs natuurgebieden lopen. Bij alternatieve met individuele systemen is deze kans kleiner, maar cumulatieve effecten kunnen optreden bij grootschalige toepassing.

Omdat de aanleg van warmtenetten en bijbehorende voorzieningen niet plaatsvindt binnen Natura 2000- of NNN-gebieden, zijn directe fysieke effecten op deze gebieden buiten beschouwing gelaten.

Stadsnatuur

Hoewel stadsnatuur een belangrijk onderdeel vormt van het ecologisch netwerk binnen de gemeente Haarlem, is deze niet opgenomen in de formele beoordeling van effecten op beschermde gebieden. De effectbeoordeling richt zich op wettelijk en planologisch beschermde gebieden, zoals Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland (NNN), waarvoor specifieke juridische kaders gelden binnen de Omgevingswet.

Stadsnatuur, zoals ecologische hotspots, potentiegebieden en ecologische verbindingen binnen de gemeente, kent weliswaar een hoge ecologische waarde, maar valt niet onder deze formeel beschermde regimes. De ligging, omvang en ecologische functie van deze gebieden zijn bovendien sterk verweven met het stedelijk weefsel en verschillen per locatie. Hierdoor is een generieke beoordeling van effecten op stadsnatuur binnen het kader van de planMER niet goed uitvoerbaar.

Wel is het van belang dat bij de uitvoering van maatregelen rekening wordt gehouden met lokale ecologische waarden binnen de stad. Dit gebeurt via het gemeentelijk groenbeleid, ecologisch beheer en bij de uitwerking van projecten op buurt- of wijkniveau. De verwachting is dat het groenbeleid van Haarlem op termijn juist bijdraagt aan versterking van de stadsnatuur.

Natura 2000

Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden, gericht op het behoud van biodiversiteit. Werkzaamheden tijdens de aanlegfase kunnen indirecte verstoring veroorzaken die invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden. Stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden wordt afzonderlijk behandeld in paragraaf 8.6.4 als gevolg van de voorgenomen maatregelen.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Het Natuurnetwerk Nederland is een samenhangend netwerk van natuurgebieden waarin natuurontwikkeling en -behoud centraal staan. Het netwerk bevordert de verbinding tussen leefgebieden, wat essentieel is voor het voortbestaan van soorten.

In Figuur 8-35 is te zien dat zich in het noordoosten en westen van de gemeente Haarlem enkele NNN-gebieden bevinden, zowel binnen als grenzend aan het gemeentelijk grondgebied. In deze gebieden kunnen verstoringseffecten optreden als gevolg van nabijgelegen werkzaamheden. De specifieke effecten per alternatief worden verder toegelicht in de betreffende paragrafen.

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg De werkzaamheden die bij alternatief 1 plaatsvinden, kunnen in buurten aan de rand van Haarlem leiden tot lichte negatieve effecten door geluid en trillingen in nabijgelegen Natura 2000- NNN-gebieden.

Bij aanleg in de nabijheid van deze beschermde natuurgebieden kunnen verstoringseffecten optreden, zoals tijdelijke hydrologische veranderingen, verstoring van fauna of barrièrewerking. Daarom wordt alternatief 1 in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen effecten op geluid of trillingen verwacht. Daarom wordt alternatief 1 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 2: Decentraal middentemperatuur warmtenet

Aanleg De werkzaamheden voor de aanleg van een MT warmtenet veroorzaken, net als bij alternatief 1, mogelijk hydrologische veranderingen, geluid en trillingen. Door de spreiding van installaties over meerdere buurten kunnen cumulatieve effecten optreden, vooral in buurten die grenzen aan Natura 2000- of NNN-gebieden. Daarom wordt alternatief 2 in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen effecten op geluid of trillingen verwacht bij alternatief 2. Daarom wordt alternatief 2 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 3: Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg De hydrologische veranderingen, geluid- en trillingseffecten bij de aanleg van een ZLT-warmtenet zijn vergelijkbaar met alternatief 2. Door de kleinschalige en verspreide aanleg kunnen lokaal verstoringseffecten optreden in de nabijheid van Natura 2000- en NNN-gebieden. Daarom wordt alternatief 3 in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen effecten op geluid of trillingen verwacht bij alternatief 3. Daarom wordt alternatief 3 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 4: Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg Bij alternatief 4 veroorzaken de werkzaamheden geen toename van geluid en er worden ook geen trillingen verwacht. Hierdoor zijn er geen verstoringseffecten te verwachten op natuur in Natura 2000- en NNN-gebieden. Alternatief 4 wordt in de aanlegfase dan ook als neutraal beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen effecten op geluid of trillingen verwacht bij alternatief 4. Daarom wordt alternatief 4 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Alternatief 5: Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Bij de aanleg van individuele bodemwarmtepompen wordt een lichte toename van geluid en trillingen verwacht als gevolg van de boorwerkzaamheden. Wanneer deze werkzaamheden plaatsvinden in de nabijheid van Natura 2000- en NNN-gebieden, kunnen ze leiden tot verstoring van de natuur. Daarom wordt alternatief 5 in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Gebruik In de gebruiksfase worden geen effecten op geluid of trillingen verwacht bij alternatief 5. Daarom wordt alternatief 5 in de gebruiksfase als neutraal beoordeeld.

Conclusie generieke effectbeoordeling beschermde gebieden

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de effectbeoordeling in Tabel 8-29.

Tabel 8-29: Generieke effectbeoordeling beschermde gebieden

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	0/-	0/-	0/-	0	0/-
Gebruiksfase	0	0	0	0	0

Effectbeoordeling beschermde gebieden per wijktype

Er is voor het aspect beschermde gebieden geen onderscheid te maken naar de verschillende wijktypen, omdat de ligging van Natura 2000- en NNN-gebieden niet samenhangt met het type wijk maar met de geografische context.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Hoewel de effecten op beschermde gebieden generiek zijn beoordeeld, zijn er lokaal enkele aandachtspunten van belang. In en rond Haarlem liggen meerdere Natura 2000-gebieden en NNN-gebieden die gevoelig zijn voor verstoring, stikstofdepositie of hydrologische veranderingen. Bij de uitrol van warmtenetten of aanleg van infrastructuur kan sprake zijn van ruimtelijke ingrepen of werkzaamheden in de nabijheid van deze gebieden.

De mate van gevoeligheid verschilt per buurt. Buurten aan de westelijke standsrand, zoals Tuinbouwgebied-Noord, Tuinbouwgebied-Zuid en Ramplaankwartier, liggen dicht bij Natura 2000-gebied Kennermerland-Zuid. Hier is extra aandacht nodig voor voor hydrologische veranderingen, verstoring door geluid, licht en trillingen tijdens de aanlegfase, en voor het voorkomen van barrierewerking in migratieroutes van fauna.

In groene woonwijken zoals Hekslootpolder, Schoterbos en delen van Schalkwijk, bevinden zich ecologische potentiegebieden en verbindingen binnen het NNN. Bij aanleg van leidingen of plaatsing van installaties in deze buurten is zorgvuldige afstemming vereist om versnippering van natuurwaarden te voorkomen.

In hoogstedelijke buurten zoals de Binnenstad, Rozenprieel en Parkwijk, is de ecologische waarde lager en zijn de effecten op beschermde gebieden minder waarschijnlijk. Wel kunnen cumulatieve effecten optreden bij grootschalige toepassing van individuele systemen, zoals luchtwarmtepompen, die bijdragen aan hittestress en verstoring van microklimaten.

Daarom is het van belang om bij de uitwerking van tracés en locaties voor installaties per buurt te beoordelen of er sprake is van nabijheid tot beschermde gebieden of ecologische structuren, en waar nodig mitigerende maatregelen te treffen.

8.6.4 Stikstofdepositie en Natura 2000

In het thema stikstofdepositie wordt het neerslaan van reactieve stikstofverbindingen uit de lucht op de bodem en in het water beoordeeld. Stikstofdepositie wordt vooral veroorzaakt door de componenten ammoniak (NH_3) van landbouw (mest) en stikstofoxiden (NO_x) door verkeer, industrie en huishoudens. Te veel stikstofdepositie is schadelijk voor de kwetsbare natuur. Dat is slecht voor de biodiversiteit, de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en voor de gezondheid van mens en dier.

In het kader van het warmteprogramma voor Haarlem worden verschillende alternatieve technieken onderzocht om de bebouwde omgeving te verwarmen. Dit varieert van individuele oplossingen tot warmtenetten op basis van duurzame bronnen. De toepassing van deze technieken zal naar

verwachting leiden tot een structurele vermindering van verbrandingsemissies binnen de gebouwde omgeving; de aardgasgestookte installaties worden immers vervangen door (vrijwel) emissieloze technieken.

Om een indicatie te geven van de mogelijke verandering van stikstofdepositie als gevolg het warmteprogramma wordt de aanleg van een warmtenet als maatgevend beschouwd, omdat hiermee naar verwachting de grootste emissies gemoeid zijn.

Emissies in de gebruiksfase

Geothermie is een van de mogelijke warmtebronnen om een warmtenet te voeden. Het is niet uitgesloten dat bij (diepe) geothermie in de gebruiksfase gas omhoogkomt dat moet worden afgefaald, waarbij ook stikstofemissies vrijkomen. Vanwege de in deze fase nog grote onzekerheden over of en zo ja hoeveel emissies dit betreft, zijn deze emissies buiten beschouwing gelaten.

Gebruik van warmtenetten kan bovendien in sommige gevallen leiden tot stikstofemissies door gasgestookte installaties (ketels) in tussenliggende warmtestations. Per saldo leiden warmtenetten in de gebruiksfase echter tot minder emissies omdat ze efficiënter omgaan met energie, gebruikmaken van duurzamere warmtebronnen en individuele gasgestookte verwarmingsinstallaties vervangen.

De gebruiksfase wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten. Voorliggend onderzoek gaat alleen in op de te verwachten tijdelijke stikstofdepositie van de aanleg van een warmtenet.

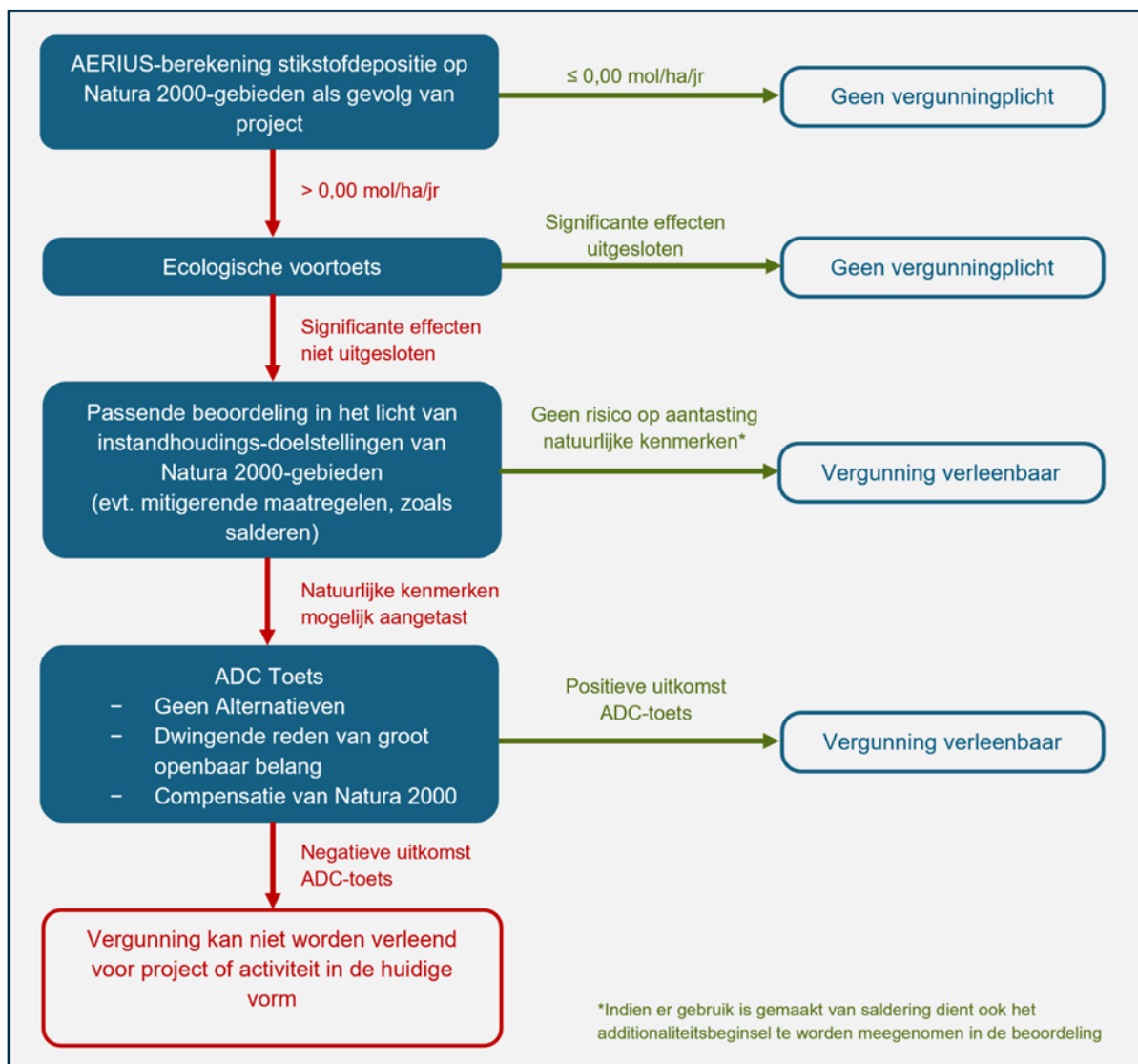
De aanleg van een warmtenet zorgt tijdelijk voor emissie en depositie van stikstof in nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Met een quickscan is een eerste inschatting van de omvang en mogelijke knelpunten voor stikstofdepositie gemaakt. Indicatief is er een berekening met het rekenmodel AERIUS Calculator uitgevoerd.

Let op: Stikstofdepositie is een aandachtspunt in elk project. De uitkomsten van deze quickscan geven slechts een verwachting en inschatting van de mogelijke stikstofdepositie.

Beleidskader stikstofdepositie

Op basis van artikel 5.1 lid 1 onder e van de Omgevingswet (Ow) is het niet toegestaan om zonder een omgevingsvergunning een zogenaamde 'Natura 2000-activiteit' te verrichten. Een Natura 2000-activiteit is volgens de Omgevingswet het realiseren van een project dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied.

Met onderstaande beslisboom is bepaald of er sprake is van vergunningplicht op het gebied van stikstofdepositie en Natura 2000, en zo ja of er aan de gestelde vereisten uit de Omgevingswet wordt voldaan.



Figuur 8-36: Beslisboom vergunningplicht

Generieke effectbeoordeling

Bouw van warmtenetten veroorzaakt emissies van stikstof en depositie in nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Tijdens de aanlegfase wordt divers, brandstof aangedreven, materieel ingezet, bijvoorbeeld voor graven, bemalen en transport.

In het warmteprogramma heeft de gemeente Haarlem een voorkeursoplossing voor de realisatie van het warmtenet per buurt aangegeven. Op dit moment is nog niet precies bekend hoe en wanneer de aanleg van de verschillende warmtenetten in de diverse buurten zal plaatsvinden. De meeste plannen bevinden zich nog in de voorbereidende fase, waarbij verschillende technische en ruimtelijke mogelijkheden worden onderzocht⁷. Wat wél zeker is, is dat bij de aanleg gebruik zal worden gemaakt van mobiele werktuigen, zoals graafmachines, vrachtwagens en andere

⁷ In Schalkwijk zijn de voorbereidingen voor het realiseren van een warmtenet reeds gestart. Hiervoor is al een voortoets gedaan.

bouwvoertuigen. Deze zijn nodig voor het aanleggen van leidingen in de ondergrond en het realiseren van aansluitingen op gebouwen.

Alternatieven met warmtenetten, waarbij veel gegraven zal worden, veroorzaken meer emissies dan alternatieven waarbij individuele en kleinschalige warmtevoorzieningen worden gerealiseerd. De buurten waar warmtenetten worden gerealiseerd zijn daarom maatgevend voor de inzet van mobiele werktuigen, bijbehorende verbrandingsemissies en deposities.

Effectbeoordeling stikstofdepositie

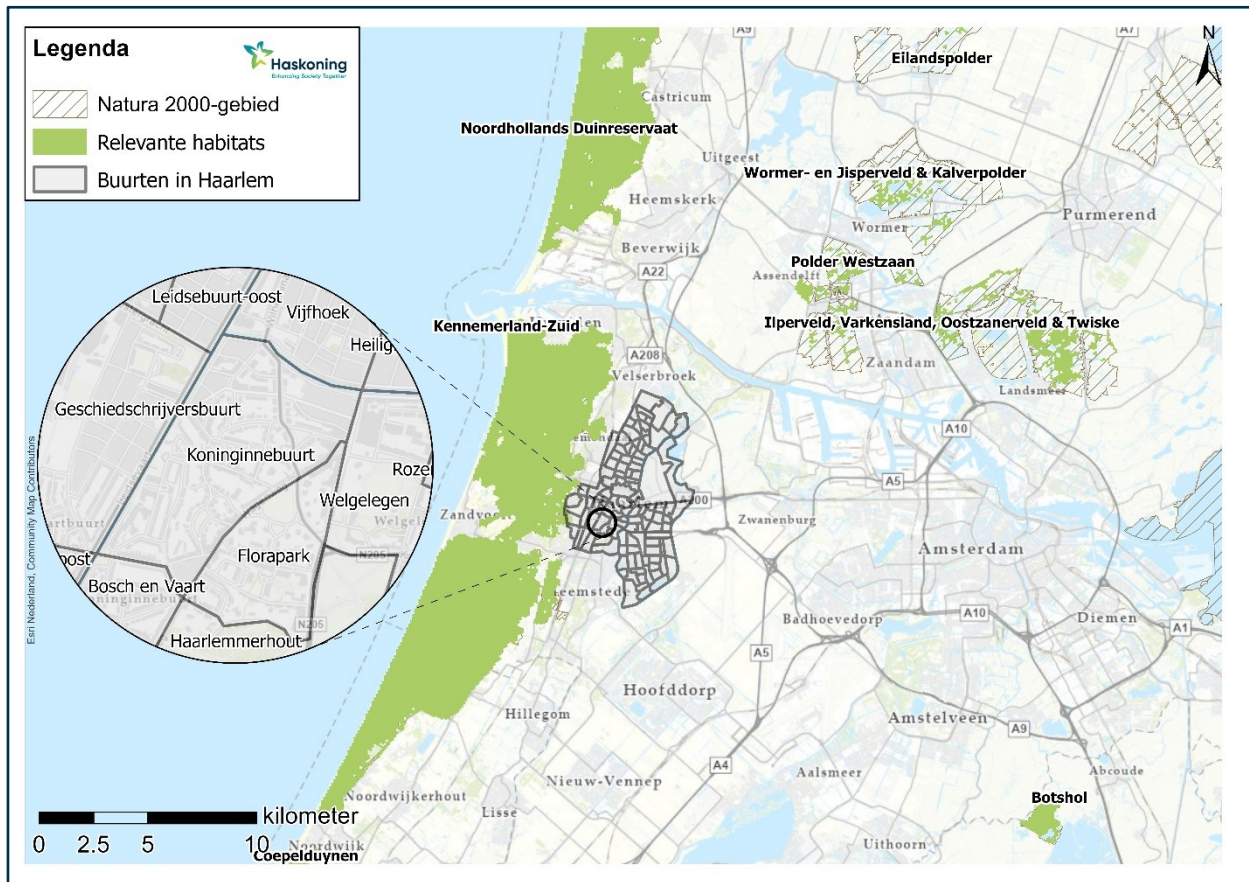
In de directe omgeving van de gemeente Haarlem liggen diverse Natura 2000-gebieden waar kritische depositiewaarden (KDW) van de aanwezige habitattypen worden overschreden.

Mogelijk wordt er in de komende jaren een warmtenet gerealiseerd in de Koninginnebuurt. Deze buurt ligt relatief dichtbij Natura 2000-gebied. Het aanleggen van een warmtenet in deze buurt lijkt de meeste impact op stikstofdepositie te hebben. Daarom is voor deze situatie een verkennende en indicatieve AERIUS-berekening uitgevoerd. In Figuur 8-37 is de ligging van de Koninginnebuurt in relatie tot het meest nabijgelegen Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid weergegeven. De afstand tussen beide bedraagt ruim 1 kilometer.

Met een inschatting van de omvang van mogelijke werkzaamheden en de bijbehorende inzet van mobiele werktuigen voor de aanleg van een warmtenet in de Koninginnebuurt in Haarlem⁸ is een indicatieve AERIUS-berekening gemaakt. Deze berekening wordt als representatief voor de aanleg van een warmtenet in verschillende buurten in Haarlem gezien en betreft de aanleg van de hoofdleiding (eerste fase). De Koninginnebuurt zal, als het overgaat op een warmtenet, gevoed worden met aquathermie als bron. Bij aquathermie komen in principe geen directe emissies vrij tijdens het gebruik van de techniek zelf.

Uit de berekening (RbhLBeG69neK d.d. 17 september 2025) blijkt dat de aanleg van een warmtenet in de Koninginnebuurt in Haarlem kan leiden tot een tijdelijke toename van 0,01 mol N/ha/j. het betreft de habitattypen H2130A Grijze duinen (kalkrijk), H2130B Grijze duinen (kalkarm), H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos, H2180Ao Duinbossen (droog), overig, H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos, H2180C Duinbossen (binnenduintrand) en H2190A Vochtige duinvalleien (open water) en het leefgebied Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen waar al sprake is van een overschrijding van de KDW.

⁸ Bron: "Input voor stikstofberekeningen.pptx" ontvangen van Haskoning, afdeling Smart Urban Environment, d.d. 8 september 2025.



Figuur 8-37: Ligging Koninginnebuurt ten opzichte van Natura 2000

Antea heeft in 2025 een beoordeling uitgevoerd voor de aanleg van een warmtenet in Schalkwijk⁹, oostelijk van ons projectgebied. De conclusie van de voortoets luidt als volgt:

“Uit de stikstofberekening volgt dat in de realisatiefase sprake is van stikstofdepositie op drie Natura 2000-gebieden. Deze depositie vindt plaats binnen één jaar. Per gebied is een depositie van 0,01 tot 0,03 mol/ha/j berekend. De hoogste depositie op overbelaste hexagonen bedraagt 0,03 mol/ha/j in het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid. De volgende Natura 2000-gebieden zijn beschouwd:

- Kennemerland-Zuid
- Noordhollands Duinreservaat;
- Polder Westzaan.

Uit de voortoets volgt dat de tijdelijke depositiebijdrage van het project [Aanleg] Warmtenet Schalkwijk niet leidt tot conflicten met de geformuleerde instandhoudingsdoelen voor enig Natura

⁹ Antea, 2025. Memo voortoets stikstofdepositie; Aanleg Warmtenet Haarlem (Schalkwijk). projectnummer 0494373.100

2000-gebied. Zowel zelfstandig als in cumulatie [is] er geen sprake van significante gevolgen voor de Natura 2000-gebieden.”

Haskoning heeft daaropvolgend berekeningen uitgevoerd voor een warmtenet dicht bij het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid, namelijk in de Koninginnebuurt, waarbij een toename van maximaal 0,01 mol N/ha/j is berekend voor Kennemerland-Zuid. Op basis van de toetsing van Antea en berekeningen voor de Koninginnebuurt kan de conclusie worden getrokken dat significant negatieve effecten van stikstofdepositie tijdens de aanleg van het warmtenet kunnen worden uitgesloten. Dit geldt voor zover de effecten van het warmteprogramma nu kunnen worden ingeschat. Als de individuele warmtenetten in uitvoering gaan en er meer duidelijkheid is over de uitvoering, moeten ze individueel en in cumulatie in meer detail worden beoordeeld.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Er zijn diverse technieken, maatregelen en alternatieven beschikbaar om de emissies van mobiele werktuigen tijdens de aanlegfase te verminderen. Door bijvoorbeeld te kiezen voor emissieloze (elektrische) alternatieven kan de emissie en bijbehorende depositie worden gereduceerd. Als het niet mogelijk is om de depositie tot 0,00 mol N/ha/j te beperken, zal de (resterende) depositiebijdrage ecologisch beoordeeld moeten worden.

Een ecologische voortoets zal in dat geval moeten uitwijzen of ecologische effecten alsnog uitgesloten kunnen worden of dat er een passende beoordeling uitgevoerd zal moeten worden om te beoordelen of vergunningverlening mogelijk is.

8.7 Circulariteit

Circulariteit is een milieueffect dat wordt gemeten aan de hand van het verminderen van primair materiaalgebruik en afvalstromen. Hierdoor wordt milieu-impact verplaatst of gereduceerd in de gehele waardeketen van producten, bouwwerken en infrastructuur. Het is een overkoepelend begrip en werkwijze voor het sluiten van kringlopen en ketens waardoor de impact op het milieu vermindert. In deze paragraaf is ingegaan op de mate van hergebruik van bestaand materiaal en hoeveel materiaal in totaal nodig is per alternatief.

