# Mededeling plan-mer-beoordeling warmteprogramma

Gemeente Lelystad

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0501866.100
definitief
22 oktober 2025

www.anteagroup.nl

# Mededeling plan-mer-beoordeling warmteprogramma

## Gemeente Lelystad

projectnummer 0501866.100
definitief
22 oktober 2025

## Auteur(s)

[redacted]

## Opdrachtgever

Gemeente Lelystad
Postbus 91
8200 AB LELYSTAD

## Gecontroleerd

[redacted]

| datum | beschrijving | vrijgave |
| --- | --- | --- |
| 22 oktober 2025 | Definitief | [redacted] |

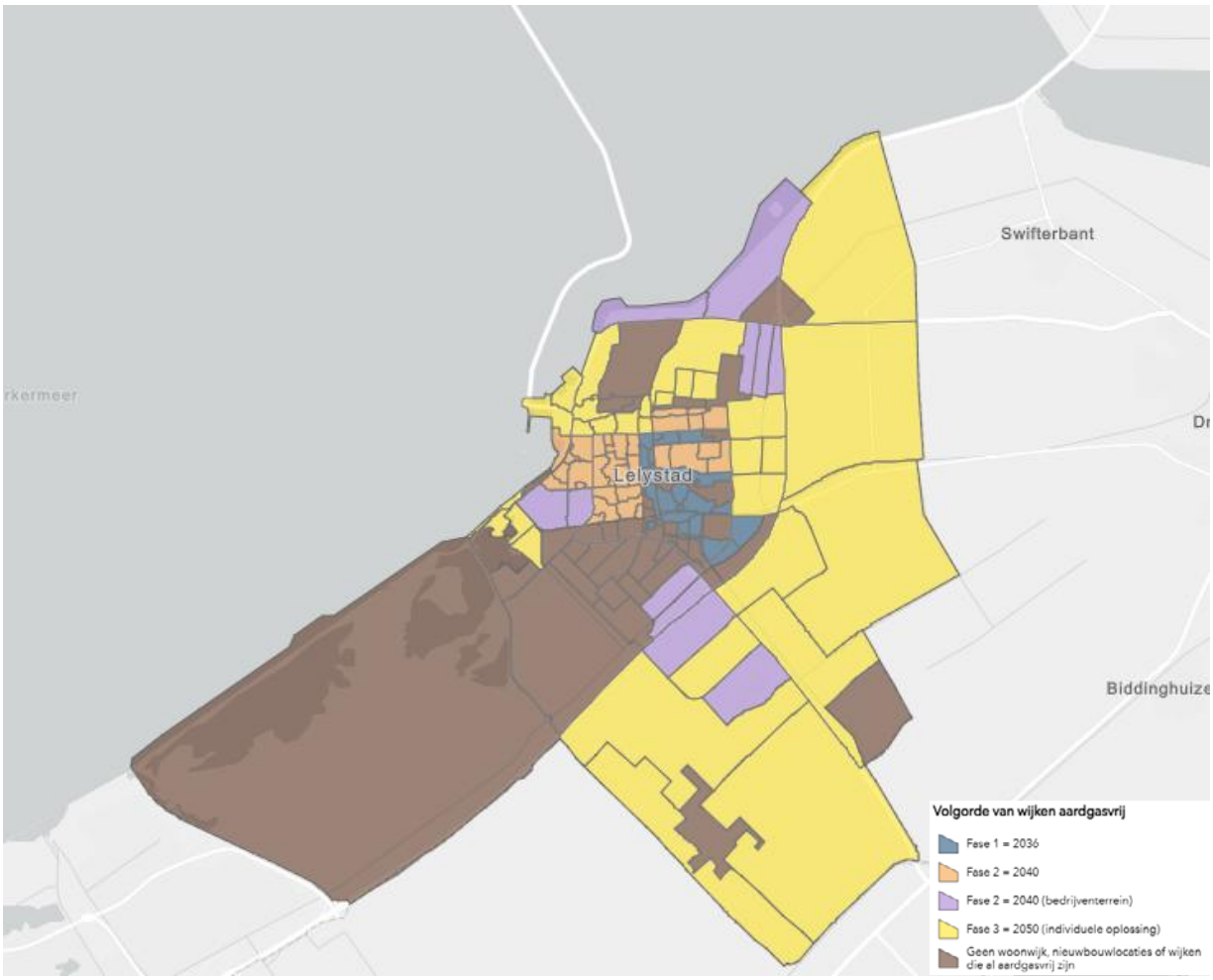
# Inhoudsopgave


| | | |
|---|---|---|
| **1.** | **Inleiding** | **4** |
| 1.1 | Aanleiding | 4 |
| 1.2 | Plan-mer-beoordeling en deze mededeling | 4 |
| 1.3 | Toetsingscriteria plan-mer-beoordeling | 5 |
| 1.4 | Leeswijzer | 6 |
| **2.** | **Plangebied en methodiek plan-mer-beoordeling** | **7** |
| 2.1 | Plangebied | 7 |
| 2.2 | Methodiek plan-mer-beoordeling; drie stappen | 7 |
| **3.** | **Warmtetechnieken Lelystad** | **11** |
| 3.1 | Alternatief 1: middelhoge temperatuur warmtenet | 11 |
| 3.1.1 | Bestaande warmtenet Lelystad | 11 |
| 3.2 | Alternatief 2: individuele lucht-water-warmtepomp | 12 |
| **4.** | **Kenmerken potentiële milieueffecten** | **13** |
| 4.1 | Geluid en trillingen | 13 |
| 4.1.1 | Effectbeschrijving cumulatieve geluidshinder | 14 |
| 4.1.2 | Effectbeschrijving trillingen | 18 |
| 4.2 | Bodem | 20 |
| 4.2.1 | Effectbeschrijving bodemkwaliteit | 23 |
| 4.2.2 | Effectbeschrijving ondergrond en grondwater | 26 |
| 4.2.3 | Effectbeschrijving ondergronds ruimtegebruik | 27 |
| 4.3 | Natuur en biodiversiteit | 28 |
| 4.3.1 | Effectbeschrijving beschermde gebieden | 31 |
| 4.3.2 | Effectbeschrijving beschermde soorten | 31 |
| 4.3.3 | Effectbeschrijving stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden | 32 |
| 4.4 | Archeologie en cultuurhistorie | 33 |
| 4.4.1 | Effectbeschrijving archeologische waarden | 33 |
| 4.4.2 | Effectbeschrijving cultuurhistorische waarden | 35 |
| 4.5 | Hittestress | 37 |
| 4.5.1 | Effectbeschrijving hittestress | 38 |
| 4.6 | Water | 39 |
| 4.6.1 | Effectbeschrijving drinkwater | 40 |
| 4.7 | Omgevingsveiligheid | 43 |
| 4.7.1 | Effectbeschrijving externe veiligheid | 46 |
| 4.8 | Overige thema's en aspecten | 47 |
| 4.8.1 | Elektromagnetische straling | 47 |
| 4.8.2 | Lucht | 47 |
| 4.8.3 | Oppervlaktewater | 48 |
| 4.8.4 | Circulariteit | 48 |
| 4.8.5 | Ruimtelijke kwaliteit | 48 |
| 4.8.6 | Verkeer | 49 |
| **5.** | **Conclusie** | **50** |
| **6.** | **Bijlage** | **51** |
| 6.1 | Methodiek buurttypen | 51 |

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Gemeente Lelystad stelt een warmteprogramma op, als uitwerking van haar Transitievisie Warmte in het kader van de Wet gemeentelijke instrumenten Warmtetransitie (Wgiw)[1]. In het warmteprogramma kijkt de gemeente vooruit tot 2050 en legt zij voor de komende 5 jaar vast hoe ze gefaseerd het gebruik van aardgas afbouwt en de woningen en bedrijfspanden van duurzame warmte voorziet. Het Warmteprogramma is een verdere uitwerking van de Transitievisie Warmte (2021)[2]. In de kaart 'volgorde van wijken' is op een kaart per buurt een voorstel gedaan voor de fase waarin elke buurt van het aardgas wordt afgekoppeld[3]. Deze kaart is weergegeven in Figuur 1.1.




Figuur 1.1 volgorde van wijken aardgasvrij (Lelystad maps ArcGIS)

## 1.2 Plan-mer-beoordeling en deze mededeling

In het kader van het Warmteprogramma wordt een zogeheten plan-mer-beoordelingsprocedure doorlopen. In de plan-mer-beoordelingsprocedure moet het bevoegde gezag (in dit geval de gemeente Lelystad) nagaan of de ontwikkelingen in het Warmteprogramma kunnen leiden tot aanzienlijk (negatieve) milieueffecten, die het doorlopen van een (uitgebreide) plan-mer-procedure voor het Warmteprogramma noodzakelijk maken. Deze mededeling plan-mer-beoordeling biedt het bevoegde gezag de benodigde informatie voor deze afweging.