Tabel 8-30: Beoordelingskader Circulariteit

Thema	Aspect	Indicator
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Hoeveelheid materiaal dat in totaal nodig is

8.7.1 Beleidskader circulariteit

Tabel 8-31: Beleidskader circulariteit

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Landelijk uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2023-2030 (2023)	<p>Nederland streeft ernaar om in 2050 volledig circulair te zijn. Dat betekent dat het gebruik van grondstoffen binnen de planetaire grenzen blijft en geen blijvende schade toebrengt aan mens en milieu. In een circulaire economie worden productie en consumptie zo ingericht dat afval wordt geminimaliseerd en grondstoffen maximaal worden hergebruikt. Het eerste doel is om in 2030 50% minder metalen, mineralen en fossiele grondstoffen te gebruiken.</p> <p>Tot nu toe is het beleid vooral gebaseerd op vrijwillige en stimulerende maatregelen. Om de ambitie voor 2050 te realiseren, zijn echter ook richtinggevende en dwingende instrumenten nodig. De overheid zet daarom in op een mix van beprijzende, normerende en stimulerende maatregelen.</p> <p>Er zijn vier beleidsrichtingen – ofwel ‘knoppen’ – waarmee het grondstoffengebruik circulairder kan worden gemaakt 1) verminderen van grondstoffengebruik, 2) vervangen van primaire grondstoffen door duurzamere alternatieven (substitutie), 3) verlengen van de levensduur van producten en materialen en 4) hoogwaardige verwerking en hergebruik van reststromen.</p>
Provinciaal beleid	
Kadernotitie Circulaire Economie	De provincie wil bijdragen aan de doelstellingen van Nederland om in 2050 volledig circulair te zijn. De provincie wil toewerken naar een economie waarin

	energie, grondstoffen, materialen en componenten zo lang mogelijk van waarde blijven.
Omgevingsvisie NH2050	De provincie wil in 2050 een klimaatneutrale en volledig circulaire provincie zijn. De provincie wil voor de circulaire economie ruimte creëren.
Gemeentelijk beleid	
Omgevingsvisie Haarlem 2045	Haarlem wil duurzamer omgaan met haar bronnen. Hierbij moet gekeken worden naar de levensbehoefte van toekomstige generaties.
Actieprogramma Circulaire Economie 2023 t/m 2025	Haarlem wil in 2024 een circulaire stad zijn. De gemeente heeft een eerste stap gezet met het doel om in 2025 50% van de grond-, weg- en waterwerken (GWW) circulair uit te vragen.
Haarlemse Routekaart Duurzaamheid	Haarlem heeft de doelstelling om in 2040 een circulaire stad te zijn. Specifiek voor Grond- weg- en waterbouw zijn er kritieke prestatie indicatoren opgesteld voor het verminderen van materiaalgebruik, toename gebruik secundaire materiaal en hoogwaardig hergebruik.

8.7.2 Circulair en totaal materiaalgebruik

Huidige situatie

De hoeveelheid grondstoffen die wereldwijd wordt gebruikt, is in de afgelopen eeuw verachtvoudigd. Inkomensgroei en de toename van de bevolking zijn hiervan de belangrijkste oorzaken. Tegelijkertijd is er veel verspilling, waardoor onnodig waarde verloren gaat, het milieu vervuult en het klimaat negatief wordt beïnvloed.

Nederland behoort met ruim 80 procent recycling al jaren tot de kopgroep van Europese landen, maar tegelijkertijd bedraagt de inzet van secundair materiaal in de Nederlandse economie slechts 8 procent. Nederland gebruikt veel meer grondstoffen dan er als recycalaat beschikbaar komt [PBL, 2018b]. Door meer secundair materiaal te gebruiken, vanuit recycling en hergebruik, zijn er over het algemeen minder primaire grondstoffen nodig en neemt daarmee de geassocieerde milieudruk af. De gemeente Haarlem zet met de Haarlemse Routekaart Duurzaamheid dan ook in op een circulaire stad in 2040. Als tussendoel wil de gemeente Haarlem in 2030 50% grond-, weg- en waterwerken circulair uitvragen.

Autonome ontwikkeling

De behoefte aan grondstoffen en energie neemt de komende jaren naar verwachting toe. Zonder aanvullend beleid leidt dit tot toenemende milieudruk. Daarnaast leidt de toenemende internationale concurrentie om grondstoffen tot leveringszekerheidsrisico's voor cruciale grondstoffen.

Het Rijksbeleid op het gebied van grondstoffen is een halvering van het gebruik van nieuwgewonnen mineralen, fossiele grondstoffen en metalen in 2030. De Rijksoverheid beoogt de transitie naar een circulaire economie te versnellen met beleid dat is neergelegd in het rijksbrede programma Circulaire Economie (2016), het Grondstoffen-akkoord (2017) en de kabinetsreactie op de transitieagenda's (juni 2018). Het kabinet heeft in zijn beleid geen extra geld gereserveerd voor de transitie naar een circulaire economie. Het PBL constateert dat het realiseren van de ambities van het rijksbrede programma Circulaire Economie en de halveringsdoelstelling voor primair grondstoffengebruik met het huidige budget lastig haalbaar wordt [PBL, 2018a]. De gemeente Haarlem heeft de doelstelling om in 2040 circulair te zijn en zet de huidige stappen benoemd in de Haarlemse Routekaart Duurzaamheid door. Deze stappen zijn gericht op verkenning en kwartier maken.

Circulair materiaalgebruik

Circulair materiaalgebruik wordt met name bepaald door het beperken van het gebruik van nieuwe grondstoffen. Het doel hierbij is om productkringlopen te sluiten en producten, materialen en grondstoffen zo lang mogelijk in de keten te houden en te hergebruiken. Dit kan plaatsvinden in meerdere fasen van de keten, van ontwerp en productie tot gebruik, hergebruik en recycling:

- **Ontwerp:** Producten worden ontworpen met hergebruik, reparatie en recycling als eerste uitgangspunt. Materialen en onderdelen worden gekozen zodat ze eenvoudig in zijn geheel opnieuw kunnen worden ingezet. Producten worden daarnaast ontworpen voor een lange levensduur en eenvoudige reparatie, zodat ze zo lang mogelijk in gebruik blijven. Materialen worden gekozen op basis van de mogelijkheid om te kunnen worden teruggewonnen en gerecycled.
- **Gebruik:** Defecte of versleten producten worden gerepareerd en opnieuw gebruikt, om zo de levensduur van producten te verlengen. Tegelijkertijd wordt (milieu-)technische informatie over het product opgeslagen en bijgehouden, opdat toekomstig (her-)gebruik wordt geborgd.
- **Recycling:** Wanneer producten of materialen uiteindelijk niet meer bruikbaar zijn, worden de inherente grondstoffen hoogwaardig gerecycled, zodat deze in een nieuw productieproces kunnen worden toegepast.

In dit planMER wordt specifiek gekeken naar de mate van circulair materiaalgebruik binnen de alternatieven. Het hergebruiken van bestaande materialen, zoals leidingen of cv-ketels die worden verwijderd bij de overstap naar aardgasvrije alternatieven, is daarbij een mogelijke strategie om circulair materiaalgebruik te verhogen. Daarom is het belangrijk om al in de ontwerpfase aandacht te besteden aan de materiaalkeuze. Ook zijn er diverse mogelijkheden om in te zetten op duurzame, recyclebare materialen die na gebruik opnieuw kunnen worden ingezet. Denk hierbij aan materialen met een lange levensduur die eenvoudig te demonteren en te recyclen zijn.

Generieke effectbeoordeling totaal materiaalgebruik

Naast circulair materiaalgebruik is in dit planMER ook gekeken naar het totale materiaalgebruik van de verschillende alternatieven. In hoofdstuk 6 zijn de aardgasvrije alternatieven toegelicht, waarbij per alternatief de benodigde boven- en ondergrondse infrastructuur is beschreven.

De hoeveelheid materiaal die nodig is voor de aanleg verschilt per alternatief en wordt beïnvloed door meerdere factoren, zoals:

- De totale lengte of oppervlakte van de infrastructuur;
- De levensduur van de gebruikte materialen;
- De mate waarin gebruik kan worden gemaakt van gerecyclede materialen;
- De mogelijkheid om vrijkomende materialen elders opnieuw toe te passen;
- Kansen voor synergie met circulaire en andere ruimtelijke opgaven.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Gebruik De aanleg van een warmtenet vereist een uitgebreide infrastructuur, zeker bij een grootschalige toepassing. Deze infrastructuur bestaat uit meerdere onderdelen, waaronder een (minimaal) tweepijps warmtenet, bestaande uit:

- Transportleidingen en distributieleidingen,
- Huisaansluitingen;
- Warmteoverdrachtstations;
- Hulpwarmteketels;
- Warmteonderstations;
- (Eventueel) warmtebuffers.

De gemiddelde levensduur van een warmtenet bedraagt ongeveer 50 jaar, mits goed onderhouden. Hoewel dit alternatief gepaard gaat met een aanzienlijk materiaalverbruik bij de aanleg, biedt het tegelijkertijd een duurzaam perspectief vanwege de lange gebruiksduur. Om die reden wordt het alternatief in de milieueffectbeoordeling als neutraal beoordeeld: het materiaalgebruik is hoog, maar wordt deels gecompenseerd door de duurzaamheid en levensduur van het systeem. Mogelijke toepassing van secundaire materialen bij de aanleg of hergebruik na de initiële levensduur van 50 jaar, kan de circulariteit verbeteren, maar dit is niet als uitgangspunt meegenomen.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Gebruik De infrastructuur van een decentraal MT warmtenet is grotendeels vergelijkbaar met die van een grootschalig warmtenet. Het belangrijkste verschil zit in de toevoeging van een extra energiecentrale met een collectieve warmtepomp per buurt, evenals de aanleg van een groot aantal open bodemenergiesystemen (OBES). De gemiddelde levensduur van het warmtenet bedraagt ongeveer 50 jaar, mits goed onderhouden.

Hoewel dit alternatief gepaard gaat met een aanzienlijk materiaalverbruik – mede door de extra energiecentrales en OBES – biedt het tegelijkertijd een duurzaam perspectief vanwege de lange gebruiksduur van het systeem. In de milieueffectbeoordeling wordt dit alternatief daarom als neutraal beoordeeld: het materiaalgebruik is hoog, maar

wordt deels gecompenseerd door de duurzaamheid en levensduur van de infrastructuur.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Gebruik De infrastructuur van het ZLT warmtenet is grotendeels vergelijkbaar met die van alternatief 2 (decentraal MT warmtenet), met als belangrijkste verschil dat er bij dit alternatief geen collectieve opwaardering plaatsvindt. Het aantal benodigde open bodemenergiesystemen (OBES) is ongeveer gelijk.

De levensduur van het warmtenet zelf bedraagt ongeveer 50 jaar. In tegenstelling tot de andere alternatieven is bij dit systeem echter in elke woning een individuele warmtepomp nodig. Deze warmtepompen vereisen regelmatig onderhoud en hebben een kortere levensduur van 15 tot 20 jaar, waarna vervanging noodzakelijk is. Dit leidt op de lange termijn tot een hoger materiaalverbruik.

Ten opzichte van andere warmtenet-alternatieven vraagt dit systeem om aanzienlijk meer materiaal, met name door de combinatie van OBES, individuele warmtepompen en de benodigde transformatorhuisjes. Om die reden wordt dit alternatief in de milieueffectbeoordeling als negatief beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Gebruik Bij dit alternatief is het materiaalgebruik voornamelijk beperkt tot de luchtwarmtepomp en de installatie van de bijbehorende luchtwisselaar aan de buitenzijde van de woning. Dit omvat materialen zoals metalen, kunststoffen en koelmiddelen die nodig zijn voor de werking van de warmtepomp.

Omdat elke woning afzonderlijk wordt uitgerust met een eigen warmtepomp, leidt dit per saldo tot een aanzienlijke hoeveelheid materiaalgebruik. Zoals ook beschreven bij alternatief 3, zorgen het regelmatige onderhoud en de relatief korte levensduur van warmtepompen (ongeveer 15 tot 20 jaar) ervoor dat het materiaalgebruik op de lange termijn verder toeneemt. Op basis van deze factoren wordt dit alternatief in de milieueffectbeoordeling als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Gebruik De infrastructuur en het materiaalgebruik van dit alternatief zijn grotendeels vergelijkbaar met alternatief 4 (luchtwarmtepomp). Het belangrijkste verschil is dat er bij dit systeem geen buitenunit nodig is, maar wel een bodemlus om warmte uit de bodem te onttrekken.

Bij het gebruik van een gesloten bodemenergiesysteem (GBES) wordt een aanzienlijke hoeveelheid kunststof (met name HDPE) in de bodem aangebracht. Dit draagt bij aan

een relatief hoog materiaalgebruik. De levensduur van dit systeem bedraagt ongeveer 50 jaar, terwijl de relatief korte levensduur van de warmtepompen (15 tot 20 jaar) ervoor zorgt dat het materiaalgebruik gedurende gebruik verder toeneemt. De milieueffecten van dit alternatief zijn dan ook vergelijkbaar met die van alternatief 4. Vanwege het hoge materiaalgebruik wordt ook dit alternatief in de milieueffectbeoordeling als licht negatief beoordeeld

Conclusie generieke effectbeoordeling totaal materiaalgebruik

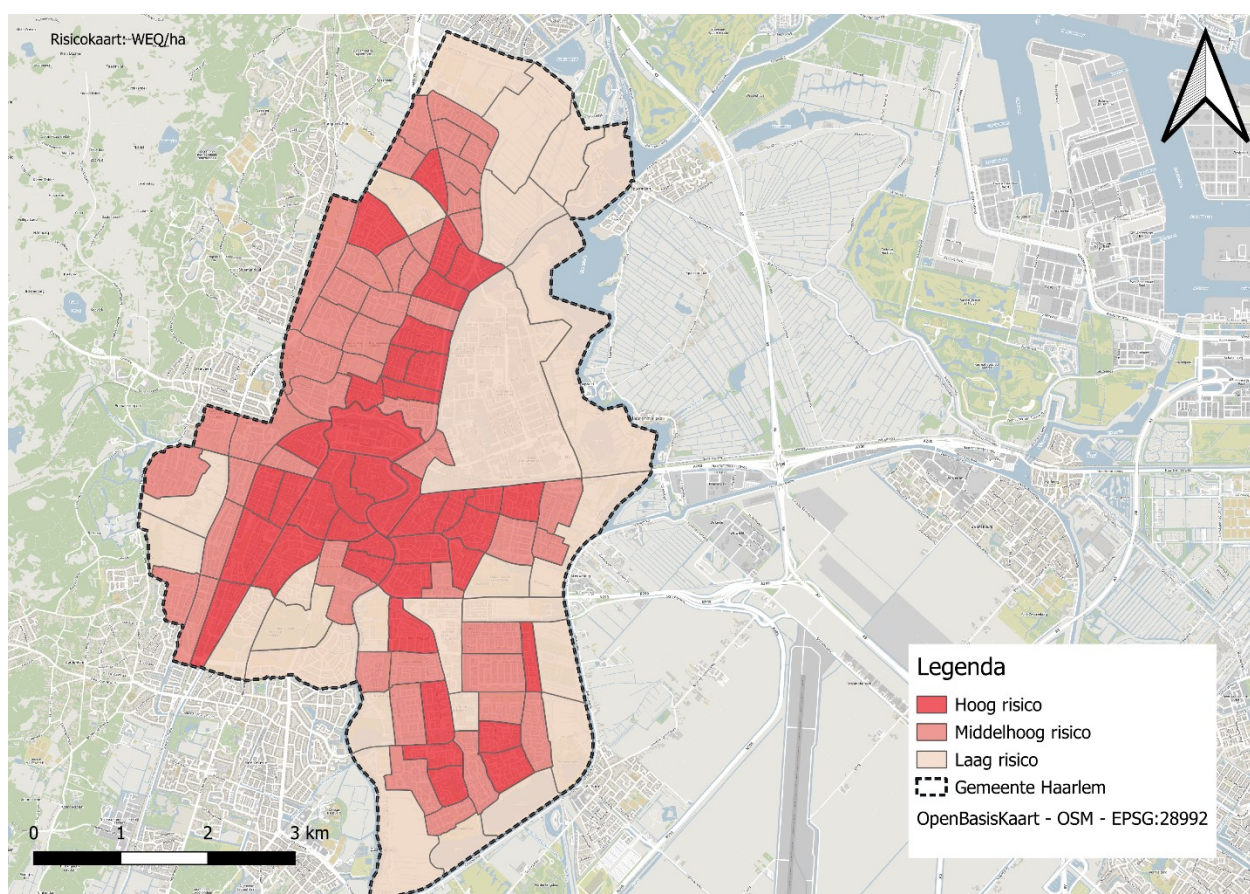
De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de effectbeoordeling in Tabel 8-32.

Tabel 8-32: Generieke effectbeoordeling totaal materiaalgebruik

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Gebruiksfase	0	0	-	0/-	0/-

Effectbeoordeling totaal materiaalgebruik per wijktype

Voor elk wijktype is inzichtelijk gemaakt hoeveel woningequivalenten (WEQs) per hectare aanwezig zijn.



Figuur 8-38: Risicoindeling WEQ per hectare per wijktype

Op basis hiervan kan worden ingeschat hoeveel materiaal benodigd is per WEQ. Bij collectieve warmtenetten, met een levensduur van ongeveer 50 jaar, is in principe slechts één keer productie en materiaalgebruik nodig. Voor individuele systemen geldt dat deze minimaal één keer vervangen moeten worden binnen die periode en mogelijk zelfs twee keer, afhankelijk van gebruik en onderhoud. De alternatieven maken gebruik van verschillende energiebronnen en leveren warmte aan uiteenlopende aantallen WEQs per hectare.

Collectieve systemen vergen per WEQ aanzienlijk minder materiaal dan individuele systemen. Dit betekent dat in buurten met een hoge dichtheid aan WEQs per hectare, individuele systemen relatief negatieve milieueffecten kunnen hebben. Dit verband is visueel weergegeven in Figuur 8-38.

Individuele systemen scoren in de milieueffectbeoordeling negatief, met name in wijktypen zoals de historische binnenstad, tuinstad hoogbouw en de volkswijk, waar het aantal woningequivalenten per hectare het hoogst is. In dergelijke dichtbebouwde gebieden leidt het hoge aantal benodigde individuele installaties tot een relatief groot materiaalgebruik. In deze wijktypen is de beoordeling daarom negatiever bijgesteld ten opzichte van de generieke beoordeling. De beoordeling voor alternatieven 1 en 2 blijft gelijk aan de generieke beoordeling.

Conclusie effectbeoordeling totaal materiaalgebruik per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling per wijktype in Tabel 8-33.

Tabel 8-33: Effectbeoordeling totaal materiaalgebruik per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg en gebruik	0	0	--	-	-
Volkswijk	Aanleg en gebruik	0	0	--	-	-
Tuindorp	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Naoorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Tuinstad laagbouw	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-

Tuinstad hoogbouw	Aanleg en gebruik	0	0	- -	-	-
Hoogbouw	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Bloemkoolwijk	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Vinex-wijk	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Villawijk	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Vernieuwd	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Bedrijven	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Groen	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Divers	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Er zijn geen locatie-specifieke aandachtspunten.

8.8 Ruimtelijke kwaliteit

In deze paragraaf zijn de effecten die betrekking hebben op de ruimtelijke kwaliteit beschreven. De aspecten die zijn beoordeeld betreffen zichtbaarheid en beleving, bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte en ondergronds ruimtegebruik.

Tabel 8-34: Beoordelingskader Ruimtelijke kwaliteit

Thema	Aspect	Indicator
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Verrommeling van de buitenruimte
	Bovengronds ruimtegebruik en inpasbaarheid in de openbare ruimte	Totaal benodigd bovengronds ruimtegebruik & inpasbaarheid in de openbare ruimte
	Ondergronds ruimtegebruik	De inpasbaarheid en de ruimteclaim van de systemen die nodig zijn bij de verschillende alternatieven.

8.8.1 Beleidskader ruimtelijke kwaliteit

Tabel 8-35: Beleidskader ruimtelijke kwaliteit

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Nationale Omgevingsvisie (NOVI)	<p>De Nationale Omgevingsvisie (NOVI) benadrukt het belang van ruimtelijke kwaliteit als een kernwaarde bij ruimtelijke ontwikkelingen. NOVI definieert ruimtelijke kwaliteit als een combinatie van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Functionele kwaliteit: de ruimte moet goed werken voor mensen, natuur en economie. • Belevingskwaliteit: de ruimte moet aantrekkelijk en leefbaar zijn. • Toekomstwaarde: de inrichting moet duurzaam en flexibel zijn voor toekomstige generaties
Provinciaal beleid	
Provinciale omgevingsvisie Noord-Holland	<p>De visie NH2050 stelt dat ruimtelijke kwaliteit draait om een balans tussen economische groei en leefbaarheid. Dit betekent dat ontwikkelingen zoals de energietransitie, verstedelijking en mobiliteit niet los van elkaar worden bekeken, maar in samenhang met de kwaliteit van de leefomgeving. In het traject “Regie op de Ruimte” werkt de provincie toe naar een vernieuwde visie in 2026. Hierin worden keuzes gemaakt over:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Waar ruimte is voor welke functies, waaronder duurzame energie. • Welke ruimtelijke kwaliteiten behouden of versterkt moeten worden.

	<ul style="list-style-type: none"> Hoe ruimtelijke afwegingen bijdragen aan transitie, zoals klimaat en energie
Gemeentelijk beleid	
Omgevingsvisie Haarlem 2045	<p>Haarlem definieert ruimtelijke kwaliteit als een samenhang tussen erfgoed, stedenbouw, landschap, openbare ruimte en architectuur. Dit betekent dat bij elke ruimtelijke ingreep — ook bij de aanleg van warmtenetten of het verduurzamen van gebouwen — wordt gekeken naar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inpassing in het bestaande stedelijke en landschappelijke karakter. Behoud en versterking van cultuurhistorische waarden. Toegankelijkheid, leefbaarheid en esthetiek van de openbare ruimte. <p>De stad wil dat de energietransitie niet alleen technisch efficiënt is, maar ook visueel en sociaal goed ingepast wordt in de stad.</p>
Haarlemse transitievisie warmte	<p>De ruimtelijke impact van warmtenetten, isolatieprogramma's en duurzame energieopwekking wordt meegewogen in de bredere ruimtelijke planning. Er wordt per wijk gekeken welke warmtevoorziening het beste past, met aandacht voor de bestaande structuur en bewonersparticipatie. De gemeente stimuleert collectieve oplossingen zoals warmtenetten in dichtbebouwde gebieden (bijv. Schalkwijk), en individuele oplossingen zoals warmtepompen in minder dicht bebouwde wijken.</p>
Masterplan warmtenet Schalkwijk	<p>Open warmtenet is het uitgangspunt. Haarlem kiest bewust voor een open warmtenet, waarbij meerdere warmtebronnen en leveranciers kunnen worden aangesloten. Dit biedt flexibiliteit in ruimtelijke inpassing en voorkomt monopolievorming. Het netwerk moet visueel en functioneel goed worden ingepast in de bestaande infrastructuur.</p>
Nota Ruimtelijke Kwaliteit 2012	<p>De Nota Ruimtelijke Kwaliteit Haarlem (2012) is een beleidsdocument dat de kaders schetst voor het behoud en de versterking van ruimtelijke kwaliteit in Haarlem. De volgende richtlijnen voor ruimtelijke kwaliteit gelden:</p> <ol style="list-style-type: none"> Samenhang met bestaande structuur: Energie-infrastructuur moet worden ingepast in samenhang met de bestaande stedenbouwkundige en landschappelijke structuur. Respect voor erfgoed en identiteit: Bij ingrepen in historische wijken of gebieden met cultuurhistorische waarde moet extra aandacht worden besteed aan de visuele en fysieke impact van bijvoorbeeld leidingen, warmteoverdrachtstations of gevelaanpassingen. Afstemming op schaalniveau: De nota werkt met schaalniveaus: stad, wijk, straat, pand. Warmtenetten moeten op elk niveau worden beoordeeld op hun ruimtelijke impact, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> Stad: ligging van hoofdleidingen en warmtebronnen. Wijk: clustering van aansluitingen. Straat: herinrichting bij aanleg. Pand: technische installaties en gevelaanpassingen.

	<p>4. Procesmatige borging via adviescommissie</p> <p>De Adviescommissie Omgevingskwaliteit (AOK) speelt een rol in het toetsen van plannen, ook energieprojecten, op hun ruimtelijke impact. Dit zorgt voor integrale afweging en borging van kwaliteit.</p>
Handboek Inrichting Openbare Ruimte Haarlem (2024)	<p>Het Handboek Inrichting Openbare Ruimte Haarlem (2024) is bedoeld als richtlijn voor ontwerp, aanleg en beheer van de openbare ruimte in Haarlem. Het handboek benadrukt dat de ondergrond strategisch moet worden beheerd, met aandacht voor de samenloop van kabels, leidingen, riolering en boomwortels. Bovengrondse elementen van warmtenetten (zoals warmteoverdrachtstations) moeten worden ingepast met oog voor het straatbeeld, erfgoed en belevingswaarde. Energie-infrastructuur mag vergroening en waterbeheer niet belemmeren. Het handboek stimuleert een multifunctionele inrichting van de ruimte, waarbij bijvoorbeeld warmteleidingen gecombineerd worden met wadi's of groenstroken.</p>

8.8.2 Zichtbaarheid en beleving

Huidige situatie

Haarlem verbindt mensen. Hier staan bewoners voor elkaar klaar, geniet je van een breed aanbod aan winkels, horeca en musea, en vind je rust in het groen binnen en rondom de stad. Een groot deel van Haarlem – inclusief de dorpskern van Spaarndam – is aangewezen als beschermd stads- en dorpsgezicht. Dit waardevolle erfgoed draagt bij aan de unieke kwaliteit van de stad. Door de eeuwen heen is Haarlem zorgvuldig ontwikkeld, met oog voor gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde. Denk aan de eerste uitbreidingen buiten de singels, de knusse volksbuurten, het ruime aanbod van karaktervolle jaren '30 woningen en de huidige vernieuwingen in Schalkwijk.

Historische elementen zoals verdedigingswerken, waterstructuren en oude invalswegen zijn nog altijd zichtbaar als lange lijnen in het stadsbeeld. Denk aan de bolwerken en het stellinglandschap: tastbare herinneringen aan het verleden die Haarlem haar karakter geven. Met een prachtig historisch centrum vol cafés, restaurants, winkels, musea en podia, omringd door aantrekkelijke landschappen én in de nabijheid van Amsterdam – waar grootstedelijke voorzieningen binnen handbereik zijn – is Haarlem uitgegroeid tot een van de meest geliefde woonsteden van Nederland (Omgevingsvisie Haarlem, 2022).

Autonome ontwikkelingen

De komende jaren komen meerdere opgaven op de gemeente af die de beleving van de stad veranderen. De grootste opgaven waar de gemeente voor staat zijn het versterken van de gemeente als aantrekkelijke woon – en werkstad, het versterken van sociaal weefsel, klimaatbestendigheid, een gezonde stad voor mens en dier, energietransitie en duurzaamheid (Omgevingsvisie Haarlem, 2022).

De zes strategische keuzes die zijn gemaakt in de Omgevingsvisie voor de ontwikkelrichting van de stad zijn mengen en verdichten, buurtgericht ontwikkelen, vergroenen en vernatten, bevorderen van

de gezonde leefomgeving, ruimte voor de energietransitie en de mobiliteitstransitie. Deze strategische keuzes zijn leidend bij alles wat we doen en bevorderen het integraal denken en slim omgaan met de beperkte ruimte.

De impact van de warmtetransitie op de ruimtelijke kwaliteit wordt in het gemeentelijke beleid aangeduid als een belangrijk aandachtspunt. Ingrepen dienen in samenhang overwogen te worden en oplossingen dienen te passen binnen de kwaliteiten van de betreffende wijken. Inpassing, behoud en versterking van kwaliteiten en leefbaarheid zijn daarbij belangrijke aandachtspunten.

Generieke effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving

De aanleg van nieuwe warmtenetten en aanpassingen aan bestaande infrastructuur kunnen leiden tot tijdelijke of permanente verstoring van de kwaliteit van de openbare ruimte. Denk hierbij aan tijdelijke verstoring door graafwerkzaamheden, plaatsing van leidingen en installatie van warmtewisselaars. Tijdens de overgangperiode kunnen tijdelijke voorzieningen, zoals noodleidingen en opslaglocaties voor materialen, het straatbeeld verstoren.

Daarnaast veroorzaken werkzaamheden vaak verkeershinder en omleidingen. Tijdelijke verkeersmaatregelen, wat bijdraagt aan een rommelige uitstraling van de omgeving. Ook kunnen de werkzaamheden wortelsystemen van bijvoorbeeld bomen aantasten. Dit kan leiden tot het verlies van groenstructuren, wat de beleving en de ecologische waarde van de ruimte aantast. De aard en omvang van deze verstoringen verschillen per alternatief.

Hoe intensiever de werkzaamheden, hoe groter de tijdelijke verrommeling van de buitenruimte. Ook in de gebruiksfase kunnen elementen zoals technische installaties het straatbeeld verstoren, vooral wanneer deze niet passen binnen de oorspronkelijke inrichting van het gebied. Zulke toevoegingen worden vaak als storend ervaren. Bovendien kunnen onderhoudswerkzaamheden leiden tot extra hinder door werkverkeer en afzettingen. Bij de generieke beoordeling van de alternatieven zal naar zowel de aanleg als de gebruiksfase gekeken worden en wordt gekeken naar de impact op stads/wijkniveau, straatniveau en gebouwniveau.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg Bij een grootschalig middentemperatuur warmtenet zal de warmtetransitie in de aanlegfase zowel aan de randen van de stad als in de stad zelf zichtbaar zijn. Aan de randen van de stad worden warmtebronnen benut en in de wijken zullen warmteoverdrachtstations worden geplaatst om warmte te verspreiden. In de aanlegfase vinden in de gehele stad werkzaamheden plaats die kunnen leiden tot tijdelijke verrommeling van de buitenruimte.

Hele straten zullen mogelijk opengebroken en afgesloten worden om warmtenetten aan te leggen. Daarnaast is er werkverkeer aanwezig en zijn er tijdelijke bouwplaatsen nodig voor de opslag van materialen. In de gehele stad is het mogelijk overlast te ervaren van werkzaamheden. Dit alles zorgt voor mindere beleving van de openbare

ruimte en heeft daarmee tijdelijk een negatief effect op zichtbaarheid en beleving van de wijk.

Op gebouwniveau zullen installaties veelal inpandig geplaatst worden om de warmte in de bebouwing te distribueren. Daarmee is de impact op gebouwniveau minimaal. In de aanlegfase heeft alternatief 1 een negatief effect op de zichtbaarheid en beleving voor het bovengronds ruimtegebruik.

Gebruik In de gebruiksfase tast alternatief 1 de zichtbaarheid en beleving van de stad aan ten opzichte van de referentiesituatie op een (beperkt) aantal specifieke plekken. Op lokaal niveau kan die impact groot zijn, maar op het niveau van de stad wordt de impact als beperkt gezien (ook in vergelijking met andere alternatieven).

De beoordeling wordt gekoppeld aan de impact op de zichtbaarheid aan de randen van de stad, in het groen bijvoorbeeld. Daar is de impact relatief groot, omdat er een groot volume moet worden ingepast om warmtebronnen zoals geothermie, datathermie en HLT te benutten. Het alternatief krijgt daarom een negatieve beoordeling.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg Bij een decentraal middentemperatuur warmtenet zijn er kleinschaligere ingrepen op wijkniveau nodig, verspreid over de stad. Ook zijn meerdere installaties nodig in de wijken zoals de warmteoverdrachtstations en warmteonderstations. Hele straten zullen opengebroken en afgesloten worden om warmtenetten aan te leggen. Daarnaast is er werkverkeer aanwezig en zijn er tijdelijke bouwplaatsen nodig voor de opslag van materialen. Deze ingrepen zullen daarentegen niet allemaal op hetzelfde moment plaatsvinden.

Dit alles zorgt voor verstoring van de openbare ruimte en heeft daarmee tijdelijk een negatief effect op zichtbaarheid en beleving van de wijk. Op gebouwniveau zullen installaties veelal inpandig geplaatst worden om de warmte in de bebouwing te distribueren. Daarmee is de impact op gebouwniveau minimaal.

Gebruik Een decentraal middentemperatuur warmtenet vraagt om meerdere installaties op wijkniveau, gemiddeld één warmtestation per wijk en zo'n 200 warmteoverdrachtsstations. De impact is aan de randen van de stad kleiner dan in alternatief 1. Meer dan in alternatief 1, kan alternatief 2 leiden tot verrommeling van de buitenruimte in de wijken. Er moeten immers meer (in verhouding kleinere) volumes worden ingepast. In de gebruiksfase kent alternatief 2 een negatief effect op de zichtbaarheid en beleving.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg Een zeer laagtemperatuur warmtenet is vooral zichtbaar op wijk – en buurtniveau. Er worden relatief kleine warmtenetten en WKO's aangelegd en ook is verzwaring van het elektriciteitsnet nodig, omdat in dit alternatief warmtepompen nodig kunnen zijn.

Op straatniveau zullen in dit alternatief leidingen voor het warmte- en het elektriciteitsnetwerk aangelegd worden in de straten. Dit leidingwerk is relatief kleinschalig. Dit betekent dat er wel wegafsluitingen zullen zijn met verkeersomleidingen maar dat niet alle wegen helemaal afgesloten worden.

Op gebouwniveau zullen installaties veelal inpandig geplaatst worden om de warmte in de bebouwing te distribueren. Daarmee is de impact minimaal. Omdat werkzaamheden relatief kleinschalig zijn heeft alternatief 3 in de aanlegfase een licht negatief effect op zowel de zichtbaarheid en beleving.

Gebruik In de gebruiksfase kent alternatief 3 een zeer negatief effect op de zichtbaarheid en beleving. Dit heeft te maken met de warmtepompen en buitenunits die op gebouwniveau moeten worden geplaatst. Er worden installaties en warmtenetten op wijk – en buurtniveau gerealiseerd, maar het aantal en de grootte van de installaties is beperkt in vergelijking met alternatief 2. Doordat het voor gebruikers mogelijk noodzakelijk is om inpandig een boiler of warmtepomp te plaatsen kan er wel een inpandig negatief effect optreden.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg In dit alternatief is relatief grootschalige uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig. De impact hiervan is vooral merkbaar aan de randen van de stad en op wijkniveau aangezien hier transformatorstations worden geplaatst en warmtepompen een plek krijgen.

Op meerdere momenten vinden meerdere werkzaamheden plaats aan zowel de randen van de stad als op wijkniveau. In de aanlegfase heeft alternatief 4 daarom een negatief effect op de zichtbaarheid en beleving.

Gebruik In de gebruiksfase kent alternatief 4 een zeer negatief effect op de zichtbaarheid en beleving op wijk-, straat en gebouwniveau. Dit komt door de aanwezigheid van warmtepompen (en buitenunits) in en rondom gebouwen in de wijk. Overigens zijn er maatregelen om de warmtepompen en buitenunits op zo'n manier in te passen dat ze niet/minder zichtbaar zijn. Ook zijn meerdere transformatorstations in de wijken nodig en zijn aan de randen van de stad, waar veel groen is gelegen, midden – en hoogspanningsstations nodig.

Doordat het voor gebruikers mogelijk noodzakelijk is om inpandig een boiler of warmtepomp te plaatsen kan er ook inpandig een negatief effect zijn.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg Er worden in dit alternatief op meerdere plekken in de stad – op wijkniveau – GBES gerealiseerd. Ook zijn nieuwe transformatorstations op wijkniveau nodig en is uitbreiding van het elektriciteitsnetwerk nodig. Dit is vooral merkbaar aan de randen van de stad.

Bij de aanleg van alternatief 5 wordt bij elke woning een bodemlus geboord. Dit vereist het gebruik van een grote boormachine, die per vrachtwagen wordt aangevoerd. Deze werkzaamheden zorgen voor tijdelijke afzettingen en hebben een tijdelijke impact op de openbare ruimte. De aanleg van de bodemlus heeft vooral impact op de ondergrond bij de woningen.

Op meerdere momenten vinden meerdere werkzaamheden plaats aan zowel de randen van de stad als op wijkniveau. In de aanlegfase heeft alternatief 5 daarom een negatief effect op de zichtbaarheid en beleving van de openbare ruimte.

Gebruik In de gebruiksfase kent alternatief 5 een licht negatief effect op de zichtbaarheid en beleving op wijk-, straat en gebouwniveau. Licht negatief, omdat uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig is. Omdat bij bodemwarmtepompen geen buitenunits worden geplaatst, krijgt dit alternatief geen zeer negatieve beoordeling, zoals bij alternatief 4.

Conclusie generieke effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling Tabel 8-36.

Tabel 8-36: Generieke effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanlegfase	-	-	0/-	-	-
Gebruiksfase	-	-	--	--	0/-

Effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving per wijktype

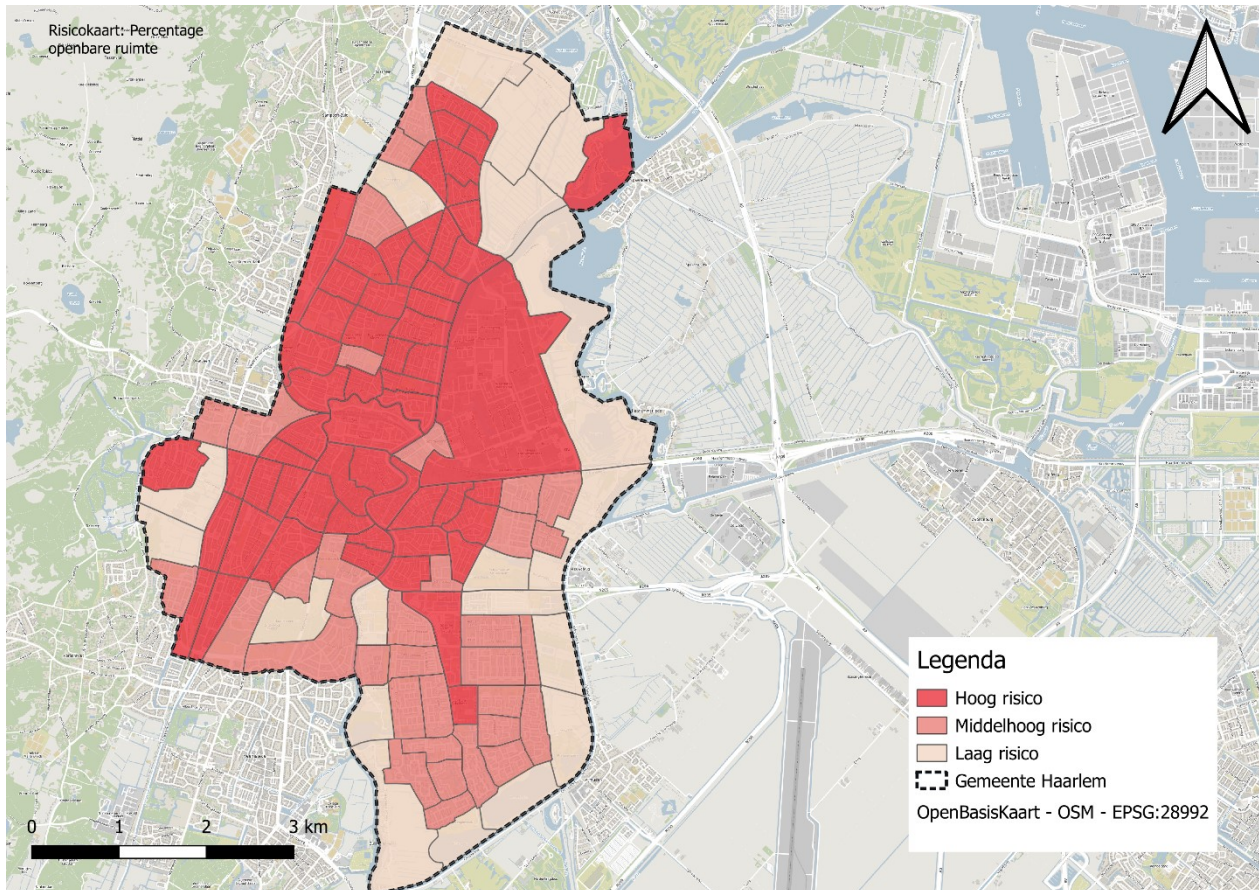
In Figuur 8-39 is het gemiddelde percentage openbare ruimte per wijktype te zien. Voor deze beoordeling wordt ervan uitgegaan dat verrommeling van het straatbeeld – zowel in de aanleg als gebruiksfase – doorgaans als minder ingrijpend wordt ervaren als er in een gebied al veel openbare ruimte beschikbaar is.

Er is dan meer ruimte beschikbaar om installaties zorgvuldig en minder opvallend te positioneren. In wijken met weinig openbare ruimte is die flexibiliteit beperkt. Installaties moeten dichter op bestaande bebouwing worden geplaatst, wat leidt tot een grotere zichtbaarheid en een sterkere verstoring van het straatbeeld.

Hierdoor wordt in gebieden met relatief weinig openbare ruimte de impact op de ruimtelijke kwaliteit als negatiever ervaren. In Figuur 8-39 is te zien dat het gemiddelde percentage openbare ruimte in de wijktypen bedrijven, historische binnenstad, hoogbouw, tuindorp, volkswijk en vooroorlogse woonwijk relatief beperkt is.

Deze wijktypen krijgen daarom voor alle alternatieven een negatieve beoordeling wat betreft zichtbaarheid en beleving. Specifiek voor warmtepompen is de ruimte rondom een woning ook een

belangrijk criterium voor de impact op zichtbaarheid en beleving. In vervolgonderzoek kan dit nader worden beschouwd.



Figuur 8-39: Risicoindeling percentage openbare ruimte per wijktype

Conclusie effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling voor zichtbaarheid per wijktype.

Tabel 8-37: Effectbeoordeling zichtbaarheid en beleving per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg	--	--	-	--	--
	Gebruik	--	--	--	--	-
Volkswijk	Aanleg	--	--	-	--	--
	Gebruik	--	--	--	--	-
Tuindorp	Aanleg	--	--	-	--	--

Projectgerelateerd

	Gebruik	--	--	--	--	-
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg	--	--	-	--	--
	Gebruik	--	--	--	--	-
Naoorlogse woonwijk	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Tuinstad laagbouw	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Tuinstad hoogbouw	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Hoogbouw	Aanleg	--	--	-	--	--
	Gebruik	--	--	--	--	-
Bloemkoolwijk	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Vinex-wijk	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Villawijk	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Vernieuwd	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Bedrijven	Aanleg	--	--	-	--	--
	Gebruik	--	--	--	--	-
Groen	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-
Divers	Aanleg	-	-	0/-	-	-
	Gebruik	-	-	--	--	0/-

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Bedrijventerrein Waarderpolder heeft relatief weinig openbare ruimte, waardoor de impact van de alternatieven op zichtbaarheid en beleving negatief uitpakt. In de praktijk kan het overigens zo zijn dat het effect positiever bijgesteld kan worden, omdat het bedrijventerrein ‘slechts’ wordt gebruikt voor bedrijvigheid en niet voor dagelijkse bewoning en recreatie.

Het gemiddelde percentage openbare ruimte op buurniveau wijkt in enkele gevallen af van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 is te zien welke buurten afwijken van het gemiddelde per wijktype. Verder zijn er geen lokale omstandigheden waardoor de beoordeling voor specifieke buurten anders uitvalt dan de bovenstaande beoordeling voor de wijktypen.

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen dienen bijbehorende installaties zorgvuldig te worden ingepast in de omgeving. Geothermiebronnen, HLT en datathermie worden voornamelijk aan de randen van de stad geplaatst. In deze specifieke buurten is zichtbaarheid en beleving een aandachtspunt.

8.8.3 Bovengronds ruimtegebruik

Huidige situatie

De openbare ruimte in een stad kent een belangrijke recreatieve gebruiksfunctie. Naast een gebruiksfunctie kent deze openbare ruimte eveneens een belangrijke functie voor groen, ecologie, klimaatadaptatie in de vorm van waterberging, waterinfiltratie en hittestress. De kwaliteit van deze openbare ruimte staat onder druk doordat meer en meer functies aanspraak maken op de schaarse ruimte binnen deze openbare ruimte.

Autonome ontwikkelingen

Toename van de bevolking zorgt voor een hogere gebruiksdruk op de openbare ruimte in steden, zo ook in Haarlem. Als de openbare ruimte groot genoeg is en van voldoende kwaliteit is kan deze de gebruiksdruk dragen. De bevolking van Haarlem bedraagt op 1 januari bijna 169.000 inwoners. De prognose voor de bevolkingsgroei van Haarlem (voor 2040 is ronde de 190.000 inwoners (Gemeente Haarlem, z.d.). Door de grote onzekerheid richting de toekomst vanwege verschillende factoren, waaronder bevolkingsgroei en klimaatverandering, is het complex om aan te geven hoe de autonome ontwikkelingen zich precies zullen ontwikkelen. De toenemende vraag naar ruimte wordt als een gegeven beschouwd. Denk aan vraag naar ruimte voor woningen, voorzieningen, recreatie, groen, mobiliteit, etc.

Generieke effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik

Wat betreft bovengronds ruimtegebruik wordt geen onderscheid gemaakt tussen de aanleg – en gebruiksfase. In beide fasen zal de ‘druk’ op de bovengrondse ruimte nagenoeg hetzelfde zijn per alternatief. Per alternatief is de impact op het bovengrondse ruimtegebruik beschreven op het niveau van de stad/wijk, straat en het gebouw.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een grootschalig middentemperatuur warmtenet worden grotere warmtebronnen in en rond de stad aangesproken om op grote schaal (delen van) de stad van warmte te voorzien. Dit betekent dat er op een aantal plaatsen in de stad (met name in de stadsranden) grotere installaties geplaatst moeten worden. Het totale bovengrondse ruimtegebruik in dit alternatief komt uit op ongeveer 53.000 m².

In de wijken zal op een aantal locaties warmteoverdrachtstations gebouwd worden om de warmte te verspreiden. Zowel voor de aanleg – als gebruiksfase is bovengronds ruimte nodig aan de randen van de stad en op enkele locaties in de stad. De druk op de bovengrondse ruimte neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie. Dit speelt met name op een aantal specifieke plekken, en minder voor de stad als geheel.

Er is grootschalig leidingwerk nodig om de warmte te vervoeren. Deze leidingen zullen onder straten langslopen. In de aanleg – en gebruiksfase vraagt dit bovengrondse ruimte op straatniveau. De ‘druk’ op het bovengrondse ruimtegebruik neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie.

Op gebouwniveau zullen installaties veelal inpandig geplaatst worden om de warmte in de bebouwing te distribueren. Daarmee is bij de aanleg en de gebruiksfase de impact zeer minimaal en is de impact op de ondergrond ook zeer minimaal. Er zullen relatief grote installaties in wijken geplaatst worden en ook is er relatief veel leidingwerk nodig om warmte te transporteren. Zowel in de aanlegfase als de gebruiksfase scoort alternatief 1 negatief op bovengronds ruimtegebruik, omdat de druk op de beschikbare bovengrondse ruimte toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een decentraal middentemperatuur warmtenet worden decentrale warmtebronnen benut. Deze bevinden zich in de stad zelf; in de wijken. Ook zijn er in dit alternatief meerdere installaties nodig in de wijken, zoals warmteoverdrachtstations en warmteonderstations.

De effecten zijn in tegenstelling tot alternatief 1 voornamelijk in de wijken om ruimte vragen. Het totale bovengrondse ruimtegebruik in dit alternatief komt uit op ongeveer 60.000 m². De druk op het bovengronds ruimtegebruik zal in de aanleg en gebruiksfase op stad/wijkniveau toenemen ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom scoort dit alternatief negatief.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een zeer laagtemperatuur warmtenet worden kleine warmtenetten op buurniveau gerealiseerd. Zowel de warmtebronnen als het leidingwerk bevindt zich in de wijk. Ook zijn voor dit alternatief aanpassingen nodig in de elektriciteitsvoorziening, omdat vaak

nog warmtepompen nodig zijn op de temperatuur van de warmte uit de warmtebron omhoog te brengen. Er zullen hiervoor transformatorstations moeten worden bijgebouwd in de wijken.

De effecten zijn in tegenstelling tot alternatief 1 voornamelijk in de wijken om ruimte vragen. Het totale bovengrondse ruimtegebruik in dit alternatief komt uit op ongeveer 15.000 m². Dit is aanzienlijk minder dan in de alternatieven 1 en 2. Daarom scoort dit alternatief licht negatief.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg en Gebruik Warmtepompen gebruiken elektriciteit om warmte te produceren. In het geval dat de gehele gemeente overgaat op warmtepompen, dan is verzwaring van het elektriciteitsnet nodig. Er zullen transformatorstations in de wijken moeten worden geplaatst en midden – en hoogspanningsstations en leidingen aan de randen van de stad. In het geval van luchtwarmtepompen zijn er aanpassingen nodig in de elektriciteitsvoorziening. Ook is inpandig ruimte nodig voor dit alternatief.

Het totale bovengrondse ruimtegebruik in dit alternatief komt uit op ongeveer 81.000 m². Daarom scoort dit alternatief negatief.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg en Gebruik Bij een individuele bodemwarmtepomp is, net zoals in het vorige alternatief, verzwaring van het elektriciteitsnetwerk nodig. Er zullen midden – en hoogspanningsstations en leidingen aan de randen van de stad komen. De druk op het bovengrondse ruimtegebruik neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie.