[1] Eerste Kamer der Staten-Generaal
[2] Kadernota Op weg naar nieuwe energie in Lelystad juni 2021
[3] Volgorde van wijken

Daarnaast geeft deze mededeling een analyse van mogelijk te verwachten effecten van de warmtetechnieken zoals deze worden gepresenteerd in het Warmteprogramma. Het geeft daarmee aandachtspunten voor de uitwerking van het Warmteprogramma.

Er zijn diverse manieren om aardgasvrij te worden als gemeente. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in collectieve oplossingen en individuele oplossingen. Collectieve oplossingen zijn oplossingen waarbij meerdere gebruikers met één techniek van warmte worden voorzien. Een collectieve oplossing is met name geschikt voor wijken/buurten met een hoge dichtheid van gebruikers en als er al een collectieve warmtevoorziening is (bijvoorbeeld een warmtenet) die gebruikt en uitgebreid kan worden of er voldoende ruimte is om een collectieve voorzieningen aan te leggen en een warmtebron dichtbij ligt. Een voorwaarde is dat huizen goed geïsoleerd zijn of kunnen worden. Individuele oplossingen zijn oplossingen waarbij niet collectief maar voor elke gebruiker apart een warmtetechniek wordt ingezet. Dit is een optie voor wijken/buurten waar een collectieve oplossing niet mogelijk is door bijvoorbeeld de afwezigheid van een warmtenet, geen ruimte om een warmtenet aan te leggen en/of huizen moeilijk geïsoleerd kunnen worden.

Het warmteprogramma van gemeente Lelystad richt zich op twee oplossingen: een collectieve oplossing en een individuele oplossing. De collectieve oplossing betreft een middelhoge temperatuur warmtenet (hierna MT-warmtenet). De individuele oplossing is een lucht-waterwarmtepomp. Deze oplossingen zijn bedoeld voor bestaande bouw. In hoofdstuk 3 worden deze warmtetechnieken en de bijbehorende bronnen, infrastructuur en huisaansluitingen toegelicht.

## 1.3 Toetsingscriteria plan-mer-beoordeling

Bij het beoordelen of er sprake is van aanzienlijk (negatieve) milieueffecten moeten de toetsingscriteria worden gehanteerd uit bijlage II van de Europese SMB-richtlijn. Hierin zijn twee categorieën benoemd, elk met een aantal kenmerken. Tabel 1.1 geeft weer waar in het bijzonder op wordt gelet.

Tabel 1.1 Toetsingscriteria uit bijlage II van de SMB-richtlijn voor het beoordelen van aanzienlijke milieueffecten

| Kenmerken van plannen en programma's | Kenmerken van de effecten en van de gebieden die kunnen worden beïnvloed |
|---|---|
| - De mate waarin het plan of programma een kader vormt voor projecten en andere activiteiten met betrekking tot de ligging, aard, omvang en gebruiksvoorwaarden alsmede wat betreft de toewijzing van hulpbronnen;<br>- De mate waarin het plan of programma andere plannen en programma's met inbegrip van die welke deel zijn van een hiërarchisch geheel, beïnvloedt;<br>- De relevantie van het plan of programma voor de integratie van milieuoverwegingen, vooral met het oog op de bevordering van duurzame ontwikkeling;<br>- Milieuproblemen die relevant zijn voor het plan of programma;<br>- De relevantie van het plan of programma voor de toepassing van de milieuwetgeving van de Gemeenschap (bijv. plannen en programma's in verband met afvalstoffenbeheer of waterbescherming). | - De waarschijnlijkheid, duur, frequentie en omkeerbaarheid van de effecten;<br>- De cumulatieve aard van de effecten;<br>- De grensoverschrijdende aard van de effecten;<br>- De risico's voor de menselijke gezondheid of het milieu (bijv. door ongevallen);<br>- De orde van grootte en het ruimtelijk bereik van de effecten (geografisch gebied en omvang van de bevolking die getroffen kan worden);<br>- De waarde en kwetsbaarheid van het gebied dat kan worden beïnvloed gelet op:<br>o Bijzondere natuurlijke kenmerken of cultureel erfgoed<br>o De overschrijding van de milieukwaliteitsnormen of van grenswaarden;<br>o Intensief grondgebruik;<br>- De effecten op gebieden en landschappen die door een lidstaat, door de Gemeenschap, dan wel in internationaal verband als beschermd gebied zijn erkend. |

In de Omgevingswet staan geen inhoudelijke eisen ten aanzien van een mededeling plan-mer-beoordeling, wel ten aanzien van een project-mer-beoordeling (artikel 11.10 Omgevingsbesluit):
In ieder geval een beschrijving van:

- a. het project, met in ieder geval een beschrijving van:
  1°. de fysieke kenmerken van het gehele project en, als dat van toepassing is, van de sloopactiviteiten;
  2°. de locatie van het project, met bijzondere aandacht voor de kwetsbaarheid van het milieu in de gebieden waarop het project van invloed kan zijn;
- b. de mogelijk aanzienlijke milieueffecten van het project; en
- c. voor zover er informatie over deze effecten beschikbaar is: de mogelijk aanzienlijke milieueffecten van het project als gevolg van:

1°. de verwachte residuen en emissies en de productie van afvalstoffen; en|
2°. het gebruik van natuurlijke bronnen, waaronder bodem, land, water en biodiversiteit.

Deze kunnen ook gehanteerd worden voor een plan-mer-beoordeling[4]. In de Nederlandse werkpraktijk wordt aan een plan-mer-beoordeling (vergelijkbaar met de eisen aan een project-mer-beoordeling[5]) een derde criterium toegevoegd: de plaats van het plan of programma (zie verder hoofdstuk 2). De criteria uit de Europese richtlijn en de Omgevingswet zijn naar de Nederlandse werkpraktijk vertaald, wat geaccepteerd is door de Raad van State.

## 1.4 Leeswijzer

Voorliggend rapport is de mededeling plan-mer-beoordeling bij het warmteprogramma voor de gemeente Lelystad. De mededeling beschrijft de verwachte effecten van twee mogelijke alternatieven voor het aardgasvrij verwarmen van woningen en gebouwen in Lelystad.

De mededeling is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 1 gaat in op de aanleiding voor deze mededeling en de gehanteerde toetsingscriteria.
- Hoofdstuk 2 gaat in op het plangebied en de toegepaste methodiek.
- Hoofdstuk 3 gaat in op de te gebruiken warmtetechnieken
- Hoofdstuk 4 gaat in op de effectbeschrijvingen per milieuthema;
- Hoofdstuk 5 bevat een bondige conclusie;
- Hoofdstuk 6 bevat de bijlage.

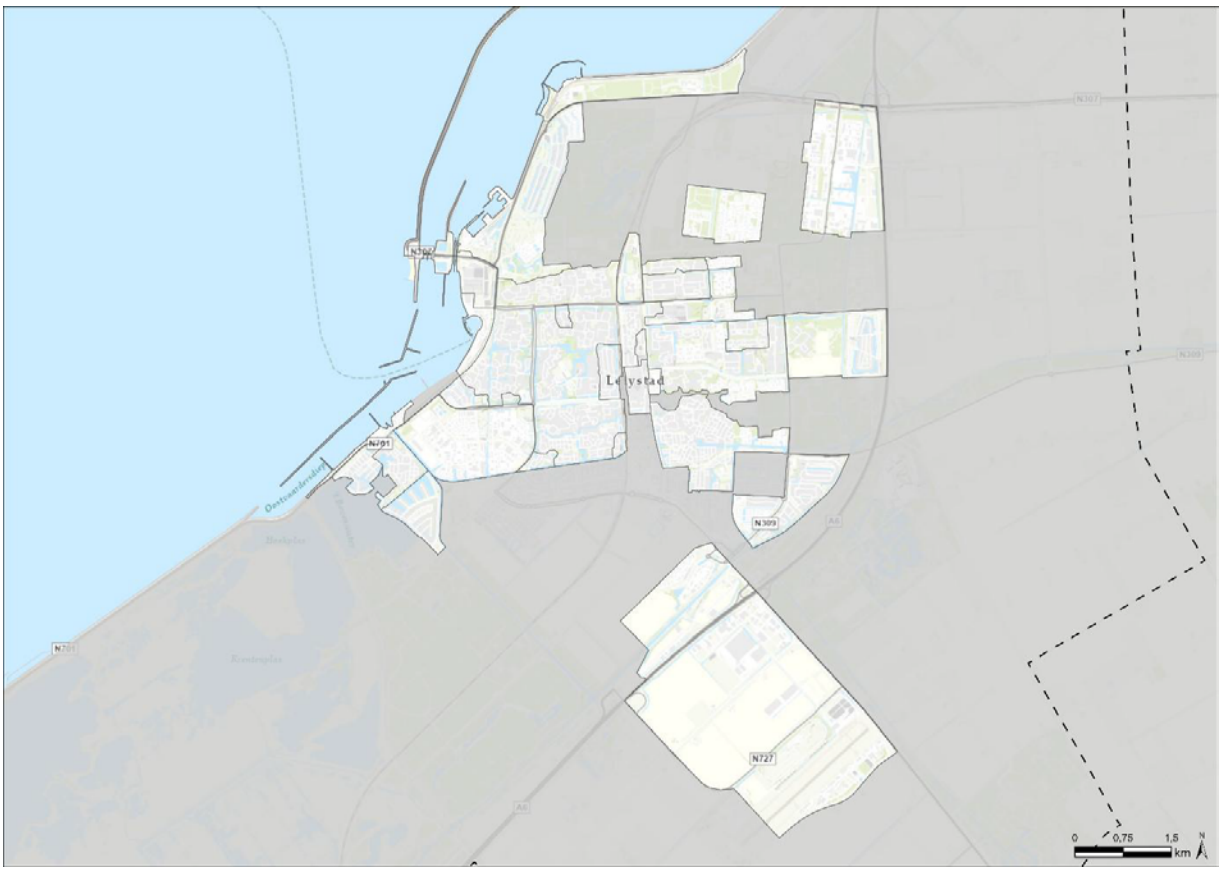
[4] *De eisen aan een plan-mer-beoordeling (bijlage II Europese SMB richtlijn) en project-mer-beoordeling (bijlage III Europese mer-richtlijn) zijn tekstueel enigszins anders. In jurisprudentie is echter al gesteld dat beide inhoudelijk vergelijkbaar zijn.*