Op straatniveau is ruimte nodig voor het realiseren van GBES. Als de hele gemeente overstapt op bodemwarmtepompen gaat het om naar inschatting 80.000 GBES die ieder een ruimtegebruik van één vierkante meter hebben. Na realisatie heeft GBES voornamelijk impact op de ondergrondse ruimte. Ook is inpandig ruimte nodig voor dit alternatief. Naast bovengrondse ruimtegebruik in dit alternatief komt uit op ongeveer 73.000 m². Daarom scoort dit alternatief negatief.

Conclusie generieke effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-38: Generieke effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik

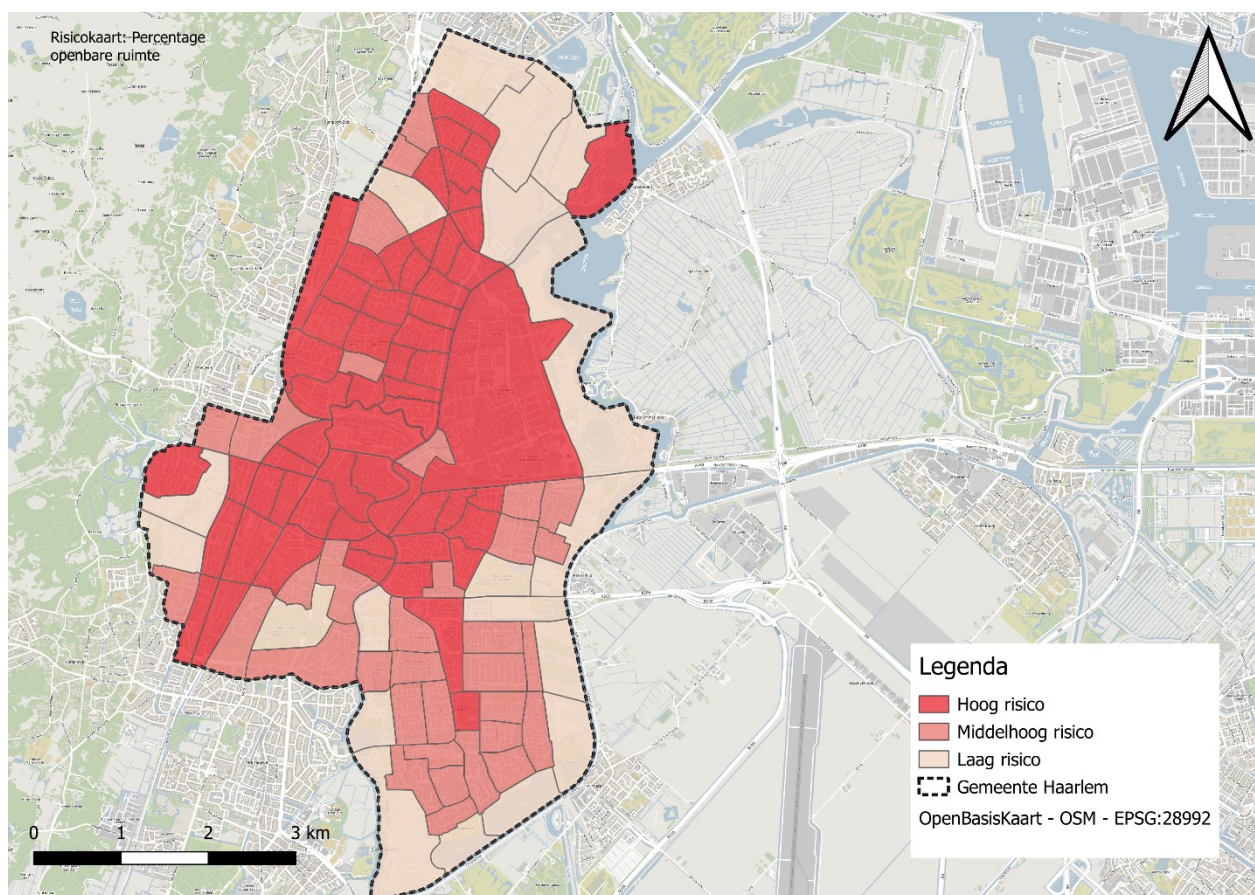
Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanleg - en gebruiksfase	-	-	0/-	-	-

Effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik per wijktype

In Figuur 8-40 is te zien dat het gemiddelde percentage openbare ruimte in de wijktypen bedrijven, historische binnenstad, hoogbouw, tuindorp, volkswijk en vooroorlogse woonwijk relatief beperkt is. Omdat in deze wijktypen de beschikbare ruimte om de warmtetransitie in te passen beperkt is, krijgen deze wijktypen daarom een negatieve beoordeling wat betreft het bovengronds ruimtegebruik.

Bovengrondse ruimte

Dat het gemiddelde percentage openbare ruimte in een bepaald wijktype beperkt is wil overigens niet zeggen dat de ruimte er daadwerkelijk niet is. Het kan bijvoorbeeld mogelijk zijn om de warmtevoorziening in bestaande, leegstaande panden te plaatsen. Ook kan het mogelijk zijn om publieke gronden en maatschappelijk vastgoed in te zetten (of strategisch te verwerven) voor de energietransitie. Het vereist maatwerk om te bepalen welke kansen er in de gemeente zijn. Specifiek voor warmtepompen is de ruimte rondom een woning ook een belangrijk criterium voor de impact op bovengronds ruimtegebruik. Zo hebben de meeste villawijken voldoende ruimte om het huis. In vervolgonderzoek kan dit nader worden beschouwd.



Figuur 8-40: Risicodeling percentage openbare ruimte per wijktype

Conclusie effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling voor bovengronds ruimtegebruik per wijktype.

Tabel 8-39: Effectbeoordeling bovengronds ruimtegebruik per wijktipe

Wijktipe	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Volkswijk	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Tuindorp	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Naoorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Tuinstad laagbouw	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Tuinstad hoogbouw	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Hoogbouw	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Bloemkoolwijk	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Vinex-wijk	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Villawijk	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Vernieuwd	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
Bedrijven	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
Groen	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-

Divers	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
---------------	-------------------	---	---	-----	---	---

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Het gemiddelde percentage openbare ruimte op buurniveau wijkt in enkele gevallen af van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 is te zien welke buurten afwijken van het gemiddelde per wijktype. Verder zijn er geen lokale omstandigheden waardoor de beoordeling voor specifieke buurten anders uitvalt dan de bovenstaande beoordeling voor de wijktypen.

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen dienen bijbehorende installaties zorgvuldig te worden ingepast in de bovengrondse ruimte. Geothermiebronnen worden voornamelijk aan de randen van de stad gerealiseerd. In deze specifieke buurten is bovengronds ruimtegebruik een aandachtspunt.

8.8.4 Ondergronds ruimtegebruik

Huidige situatie

De ondergrond van steden is een complexe en vaak vergeten ruimte, maar speelt een cruciale rol in het functioneren van de stedelijke omgeving. Onder onze voeten bevindt zich een dicht netwerk van kabels, leidingen, funderingen, rioleringen, watergangen, en soms zelfs ondergrondse infrastructuur zoals parkeergarages. Deze "drukke in de ondergrond" vormt een groeiende uitdaging voor stedelijke ontwikkeling. Voor dit planMER is geen precieze informatie beschikbaar over de huidige situatie met betrekking tot ondergronds ruimtegebruik.

Autonome ontwikkelingen

Meerdere stedelijke ontwikkelingen vragen om ruimte in de al drukke ondergrond. De gemeente Haarlem wil graag meer regie op de ondergrond, maar heeft daartoe nog geen beleid opgenomen. Dit beleid zal hoogstwaarschijnlijk in de komende jaren worden opgesteld.

Generieke effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

Ondergronds ruimtegebruik heeft voornamelijk betrekking op warmtenetten en elektriciteitsnetten die ondergronds worden geplaatst. Datzelfde geldt voor ondergrondse warmtebronnen en opslagsystemen.

De ondergrondse ruimtevraag van een warmtenet bestaat uit de benodigde ruimte voor de leidingen en voor expansielussen. Afhankelijk van het type warmtenet kan de afstand tussen de leidingen verschillen. Vaak wordt een breedte van 65 centimeter voor de warmteleidingen gehanteerd.

Bij het distributienet zijn om de 150 m à 200 meter expansielussen nodig om uitzetting van de leidingen op te vangen, deze 'lussen' zijn drie tot vijf m breed (CE Delft, 2019 Energiestrategie Haarlem). Naast de lussen zijn expansiekussens nodig die doorgaans 0,1 meter dik zijn.

De generieke beoordeling van ondergronds ruimtegebruik komt overeen met de generieke beoordeling van bovengronds ruimtegebruik. Daarom is geen toelichting per alternatief gegeven. Wat betreft ondergronds ruimtegebruik wordt geen onderscheid gemaakt tussen de aanleg – en gebruiksfase. In beide fasen zal de ‘druk’ op de ondergrondse ruimte nagenoeg hetzelfde zijn per alternatief. Per alternatief is de impact op het ondergrondse ruimtegebruik beschreven op het niveau van de stad/wijk, straat en het gebouw.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een grootschalig middentemperatuur warmtenet worden grotere warmtebronnen in en rond de stad aangesproken om op grote schaal (delen van) de stad van warmte te voorzien. Naar verwachting is het totale ondergrondse ruimtegebruik in alternatief 1 zo’n 20.000 m², exclusief de aan te leggen warmtenetten. Geothermie vraagt in dit alternatief veel ondergrondse ruimte.

Er is grootschalig leidingwerk nodig om de warmte te vervoeren. Deze leidingen zullen onder straten langslopen. In de aanleg – en gebruiksfase vraagt dit ondergrondse ruimte op straatniveau. De ‘druk’ op het ondergrondse ruimtegebruik in de gebruiksfase neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie.

Geothermie vraagt ruimte in de ondergrond en ook is leidingwerk nodig om warmte te transporteren, wat ondergrondse ruimte vraagt. Zowel in de aanlegfase als de gebruiksfase scoort alternatief 1 daarom negatief op ondergronds ruimtegebruik.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een decentraal middentemperatuur warmtenet worden decentrale warmtebronnen benut, maar geen ondergrondse warmtebronnen. Wel worden er door de gemeente heen meerdere OBES gerealiseerd. In totaal vraagt dit ongeveer 2000 m². Er is relatief grootschalig leidingwerk nodig om de warmte te vervoeren. Deze leidingen zullen onder straten langslopen.

In de aanleg – en gebruiksfase vraagt dit ondergrondse ruimte op wijk - en straatniveau. De ‘druk’ op het ondergrondse ruimtegebruik neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie en scoort daarom negatief.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Aanleg en Gebruik Bij een zeer laagtemperatuur warmtenet worden kleine warmtenetten op buurtniveau gerealiseerd. Zowel de warmtebronnen als het leidingwerk bevindt zich in de wijk. Er is leidingwerk nodig om de warmte te vervoeren. Ook zijn in dit alternatief meerdere OBES nodig. In totaal vraagt dit ongeveer 2000 m².

Dit leidingwerk is relatief kleinschalig. Deze leidingen zullen onder straten langslopen. In de aanleg – en gebruiksfase vraagt dit ondergrondse ruimte op straatniveau. De druk op het ondergrondse ruimtegebruik neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie. Daarom scoort dit alternatief negatief.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Aanleg en Gebruik Voor alternatief 4 worden installaties en hoogspanningsleidingen voornamelijk bovengronds geplaatst. Wel worden er ondergrondse elektriciteitsnetten geplaatst, maar deze zijn relatief kleinschalig.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Aanleg en Gebruik Voor alternatief 5 worden installaties en elektriciteitsnetten voornamelijk bovengronds geplaatst. Wel worden er ondergrondse elektriciteitsnetten geplaatst, maar deze zijn relatief kleinschalig.

Op straatniveau is echter grootschalig ruimte nodig voor het realiseren van GBES. Als de hele gemeente overstapt op bodemwarmtepompen gaat het om naar inschatting 80.000 GBES die ieder een ruimtegebruik van één vierkante meter hebben. De druk op het ondergrondse ruimtegebruik neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie en meer dan in alternatief 1, 2 en 3.

In de aanlegfase en gebruiksfase heeft alternatief 5 daarom een zeer negatief effect op ondergronds ruimtegebruik.

Conclusie generieke effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-40: Generieke effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanleg en gebruiksfase	-	-	-	0/-	--

Effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik per wijktype

Eerder is door Aveco de Bondt (2024) een onderzoek uitgevoerd naar de beschikbare ondergrondse ruimte in de Gemeente Haarlem. Hierbij is aan de hand van straatbreedte bepaald in welke buurten aanleg van leidingwerk kansrijk is, rekening houdend met minimale breedten van warmtenetten. In Figuur 8-41 zijn de verschillende wijktypen binnen de gemeente Haarlem weergegeven.

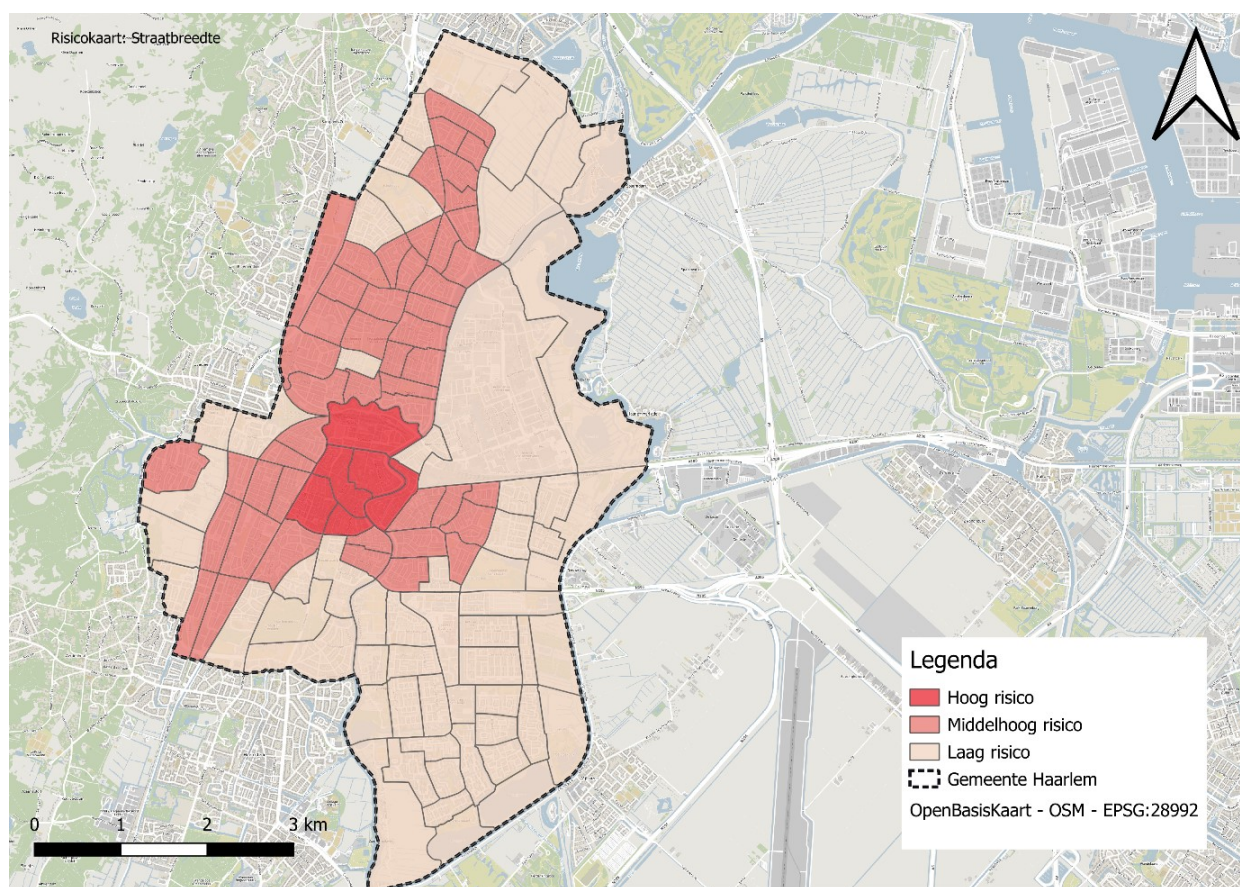
Aan de hand daarvan is bepaald of er sprake is van een verhoogd risico op onvoldoende ruimte, of dat er voldoende ruimte beschikbaar is om de minimale afstand van één meter te kunnen aanhouden. Dit is voornamelijk relevant voor de alternatieven 1, 2 en 3.

Wijktypen met smalle straten lopen een groter risico op knelpunten bij de aanleg van het warmtenet. Het gaat hierbij om het wijktype historische binnenstad. Dit wijktype wordt daarom negatiever beoordeeld ten opzichte van de generieke beoordeling. Wijktypen met middelbrede straten hebben een gemiddeld risico blijven gelijk aan de generieke beoordeling. Het gaat hierbij om tuindorp en volkswijk.

Wijktypen met brede straten vallen onder de categorie laag risico, waarbij onvoldoende ruimte om de minimale afstand te behalen niet wordt verwacht. Deze laatste categorie krijgt daarom een positievere beoordeling ten opzichte van de generieke beoordeling. Het gaat hierbij om alle overige wijken.

Ondergrondse ruimte

De gemiddelde straatbreedte per wijktype is voornamelijk relevant voor aan te leggen leidingwerk op straatniveau, zoals warmtenetten. Naast warmtenetten zullen ook GBES, WKO's en geothermie ondergronds moeten worden ingepast. Hiervoor is straatbreedte niet de enige graadmeter. Ook openbare ruimte is van belang. Hierover is meer te lezen in 8.8.3. Beperkt beschikbare openbare ruimte betekent overigens niet dat bepaalde onderdelen van alternatieven niet ondergronds kunnen worden ingepast. Openbare ruimte om gebouwen heen is ook een belangrijk gegeven. Zo hebben de meeste villawijken voldoende ruimte om het huis. In vervolgonderzoek kan dit nader worden beschouwd.



Figuur 8-41: Risicoindeling gemiddelde straatbreedte per wijktype

Conclusie effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik per wijktype

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling voor ondergronds ruimtegebruik per wijktype.

Tabel 8-41: Effectbeoordeling ondergronds ruimtegebruik per wijktype

Wijktype	Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Historische binnenstad	Aanleg en gebruik	--	--	--	0/-	--
Volkswijk	Aanleg en gebruik	-	-	-	0/-	--
Tuindorp	Aanleg en gebruik	-	-	-	0/-	--
Vooroorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Naoorlogse woonwijk	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Tuinstad laagbouw	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Tuinstad hoogbouw	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Hoogbouw	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Bloemkoolwijk	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Vinex-wijk	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Villawijk	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Vernieuwd	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--

Bedrijven	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Groen	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Divers	Aanleg en gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

De gemiddelde straatbreedte op buurniveau wijkt in enkele gevallen af van het gemiddelde per wijktype. In bijlage 4 is te zien welke buurten afwijken van het gemiddelde per wijktype. Verder zijn er geen lokale omstandigheden waardoor de beoordeling voor specifieke buurten anders uitvalt dan de bovenstaande beoordeling voor de wijktypen.

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen dienen bijbehorende installaties zorgvuldig te worden ingepast in de ondergrond.

8.9 Archeologie en cultuurhistorie

In deze paragraaf zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema archeologie en cultuurhistorie beschreven.

Tabel 8-42: Beoordelingskader Archeologie en cultuurhistorie

Thema	Aspect	Indicator
Archeologie	Kans op aantasten archeologische waarden	Archeologische verwachtingenkaart (aanlegfase)
Cultuurhistorie	Kans op aantasten cultuurhistorische waarden	Cultuurhistorische waardenkaart (gebruiksfase)
	Zichtbaar houden van historische structuren	Cultuurhistorische waardenkaart (gebruiksfase)

8.9.1 Beleidskader archeologie en cultuurhistorie

Tabel 8-43: Beleidskader archeologie en cultuurhistorie

Kader	Randvoorwaarden en uitgangspunten
Nationaal beleid	
Erfgoedwet (2016)	Bescherming van cultureel erfgoed in Nederland. Het Verdrag van Valletta is daarbij de basis voor de Nederlandse omgang met archeologie. Provincie Noord-Holland en de gemeente zijn verantwoordelijk voor beleid voor omgang met archeologie.
Besluit activiteiten leefomgeving (2017)	In het Besluit activiteiten leefomgeving stelt het Rijk algemene regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving. Waaronder beperkingen rondom monumenten in aantasting.
Omgevingswet erfgoed (2024)	Met ingang van 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking getreden. Gebieden van cultuurhistorische waarden kunnen op grond van de Omgevingswet worden aangewezen als beschermd stads of dorpsgezicht. Beschermd stads- en dorpsgezichten zijn gebieden die van algemeen belang zijn vanwege hun schoonheid, hun onderlinge samenhang of hun wetenschappelijke of cultuurhistorische waarde.
Statement of Outstanding Universal Values (OUV)	Beschrijft het erfgoed en de uitzonderlijke universele waarde daarvan. Dit wordt vastgelegd door UNESCO. Door de OUV worden werelderfgoederen beschermd en mogen niet worden aangetast.

Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)	In het Besluit bouwwerken leefomgeving staan regels over veiligheid, gezondheid, duurzaamheid en bruikbaarheid van bouwwerken. Daarnaast heeft het Bbl regels over de staat en het gebruik van een bouwwerk. En over het uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden. Hierin staan onder andere regels voor erfgoed.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	In het Besluit kwaliteit leefomgeving staan regels over omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring, waaronder regels voor erfgoed. Het Bkl geldt voor het Rijk en decentrale overheden.
Landelijk afwegingskader verduurzamen rijksmonumenten voor gemeenten	De wens om te verduurzamen is groot onder monumenteigenaren. De druk op gemeenten qua vergunningverlening is hierdoor enorm toegenomen. Om gemeenten te ondersteunen heeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) in goede afstemming met de Federatie Grote Monumentengemeenten (FGM) en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) een geïllustreerd afwegingskader opgesteld over de verduurzamingsingrepen bij (woonhuis)monumenten. Ook de stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) is gevraagd om mee te kijken.
Provinciaal beleid	
Beleidskader Erfgoed en cultuur	In 2021 is het cultuurbeleid opnieuw vastgesteld. Er zijn drie hoofddoelen opgesteld: 1) transformatie van het cultuurlandschap, 2) leegstand voorkomen, herbestemming en verduurzaming en 3) bereikbaarheid en toegankelijkheid van de culturele infrastructuur. Dit planMER heeft vooral betrekking op doel 1. Binnen dit doel wordt gesteld dat ruimtelijke en economische ontwikkelingen invloed hebben op het cultuurhistorisch landschap. Vanuit cultuurhistorische waarden moet daarom sturing gegeven worden aan ruimtelijke ontwikkelingen. Ook archeologie komt in dit beleidskader aan bod. Wat betreft archeologie wordt gewezen op de drie taken die de provincie heeft: 1) instandhouding van een provinciaal archeologische depot, 2) uitvoering van de beginselen van het Verdrag van Valetta (Malta) en 3) Uitvoering van de Erfgoedwet, waarin behoud van archeologische vindplaatsen centraal staat.
Gemeentelijk beleid	
Nota Ruimtelijke Kwaliteit (2012)	De nota besteedt aandacht aan cultuurhistorische waarden: <ul style="list-style-type: none"> • Plannen worden niet alleen op zichzelf beoordeeld, maar ook in relatie tot hun omgeving en de verwachte stedenbouwkundige of architectonische ontwikkelingen. • Er wordt gestreefd naar het behouden of versterken van het bijzondere karakter van buurten en het historische stadscentrum. • De Adviescommissie Ruimtelijke Kwaliteit (ARK) toetst plannen op hun impact op monumentale waarden en cultuurhistorische structuren
Erfgoednota Haarlem 2024-2034	Deze nota vormt het strategisch kader voor het erfgoedbeleid van Haarlem en richt zich op zowel bovengronds als ondergronds erfgoed. De nota bevat een

	Archeologische Beleidskaart en een Beleids- en waardenkaart Erfgoed en Ruimte, waarin cultuurhistorische hoofdstructuren worden meegenomen.
De erfgoedverordening Haarlem 2023	De erfgoedverordening regelt de aanwijzing en bescherming van gemeentelijke monumenten en archeologische vindplaatsen.
Archeologische verwachtings- en beleidskaart	Voor de gemeente is een archeologische verwachtings- en beleidskaart voor het gehele grondgebied van de gemeente is opgesteld. Het doel is inzicht te krijgen in de aanwezige archeologische waarden én in de kans dat archeologische resten in de ondergrond aanwezig zijn binnen de gemeentegrenzen van Haarlem, om zo te kunnen komen tot een goed onderbouwd gemeentelijk archeologiebeleid.
Haarlems Afwegingskader Verduurzaming Monumenten	Dit document biedt richtlijnen voor het verduurzamen van monumenten in Haarlem. Het is gebaseerd op het afwegingskader van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, met extra thema's toegevoegd zoals ventilatie en zonne-energie. Het kader is flexibel en maatwerk, waardoor aanpassingen mogelijk zijn afhankelijk van de situatie.