# 2. Plangebied en methodiek plan-mer-beoordeling

In dit hoofdstuk worden de aanpak van de plan-mer-beoordeling en de kenmerken van het plangebied toegelicht.

## 2.1 Plangebied

Het plangebied omvat de buurten weergegeven in Figuur 2.1. Overige buurten binnen Lelystad zijn geen woonwijk, nieuwbouwwijken of al aardgasvrij. Voor deze buurten worden twee mogelijke warmtetechnieken onderzocht: het MT-warmtenet en de individuele luchtwarmtepomp. Deze warmtetechnieken worden in hoofdstuk 3 verder toegelicht.



Figuur 2.1 Plangebied plan-mer-beoordeling Lelystad

## 2.2 Methodiek plan-mer-beoordeling; drie stappen

De plan-mer-beoordeling is uitgevoerd aan de hand van drie onderzoeksstappen.

*Stap 1: Opstellen beoordelingskader*
Op basis van wat er speelt in Lelystad én op basis van ervaringen elders zijn de relevante thema's geïnventariseerd die beoordeeld moet worden. In Tabel 2.1 zijn deze thema's nader uitgewerkt tot het beoordelingskader. De effectbeschrijvingen zelf worden in hoofdstuk 4 beschreven.

Op basis van ervaringen elders zijn de thema's elektromagnetische straling, lucht, water, circulariteit, ruimtelijke kwaliteit en verkeer niet opgenomen in het beoordelingskader[6]. Deze thema's blijken niet van wezenlijke invloed op de vraag of er een mer-plicht ontstaat. Voor sommige van deze thema's geldt dat op dit moment nog niet kan worden vastgesteld hoe dat thema invulling krijgt (bijv. circulariteit). Voor andere thema's geldt dat ze niet leiden tot aanzienlijk (negatieve) milieueffecten. In paragraaf 4.7 wordt deze onderbouwing per thema toegelicht.

[6] Milieueffectrapport incl. aanvulling beleidsnota warmte en warmteprogramma gemeente Utrecht incl. bijlagen

Tabel 2.1 Beoordelingskader plan-mer-beoordeling Lelystad

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Geluid en trillingen | Cumulatieve geluidshinder | Toename geluidsbelasting | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Trillingen | Hinder of schade door trillingen | Aanlegfase |
| Bodem | Bodemkwaliteit (netwerklaag) | Impact op de biologische, chemische en fysische kwaliteit van de bodem in de netwerklaag. | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Ondergrond en grondwater | De hydrologische, chemische, biologische en thermische impact op de ondergrond en grondwaterkwaliteit en -kwantiteit | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Ondergronds ruimtegebruik | Inpasbaarheid in de ondergrond | Aanleg- en gebruiksfase |
| Natuur en biodiversiteit | Beschermde gebieden | Impact op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden | Aanlegfase |
| | Beschermde soorten | Impact op beschermde soorten | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden | Stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden | Aanlegfase |
| | Oppervlaktewater | Thermisch effect op waterleven | Gebruiksfase |
| Archeologie en cultuurhistorie | Archeologische waarden | Behoud archeologische waarden, onder andere door toepassing (grootschalige) bodemenergie en energie-infrastructuur | Aanlegfase |
| | Cultuurhistorische waarden | Behoud cultuurhistorische waarden, onder andere door toepassing (grootschalige) bodemenergie en energie-infrastructuur | Aanleg- en gebruiksfase |
| Hittestress | Effect van warmteopwekking of koeling op hittestress | Mate van verandering in hittestress in verschillende wijken na introductie alternatieve warmtetechniek | Gebruiksfase |
| Water | Drinkwater | Impact op de kwaliteit van het drinkwater in nabijgelegen leidingen van benoemde technieken | Gebruiksfase |
| Omgevingsveiligheid | Externe veiligheid | Aandachtsgebieden, activiteiten met gevaarlijke stoffen en plaatsgebonden risico | Aanleg- en gebruiksfase |

### *Stap 2: Nuancering naar buurttype*

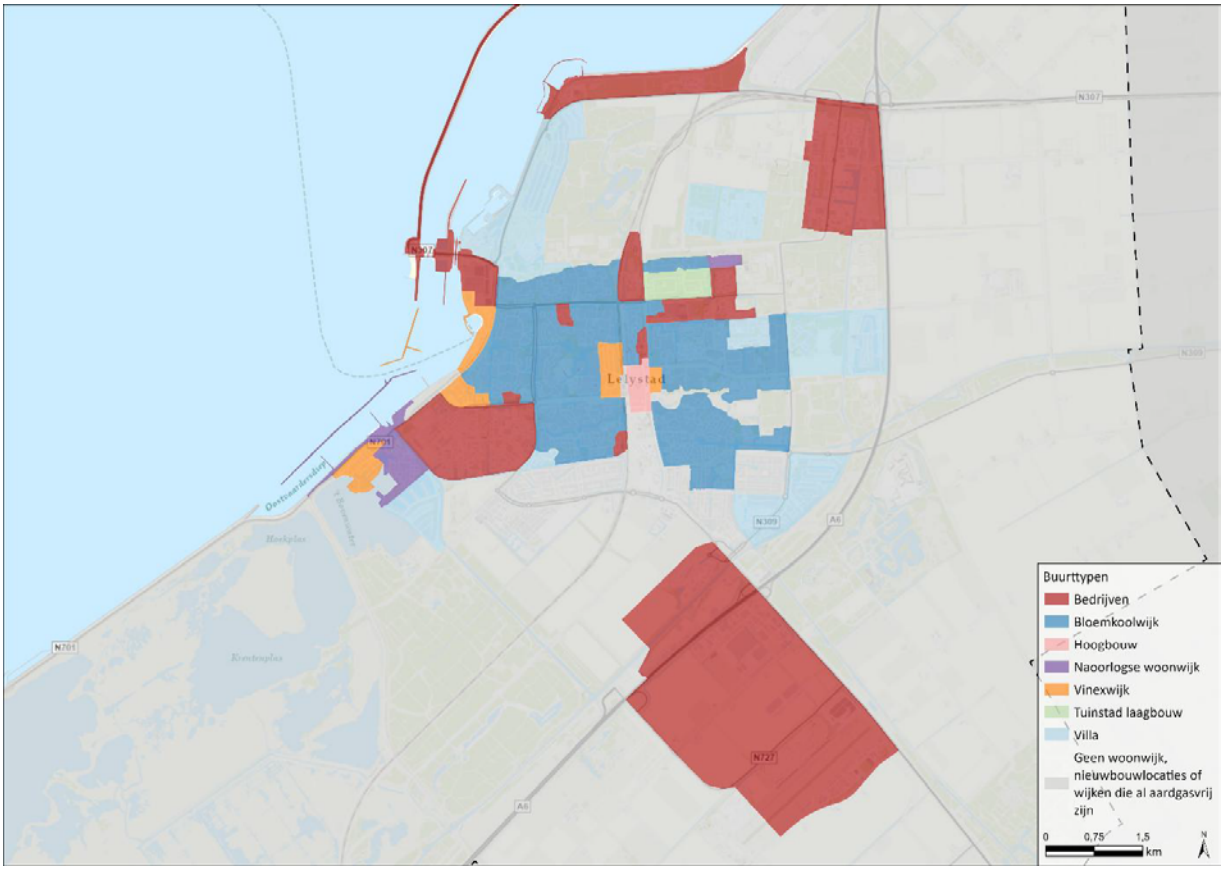
De impact van elk van de alternatieven (zowel warmtenet als luchtwarmtepomp) kan verschillen per buurttype. Daarom worden de milieueffecten (waar mogelijk) gerelateerd aan een buurttypologie om langs die weg eventuele verschillen inzichtelijk te maken.