8.9.2 Archeologie

Huidige situatie

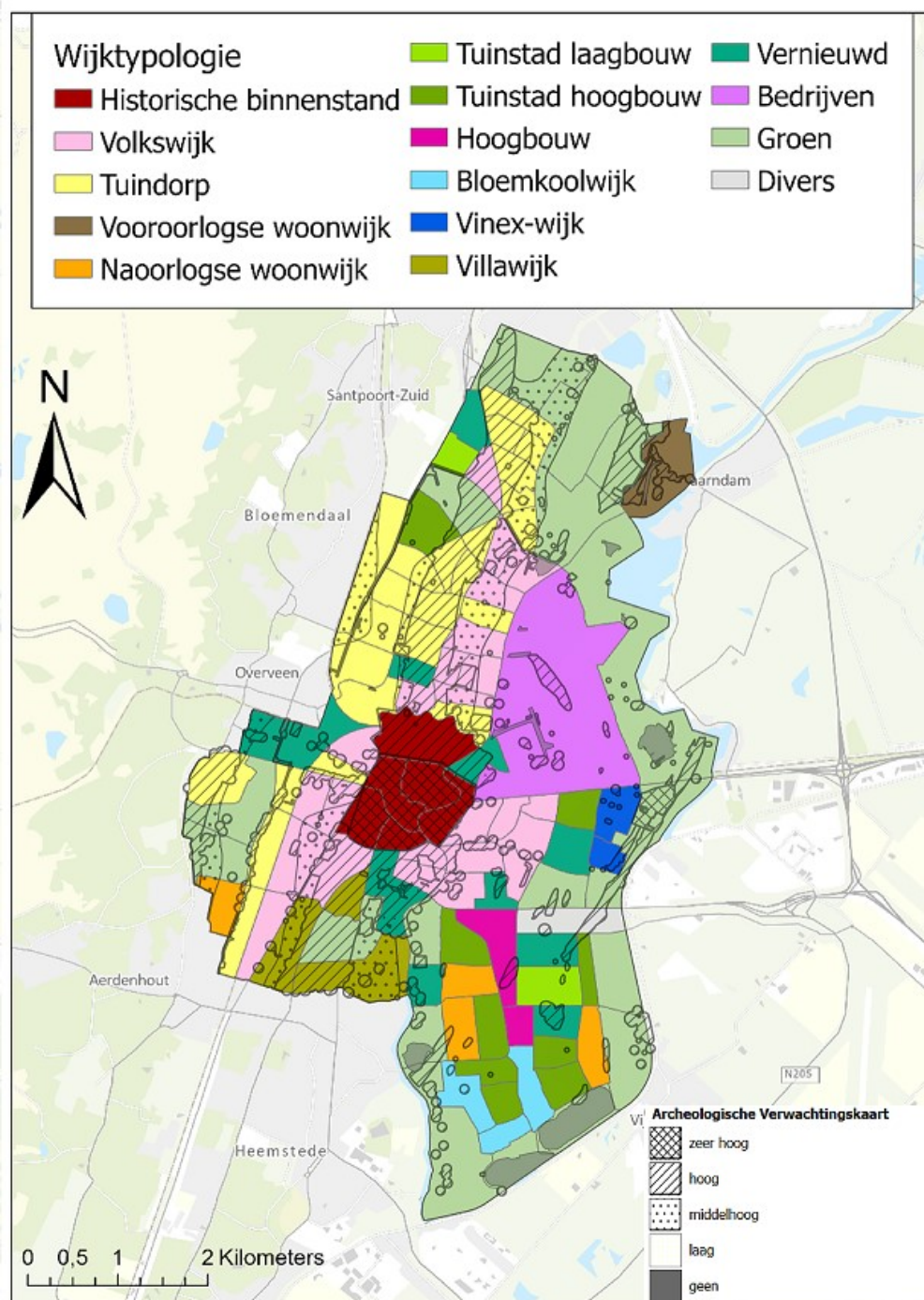
Archeologie is de wetenschap die het verleden van menselijke samenlevingen onderzoekt aan de hand van materiële sporen die in of op de bodem zijn achtergelaten. Archeologische waarden betreft sporen die de mens achter heeft gelaten in de bodem en het landschap. Archeologische en aardkundige waarden worden beschermd via omgevingsplannen, provinciale verordeningen en de Erfgoedwet.

De Wet op de archeologische monumentenzorg rust op drie fundamentele uitgangspunten. Allereerst is er het streven om archeologische resten zoveel mogelijk in situ, dus in de bodem zelf, te behouden. De bodem fungeert namelijk als de meest natuurlijke en effectieve bewaarplaats voor deze waardevolle sporen uit het verleden. Daarnaast benadrukt de wet het belang van tijdige aandacht voor archeologische waarden binnen de ruimtelijke ordening, zodat deze een volwaardige plek krijgen in de planvorming. Tot slot geldt het principe dat wanneer behoud in situ niet haalbaar is, de kosten voor archeologisch onderzoek en documentatie worden gedragen door degene die de bodem verstoort.

Archeologische waarden bevinden zich over het algemeen tussen de nul en tien meter diepte in de bodem. Figuur 8-42 laat zien in welke gebieden in Haarlem archeologische verwachtingen zijn; in deze gebieden is er een kans dat er archeologische vondsten worden gedaan. Deze kaart is over de kaart met de wijktype-indeling van Haarlem gelegd.

In meerdere delen in de gemeente is sprake van archeologische verwachtingen. Uit de kaart kan worden afgeleid dat er in de historische binnenstad van Haarlem zeer hoge archeologische

verwachtingen zijn. Ook zijn in Haarlem-Oost enkele gebieden met zeer hoge archeologische waarden, bijvoorbeeld nabij het Liewegje, waar zelfs een nóg hoger beschermingsregime van toepassing is. In dat gebied is het niet mogelijk activiteiten in de bodem te laten plaatsvinden zonder toestemming van het ministerie. In meerdere gebieden in Haarlem is sprake van middelhoge tot hoge archeologische verwachtingen. In het zuidelijke deel van Haarlem is over het algemeen sprake van lage archeologische verwachtingen.



Figuur 8-42: Archeologische verwachtingskaart (bron: gemeente Haarlem door J. Gosker)

Autonome ontwikkelingen

Door verwachte toekomstige ontwikkelingen zoals woningbouw en inbreiding zal de druk in de ondergrond toenemen. Ondanks de bescherming van archeologische waarden kan dit leiden tot versterking van archeologische waarden en daarmee zal de druk op archeologische waarden ook toenemen.

Generieke effectbeoordeling archeologie

Bij de aanleg van onderdelen voor de verschillende alternatieven (voornamelijk 1, 2, 3 en 5) bestaat het risico dat archeologische waarden en vondsten worden aangetast.

Bij werkzaamheden en boringen in de ondergrond bestaat de kans op verdroging. Dit kan leiden tot aantasting van organisch materiaal in de bodem, wat een risico vormt voor het archeologisch bodemarchief. Afgezien van een klein deel lozing tijdens aanleg en gebruik, zal het overgrote deel van het onttrokken water geretourneerd worden in hetzelfde watervoerende pakket. Genoemde effecten hebben meer te maken met (tijdelijke) grondwaterstanddaling en niet zozeer met grondwater (volume) balans.

Zoals eerder vermeld is voornamelijk een diepte van nul tot tien meter relevant vanuit het perspectief van archeologie. De bodem dieper dan dat is niet relevant voor de archeologische verwachting/impact op de archeologische waarden. Binnen dit thema wordt in het planMER gekeken naar de invloed van de aanlegfase van de verschillende alternatieven op archeologische waarden.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Bij een grootschalig warmtenet worden voornamelijk warmtebronnen, zoals geothermie, aangesproken die zich aan de randen van de stad bevinden. In de wijken worden warmtenetten aangelegd en worden warmtestations gerealiseerd.

Aan de randen van de gemeente liggen de archeologische waarden over het algemeen wat lager. Desondanks blijft er een risico op versterking of vernietiging van het archeologisch bodemarchief. De mate van risico hangt af van het aantal benodigde boringen en de specifieke locatie ervan. In gebieden met een lage archeologische verwachting is de kans op schade kleiner.

Daarnaast geldt voor het grootschalig middentemperatuur warmtenet dat ook grootschalig geïnvesteerd wordt in een ondergronds warmteleidingnetwerk. Dit vereist open ontgravingen, boringen en grondverzet en dit kan leiden tot verlies van archeologische resten op hun oorspronkelijke plek, het verloren gaan van de context van vondsten en onherstelbare schade aan historische lagen (vooral in oude binnensteden en cultuurlandschappen).

Alternatief 1 vereist veel leidingwerk, veelal onder de straten. Verder zullen er voornamelijk aan de randen van de stad werkzaamheden in de ondergrond plaatsvinden. Vanwege deze reden krijgt alternatief 1 een licht negatieve beoordeling.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Bij alternatief 2 maakt het warmtesysteem gebruik van OBES, waarvoor boringen tot maximaal 190 meter diep worden uitgevoerd. De boringen worden bij voorkeur uitgevoerd in de wijk waar de warmte wordt afgenomen. In tegenstelling tot geothermie, die op enkele centrale locaties wordt toegepast, kunnen OBES-bronnen verspreid over de stad worden geplaatst.

Hoewel OBES-bronnen minder diep zijn en een kleinere diameter en ondergrondse ruimte-inname hebben dan geothermiebronnen (zoals bij alternatief 1), is het aantal benodigde bronnen aanzienlijk groter. Dit beperkt de flexibiliteit in locatiekeuze, waardoor soms ook in gebieden met hogere archeologische waarde naar geschikte boorlocaties moet worden gezocht. Gezien het grote aantal benodigde OBES-systemen, neemt dit risico toe.

Daarnaast geldt voor het grootschalig middentemperatuur warmtenet dat ook grootschalig geïnvesteerd wordt in een ondergronds warmteleidingnetwerk. Dit vereist open ontgravingen, boringen en grondverzet en kan leiden tot verlies van archeologische resten op hun oorspronkelijke plek, het verloren gaan van de context van vondsten en onherstelbare schade aan historische lagen (vooral in oude binnensteden en cultuurlandschappen). Op basis van deze risico's en effecten wordt alternatief 2 in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

Het ZLT warmtenet is vergelijkbaar met alternatief 2. Het grootste verschil is dat er, naast warmtenetten, ook elektriciteitskabels in de ondergrondse netwerklaag worden aangebracht. Dit heeft te maken met de nodige verzwaring van het elektriciteitsnet.

Hoewel de graafwerkzaamheden voor elektriciteitskabels doorgaans minder diepgaand zijn dan voor warmteleidingen en sleufloze technieken toegepast kunnen worden, blijft er sprake van bodemverstoring.

Omdat in dit alternatief zowel voor de leidingen voor het warmtenetwerk als voor de elektriciteitskabels de bodem verstoord moet worden, wordt dit alternatief in de aanlegfase als negatief beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

Alternatief 4 betreft een volledig bovengronds warmtesysteem op basis van individuele luchtwarmtepompen. Bij de installatie wordt de bodem niet geroerd, wat het risico op aantasting van het archeologisch bodemarchief aanzienlijk beperkt. Wel is voor dit alternatief een verzwaring van het elektriciteitsnet nodig.

De graafwerkzaamheden voor elektriciteitskabels zijn doorgaans minder diepgaand dan voor warmteleidingen en er kunnen sleufloze technieken toegepast worden. Daarom wordt uitgegaan van een lichte bodemverstoring. Alternatief 4 wordt in de aanlegfase als licht negatief beoordeeld.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Ook bij alternatief 5 is een verzwaring van het elektriciteitsnet noodzakelijk. Het risico op aantasting van het archeologisch bodemarchief door deze werkzaamheden is vergelijkbaar met alternatief 4 en wordt als licht negatief ingeschat.

De belangrijkste impact in deze fase komt echter van de aanleg van gesloten GBES, waarbij per woning een bodemlus wordt geboord om warmte te onttrekken. Deze boringen kunnen tot wel 300 – 500 meter diep zijn, afhankelijk van eventuele boorbependingen. Als beperkingen gelden, zijn meerdere boringen per woning nodig om aan de warmtevraag te voldoen.

In vergelijking met andere alternatieven vereist alternatief 5 een aanzienlijk groter aantal boringen. Hoewel de diameter van een GBES-boring kleiner is dan die van een OBES, is het totale aantal boringen een belangrijkere risicofactor voor het archeologisch bodemarchief.

Bovendien is het toezicht op GBES-boringen doorgaans beperkter dan bij OBES, wat het risico op schade vergroot. Zeker in dichtbebouwde gebieden, waar per hectare veel boringen nodig zijn, neemt dit risico verder toe. Op basis van deze factoren wordt alternatief 5 in de aanlegfase als zeer negatief beoordeeld.

Conclusie generieke effectbeoordeling archeologie

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-44: Generieke effectbeoordeling archeologie

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanleg en gebruik	0/-	-	-	0/-	--

Effectbeoordeling archeologie per wijktype

Omdat menselijke activiteiten in het verleden sterk afhankelijk waren van het toenmalige landschap, is archeologische waarde vaak locatie-gebonden en lastig direct te koppelen aan moderne wijktypen.

Een uitzondering hierop vormt het wijktype historische binnenstad. Deze term verwijst naar wijken die grotendeels vóór 1910 zijn gebouwd en een centrale rol speelden in de stedelijke ontwikkeling. In dergelijke gebieden is het, op basis van het bouwjaar, aannemelijk dat er historische resten in de bodem aanwezig zijn. Ook in andere wijktypen kunnen archeologische vondsten worden gedaan.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Het thema archeologie vereist altijd een locatie-specifieke beoordeling. Archeologische vondsten kunnen in vele delen van de gemeente worden gedaan.

8.9.3 Cultuurhistorie

Huidige situatie

Cultuurhistorie en cultuurhistorisch erfgoed verwijzen naar kenmerkende elementen in de leefomgeving die van betekenis zijn voor de identiteit, geschiedenis en ontwikkeling van een gemeenschap. Dit omvat onder andere monumentale gebouwen, archeologische monumenten, historische tuinen en parken en beschermde stads- en dorpsgezichten. Deze elementen dragen bij aan het karakter van een gebied en vormen een belangrijk uitgangspunt bij ruimtelijke ontwikkelingen.

De geschiedenis van Haarlem is in de huidige situatie nog goed herkenbaar. De Cultuurhistorische Hoofdstructuur geeft de historische gelaagdheid van Haarlem weer en laat daarnaast zien wat dit betekent voor hedendaags Haarlem. De Cultuurhistorische hoofdstructuur benoemt samenhangende gebieden, gebied overstijgende lange lijnen en markante plekken en gebouwen en laat daarmee belangrijke cultuurhistorische waarden binnen de gemeente Haarlem zien [Gemeente Haarlem, 2019a]. Deze worden gevormd door:

- **Beschermde stadsgezicht:** Haarlem is volgens de Erfgoedwet een beschermd stadgezicht, waardoor de binnenstad, Spaarndam en de meest kenmerkende eerste uitbreidingen van Haarlem wettelijke bescherming hebben.
- **Stedelijke oriëntatiepunten:** dit betreffen historische en markante gebouwen van cultuurhistorisch belang. Belangrijke stedelijke oriëntatiepunten zijn de Grote of St. Bavokerk, de Bakenesserkerk, de koepelgevangenis, model de Adriaan en paviljoen Welgelegen. Op deze markante gebouwen worden zichtlijnen en –assen beschermd.
- **Lange lijnen:** dit belangrijke historische lange lijnen waarlangs de stad op natuurlijke wijze is gegroeid. Voorbeelden daarvan zijn het Spaarne, de Amsterdamsevaart, de Waarderweg, de Wagenweg, Dreef en Leidsevaart en recentere lange lijnen als de Prins Bernhardlaan en Amerikaweg.

Beschermde stads- en dorpsgezichten

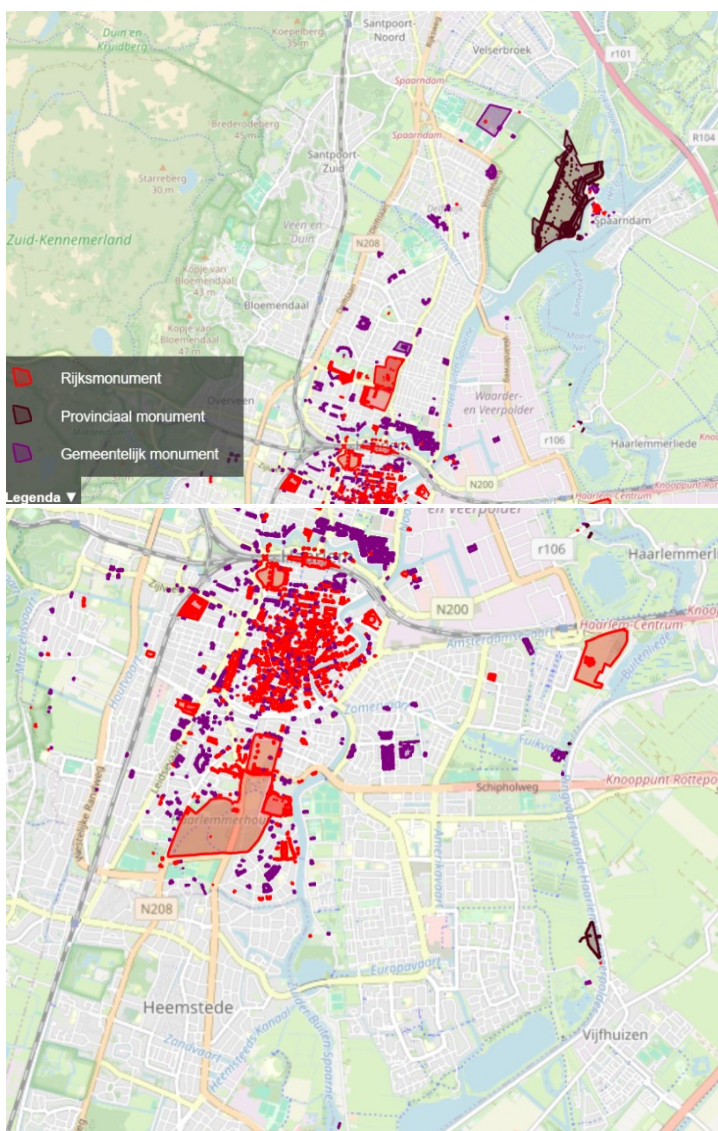
In Haarlem zijn vijf gebieden aangewezen als beschermd stads- of dorpsgezicht:

- Spaarndam
- Haarlem-Noord
- Haarlem (historische binnenstad)
- Haarlem Zuidwest
- Haarlem Zuid

Alle beschermde stads- en dorpsgezichten zijn weergegeven in Figuur 1. Binnen de beschermde stads- en dorpsgezichten in Haarlem gelden in het omgevingsplan aangescherpte regels die afwijken van de standaard bouw- en verbouwvoorschriften. Deze regels zijn bedoeld om de cultuurhistorische waarde van deze gebieden te behouden.

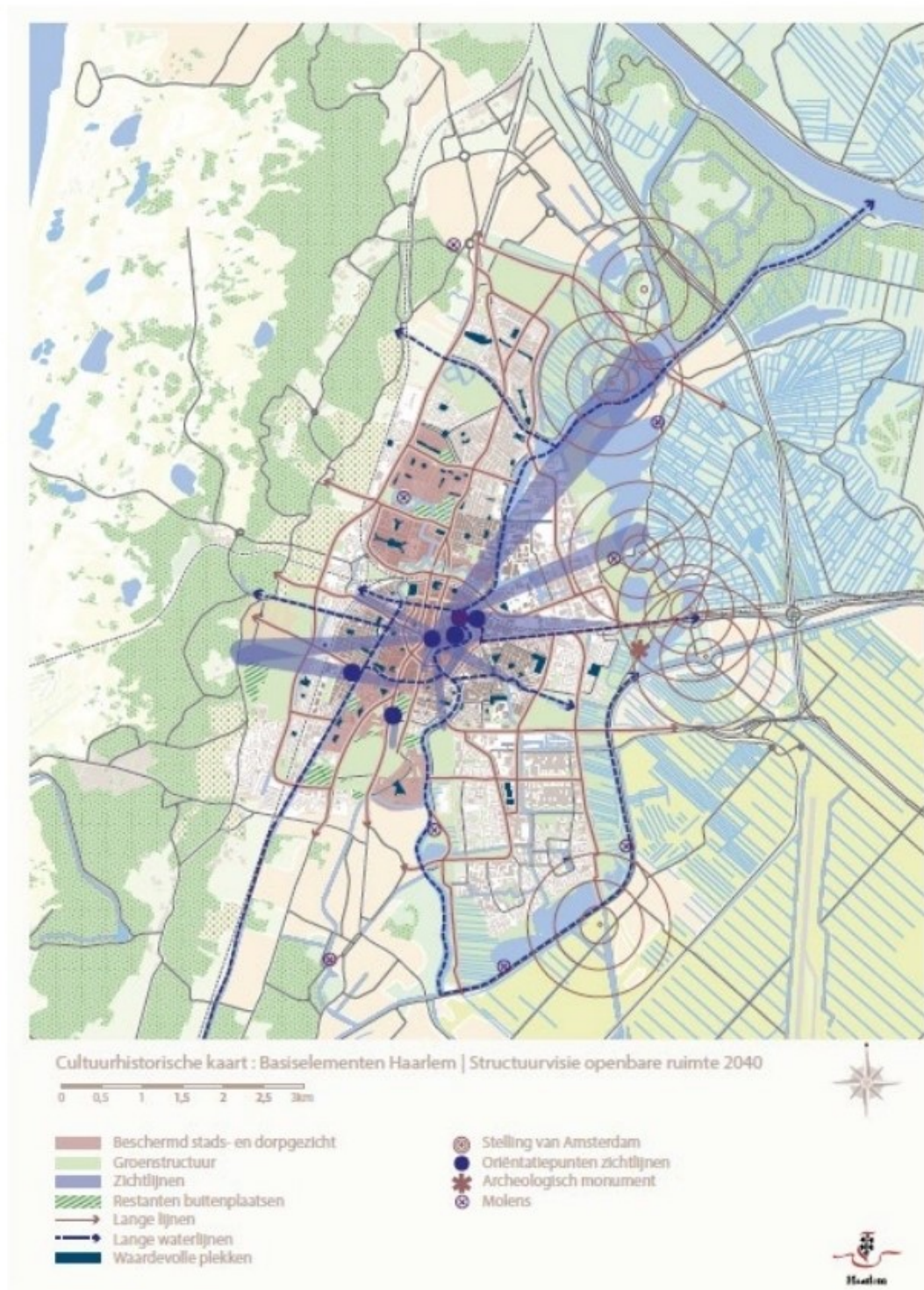
Cultuurhistorische waarden

Hoge cultuurhistorische waarden zijn over het algemeen in het Noordoosten van de gemeente te vinden. Ook zijn er nog enkele monumentale clusters buiten het beschermde gezicht. De stad telt meer dan duizend rijksmonumenten, verspreid over verschillende wijken, waarvan de meeste zich bevinden in het historische centrum. Daarnaast zijn er meer dan honderd provinciale monumenten en meer dan 2000 gemeentelijke monumenten. De cultuurhistorische elementen zijn in Figuur 8-43 weergegeven.

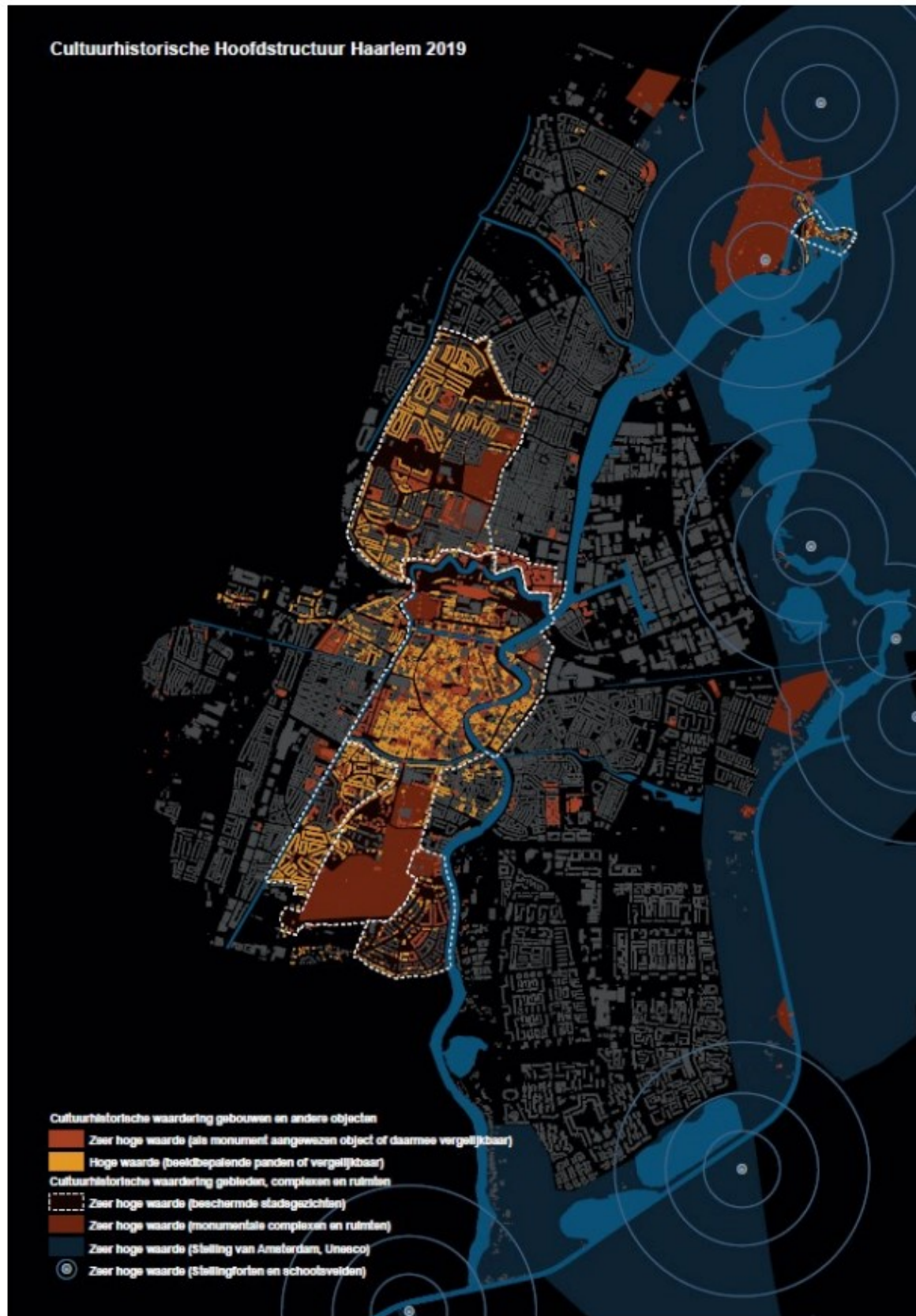


Figuur 8-43: Cultuurhistorische elementen

Alle objecten binnen het beschermde gezicht hebben een beschermde status. Daarnaast bevinden zich in de gemeente, naast monumenten, ook beeldbepalende panden buiten het beschermde stadsgezicht. In Figuur 8-44 is de cultuurhistorische waardenkaart van Haarlem weergegeven. In Figuur 8-45 is de cultuurhistorische hoofdstructuur weergegeven waarop de waarden zijn geduid.



Figuur 8-44: Cultuurhistorische waardenkaart Haarlem



Figuur 8-45: Cultuurhistorische hoofdstructuur

Stellingen en forten

Een ander gebied met uitzonderlijke cultuurhistorische waarden voor gemeente Haarlem is de Stelling van Amsterdam, die voor een deel door Haarlem loopt. De westfront van deze stelling ligt aan de oostkant van Haarlem. De waterlinie is gebouwd om de vijand die Amsterdam probeerde te bereiken tegen te houden door een linie van forten, een systeem van kades en de mogelijkheden om gebieden onder water te zetten.

Tussen 1885 en 1907 zijn langs de Ringvaart en de Liede zes forten aangelegd, die werden verbonden door een liniedijk. Deze zijn later – tussen 1917 en 1919 – versterkt door de aanleg van de Voorstelling bij Spaarndam die bestond uit drie linies van granaatvrije onderkomens. In 1996 is de Stelling van Amsterdam aangewezen als Unesco Werelderfgoed (Bron: Dit is Haarlem, 2019).

Omdat de Stelling is aangewezen als Unesco Werelderfgoed, is Haarlem verplicht om de zogeheten Uitzonderlijke Universele Waarde (UOV) van het gebied te beschermen. Dit betekent dat er geen ruimtelijke ontwikkelingen mogen plaatsvinden die deze waarde aantasten. Haarlem heeft een zogeheten *Parapluplan Behoud Omgevingskwaliteiten* opgesteld. Hierin zijn aanvullende regels opgenomen voor gebieden met bijzondere cultuurhistorische waarde, waaronder delen van de Stelling van Amsterdam. Dit plan stelt eisen aan:

- Bouwhoogtes en zichtlijnen (openheid van het landschap moet behouden blijven),
- Gebruik van materialen en kleuren,
- Beperking van geluid en lichtvervuiling

Ook zijn de gebieden binnen de Stelling vaak aangewezen als dubbelbestemming, zoals Waarde – Cultuurhistorie, Waarde – Bouwhistorie en Waarde – Archeologie. Voor werkzaamheden in deze gebieden is vaak een aanlegvergunning over omgevingsvergunning nodig.

Autonome ontwikkeling

Cultuurhistorische waarden dienen in principe in situ behouden te blijven. Door toenemende bevolkingsgroei en ruimtevrage is het de verwachting dat cultuurhistorische waarden (waaronder beschermde rijks- en gemeentemonumenten) onder druk komen te staan. Ook bodemingrepen kunnen leiden tot aantasting van cultuurhistorische waarden in de bodem. Beschermde monumenten op verscheidene locaties in de gemeente Haarlem bepalen de karakteristieken van een leefomgeving. Het duidelijk zichtbaar houden van historische structuren wordt bij de toenemende ruimtedruk steeds moeilijker. Overigens blijft de gemeente zich inzetten de historische structuren te behouden.

Generieke effectbeoordeling archeologische waarden

Binnen dit thema worden in de planMER de milieueffecten van de alternatieven onderzocht. De cultuurhistorische waarde van erfgoed is voor een groot deel afhankelijk van het uiterlijk. Visuele aantasting van monumentale panden aan de binnen- en buitenkant of hun directe omgeving – bijvoorbeeld door het plaatsen van technische installaties – wordt als ingrijpend beschouwd. Ook

het toevoegen van nieuwe elementen in beschermde stadsgezichten moet voldoen aan de regels zoals vastgelegd in het Besluit kwaliteit leefomgeving.

Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van een warmteoverdrachtstation in een historisch gebied. Als mitigerende maatregel kan worden gekozen voor architectonische inpassing in de stijl van de omgeving of, waar mogelijk, ondergrondse plaatsing. Ook kleinere componenten, zoals buitenunits van luchtwarmtepompen, kunnen het aanzicht van monumentale panden verstoren. De mate van visuele impact verschilt per alternatief en is afhankelijk van de locatie en het type infrastructuur (boven- of ondergronds). Niet elk onderdeel van een monument heeft dezelfde waarde: ingrepen aan de achterzijde van gebouwen (tuinen en buitenruimtes) of op een plat dak hebben doorgaans minder impact dan aan de voorgevel. Bij monumentale panden zijn ook de achterzijden beschermd.

Alternatief 1 – Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Voor het grootschalige warmtenet (alternatief 1) moeten grotere, zichtbare elementen zoals een aantal warmteoverdrachtstations worden toegevoegd in de stad en aan de wijk. Hoewel deze deels kunnen worden aangepast aan de bouwstijl of ondergronds kunnen worden geplaatst, blijft het noodzakelijk om nieuwe visuele elementen te introduceren.

Deze zullen veelal in de stadsranden geplaatst worden, waar cultuurhistorische waarden minder aanwezig zijn en meer ruimte is om de aanwezige waarden te vermijden. Alternatief 1 wordt daarom als licht negatief beoordeeld. Tijdens de aanlegfase van de leidingen voor het warmtenet kan door tijdelijke bouwplaatsen, opslag van materiaal en graafmachines het straatbeeld en de beleving van erfgoed tijdelijk verstoord worden.

Alternatief 2 – Decentrale middentemperatuur warmtenet

Net als bij het grootschalige warmtenet worden bij een decentraal middentemperatuur warmtenet nieuwe elementen geïntroduceerd die visuele cultuurhistorische waarden kunnen aantasten. De ingrepen die worden gedaan zullen voornamelijk op wijkniveau plaatsvinden. Daardoor is de impact op de gehele stad relatief groot en is de kans dat er cultuurhistorische waarden aangetast worden ook groot. Alternatief 2 wordt daarom als negatief beoordeeld.

Tijdens de aanlegfase van de leidingen voor het warmtenet kan door tijdelijke bouwplaatsen, opslag van materiaal en graafmachines het straatbeeld en de beleving van erfgoed tijdelijk verstoord worden.

Alternatief 3 – Zeer laagtemperatuur warmtenet

De beoordeling komt overeen met alternatief 2. Daarnaast vereist alternatief 3 dat woningen minimaal energielabel B behalen. Dit kan leiden tot aanpassingen aan monumentale panden, met risico op schade aan waardevolle interieuronderdelen. Ook zijn warmtepompen op gebouwniveau nodig (zie ook alternatief 4 en 5). Daarom wordt alternatief 3 als zeer negatief beoordeeld.

Alternatief 4 – Individuele luchtwarmtepompen

De visuele kwaliteit van cultuurhistorische gebouwen is een belangrijk onderdeel van hun erfgoedwaarde. Het toevoegen van zichtbare elementen, zoals buitenunits van

luchtwarmtepompen, kan deze waarde aantasten. Bij alternatief 4 is voor elke woning een buitenunit nodig, die via leidingen en kabels met de binnenunit wordt verbonden. Deze leidingen en units zijn vaak zichtbaar aan de buitenzijde van het gebouw, al dan niet weggewerkt in kabelgoten.

In gebouwen met meerdere woningen kan dit tot een opeenstapeling van buitenunits en bekabeling aan de gevel leiden, wat een aanzienlijke visuele impact kan hebben. Daarnaast zijn binnen aanpassingen nodig om het isolatieniveau op label B te brengen. Iets wat bij monumentale gebouwen vaak niet haalbaar is. Aanpassingen aan deze gebouwen kunnen leiden tot schade aan waardevolle interieuronderdelen van monumentale panden. Vaak kan de visuele impact zo groot zijn dat de ingreep niet vergund wordt. Om deze redenen wordt alternatief 4 als zeer negatief beoordeeld.

Richtlijnen voor warmtepompen

De gemeente Haarlem heeft richtlijnen vastgesteld voor de plaatsing van warmtepompen en buitenunits. Deze richtlijnen staan in het Haarlems Afwegingskader Verduurzaming Monumenten. Door juiste plaatsing zijn de negatieve effecten op cultuurhistorie te beperken.

Alternatief 5 – Individuele bodemwarmtepomp

Dit alternatief zal meer werkzaamheden en elementen behoeven dan in de netverzwaring meegenomen zal worden. Daardoor zullen er ook meer elementen aan de openbare ruimte toegevoegd moeten worden. Het grootste deel van het systeem zal ondergronds zijn en daarmee geen directe visuele impact hebben op monumentale panden.

Binnenshuis zijn wel aanpassingen nodig om het isolatieniveau op label B te brengen. Denk hierbij aan het verbeteren van isolatie of het installeren van een geschikt warmteafgiftesysteem. Bij monumentale gebouwen zijn deze aanpassingen, net zoals in alternatief 4, vaak niet haalbaar.

Tijdens de aanlegfase van de kabels voor het elektriciteitsnet kan door tijdelijke bouwplaatsen, opslag van materiaal en graafmachines het straatbeeld en de beleving van erfgoed tijdelijk verstoord worden.

Conclusie generieke effectbeoordeling cultuurhistorie

De bovenstaande beschrijving van effecten resulteert in de volgende effectbeoordeling.

Tabel 8-45: Generieke effectbeoordeling cultuurhistorie

Fase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Aanleg en gebruik	0/-	-	--	--	--

Effectbeoordeling cultuurhistorie per wijktype

Omdat cultuurhistorie vaak sterk locatie-gebonden is, laat deze zich niet eenvoudig vertalen naar wijktypen. Een uitzondering hierop vormt de historische binnenstad, zoals gedefinieerd in hoofdstuk 4 over de wijktypen. Deze term verwijst niet specifiek naar de binnenstad van Haarlem, maar naar wijken die grotendeels vóór 1910 zijn gebouwd en een centrale, historische functie hebben binnen een stad.

Bij alternatief 4, waarbij elke woning wordt voorzien van een warmtepomp, is het nodig om per woning een buitenunit te plaatsen. De historische binnenstad kent een hoge woningdichtheid, vaak in de vorm van meerlaagse gebouwen met meerdere appartementen. Dit betekent dat er meerdere buitenunits aan één gevel kunnen worden geplaatst, wat een aanzienlijke visuele impact heeft op het straatbeeld en de erfgoedwaarde van de gebouwen.

Locatie specifieke aandachtspunten en warmtebronnen

Hoewel cultuurhistorische elementen in alle wijktypen kunnen voorkomen, vereist het beoordelen van hun waarde altijd een locatie-specifieke benadering.

Er zijn in de gemeente een aantal warmtebronnen waarvoor al een zoekgebied is gedefinieerd. Het gaat om geothermie, datathermie, thermische energie uit lucht en aquathermie. Met betrekking tot de zoekgebieden voor deze warmtebronnen zijn de aandachtspunten voor het thema cultuurhistorie in Tabel 8-46 van toepassing op deze potentiële warmtebronnen

Tabel 8-46: Aandachtspunten cultuurhistorie en warmtebronnen

Warmtebron (locatie)	Type	Aandachtspunt vanuit cultuurhistorie
Afvalwaterzuiveringsinstallatie Schalkwijk	Geothermie	Geen aandachtspunten
Bedrijventerrein Waarderpolder	Geothermie	Gedeeltelijk gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)
Polanenpark	Geothermie	Volledig gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)
Spaarnepark	Geothermie	Geen aandachtspunten
Delftplein	Geothermie	Geen aandachtspunten
Datacenter Polanenpark	Datathermie	Volledig gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)
Datacenter Iron Mountain	Datathermie	Volledig gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)

Meerwijkplas	Aquathermie	Volledig gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)
Molenplas	Aquathermie	Gedeeltelijk gelegen in contour Stellingforten en schootsvelden (zeer hoge waarde)
Ringvaart Vijfhuizerdijk	Aquathermie	Geen aandachtspunten
Zuider en Noorder Buiten Spaarne	Aquathermie	Gedeeltelijk gelegen in beschermd stadsgezicht
Leidsche Vaart	Aquathermie	Gedeeltelijk gelegen in beschermd stadsgezicht

8.10 Omgevingsveiligheid

Afbakening mogelijke omgevingsveiligheidsrisico's

In dit hoofdstuk zijn de milieueffecten met betrekking tot het thema omgevingsveiligheid beschreven. De definitie van Omgevingsveiligheid luidt: het voorkomen, beperken en bestrijden van effecten die (kunnen) leiden tot significante nadelige gevolgen voor een veilige fysieke leefomgeving en daarmee tot een ramp of crisis [NIPV, 2024]. Deze definitie sluit aan bij de intentie van artikel 5.2 van het Besluit kwaliteit leefomgeving. Omgevingsveiligheid omvat daarmee zowel risico's die voortkomen uit activiteiten met gevaarlijke stoffen (externe veiligheid; risico's naar de omgeving), als risico's die samenhangen met natuurlijke incidenten, zoals overstromingen en natuurbranden (risico's vanuit de omgeving).

Voor het warmteprogramma is alleen geothermie in relatie tot omgevingsveiligheid. Er zijn geen andere activiteiten in het warmteprogramma die tot omgevingsveiligheidsrisico's kunnen leiden of activiteiten die in het bijzonder kwetsbaar zijn voor risico's vanuit de omgeving. Bovendien, omdat er voor geothermie ook nog geen concrete locaties zijn bepaald, kunnen de risico's die daarmee samenhangen ook niet in detail bepaald worden. Dit hoofdstuk beschrijft daarom enkel aandachtspunten betreffende geothermie in relatie tot omgevingsveiligheid. Het heeft daarom ook een afwijkende structuur.

Beleidskader en regelgeving omgevingsveiligheid

Sinds 1 januari 2024 staan regels voor het beschermen van de fysieke leefomgeving in de Omgevingswet. De Omgevingswet regelt alle aspecten van de fysieke leefomgeving, inclusief het milieuthema omgevingsveiligheid. Op de Omgevingswet zijn vier algemene maatregelen van bestuur (AmvB's) en één ministeriële regeling gebaseerd, waarvan er hieronder twee worden genoemd:

Tabel 8-49: Overzicht wet- en regelgeving omgevingsveiligheid

Wetgeving	Beschrijving
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)	In het Bal staan algemene regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving, waaronder milieubelastende activiteiten. Er staan maatregelen in om de externe veiligheidsrisico's van een activiteit te beperken. Ook staan hier een aantal vaste afstanden in voor bepaalde activiteiten waarbij gevaarlijke stoffen spelen. Deze activiteiten worden verder aangeduid met de term: <i>risicovolle activiteiten</i> .
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	In het Bkl staan regels over omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring. Op het gebied van omgevingsveiligheid noemt hoofdstuk 5 de instructieregels bij het opstellen van een omgevingsplan.

Plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden

Het doel van het landelijk omgevingsveiligheidsbeleid is om mensen te beschermen. Voor gebouwen geldt dat op basis van de mate van kwetsbaarheid van personen een hogere mate van bescherming gewenst is tegen omgevingsveiligheidsrisico's. In bijlage VI van het Bkl zijn categorieën gebouwen en locaties gedefinieerd: (zeer/beperkt) kwetsbare gebouwen en (beperkt) kwetsbare locaties.

Vanuit het Bkl zijn er twee toetsingscriteria voor omgevingsveiligheid. Het plaatsgebonden risico (PR)¹⁰ en de aandachtsgebieden. Het PR en de aandachtsgebieden gelden voor de risicovolle activiteiten genoemd in bijlage VII van het Bkl. In bijlage VII van het Bkl zijn de risicovolle activiteiten gecategoriseerd en zijn het PR en de aandachtsgebieden vermeld.

Geothermie onder de Omgevingswet

Het aanleggen van geothermie is in artikel 4.1116 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) aangewezen als milieubelastende activiteit onder de volgende benaming:

“het aanleggen, aanpassen, testen, onderhouden, repareren en buiten gebruik stellen van een boorgat met een verplaatsbaar mijnbouwmerk”

Conform bijlage VII E.11, Bkl zijn voor deze activiteit geen aandachtsgebieden vastgesteld. Wel heeft geothermie tijdens het **aanleggen of aanpassen** van het boorgat een plaatsgebonden risico. Voor deze activiteit gelden geen vaste afstanden. Dit betekent dat de plaatsgebonden risico contour moet worden berekend indien er een boring plaatsvindt.

Beschouwing risico's van geothermie

Geothermische energie wordt gewonnen door warm water uit diepgelegen watervoerende lagen naar de oppervlakte te brengen. De relevante omgevingsveiligheidsrisico's doen zich voor tijdens de aanlegfase, in het bijzonder bij het uitvoeren van boringen.

Blow-out

Bij de eerste boringen kan de ondergrond onverwacht gassen bevatten, zoals methaan. Dit gas kan in sommige gevallen gecontroleerd als bijproduct worden gewonnen. Er bestaat echter ook het risico dat een boring onverwacht een omvangrijke gasbel raakt. In zo'n situatie kan een blow-out ontstaan. Een blow-out is een ongecontroleerde uitstroom van water en gas naar het oppervlak. Dit wordt veroorzaakt doordat de boorvloeistof onvoldoende tegendruk biedt. De kans op een blow-out is aanwezig wanneer er onverwacht ondergronds formatiewater of gassen, die onder hoge druk staan, worden aangetroffen. Dit risico neemt toe naarmate de diepte van de boring groter is.

Hoewel de effecten van een blow-out bij geothermie doorgaans minder ernstig zijn dan bij olie- en gaswinning, kunnen ook hier aanzienlijke gevolgen optreden. Ongecontroleerde lekkage van diepgelegen grondwater kan milieuschade veroorzaken. Daarnaast bestaat er risico op brand en explosie, met directe veiligheidsrisico's voor werknemers. Als er onverwacht olie of gas onder hoge druk wordt aangeboord, kan dit leiden tot ongewenste en onbeheersbare lekkage van deze stoffen naar het oppervlak [NIPV, 2024b].

¹⁰ Het plaatsgebonden risico (PR) is het risico (uitgedrukt in kans per jaar) dat één persoon die zich onafgebroken en onbeschermd op die plaats bevindt, direct overlijdt als rechtstreeks gevolg van een calamiteit met een gevaarlijke stof of windturbine. Er gelden grens- en standaardwaarden van ten hoogste 1 op de 1.000.000 (één miljoen) per jaar, ofwel PR10⁻⁶ per jaar in relatie tot type gebouwen en locaties.

Voor de aanleg van geothermie moet de gemeente rekening houden met het plaatsgebonden risico (PR). Om deze contour te bepalen is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) nodig. Binnen deze contour mogen zich geen (zeer) kwetsbare gebouwen en/of kwetsbare locaties bevinden. Voor beperkt kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare locaties geldt dat deze in beginsel niet zijn toegestaan, tenzij het bevoegd gezag hiervoor gemotiveerde gewichtige redenen aanvoert. Gebaseerd op expert-judgement is het advies om bij de locatiekeuze van geothermie een minimale afstand van 100 meter aan te houden tot (beperkt/zeer) kwetsbare gebouwen en (beperkt) kwetsbare locaties.

9 Slotbeschouwing

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken. Daarnaast worden er aanbevelingen gedaan voor het vervolgtraject, inclusief het signaleren van kennisleemten, suggesties voor toekomstig onderzoek en waar relevant, een eerste aanzet tot evaluatie en monitoring.

9.1 Conclusies effectbeoordelingen

In hoofdstuk 8 zijn de milieueffecten van de verschillende alternatieven in kaart gebracht en, waar mogelijk, op buurtniveau verfijnd op basis van onderscheidende kenmerken. Daarnaast zijn de buurt overschrijdende effecten beschreven die specifiek gelden voor Haarlem.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste effecten per alternatief samengevat, evenals de mogelijke maatregelen om deze te mitigeren en aanbevelingen voor het vervolg van de warmtetransitie. Dit vormt de slotbeschouwing van de uitgevoerde onderzoeken, waarbij de meest significante effecten per alternatief worden belicht.

Op basis van de uitkomsten kan worden gesteld dat alle alternatieven overwegend (licht) negatieve effectbeoordelingen op de verschillende milieuthema's krijgen ten opzichte van de referentiesituatie. De meest negatieve effectbeoordelingen gelden voor de milieuthema's ruimtelijke kwaliteit, archeologie en cultuurhistorie. Daarbij geldt dat de meest negatieve effectbeoordelingen op deze thema's van toepassing zijn bij de alternatieven 3 (zeer laagtemperatuur warmtenet, 4 (luchtwarmtepomp) en 5 (bodemwarmtepomp). Daarnaast scoort alternatief 4 (luchtwarmtepomp) ook negatief vanwege de mogelijke geluidhinder in de gebruiksfase en scoort alternatief 5 (bodemwarmtepomp) negatief op het thema grondwater in de aanlegfase.

Richting uitvoering van de warmtetransitie zijn er mitigerende maatregelen mogelijk om de negatieve effecten van deze alternatieven zoveel mogelijk te beperken. In paragraaf 9.2 zijn de mitigerende maatregelen toegelicht.

9.1.1 Generieke effectbeoordelingen

In onderstaande figuur zijn alle generieke effectbeoordelingen per milieuthema en aspect weergegeven. In paragrafen 9.1.1 en 9.1.2 worden de negatieve (- tot -/-) en positieve effecten toegelicht, inclusief – waar mogelijk – mitigerende maatregelen en aanbevelingen. Licht negatieve tot neutrale scores zijn niet verder toegelicht.

Tabel 9-1: Samenvattende generieke effectbeoordeling per thema, per alternatief

Thema	Aspect	Aanleg-/Gebruiksfase	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	- -	0

Projectgerelateerd

	Trillingen	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0	0	0/-	0
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	-	0/-	0/-	0	0
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Lucht-kwaliteit	Gebruik	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Natuur en bio-diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	0/-	0/-	-	-	-
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
	Beschermd gebieden	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0	0	0	0
	Stikstofdepositie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaal-gebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimte-gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimte-gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg en gebruik	0/-	-	-	0/-	--
	Cultuur-historie	Aanleg en gebruik	0/-	-	--	--	--

Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg en Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
----------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet

Bij uitvoering van alternatief 1 worden negatieve effecten verwacht voor de thema's oppervlaktewater en ruimtelijke kwaliteit. Voor oppervlaktewater zijn de effecten negatief omdat de grootschalige inzet van TEO-installaties lokaal kan leiden tot verstoring van waterkwaliteit en ecologie, bijvoorbeeld door temperatuurverandering of inzuiging van organismen. Door de omvang van het warmtenet zijn deze effecten groter dan bij kleinschaliger varianten.

De ruimtelijke kwaliteit wordt zowel tijdens de aanleg- als in de gebruiksfase negatief beoordeeld. In de aanlegfase zorgen grootschalige werkzaamheden, opengebroken straten en bouwplaatsen voor overlast en verstoring van de openbare ruimte. In de gebruiksfase zijn er grote bovengrondse installaties nodig aan de randen van de stad en overdrachtsstations in de wijken, wat leidt tot aantasting van het stadsbeeld en verrommeling. Ook ondergronds neemt de druk toe: er is aanzienlijke ruimte nodig voor geothermie en leidingwerk, wat blijvend beslag legt op de ondergrond.