In de bebouwde omgeving van Nederland kunnen 14 buurttypen worden onderscheiden (gebaseerd op Kleerekoper 2016 - zie ook bijlage 1). Aan de hand van kenmerken, zoals het bouwjaar van de woningen, opbouw van de straten en het type bebouwing (zoals rijtjeshuizen of appartementen), kunnen ook de buurten in de gemeente Lelystad ingedeeld worden in een bepaald type. Niet alle 14 typen zijn van toepassing in Lelystad. In overleg met de gemeente zijn de volgende 7 buurttypen onderscheiden:

1. Naoorlogse woonwijk
2. Tuinstad laagbouw
3. Hoogbouw
4. Bloemkoolwijk
5. Vinex-wijk
6. Villawijk
7. Bedrijven

Figuur 2.2 geeft een beeld van deze buurttypen. De grijze en de groene gebieden in Figuur 2.2 zijn geen woonwijken, nieuwbouwwijken of al aardgasvrij. Deze worden daarom niet meegenomen in de plan-mer-beoordeling.
Bedrijventerreinen worden ook meegenomen in de buurttype aanpak. Voor een aantal bedrijven op bedrijventerreinen stelt de gemeente Lelystad echter een maatwerk aanpak voor, in aanvulling op deze

mededeling. Bij de maatwerk aanpak gaat het om ‘collectief waar het kan, individueel als het moet’. De buurten waar deze specifieke bedrijven in liggen worden in zijn geheel dus wel meegenomen in de effectbeschrijving en buurttype beschrijving.



Figuur 2.2 Buurttypen Lelystad

In Tabel 2.2 worden de kenmerken van de buurttypen beschreven.

Tabel 2.2 Kenmerken buurttypen Lelystad

| | Straatbeeld | | | | | Oppervlakte in buurt | | | | | Gevoeligheid in buurt | | | Overig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bouwjaar | Woningtype | Hoogte gebouw (bouwlagen) | Breedte van straten | Type bestrating | Grondgebonden woningen | Groen | Groen in openbaar gebied | Groen in privaat gebied | Verharding openbare | Hitegevoeligheid | Wateroverlast | Ventilatie | Functie van wijk |
| **Naoorlogse woonwijk** | na 1945 | Gesloten bouwblok, eengezinswoning: 2 onder 1 kap of vrijstaand | 2 tot 3 | Breed | Klinkers, betontegels | Hoog | 33% | 19% | 14% | Hoog | Middel | Middel | Middel | Woonfunctie |
| **Tuinstad laagbouw** | 1945-1960 | Eengezinswoningen | 2 tot 3 | Breed | Klinkers, betontegels | Hoog | 39% | 22% | 18% | Middel | Middel | Middel | Zeer Hoog | Woonfunctie |
| **Hoogbouw** | na 1960 | Verspreide bebouwing, appartementen | 6 tot 20 | Middel | Klinkers, betontegels, asfalt | Laag | 11% | 7% | 4% | Hoog | Laag | Middel | Middel | Woonfunctie, werkfunctie |
| **Bloemkool-wijk** | 1970-1990 | Eengezinswoningen, strokenbouw en open bouwblok | 3 tot 5 | Smal | Klinkers, betontegels | Hoog | 36% | 22% | 14% | Middel | Middel | Laag | Laag | Woonfunctie |
| **Vinex-wijk** | 1990-2010 | Eengezinswoningen: rijtjeshuizen, 2 onder 1 kap, appartementen, vrijstaand | 3 tot 10 | Breed | Klinkers, betontegels, asfalt | Hoog | 41% | 24% | 17% | Hoog | Middel | Laag | Middel | Woonfunctie |
| **Villawijk** | Van alle tijden | Verspreide bebouwing, 2 onder 1 kap, vrijstaand | 1 tot 4 | Breed | Klinkers | Hoog | 52% | 40% | 12% | Laag | Laag | Laag | Hoog | Woonfunctie |
| **Bedrijven-terrein** | Van alle tijden | Verspreide bebouwing, dichte blokkendozen in vrije ruimte | 2 tot 3 | Breed | Betontegels, asfalt | n.v.t.. | 9-35% | n.v.t.. | n.v.t.. | Hoog | Laag | Laag | Hoog | Werkfunctie |

### *Stap 3: Lelystad specifieke, geografische informatie: Locatiespecifiek*

Aspecten die een specifieke geografische component met zich meebrengen, oftewel die buurttype overstijgend zijn, zijn op gemeenteniveau onderzocht (het plangebied). Zo is er gekeken naar:

- Cultuurhistorische elementen
- Archeologische waarden
- Beschermde gebieden: Natuurnetwerk Nederland
- Beschermde gebieden: Natura 2000-gebieden

Langs deze drie stappen (beoordelingskader, buurttypen, locatiespecifieke zaken) is de plan-mer-beoordeling uitgevoerd voor een tweetal alternatieven. Die worden in het volgende hoofdstuk nader toegelicht.

# 3. Warmtetechnieken Lelystad

In dit hoofdstuk worden de twee alternatieven, het MT-warmtenet en de individuele lucht-water-warmtepomp, behandeld. Elk alternatief wordt verder uitgewerkt met aandacht voor warmtebronnen, benodigde infrastructuur en de aansluiting op woningen en gebouwen.

## 3.1 Alternatief 1: middelhoge temperatuur warmtenet

Een warmtenet is een infrastructuur van ondergrondse, geïsoleerde buisleidingen waar warm water wordt getransporteerd van een centrale warmtebron naar de afnemers, zoals particulieren of bedrijven. Een stadsbreed warmtenet op midden-temperatuur (MT) levert warmte van 55 tot 75 °C aan gebruikers in een groot gebied, zoals een hele stad of stadsdelen.

### Warmtebronnen

Er zijn meerdere mogelijke warmtebronnen voor een MT-warmtenet. Lelystad voorziet gebruik te maken van de volgende warmtebronnen ten behoeve van een MT-warmtenet:

- Warmte uit diepe bodem (geothermie)
- Warmte uit ondiepe bodem (collectieve warmte-koude opslag (WKO))
- Warmte uit een biomassacentrale (alleen onder hele strenge eisen luchtkwaliteit).

De gemeente is momenteel bezig met onderzoek naar geothermie als warmtebron. Ook bestaan er al twee warmtenetten welke warmte onttrekken uit biomassa, dit wordt verder toegelicht in paragraaf 3.1.1.

### Benodigde infrastructuur en aanleg

De warmte-infrastructuur voor het stadsbrede warmtenet bestaat uit verschillende onderdelen:

- (minimaal) 2-pijps warmtenet, met:
    - Transportleidingen
    - Distributieleidingen
    - Huisaansluitingen
- Warmteoverdrachtstations
- Hulpwarmteketels
- Warmteonderstations
- (eventueel) warmtebuffers.

### Aansluiting woningen en gebouwen

Voor aansluiting op MT-warmtenet is isolatie van woningen en gebouwen tot energielabel C (of beter) noodzakelijk voor optimale functionering van de MT-verwarming. Dit betekent voor woningen en gebouwen met een lager energielabel dan D dat hun isolatie moet worden verbeterd, vernieuwd of vervangen. Binnenshuis, om een MT-warmtenet aan te sluiten moet een afgifteset (warmtewisselaar) geïnstalleerd worden (dit kan meestal in de meterkast). Afgifte van warmte in de woning kan via de bestaande radiatoren of vloerverwarming. Bij appartementen met een collectieve warmtevoorziening wordt op een vergelijkbare manier deze voorziening vervangen door een collectieve warmtewisselaar. Als ieder appartement nu een eigen cv-ketel heeft, is de aansluiting op het warmtenet een stuk complexer en moet er veel intern leidingwerk worden aangelegd. Het elektriciteitsnet hoeft voor deze variant niet verzwaard te worden.

### 3.1.1 Bestaande warmtenet Lelystad

In de gemeente Lelystad zijn momenteel twee warmtenetten aanwezig. Het oudste (1981) is van Vattenfall en voorziet grotendeels de zuidelijke wijken van de gemeente van warmte. De wijk Warande wordt voorzien door warmte door Ennatuurlijk. Beide warmtenetten worden verwarmd uit biomassa. Daarvoor zijn twee centrales beschikbaar: de eerste is van Vattenfall (2001) en de tweede van Primco (2011). De biomassacentrale van Vattenfall levert warmte aan het warmtenet van Vattenfall. De biomassacentrale van Primco levert warmte aan het warmtenet van Ennatuurlijk en voorziet in de pieklast van Vattenfall. Deze bronnen zijn op dit moment voldoende toereikend voor het warmteprogramma.

De biomassacentrale van Vattenfall is echter zowel economisch als technisch afgeschreven. Dit is reden voor Vattenfall om een nieuwe warmtevoorziening voor te bereiden. Hiervoor doet de gemeente onderzoek naar geothermie als warmtebron. Hiervoor wordt een aparte mer-procedure doorlopen, omdat nog niet definitief is waar de geothermiebron komt en in welke vorm. De potentiële effecten van de geothermiebron op verschillende aspecten binnen deze plan-mer-beoordeling zijn daarom niet kaderstellend voor het warmteprogramma.

De gemeente heeft geen WKO's geïnstalleerd vooruitlopend op het warmtenet. Het stadhuis en een aantal andere grote kantoren in het stadshart hebben elk een eigen WKO, maar deze worden niet op een collectief WKO voor het stadshart aangesloten.

## 3.2 Alternatief 2: individuele lucht-water-warmtepomp

Met een individuele lucht-water-warmtepomp worden woningen en gebouwen verwarmd zonder een aansluiting op een warmtenet. Met een buitenunit kan warmte uit de lucht worden gehaald en met de warmtepomp naar het gewenste temperatuurniveau worden opgewaardeerd. Via een warmtewisselaar wordt het water voor de verwarming en tapwater opgewarmd. In Lelystad wordt de lucht-waterwarmtepomp uitsluitend toegepast in een all-electric uitvoering.

### Warmtebronnen

Een lucht-waterwarmtepomp gebruikt de buitenlucht als bron om warmte te onttrekken door middel van een koelmiddel en condensor. De warmte wordt opgewaardeerd naar het juiste temperatuurniveau met behulp van elektriciteit.

### Benodigde infrastructuur en aanleg

Elke woning die wordt voorzien van een lucht-waterwarmtepomp moet een buiten- en binnenunit laten plaatsen. Afhankelijk van de plaatsing is er mogelijk noodzaak voor graafwerkzaamheden. De units worden per woning/gebouw voorzien van stroom.

### Aansluiting woningen en gebouwen

Woningen en gebouwen die voor een individuele lucht-waterwarmtepomp in aanmerking komen moeten minimaal schillabel B geïsoleerd zijn. Afhankelijk van de woning of het gebouw moeten hiervoor aanpassingen worden uitgevoerd. Naast isoleren is er een aantal veranderingen nodig, zo wordt de buitenunit van de lucht-water-warmtepomp gemonteerd aan de buitenkant van de woning of het gebouw. Binnenshuis wordt de lucht-water-warmtepomp aangesloten op de bestaande verwarmingsleidingen van radiatoren of vloerverwarming. Voor de opwarming van tapwater is een boiler nodig en daarnaast nog een buffervat van ca. 150 liter. Ook moet de binnenunit worden aangesloten op een stroomtoevoer.

# 4. Kenmerken potentiële milieueffecten

In dit hoofdstuk wordt per thema beschreven wat de te verwachten effecten zijn van de twee warmte-alternatieven.

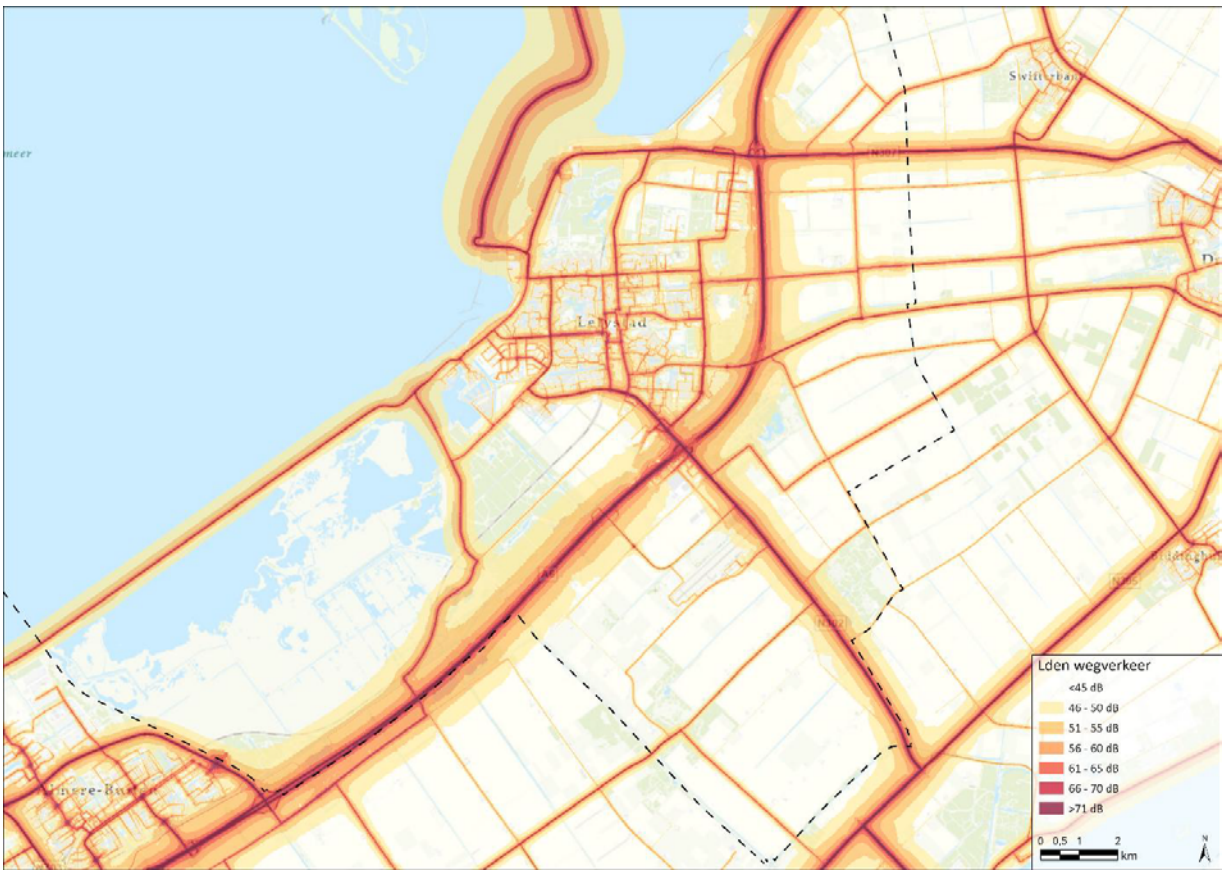
## 4.1 Geluid en trillingen

Geluid en trillingen die vrijkomen bij de werkzaamheden die benodigd zijn voor de alternatieven naar aardgasvrij kunnen tot hinder leiden. Onderstaande paragraaf beschrijft de effecten met betrekking tot het thema geluid en trillingen. Hierbij zijn de cumulatieve geluidshinder en mate van trillingen maatgevend.

Tabel 4.1 Beoordelingskader geluid en trillingen

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Geluid en trillingen | Cumulatieve geluidshinder | Toename geluidsbelasting | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Trillingen | Hinder of schade door trillingen | Aanlegfase |

De geplande groei van woningen in de gemeente Lelystad[7] betekent een toename van het aantal geluidsgevoelige objecten en daarmee ook een toename van mogelijke geluidshinder. De groei van het aantal inwoners brengt ook een groei van mobiliteit met zich mee, en daarmee verkeersgeluid. In Figuur 4.1 is de geluidsbelasting (Lden, 2021) voor wegen weergeven en Figuur 4.2 geeft de geluidsbelasting voor spoorwegen (Lden, 2021). De figuren tonen dat de geluidsbelasting rondom drukke verkeersaders en spoorwegen hoog is.



Figuur 4.1 Geluidsbelasting (Lden) wegverkeer (RIVM, 2022)

[7] Woonvisie 2022-2027 herijkte versie 2024




Figuur 4.2 Geluidsbelasting (Lden) treinverkeer (RIVM, 2022)

Bij specifieke vormen van industrie, zwaar vrachtverkeer en treinverkeer treedt al trillinghinder op. Trillinghinder door verkeer is sterk afhankelijk van de staat van het wegdek. Ook kan bij constructiewerkzaamheden trillinghinder optreden bij het heien of door de aan- en afvoer van bouwmaterialen.