Alternatief 2: Decentrale middentemperatuur warmtenetten

Bij uitvoering van alternatief 2 worden negatieve effecten verwacht voor de thema's geluidhinder tijdens de aanleg, grondwater, ruimtelijke kwaliteit, archeologie en cultuurhistorie.

Geluidhinder treedt vooral op in de aanlegfase, doordat in veel buurten straten open moeten voor leidingen en installaties (meer dan in alternatief 1), wat tijdelijk leidt tot overlast door machines en werkverkeer. Voor grondwater zijn de effecten negatief omdat veel en relatief ondiepe boringen nodig zijn, waardoor het risico op kortsluiting tussen watervoerende lagen, zettingen en andere neveneffecten toeneemt.

De ruimtelijke kwaliteit wordt negatief beïnvloed doordat de aanlegfase voor verstoring in de openbare ruimte zorgt en er in de gebruiksfase veel bovengrondse ruimte in de buurten nodig is voor tientallen stations en installaties. Dit leidt lokaal tot verrommeling, terwijl ondergronds grote hoeveelheden leidingen en bronnen beslag leggen op de beschikbare ruimte. Ook voor archeologie worden negatieve effecten verwacht, omdat het grote aantal bronnen en leidingen de kans vergroot dat archeologische resten en historische lagen worden verstoord of verloren gaan, vooral in kwetsbare gebieden zoals binnensteden. Tot slot kunnen nieuwe installaties en ingrepen op wijkniveau ook visuele cultuurhistorische waarden aantasten, waardoor dit thema eveneens negatief beoordeeld wordt.

Alternatief 3: Zeer laagtemperatuur warmtenetten

Bij alternatief 3 worden negatieve effecten verwacht voor de thema's geluidhinder, grondwater, ruimtelijke kwaliteit, archeologie en cultuurhistorie. Daarnaast scoort dit alternatief negatief op circulariteit.

De aanleg van zeer laagtemperatuur warmtenetten veroorzaakt geluidsoverlast door de grootschalige werkzaamheden in de buurten. Net als bij alternatief 2 zijn veel OBES-installaties nodig, waardoor er risico's ontstaan voor het grondwater, zoals verstoring van watervoerende lagen en mogelijke zettingen. Dit leidt zowel in de aanleg- als de gebruiksfase tot negatieve effecten.

De ruimtelijke kwaliteit wordt negatief beoordeeld doordat ondergronds ruimtebeslag ontstaat voor leidingen en bronnen, wat extra druk legt op het straatniveau in de wijken. Voor archeologie zijn de risico's vergelijkbaar met die van alternatief 2, maar hier komt bij dat ook verzwaring van het elektriciteitsnet nodig is, wat verdere bodemverstoring veroorzaakt. Daarmee neemt de kans op verlies of aantasting van archeologische resten toe.

Op cultuurhistorie heeft dit alternatief eveneens een negatieve invloed, omdat de noodzakelijke ingrepen en nieuwe installaties in de wijken de beleving van historische waarden en erfgoed kunnen aantasten, zowel tijdelijk door aanlegwerkzaamheden als structureel in de gebruiksfase. Tot slot is circulariteit specifiek bij dit alternatief een aandachtspunt, aangezien in elke woning een individuele warmtepomp nodig is die relatief korte levensduur heeft en tot meer materiaalgebruik leidt dan bij andere alternatieven.

Alternatief 4: Individuele luchtwarmtepompen

Bij uitvoering van alternatief 4 worden negatieve effecten verwacht voor de thema's geluidhinder, ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie en beschermde soorten.

Voor geluidhinder geldt dat vooral in de gebruiksfase nadelige effecten optreden. Elke woning krijgt een buitenunit die geluid produceert, wat bij grootschalige toepassing leidt tot een aanzienlijke cumulatieve geluidsbelasting. Dit is met name problematisch in dichtbebouwde wijken, waar de kans op hinder het grootst is.

De ruimtelijke kwaliteit wordt negatief beïnvloed omdat het elektriciteitsnet fors uitgebreid moet worden en in de wijken meerdere transformatorstations worden geplaatst. Ook de zichtbaarheid en beleving van buurten en gebouwen worden sterk bepaald door de aanwezigheid van buitenunits. Het totale bovengrondse ruimtebeslag is aanzienlijk en leidt tot een blijvende aantasting van het stadsbeeld. De impact op cultuurhistorie is groot: buitenunits en leidingen aan gevels tasten het aanzicht van monumentale panden en historische gebouwen aan, terwijl ook interne aanpassingen schade kunnen veroorzaken. Dit maakt de kans op conflicten met erfgoedwaarden aanzienlijk.

Tot slot worden negatieve effecten verwacht op beschermde soorten. Geluid en trillingen van warmtepompen kunnen vogels verstoren, terwijl isolatiemaatregelen in de aanlegfase verblijfplaatsen van vleermuizen aantasten. Ook kan de uitstoot van warme lucht bijdragen aan lokale hittestress. Hierdoor scoort dit alternatief ook vanuit ecologisch perspectief negatief.

Alternatief 5: Individuele bodemwarmtepomp

Bij uitvoering van alternatief 5 worden negatieve effecten verwacht voor de thema's grondwater, ruimtelijke kwaliteit, archeologie, cultuurhistorie en beschermde soorten.

Voor grondwater zijn de effecten zeer negatief, omdat voor iedere woning een bodemlus moet worden geboord. Het grote aantal boringen en de beperkte afdichtingsmogelijkheden van kleilagen vergroten de kans op lekkages en bodemrisico's.

De ruimtelijke kwaliteit wordt tijdens de aanlegfase negatief beïnvloed door grootschalige boorwerkzaamheden en uitbreiding van het elektriciteitsnet. In de gebruiksfase is de druk op zowel bovengrondse als ondergrondse ruimte groot, met zichtbare installaties in de wijken en circa 80.000 bodemlussen in de ondergrond, wat aanzienlijk meer beslag legt dan bij andere alternatieven.

Ook archeologie loopt risico, omdat de vele diepe boringen de kans vergroten op verstoring of verlies van archeologisch bodemarchief, vooral in dichtbebouwde gebieden. Voor cultuurhistorie geldt dat de benodigde technische aanpassingen en zichtbare installaties aan gebouwen erfgoedwaarden aantasten, terwijl isolatie- en inpassingsmaatregelen vaak moeilijk te realiseren zijn bij monumenten.

Tot slot zijn er negatieve effecten voor beschermde soorten. Geluid en trillingen tijdens de aanleg kunnen vogels verstoren, terwijl isolatiemaatregelen verblijfplaatsen van vleermuizen in spouwmuren of dakranden aantasten. Daarmee scoort dit alternatief zowel ecologisch als ruimtelijk en cultureel significant negatief.

9.1.2 Effectbeoordelingen per wijktype

In onderstaande paragraaf worden de aandachtspunten en milieueffecten per milieuthema en aspect en per wijktype besproken. Niet voor alle milieuthema's en aspecten is het mogelijk een effectbeoordeling per wijktype te doen. Dit geldt met name voor luchtkwaliteit, natuur en biodiversiteit, archeologie en cultuurhistorie en omgevingsveiligheid. In de tabel is dit aangegeven met 'geen beoordeling mogelijk'. In hoofdstuk 8 is per thema toegelicht waarom in deze gevallen geen beoordeling mogelijk is.

Historische binnenstad

In de historische binnenstad zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. De hoge woningdichtheid en de aanwezigheid van vele cultuurhistorische en archeologisch waardevolle elementen leidt tot knelpunten op de thema's ruimtelijke kwaliteit en archeologie en cultuurhistorie. Nagenoeg alle alternatieven scoren op de milieuthema's negatief tot zeer negatief.

Tabel 9-2: Effectbeoordeling Historische binnenstad

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-

	Trillingen	Aanleg en Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	-	--	--	0	--
		Gebruik	-	--	--	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	-	-	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermden soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermden gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

	Natura 2000-gebieden	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaal-gebruik	Aanleg en Gebruik	0	0	--	-	-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-
	Bovengronds ruimte-gebruik	Aanleg en Gebruik	--	--	-	--	--
	Ondergronds ruimte-gebruik	Aanleg en Gebruik	--	--	--	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	0/-	-	-	0/-	--
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	0/-	-	--	--	--
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Tuindorp

In de tuindorp wijken uit de jaren '30 worden voor alle alternatieven op meerdere milieuthema's negatieve effecten verwacht. Deze zijn voor meerdere thema's overigens minder negatief ingeschat dan voor de historische binnenstad, omdat de woningdichtheid in de tuindorpwijken iets lager ligt en er bredere straten aanwezig zijn.

Tabel 9-3: Effectbeoordeling Tuindorp

Thema	Aspect	Aanleg/Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk

Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermden soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermden gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaal-gebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar-heid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-

	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	--	--	-	--	--
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	-	-	-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Volkswijk

In de volkswijk zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Ook hier hangen deze vooral samen met de grote mate van verharding en hoge woningdichtheid, wat leidt tot een verhoogd risico op cumulatieve effecten voor bijvoorbeeld het thema water.

Tabel 9-4: Effectbeoordeling Volkswijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	-	--	--	0	--
		Gebruik	-	--	--	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0

		Gebruik	0/-	0/-	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgeb ruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	-	-	-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
--------------------------	--------------------------	-------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Vooroorlogse woonwijk

In de vooroorlogse woonwijken zullen naar verwachting alle onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Deze effecten zijn minder ingrijpend dan in de historische binnenstad en de volkswijk, doordat de straten hier gemiddeld wat breder zijn en er sprake is van meer ruimtelijke variatie in de bebouwing. Het lage percentage openbare ruimte zorgt echter voor een verhoogde gevoeligheid bij ruimtelijke ingrepen.

Tabel 9-5: Effectbeoordeling Vooroorlogse woonwijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro- magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodem- kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	- -
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg Gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	--	--	--	--	--
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Naoorlogse woonwijk

In naoorlogse woonwijken worden voor alle alternatieven negatieve milieueffecten verwacht, maar deze effecten zijn doorgaans minder negatief dan in oudere, dichter bebouwde wijken zoals de historische binnenstad of volkswijken. Dit komt doordat naoorlogse wijken vaak ruimer opgezet zijn, waardoor sommige milieueffecten zoals geluid minder zwaar uitvallen.

Tabel 9-6: Effectbeoordeling Naoorlogse woonwijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro- magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem- kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo- sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgeb- ruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Tuinstad laagbouw

In tuinstad laagbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage milieurisico's.

Tabel 9-7: Effectbeoordeling Tuinstad laagbouw

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling		Aanleg	0	0	0	0	0

	Elektro-magnetische straling	Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	- -
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepositie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Tuinstad hoogbouw

In tuinstad hoogbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktipe over het algemeen leiden tot (middel)lage milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven (voornamelijk 1, 2 en 3) zijn te verwachten op het grondwater.

Tabel 9-8: Effectbeoordeling Tuinstad hoogbouw

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	-	-	-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk

Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	-	--	--	0	--
		Gebruik	-	--	--	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermden soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermden gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdeposities en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	--	-	-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-

	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Hoogbouw

In wijktype hoogbouw zullen de meeste onderzochte alternatieven negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Dit heeft te maken met het lage percentage openbare ruimte en relatief hoog percentage verharding. De alternatieven zullen het grootste negatieve effect hebben op de ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 9-9: Effectbeoordeling Hoogbouw

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	-	-	-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0

		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	--	--	--	--	--
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
----------------------------------	--------------------------	-------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Bloemkoolwijk

In de bloemkoolwijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 9-10: Effectbeoordeling Bloemkoolwijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro- magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem- kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermden soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermden gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sities en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Villawijk

In de villawijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktipe over het algemeen leiden tot lage en middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke

kwaliteit. Een nuancering hierop is dat de meeste villawijken beschikken over relatief grote ruimtes om gebouwen heen. In de praktijk kan dit ertoe leiden dat de effectbeoordeling voor ruimtelijke kwaliteit voor de alternatieven 3 en 4 positiever kan worden bijgesteld. In vervolgonderzoek kan dit worden onderzocht.

Tabel 9-11: Effectbeoordeling Villawijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	- -
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermde soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermde gebieden	Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgeb ruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Vinex wijk

In de vinex wijk zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit, omdat er in dit wijktype relatief weinig openbare ruimte beschikbaar is.

Tabel 9-12: Effectbeoordeling vinex wijk

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
-------	--------	--------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	-	-	-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermden soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermden gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

	Stikstofdepositie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Vernieuwd

In wijktype vernieuwd zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage en middelhoge milieurisico's. De grootste negatieve effecten van de alternatieven zijn te verwachten voor het milieuthema ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 9-13: Effectbeoordeling Vernieuwd

Thema	Aspect	Aanleg/Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	--	0/-
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0

Bodem	Bodem- kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo- sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-

Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
		Ondergronds ruimtegebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuurhistorie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuurhistorie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevingsveiligheid	Omgevingsveiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Bedrijventerrein

In wijktype bedrijventerrein zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Vooral op het thema ruimtelijke kwaliteit zullen er negatieve effecten zijn. Bedrijventerrein Waarderpolder heeft relatief weinig openbare ruimte, waardoor de impact van de alternatieven op zichtbaarheid en beleving negatief uitpakt. In de praktijk kan het overigens zo zijn dat het effect positiever bijgesteld kan worden, omdat het bedrijventerrein 'slechts' wordt gebruikt voor bedrijvigheid en niet voor dagelijkse bewoning en recreatie. Dit kan de ervaring van overlast beperken.

Tabel 9-14: Effectbeoordeling Bedrijventerrein

Thema	Aspect	Aanleg/Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektromagnetische straling	Aanleg en gebruik	0	0	0	0	0
			0	0	0/-	0/-	0/-
Bodem	Bodemkwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Projectgerelateerd

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Aanleg	0/-	-	-	0	--
	Grondwater	Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	--	--	-	--	--
		Gebruik	--	--	--	--	-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	--	--	-	--	--

	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings-veiligheid	Omgevings-veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Groen

In wijktype groen zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot lage milieurisico's.

Tabel 9-15: Effectbeoordeling Groen

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0	0/-	0/-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro-magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem-kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	--
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0

Projectgerelateerd

Lucht-kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio-diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepositie en Natura 2000-gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgebruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaarheid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimtegebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimtegebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur-historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur-historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
----------------------------------	--------------------------	-------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Divers

In wijktype divers zullen de meeste onderzochte alternatieven (licht) negatieve effecten hebben op meerdere milieuthema's. Het effect is echter niet zo groot als bij de andere wijktypen, omdat kenmerken van dit wijktype over het algemeen leiden tot (middel)lage milieurisico's.

Tabel 9-16: Effectbeoordeling Divers

Thema	Aspect	Aanleg/ Gebruik	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4	Alternatief 5
Geluid	Geluidhinder	Aanleg	0/-	-	-	0	0/-
		Gebruik	0	0/-	0/-	-	0
	Trillingen	Aanleg en gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Straling	Elektro- magnetische straling	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Bodem	Bodem- kwaliteit	Aanleg	0/-	0/-	0/-	0	0
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	0/-	0	Geen beoordeling mogelijk
Water	Oppervlakte water	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Grondwater	Aanleg	0/-	-	-	0	- -
		Gebruik	0/-	-	-	0	0/-
	Drinkwater	Aanleg	0	0	0	0	0
		Gebruik	0	0	0	0	0
Lucht- kwaliteit	Fijnstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstof	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

Projectgerelateerd

		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Natuur en bio- diversiteit	Beschermd soorten	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Beschermd gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Stikstofdepo sitie en Natura 2000- gebieden	Aanleg	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
		Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Circulariteit	Circulair en totaal materiaalgeb ruik	Aanleg en gebruik	0	0	-	0/-	0/-
Ruimtelijke kwaliteit	Zichtbaar- heid en beleving	Aanleg	-	-	0/-	-	-
		Gebruik	-	-	--	--	0/-
	Bovengronds ruimte- gebruik	Aanleg en gebruik	-	-	0/-	-	-
	Ondergronds ruimte- gebruik	Aanleg en Gebruik	0/-	0/-	0/-	0/-	--
Archeologie en cultuur- historie	Archeologie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
	Cultuur- historie	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk
Omgevings- veiligheid	Omgevings- veiligheid	Aanleg Gebruik	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk	Geen beoordeling mogelijk

9.2 Aandachtspunten en mitigerende maatregelen

Hieronder volgt per milieuthema en aspect een overzicht van aandachtspunten en mitigerende maatregelen en aanbevelingen voor de vervolgfases van de warmtetransitie.

Geluid en trillingen

In principe blijft geluidhinder van de alternatieven 1 en 2 beperkt. Wel kunnen installaties zoals aquathermie-eenheden, warmteoverdrachtstations en pieklastvoorzieningen geluid produceren. Voor deze installaties is een vergunning vereist, waarbij wordt getoetst aan de geldende geluidsnormen. Dit kan inhouden dat geluidbeperkende maatregelen moeten worden getroffen. Op buurtniveau zijn warmteoverdrachtstations voorzien, waarvoor strenge eisen gelden voor het geluid dat ze produceren. Dat mag niet hoger zijn dan 40 dB(A) op grens van het perceel van nabij gelegen geluidgevoelige gebouwen.

Bij toepassing van alternatief 3 of 4 als voorkeursoplossing is het van belang om te monitoren of de installatie van buitenunits voldoet aan de richtlijnen wat betreft geluid van de gemeente Haarlem en waar nodig mitigerende maatregelen te treffen. Een mitigerende maatregel kan zijn om omkasting te plaatsen of te werken met relatief stillere warmtepompen, die steeds meer op de markt te vinden zijn.

Straling

Straling is met name relevant voor de alternatieven 3, 4 en 5, waarbij uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig is. Netbeheerders hebben zich gecommitteerd aan het beleidsadvies over magneetvelden van het elektriciteitsnetwerk. Bij naleving van deze richtlijnen worden geen negatieve effecten van magneetvelden verwacht.

Bodemkwaliteit

Met betrekking tot de zoekgebieden voor geothermie zijn enkele aandachtspunten voor het aspect bodemkwaliteit van toepassing. Geothermie kan zorgen voor temperatuur effecten op de bodem. Ook zijn in Haarlem een aantal gebieden vanuit de Nota bodembeheer 2023 waar diffusie verontreinigingen boven de interventiewaarde bodemkwaliteit voor kunnen komen. Wettelijk is vastgelegd dat mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn bij het ontstaan of ontdekken van (chemische) verontreinigingen in de bodem. Wanneer werkzaamheden plaatsvinden in bekende verontreinigingen kunnen mitigerende maatregelen ook noodzakelijk zijn, dit is afhankelijk van de locatie en de voorwaarden voor grondverzet ter plaatse. Voorbeelden van mitigerende maatregelen zijn het afvoeren of afdekken van verontreinigde grond, het werken met extra persoonlijke beschermingsmiddelen en onder milieukundige begeleiding.

Oppervlaktewater

Bij de alternatieven 1 en 2 kan lozing van relatief koud retourwater leiden tot temperatuurveranderingen in ecologisch waardevolle of langzaam stromende watergangen, zoals het Spaarne en stedelijke singels. Dit kan lokaal invloed hebben op waterkwaliteit en aquatische ecologie. Ook kan bij systemen die oppervlaktewater gebruiken als warmtebron verstoring optreden

van plankton en vislarven door inzuiging, vooral bij grotere waterlichamen. Mitigerende maatregelen zoals fijnmazige filters en lage inzuigsnelheden zijn dan wenselijk.

In de stedelijke context van Haarlem, met een multifunctioneel watersysteem, is het bovendien van belang cumulatieve effecten te beschouwen, bijvoorbeeld in combinatie met klimaatadaptatie of herinrichting.

Grondwater

Bij de alternatieven waarbij grondwater wordt onttrokken of geïnjecteerd, zoals bij HTO (hogetemperatuur-opslag) en OBES/WKO kunnen er een aantal risico's optreden, namelijk:

- Zettingen door verlaging van de grondwaterstand, vooral in gebieden met hoge zettingsgevoeligheid. Kaartanalyses tonen dat deze risico's in delen van Haarlem aanzienlijk zijn.
- Paalrot bij oudere bebouwing in de binnenstad, waar houten funderingspalen aanwezig zijn. Verlaging van de grondwaterstand vergroot de kans op zuurstoftoetreding en aantasting van deze funderingen.
- Schade aan natuur, aardkundige waarden en archeologie in aandachtsgebieden, bijvoorbeeld door droogtestress of oxidatieprocessen.

Voor werkzaamheden die gepaard gaan met bemaling, zoals aanleg van warmtenetten of geothermieboringen, geldt eveneens een verhoogd risico. Dit vraagt om extra aandacht in de uitvoeringsfase.

Luchtkwaliteit

Bij alle alternatieven worden individuele aardgasgestookte verwarmingsinstallaties vervangen door emissielose of emissiearme technieken. De luchtkwaliteit verbetert daardoor door de hele stad. Er zijn vanuit het thema luchtkwaliteit daarom geen maatregelen of aanbevelingen nodig.

Beschermde soorten

Hoewel de beoordeling van effecten op beschermde soorten generiek is uitgevoerd, zijn er lokaal enkele aandachtspunten van belang. In Haarlem komen verschillende beschermde soorten voor die gevoelig zijn voor verstoring, verlies van leefgebied of veranderingen in microklimaat, zoals vleermuizen, huismussen en gierzwaluwen. Bij de aanleg van warmtenetten of plaatsing van installaties kunnen verblijfplaatsen of vliegroutes worden aangetast, vooral in oudere wijken met geschikte nestgelegenheid of groene structuren. Ook tijdelijke effecten tijdens werkzaamheden, zoals geluid, licht of trillingen, kunnen van invloed zijn. Daarom is het van belang om bij de uitvoering van maatregelen per buurt te beoordelen welke soorten aanwezig zijn en welke mitigerende maatregelen nodig zijn, zoals het behouden of compenseren van verblijfplaatsen, het plannen van werkzaamheden buiten het broedseizoen, en het beperken van lichtverstoring.

Voor het ZLT-buurtwarmtenet en de individuele systemen zijn aanvullende isolatiewerkzaamheden nodig, aangezien energielabel C als uitgangspunt is genomen voor de huidige woningvoorraad. Bij

alternatieven 4 en 5 moeten woningen worden opgewaardeerd naar energielabel B, wat extra isolatiemaatregelen vereist. Bij de verdere uitwerking is het belangrijk om rekening te houden met beschermde diersoorten, zoals vleermuizen, die zich bijvoorbeeld in spouwmuren kunnen bevinden. In het Soortenmanagementplan (SMP) van de gemeente is hier aandacht voor, maar negatieve effecten op deze soorten kunnen niet volledig worden uitgesloten.

Voor individuele (particuliere) bouwprojecten is het handhaven van deze ecologische zorgplicht complex. Daarom wordt aanbevolen om bij renovatie- en isolatieprojecten op buurniveau zoveel mogelijk rekening te houden met de aanwezigheid van beschermde soorten. Nader ecologisch onderzoek kan helpen om eventuele negatieve effecten te beperken of te voorkomen.

Beschermde gebieden

In en rond Haarlem liggen meerdere Natura 2000-gebieden en NNN-gebieden die gevoelig zijn voor verstoring, stikstofdepositie of hydrologische veranderingen. Bij de uitrol van warmtenetten of aanleg van infrastructuur kan sprake zijn van ruimtelijke ingrepen of werkzaamheden in de nabijheid van deze gebieden.

De risico's op effecten verschillen per buurt. Buurten aan de westelijke standsrand liggen dicht bij Natura 2000-gebied Kennermerland-Zuid. In groene wijken bevinden zich ecologische potentiegebieden en verbindingen binnen het NNN. In hoogstedelijke buurten is de ecologische waarde lager en zijn de effecten op beschermde gebieden minder waarschijnlijk. Wel kunnen cumulatieve effecten optreden bij grootschalige toepassing van individuele systemen, zoals luchtwarmtepompen, die bijdragen aan hittestress en verstoring van microklimaten.

Het van belang om bij de uitwerking van tracés en locaties voor installaties per buurt te beoordelen of er sprake is van nabijheid tot beschermde gebieden of ecologische structuren, en waar nodig mitigerende maatregelen te treffen.

Voor projecten in de nabijheid van Natura 2000-gebieden kan het noodzakelijk zijn om een voortoets of passende beoordeling uit te voeren in het kader van de Wet natuurbescherming. Zodra een project concreter wordt uitgewerkt, moet opnieuw worden vastgesteld wat de verwachte stikstofdepositie en andere factoren zijn en welke ecologische effecten dit kan hebben op nabijgelegen Natura 2000-gebieden. In die onderzoeken kunnen (en moeten) dan nauwkeuriger en vollediger aannames voor emissies worden gedaan dan in de beoordeling in dit planMER, waarbij sommige emissies vanwege grote onzekerheden niet konden worden betrokken (affakkelen van geothermie).

Circulariteit

Circulariteit vraagt om een duurzame benadering in de hele keten, waarbij het gebruik van grondstoffen zoveel mogelijk wordt beperkt. Daarom is het essentieel om circulariteit te integreren in de verdere uitwerking van projecten, zodat de gemeente haar circulariteitsdoelstellingen kan behalen. Dit kan bijvoorbeeld door bij de aanbesteding van onderdelen binnen verschillende alternatieven nadrukkelijk aandacht te besteden aan circulariteit.

Er liggen kansen om warmtenetten op een duurzame en circulaire manier toe te passen, vooral bij de aanleg van nieuwe netten. Juist in deze fase zijn er mogelijkheden om circulair te werken. Hergebruik of recycling van bestaande warmtenetten is op dit moment echter nog niet aan de orde.

Ruimtelijke kwaliteit

Nagenoeg alle alternatieven kunnen negatieve effecten op de ruimtelijke kwaliteit in de gemeente hebben. De warmtetransitie vraagt, net zoals andere thema's, om ruimte. Een integrale afweging per gebied is nodig om de ruimtevraag van verschillende thema's onderling te kunnen vergelijken en te beoordelen op inpasbaarheid (beleving en beschikbare fysieke ruimte).

Archeologie en Cultuurhistorie

Binnen het thema archeologie en cultuurhistorie kunnen de voorgestelde alternatieven een relatief negatief effect hebben op archeologische en cultuurhistorische waarden. Met name in de historische binnenstad is de kans op negatieve effecten aanwezig.

Om transformatorhuisjes, warmtepompen of warmteoverdrachtstations zorgvuldig in te passen binnen beschermde stadsgezichten of werelderfgoed, is maatwerk noodzakelijk. Ook het integreren van het warmtenet in de ondergrond van de binnenstad vraagt om een zorgvuldige aanpak.

Omgevingsveiligheid

Bij de eerste boringen voor geothermie kan de ondergrond onverwacht gassen bevatten, zoals methaan. Het risico bestaat dat een boring onverwacht een omvangrijke gasbel raakt, waardoor een ongecontroleerde uitstroom van water en gas naar het oppervlak plaatsvindt; een blow-out. Bij de uitwerking van projecten voor geothermie moet hier rekening mee gehouden worden. Mogelijk is voor de aanleg een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) nodig. Gebaseerd op expert-judgement is het advies om bij de locatiekeuze van geothermie een minimale afstand van 100 meter aan te houden tot (beperkt/zeer) kwetsbare gebouwen en (beperkt) kwetsbare locaties.

9.3 Leemten in kennis

De beschouwing van milieueffecten is in dit planMER voornamelijk op kwalitatieve wijze en op hoofdlijnen uitgevoerd.

Geluid en trillingen

Er zijn op het gebied van geluid en trillingen geen leemten in kennis die de besluitvorming over het warmteprogramma belemmeren. Wel is er nog weinig onderzoek gedaan naar de verschillen tussen cumulatieve en subjectieve geluidservaring bij grootschalige toepassing van luchtwarmtepompen in verschillende stedelijke contexten. Verdere studie naar deze verschillen kan bijdragen aan gerichte maatregelen om geluidhinder te beperken voor de uitwerking van het warmteprogramma.

Wat betreft trillingen is nader onderzoek nodig naar de effecten van geothermie op seismiek. Voor elk geothermieproject moet vooraf een risicoanalyse worden uitgevoerd naar seismische dreiging.

Straling

Er is nog weinig bekend over straling in relatie tot netverzwaring. Overigens zijn er op het gebied van straling geen leemten in kennis die de besluitvorming over het warmteprogramma belemmeren.

Bodem

Over de impact van temperatuursveranderingen op de bodemkwaliteit, zeker de biologische, is weinig bekend. Voor individuele processen kan geredeneerd worden wat het effect van temperatuursveranderingen is, maar voor het totaal van processen zijn de effecten niet bekend. Om een nauwkeuriger effectbeoordeling uit te kunnen voeren voor alternatieven met hoge temperaturen is een onderzoek naar de effecten van deze temperaturen op de bodem noodzakelijk. Dit kan ook worden uitgevoerd in de uitwerking van het warmteprogramma.

Water

Voor een goede beoordeling van effecten op de aquatische ecologie is ecologische kennis nodig van het systeem waaruit water wordt onttrokken en met een lagere temperatuur terug wordt gevoerd. Daarnaast bepalen de omvang van debieten én van het betreffende watersysteem de aard en omvang van de effecten. Voor de uitwerking van het warmteprogramma kan op grond van deze informatie per locatie een gedegen afweging worden gemaakt over de al dan niet toe te passen vorm van aquathermie.

Luchtkwaliteit

Er zijn voor het thema luchtkwaliteit geen leemten in kennis die de besluitvorming over het warmteprogramma belemmeren. Voor de uitwerking van concrete projecten kan het nodig zijn om het aspect luchtkwaliteit in meer detail te onderzoeken.

Natuur en biodiversiteit

Voor het voldoende kunnen beoordelen van effecten is een gebiedsdekkend beeld van het voorkomen van beschermde soorten nodig. Deze gegevens zijn momenteel niet compleet. Wanneer concrete plannen bekend zijn voor het uitvoeren van het warmteprogramma, dient de aanwezigheid van en de effecten op beschermde soorten nader onderzocht te worden.

Wat betreft beschermde gebieden en stikstofdepositie kan op basis van indicatieve berekeningen worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten van stikstofdepositie tijdens de aanleg van het warmtenet kunnen worden uitgesloten. Als de individuele warmtenetten in uitvoering gaan en er meer duidelijkheid is over de planning van uitvoering en aard van werkzaamheden dan is het nodig de beoogde projecten individueel en in cumulatie in meer detail te beoordelen.

Circulariteit

Over de totale milieu-impact van de verschillende alternatieven is op dit moment weinig bekend. De milieu-impact van individuele componenten zijn wel aardig in kaart gebracht. Daarnaast zijn op dit moment nog geen praktijkervaringen bekend van hergebruik van een warmtenet.

Ruimtelijke kwaliteit

Nader onderzoek naar ruimtelijke kwaliteit is nodig om te bepalen hoeveel ruimte er per buurt daadwerkelijk beschikbaar is. Denk hierbij aan onderzoek naar ruimte om gebouwen, de specifieke ligging van groen en verharding, kabels en leidingen.

Omgevingsveiligheid

De locaties en specificaties van de mogelijke geothermie boringen zijn nog niet bekend. De omvang van de risico's en het type risico's verschillen van locatie tot locatie. Dit dient in latere fasen per locatie afzonderlijk bepaald te worden.

Netverzwaring

In de provincie Noord-Holland is momenteel sprake van netcongestie. Netbeheerder Liander werkt aan oplossingen om deze congestie op termijn te verminderen. Een belangrijke maatregel is het verzwaren van het elektriciteitsnet, onder andere door de aanleg van extra transformatorstations en elektriciteitskabels.

Binnen dit planMER is het relatieve verschil tussen de onderzochte alternatieven meegenomen in de beoordeling van milieueffecten, specifiek met betrekking tot de benodigde netverzwaring. In samenwerking met Liander is per alternatief bepaald hoeveel extra netcapaciteit nodig zou zijn als de gemeente volledig overstapt op dat specifieke alternatief.

In de praktijk zal echter geen enkel alternatief in zijn geheel worden uitgerold. De gemeente kiest voor een mix van warmtebronnen, zoals beschreven in de bronnenstrategie. De exacte behoefte aan netverzwaring zal daarom op buurtniveau moeten worden vastgesteld, op basis van de voorkeursalternatieven per wijk in Haarlem.

9.4 Monitoring en evaluatie

Monitoring en evaluatie vormen een integraal onderdeel van de beleidscyclus onder de Omgevingswet. Daarnaast vereist de wet dat het warmteprogramma elke vijf jaar wordt herzien. Dit betekent dat de voortgang en de milieueffecten van het programma periodiek geëvalueerd moeten worden. Ook wordt getoetst of autonome ontwikkelingen zijn opgetreden of nieuwe autonome ontwikkelingen invloed hebben op de uitvoering van de warmtetransitie. Zo blijft het warmteprogramma aansluiten bij de actuele behoeften en ontwikkelingen in de stad.

Monitoring en evaluatie bieden inzicht in de mate waarin doelen worden gerealiseerd en of voorspelde milieueffecten daadwerkelijk optreden. Indien nodig kan het beleid worden bijgesteld of kunnen aanvullende maatregelen worden genomen. Monitoring en evaluatie zijn vooral van belang wanneer:

- De effecten onzeker zijn;
- Er sprake is van kennisleemten;
- Ontwikkelingen nog onzeker zijn.

Doel van het evaluatieprogramma

Het doel van het monitoring- en evaluatieplan is om de milieueffecten van warmteoplossingen systematisch te volgen, te beoordelen en waar nodig bij te sturen. Dit draagt bij aan transparantie, beleidsverantwoording en het behoud van maatschappelijk draagvlak.

Milieueffecten kunnen bijvoorbeeld worden gevolgd met een monitoringsmatrix. Hierin wordt per milieuthema, aspect en indicator vastgelegd op welk schaalniveau, op welke wijze en met welke frequentie monitoring plaatsvindt. Evaluatie draagt bij aan:

- Verbetering van toekomstige milieuevaluaties;
- Tijdige bijsturing van eventuele negatieve effecten;
- Versterking van de kwaliteit van besluitvorming.

Voor milieuaspecten met een wettelijke programmatische aanpak (zoals luchtkwaliteit, natuur en geluid) kan worden aangesloten bij bestaande rapportages.

Werkwijze monitoring en evaluatie

Het warmteprogramma wordt minimaal elke vijf jaar herzien, onder verantwoordelijkheid van de gemeente Haarlem. Aanvullend wordt aanbevolen om frequenter te monitoren:

- (Half)jaarlijks: beoordelen of ontwikkelingen aanleiding geven tot aanpassing van de effectbeoordeling en rapporteren over relevante thema's (kwalitatief).
- Bij het opstellen van uitvoeringsplannen: de effectbeoordeling actualiseren en concretiseren (semi-kwantitatief)
- Bij herziening van het warmteprogramma: bepalen of een nieuw planMER nodig is, gebruikmakend van eerder verzamelde kennis (kwalitatief/ semi-kwantitatief).
- (Half)jaarlijks na uitvoering van projecten: systematisch vaststellen of verwachte milieueffecten optreden en zo nodig mitigerende maatregelen nemen (kwantitatief)
- In specifieke gevallen is continue monitoring noodzakelijk (kwantitatief).

In de tabel hieronder (Tabel 9-17: Tabel voorbeeld monitoring en evaluatie is een voorbeeld te zien van hoe deze monitoring en evaluatie kan plaatsvinden.

Effectgebied	Indicatoren	Wanneer minimaal monitoren en evalueren?	Methodiek
Bodem	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatuurverloop • Bodemkwaliteit 	<ul style="list-style-type: none"> • (Half)jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Metingen
Water	<ul style="list-style-type: none"> • Mogelijke kortsluiting tussen watervoerende lagen, 	<ul style="list-style-type: none"> • (Half)jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Metingen

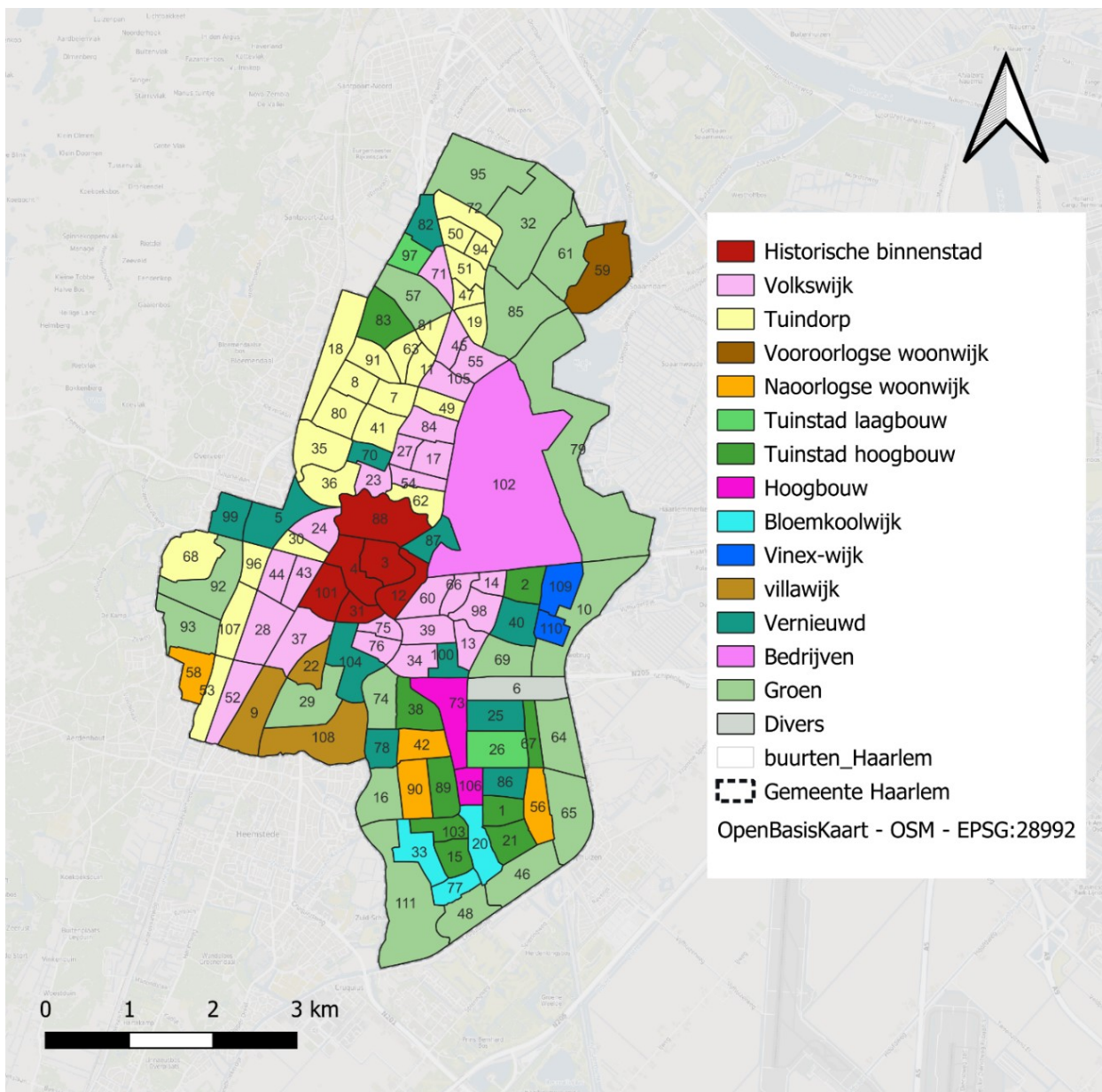
	<ul style="list-style-type: none"> • zettingen en andere neveneffecten • Waterkwaliteit en aquatische ecologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Na ingebruikname (aquathermie) (half)jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Dataloggers
Luchtkwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies uit warmtebronnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Maandelijks tot (half)jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Metingen
Geluid	<ul style="list-style-type: none"> • Geluidsniveaus bij installaties 	<ul style="list-style-type: none"> • Bij ingebruikname + jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Bewoner enquêtes
Ruimtelijke impact	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimtebeslag in relatie tot andere opgaven 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • GIS-analyses
Natuur en biodiversiteit	<ul style="list-style-type: none"> • Effecten op flora en fauna • Voortgang en samenhang met SMP 	<ul style="list-style-type: none"> • Bij ingebruikname + jaarlijks 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Veldmetingen • Ecologische monitoring
Trillingen	<ul style="list-style-type: none"> • Seismiek bij geothermieprojecten 	<ul style="list-style-type: none"> • Continu na uitvoering 	<ul style="list-style-type: none"> • Deskresearch en expert judgement • Sensoren en veldmetingen

Tabel 9-17: Tabel voorbeeld monitoring en evaluatie

10 Bijlagen

10.1 Bijlage 1: Wijktypen in de gemeente Haarlem

Aan bijna alle buurten in de gemeente Haarlem is een wijktype toegekend door de HvA. In Figuur 10-1 en Tabel 10-1 zijn de buurten, indeling volgende de Klimateffectatlas en het voorstel van de gemeente Haarlem te zien.



Figuur 10-1: Indeling buurten in wijktype

De ruimtelijke afdeling van de gemeente Haarlem heeft deze indeling van wijktypen volgens de HvA bekeken en een aantal voorstellen gedaan voor wijzigingen. Dit is gedaan omdat bleek dat de

indeling volgens de HvA niet in alle gevallen aansloot bij de werkelijke situatie. De indeling met het voorstel van de gemeente Haarlem is vervolgens gehanteerd.

Als er op buurtniveau afwijkingen zijn ten opzichte van een wijktype dan wordt dit aangegeven in bijlage 4.

Tabel 10-1: Voorstel wijziging wijktype door gemeente

Nummering	Buurt	Voorstel wijktype door gemeente
1	Archimedesbuurt	Tuinstad hoogbouw
2	Architectenbuurt	Tuinstad hoogbouw
3	Bakenes	Historische binnenstad
4	Binnenstad	Historische binnenstad
5	Bloemenbuurt	Vernieuwd
6	Boerhaavevaart	Divers
7	Bomenbuurt-oost	Tuindorp
8	Bomenbuurt-west	Tuindorp
9	Bosch en Vaart	Villawijk
10	Buitengebied Zuiderpolder	Groen
11	Burgemeesterskwartier	Tuindorp
12	Burgwal	Historische binnenstad
13	Componistenbuurt	Volkswijk
14	Cremerbuurt	Volkswijk
15	De Burgen	Tuinstad hoogbouw
16	De Eenhoorn	Groen
17	De Goede Hoop	Volkswijk
18	De Krim	Tuindorp
19	Dietsveld	Tuindorp
20	Ellertsveld	Bloemkoolwijk
21	Erasmusbuurt	Tuinstad hoogbouw
22	Florapark	Villawijk
23	Frans Halsbuurt	Volkswijk
24	Garenkokerskwartier	Volkswijk

25	Geleerdenbuurt	Vernieuwd
26	Geneesherenbuurt	Tuinstad laagbouw
27	Generaalsbuurt	Volkswijk
28	Geschiedschrijversbuurt	Volkswijk
29	Haarlemmerhout	Groen
30	Hasselaersbuurt	Tuindorp
31	Heiliglanden	Historische binnenstad
32	Hekslootpolder	Groen
33	Hondsbos-Dever	Bloemkoolwijk
34	Karolingenbuurt	Volkswijk
35	Kleverpark-noord	Tuindorp
36	Kleverpark-zuid	Tuindorp
37	Koninginnebuurt	Villawijk
38	Kruidenbuurt	Tuinstad hoogbouw
39	Kruistochtbuurt	Volkswijk
40	Kunstschildersbuurt	Vernieuwd
41	Kweektuinbuurt	Tuindorp
42	Landenbuurt	Naoorlogse woonwijk
43	Leidsebuurt-oost	Volkswijk
44	Leidsebuurt-west	Volkswijk
45	Medanbuurt	Volkswijk
46	Meerwijkplas	Groen
47	Meeuwenbuurt	Tuindorp
48	Molenplas	Groen
49	Molukkenbuurt	Tuindorp
50	Muiderkring	Tuindorp
51	Nachtegaalbuurt	Tuindorp
52	Natuurkundigenbuurt-oost	Volkswijk
53	Natuurkundigenbuurt-west	Tuindorp
54	Nelson Mandelabuurt	Volkswijk
55	Nieuw-Guineabuurt	Volkswijk

56	Nobelprijebuurt	Naoorlogse woonwijk
57	Noorderhout	Groen
58	Oosterduin	Naoorlogse woonwijk
59	Oud Spaarndam	Vooroorlogse woonwijk
60	Oude Amsterdamsebuurt	Volkswijk
61	Oude Spaarndammerpolder	Groen
62	Patrimoniumbuurt	Tuindorp
63	Planetenbuurt	Tuindorp
64	Poelpolder-noord	Groen
65	Poelpolder-zuid	Groen
66	Potgieterbuurt	Volkswijk
67	Professorenbuurt	Tuinstad hoogbouw
68	Ramplaankwartier	Tuindorp
69	Reinaldapark	Groen
70	Ripperdabuurt	Vernieuwd
71	Rivierenbuurt	Volkswijk
72	Roemer Visscherbuurt	Tuindorp
73	Romolenpolder-oost	Hoogbouw
74	Romolenpolder-west	Groen
75	Rozenprieel-noord	Volkswijk
76	Rozenprieel-zuid	Volkswijk
77	Saeftinge-Nemelaar	Bloemkoolwijk
78	Schoolenaer	Vernieuwd
79	Schoteroog en Veerpolder	Groen
80	Schoterveenpolder	Tuindorp
81	Schotervlieland	Tuindorp
82	Schrijversbuurt	Vernieuwd
83	Sinnevelt	Tuinstad hoogbouw
84	Soendabuurt	Volkswijk
85	Spaarndammerpolder-zuid	Groen
86	Spijkerboorbuurt	Vernieuwd

87	Sportliedenbuurt	Vernieuwd
88	Stationsbuurt	Historische binnenstad
89	Stedenbuurt-oost	Tuinstad hoogbouw
90	Stedenbuurt-west	Naoorlogse woonwijk
91	Sterrenbuurt	Tuindorp
92	Tuinbouwgebied-noord	Groen
93	Tuinbouwgebied-zuid	Groen
94	Van Aemstelbuurt	Tuindorp
95	Van der Aart sportpark	Groen
96	Van Galenbuurt	Tuindorp
97	Van Schendelbuurt	Tuinstad laagbouw
98	Van Zeggelenbuurt	Volkswijk
99	Veldzicht	Vernieuwd
100	Verzetsliedenbuurt	Vernieuwd
101	Vijfhoek	Historische binnenstad
102	Waarderpolder	Bedrijven
103	Waddenbuurt	Tuinstad hoogbouw
104	Welgelegen	Vernieuwd
105	Weltevredenbuurt	Volkswijk
106	Winkelcentrum Schalkwijk	Hoogbouw
107	Zeeheldenbuurt	Tuindorp
108	Zuiderhout	Villawijk
109	Zuiderpolder-noord	Vinex
110	Zuiderpolder-zuid	Vinex
111	Zuid-Schalkwijkerweg	Groen

10.2 Bijlage 2: Lijst met bronnen

- Analyse drukte in de ondergrond, 2024, Aveco en de Bondt
- Beleving Woonomgeving in Nederland: Inventarisatie Verstoringen 2016, RIVM, 2016
- Circular economy: what we want to know and can measure, PBL, 2018b
- Coalitieprogramma Noord-Holland 2019-2023. Ambities rondom het Natuurnetwerk Nederland en natuurontwikkeling, Provincie Noord-Holland, 2020
- Centraal Instrument Monitoring Luchtkwaliteit, 2025
- Databank bevolking, Gemeente Haarlem, z.d.
- Definities ernstige geluidhinder, Compendium van de Leefomgeving, 2008
- Dit is Haarlem, gemeente Haarlem, 2019b
- Ecologische beleidsplan 2013-2030, Gemeente Haarlem, 2013
- Evaluatie Natuurpact: voortgang inrichting 80.000 hectare nieuwe natuur in 2011-2027, PBL, 2020
- Gemeente Haarlem, 2020a, lokale data bodemkaart
- Gemeente Haarlem, 2015a, lokale data bodemkaart
- Haarlem op de kaart, geografische data over Haarlem
- Handreiking Omgevingsveiligheid in het Omgevingsplan, NIPV, 2024a
- Jaarverslag / Beheerplan bijzondere natuurwaarden Meijendel & Berkheide / Nationaal Park Zuid-Kennemerland, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020
- Kennisbundel Geothermie, NIPV, 2024b
- Monitoring en analyse Circulaire Economie. Analyse van budget en beleidsuitvoering, PBL, 2018a
- Nadere uitwerking bronnenstrategie voor Warmteprogramma Haarlem, 2025, Greenvis
- Natura 2000-beheerplan van Kennemerland-Zuid, Provincie Noord-Holland, 2017
- Natuurpact, Rijksoverheid, 2013
- Nota bodembeheer 2023, Gemeente Haarlem, 2023
- Oppervlaktewater (kaartviewer), Waterkwaliteitsportaal, 2024
- Overstromingskaart bij kleine kans, IPO, 2021
- PlanMER Beleidsnota Warmte en Warmteprogramma gemeente Utrecht, 2025, Antea Group
- PlanMER NOVI, Haskoning, 2019
- Programma Natuurontwikkeling 2019-2023, Provincie Noord-Holland, 2018
- Scenarioboek Energietransitie – Blowout bij geothermie-installatie, NIPV, 2024b
- Schone Lucht Akkoord, Rijksoverheid, 2020
- Stadsnatuur Haarlem, Atlas voor de leefomgeving, 2020
- Uitvoeringsprogramma Waterwijs Haarlem, SWECO, 2017
- Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2019-2023, Gemeente Haarlem, 2019a
- Verkeer- en vervoerplan, Gemeente Haarlem, 2014
- Werelden van verschil, Telos PBL, 2019