### 4.1.1 Effectbeschrijving cumulatieve geluidshinder

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

De aanleg van een MT-warmtenet brengt werkzaamheden met zich mee waar mogelijk geluidshinder bij komt kijken. Voor het MT-warmtenet worden op verschillende locaties binnen de gemeente installaties aangelegd. In hoofdstuk 3 is beschreven dat er een geothermiebron, installatie voor warmte-koude opslag en een biomassacentrale benodigd zijn. Bij de aanleg hiervan vindt mogelijk geluidshinder plaats. Deze is echter tijdelijk van aard en geconcentreerd in en rondom de gebieden waar de installaties terecht komen. Daarnaast wordt er bij de aanleg van de transport- en distributieleidingen van een warmtenet gebruik gemaakt van machines die geluidshinder opleveren. Binnen een buurt moet in elke straat een distributieleiding voor het warmtenet worden aangelegd. Gedurende deze periode kunnen omwonenden geluidshinder ondervinden van deze werkzaamheden.

De geluidsemissie van het warmtetransport door de distributieleiding heeft geen significante geluidshinder tot gevolg in de gebruiksfase. De installaties die benodigd zijn voor de warmtebron, zoals een geothermiecentrale, kunnen in de gebruiksfase wel een geluid uitstoten. Voor deze installaties moet bij de gemeente een vergunning worden aangevraagd waar ook wordt getoetst of de uitstoot van geluid aan de geldende richtlijnen voldoet. De installaties zijn grootschaliger en worden op strategische plaatsen binnen de gemeente geplaatst. Indien nodig kunnen er extra maatregelen worden genomen om geluidshinder te voorkomen.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

Bij de aanleg van individuele lucht-waterwarmtepompen worden werkzaamheden aan het huis van bewoners uitgevoerd. Voor deze werkzaamheden is geen zwaar materieel en transport benodigd, Dit geeft geen significante toename van geluidshinder ten opzichte van bestaande verkeersbewegingen. Het elektriciteitsnet moet voor dit

alternatief verzwaard worden, waarvoor transformatorhuisjes en elektriciteitskabels benodigd zijn. De werkzaamheden bij de aanleg hiervan kunnen tot geluidshinder kan leiden, maar zijn relatief kort van duur.

De ventilator van de lucht-water-warmtepomp die bij iedere woning wordt geïnstalleerd veroorzaakt geluid. Hoe lager de omgevingstemperatuur of hoe hoger de gewenste binnentemperatuur, hoe harder de lucht-water-warmtepomp moet draaien om warmte uit de buitenlucht te halen. Lucht-water-warmtepompen kunnen ook worden ingezet om de woning te koelen. In dat geval draait de lucht-water-warmtepomp ook in de zomer en emitteert daarmee geluid. Nationale wetgeving stelt een grens van maximaal 40 dB, gemeten op de erfgrens, voor lucht-water-warmtepompen. Om aan deze eis te kunnen voldoen zijn er speciaal ontworpen, stillere varianten van lucht-water-warmtepompen op de markt. Daarnaast kan met het kiezen van een geschikte locatie voor de lucht-water-warmtepomp en/of met het plaatsen van een geluidskap, het geluidsniveau van lucht-water-warmtepompen worden verlaagd.

Een studie uit 2024[8] waarin het cumulatieve geluidsniveau van de plaatsing van de buitenunits van lucht-water-warmtepompen in een wijk in Londen is gemodelleerd, toont aan dat zelfs onder de meest ongunstige aannames, de cumulatieve geluidsimpact van meerdere lucht-water-warmtepompen niet significant groter is dan de impact van een enkele lucht-water-warmtepomp in de tuin van de dichtstbijzijnde buur. Er is verder nog weinig onderzoek gedaan naar de cumulatieve geluidsniveaus en de subjectieve geluidservaring bij de grootschalige inzet van lucht-water-warmtepompen in verschillende stedelijke leefomgevingen. Los van de hoogte van het cumulatieve geluidsniveau moet worden geconcludeerd dat bij toepassing van de lucht-water-warmtepomp als voorkeursoplossing voor alle woningen in een buurt het cumulatieve geluidsniveau bij gelijktijdige inschakeling van deze warmtepompen voor een continue geluidsbelasting van 40 dB op de omgeving zorgt, wanneer de richtlijnen worden nageleefd. Lucht-water-warmtepompen draaien niet continu, wat in de praktijk een vermindering van het cumulatieve geluidsniveau oplevert. Daarnaast zijn moderne buitenunits vaak uitgerust met een stille modus waarbij minder geluid wordt geproduceerd en zijn er maatregelen mogelijk om de geluidshinder van een buitenunit te verminderen door deze te isoleren.

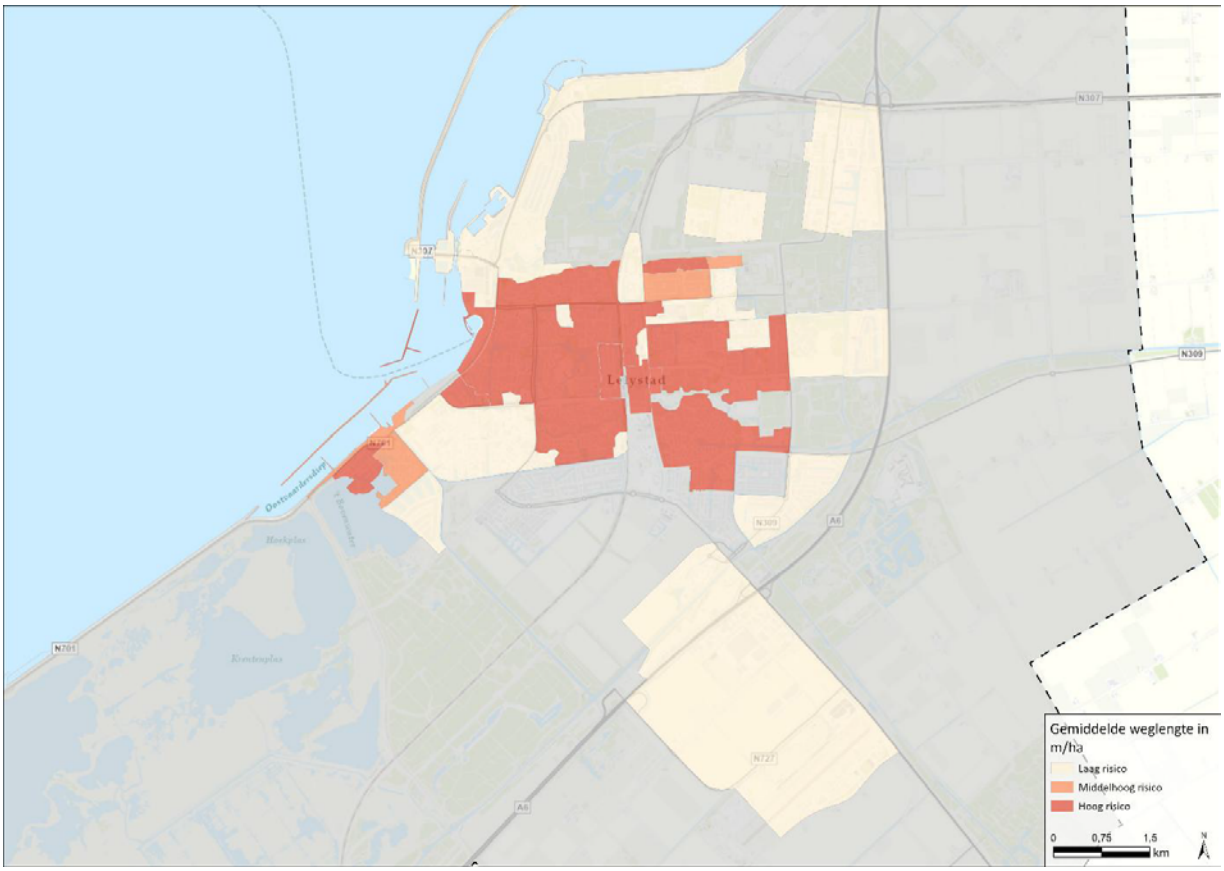
Naast de mogelijk (lichte) geluidshinder door de extra transformatorhuisjes voor de verzwaring van het elektriciteitsnet zijn er in de gebruiksfase geen aanzienlijke effecten op geluid te verwachten.

### *Buurttypen*

#### Aanlegfase

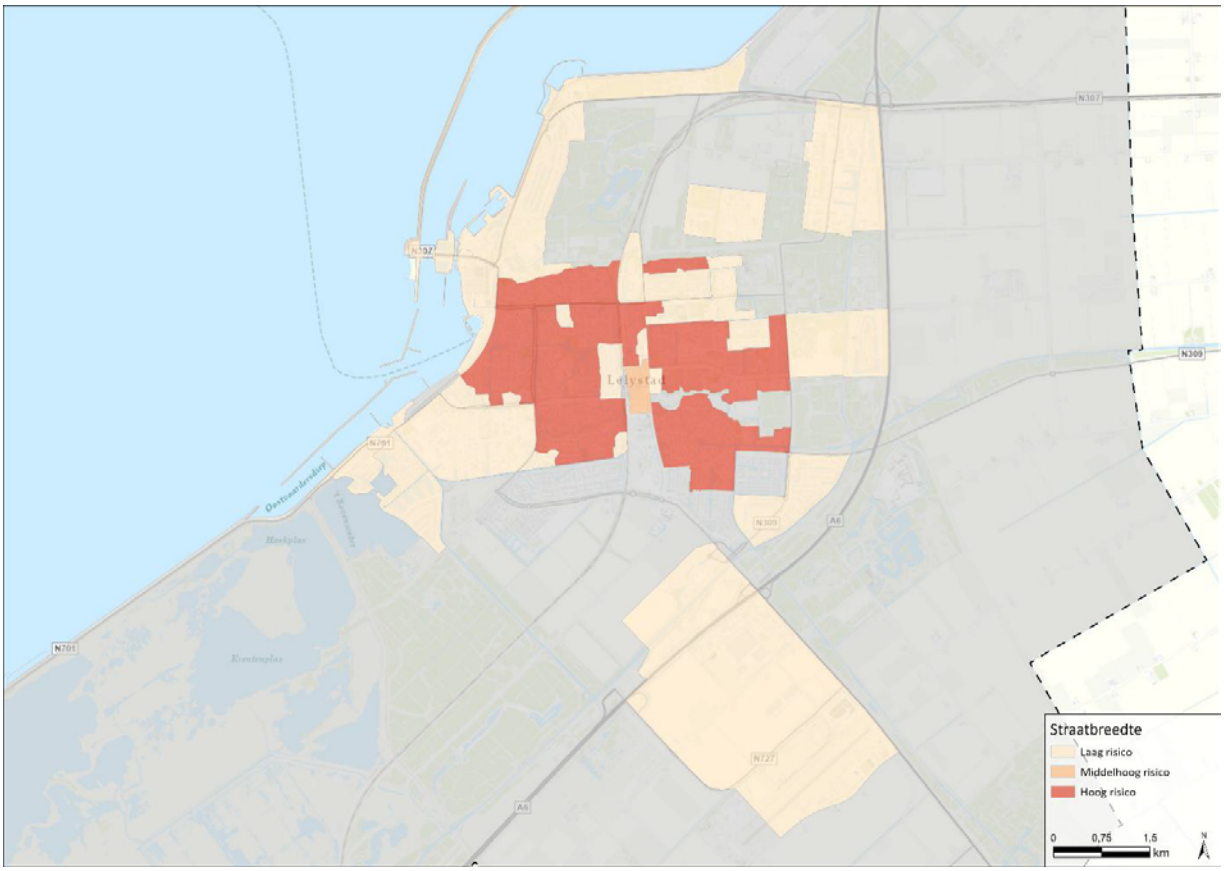
Voor de aanleg van een warmtenet is het uitgangspunt dat er één distributieleiding per straat wordt aangelegd. Daarmee is het aantal meters straat per buurttype bepalend voor dit deel van de geluidsoverlast tijdens de aanlegfase. Bepalend voor de mate van geluidshinder is het aantal meters warmtenet wat moet worden aangelegd. Hiervoor wordt het onderscheidende kenmerk *weglengte per hectare* gebruikt. Buurttypen met hoog aantal meters straat per hectare, moeten relatief meer werkzaamheden voor de aanleg van een warmtenet worden uitgevoerd en hebben daarmee een groter risico op geluidshinder gedurende de aanlegfase, zie Figuur 4.3. Buurten met het type bloemkoolwijk en Vinex wijk hebben een hoger risico.

[8] APEX Acoustics (2024) Cumulative noise impact risk from ASHPs




Figuur 4.3 Gemiddelde weglengte in meters per hectare als indicator voor risico op geluidshinder

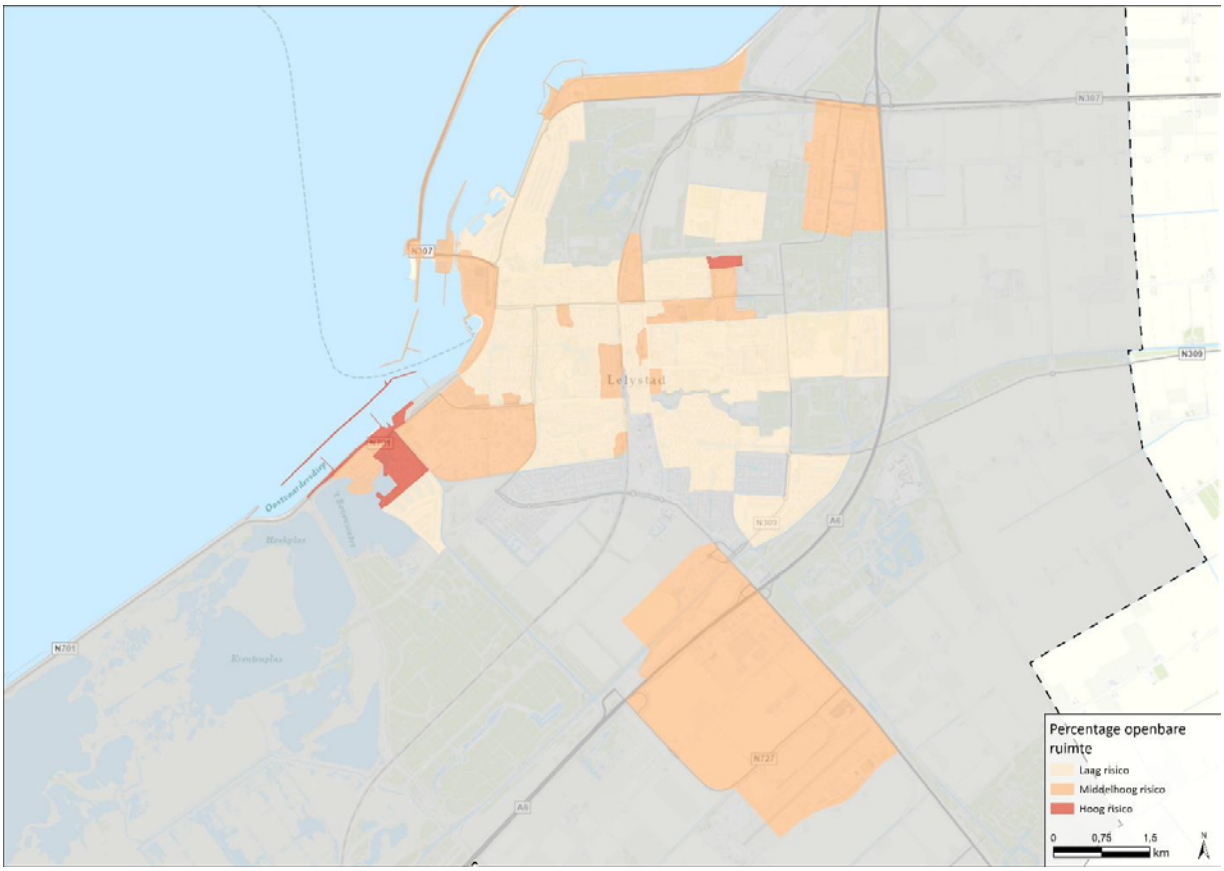
Daarnaast speelt de afstand tot de werkzaamheden aan het warmtenet een rol bij de aanleg van een warmtenet. Om dit effect mee te wegen wordt het onderscheidende kenmerk *straatbreedte* gebruikt. Buurten met smallere straten hebben een hoger risico op geluidshinder gedurende de aanlegfase van het warmtenet, zie Figuur 4.4. Buurten met het buurttype bloemkoolwijk hebben een hoger risico.
Voor alternatief 2 worden voor het aspect geluid geen specifieke effecten verwacht per buurttype verwacht.




Figuur 4.4 Straatbreedte als indicator voor risico op geluidshinder

## Gebruiksfase

In de gebruiksfase kunnen bij beide alternatieven installaties zoals warmteoverdrachtstations en transformatorhuisjes (lichte) geluidshinder geven. Uitgangspunt is dat hierbij aan de richtlijnen en de richtafstanden voor deze installaties kan worden voldaan. Deze installaties moeten worden ingepast in de leefomgeving. In sommige buurten is daarvoor weinig ruimte, waardoor richtafstanden en richtlijnen om geluidshinder te voorkomen soms lastig uit te voeren zijn. Daarom is in de nuancering naar buurttype gebruikt gemaakt van het onderscheidende kenmerk *openbare ruimte per buurttype,* zie Figuur 4.5. Buurten met weinig openbare ruimte hebben een hoger risico op geluidshinder in de gebruiksfase. Buurten met het buurttype naoorlogse woonwijk hebben een hoog risico.




Figuur 4.5 Percentage openbare ruimte als indicator voor risico op geluidshinder

*Locatiespecifiek*

Er zijn voor het aspect geluid geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

*Conclusie*

In de aanlegfase zijn bij alternatief 1 relatief meer effecten te verwachten dan bij alternatief 2. In bloemkoolwijken wordt dit effect mogelijk versterkt doordat er meer en smallere straten zijn waarin een warmtenet aangelegd moet worden. Deze effecten zijn echter tijdelijk van aard. In de gebruiksfase leidt alternatief 2 naar verwachting tot meer cumulatieve geluidshinder. Een aandachtspunt met betrekking tot het cumulatieve geluidsniveau van de individuele lucht-water-warmtepomp ligt met name aan waar deze geplaatst wordt. In naoorlogse woonwijken is dit een aandachtspunt omdat hier minder openbare ruimte beschikbaar is. Deze effecten zijn te mitigeren door bijvoorbeeld een geluidskap te plaatsen.

Vanuit het aspect cumulatieve geluidshinder zijn er dus geen aanzienlijke milieueffecten die aanleiding geven tot het opstellen van een plan-MER.

*Aandachtspunt*

Een aandachtspunt is dat er op dit moment weinig bekend is over de impact van meerdere buiten units op het cumulatieve geluidsniveau in dichtbevolkte buurten met meerdere woonlagen en de verschillen in subjectieve geluidservaring. Er kunnen mitigerende maatregelen getroffen worden om de eventuele geluidhinder te minimaliseren.

### 4.1.2 Effectbeschrijving trillingen

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

Bij de aanleg van de installaties die in de basis- en pieklast van het MT-warmtenet voorzien worden allerlei machines gebruikt en moet materieel van en naar de locatie worden vervoerd. Juist het (zwaar) transport over ongelijke ondergrond leidt tot trillingen in de omgeving. Om de effecten op trillingen tijdens de aanlegfase per alternatief vast te stellen is daarom gekeken naar welke machinerie en transport in de aanlegfase benodigd is.

Voor de aanleg van een MT-warmtenet zijn machines nodig voor het aanleggen van de transport- en distributieleidingen en installaties. De straat moet open voor de aanleg van de leidingen, hier is machinerie voor benodigd maar ook transport van benodigd materieel. Nadat de werkzaamheden zijn afgerond wordt bij het egaliseren van straatdelen vaak een trilplaat gebruikt. Deze werkzaamheden kunnen tijdelijk voor trillinghinder zorgen.

In de gebruiksfase zijn er geen trillingen te verwachten bij dit alternatief.

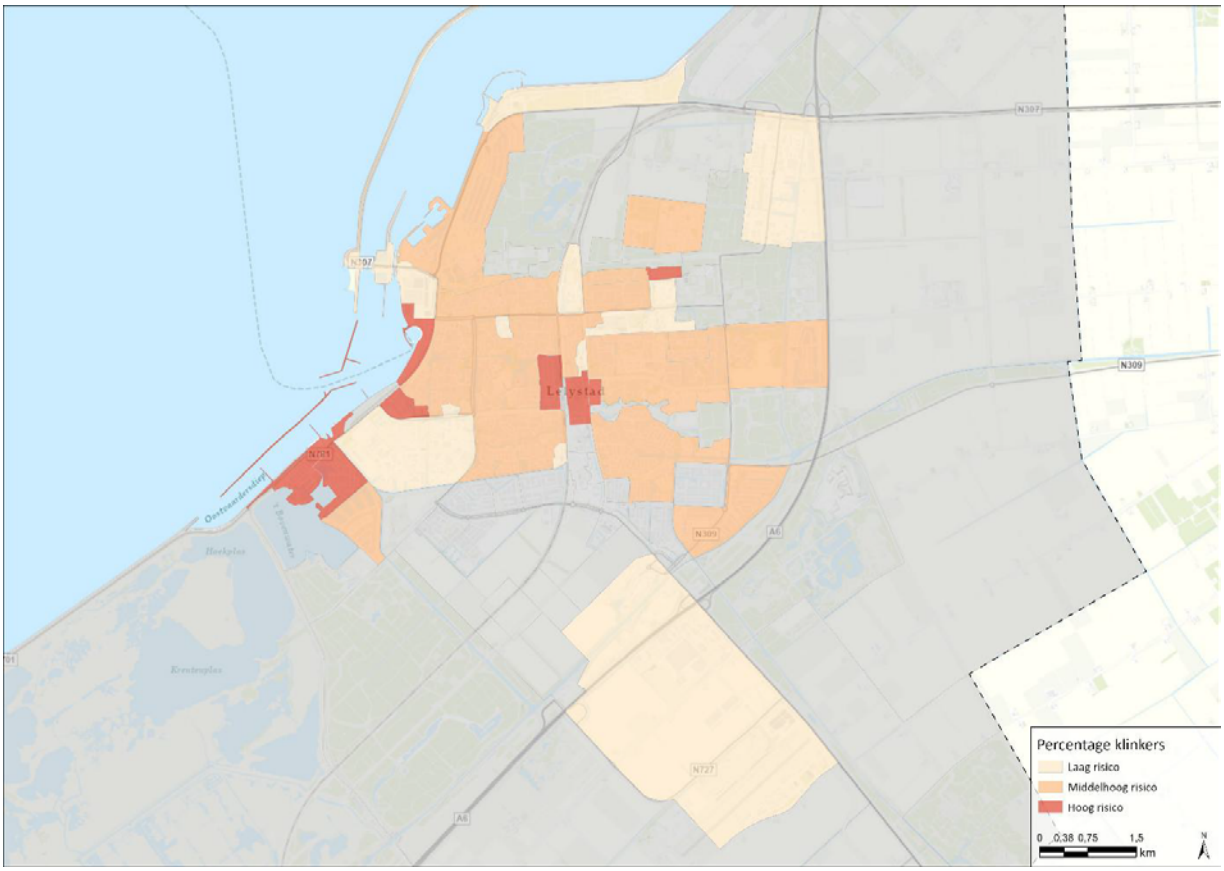
### *Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

In de aanleg van individuele lucht-water-warmtepompen is weinig machinerie en zwaar transport benodigd. Voor de installatie van lucht-water-warmtepompen zijn enkel de werkbusjes benodigd waarmee installateurs naar woningen rijden. Daarnaast moet ook hier een groot aantal transformatorhuisjes gebouwd worden waar machinerie en transport voor nodig zijn. Deze werkzaamheden en de benodigde machinerie is echter relatief kleinschalig waardoor het risico op hinder door trillingen voor dit alternatief in de aanlegfase klein is.

Lucht-water-warmtepompen kunnen zorgen voor trillingen door de werking van de compressor en ventilator. Deze trillingen kunnen in de gebruiksfase geluidsoverlast veroorzaken (zoals in paragraaf 4.1.1 beschreven) en zelfs schade aan de installatie of het gebouw toebrengen. Deze trillingen zijn te voorkomen of te verminderen door de lucht-water-warmtepomp op een stabiele ondergrond te monteren en gebruik te maken van dempers om de trillingen te absorberen. In de praktijk is niet uit te sluiten dat lucht-water-warmtepompen verkeerd of zonder dempers worden gemonteerd, wat kan leiden tot matige overlast.

### *Buurttypen*

In straten met een ongelijkere ondergrond veroorzaakt zwaar verkeer tijdens de aanlegfase van alternatief 1 meer hinder door trillingen. Om dit effect mee te wegen is het onderscheidende kenmerk *type wegverharding*, zoals in hoofdstuk 2 beschreven, gebruikt.
Buurttypen met een hoog percentage klinkers hebben door de ongelijkere ondergrond (in vergelijking met buurttype waarbij asfalt het meest voorkomend type wegverharding is), een hoger risico op trillingen door het transport van zwaar materieel en gebruik van zware machines. De buurtypen en de extra nuance in de risico's op trillinghinder door zwaar verkeer zijn in Figuur 4.6 weergegeven. Buurten met het buurttype Vinex-wijk, hoogbouw en naoorlogse woonwijk hebben een hoger percentage klinkers en daarmee een hoger risico op effecten van trillingen. Dit zijn allen tijdelijke effecten.
Voor alternatief 2 worden voor het aspect trillingen geen specifieke effecten verwacht per buurttype verwacht.




Figuur 4.6 Percentage klinkers als indicator voor het risico op trillinghinder

*Locatiespecifiek*

Er zijn voor het aspect trillingen geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

*Conclusie*

Bij aanleg van het warmtenet en de bouwfase van de installaties van alternatief 1 wordt door bovengenoemde factoren lichte hinder door trillingen verwacht. In buurten met het buurttype Vinex-wijk, hoogbouw of naoorlogse woonwijk kan er meer hinder door trillingen ontstaan als gevolg van de aanleg. Deze effecten zijn echter tijdelijk van aard. In de gebruiksfase veroorzaakt alternatief 2 naar verwachting meer hinder door trillingen. Met behulp van bijvoorbeeld trillingdempers is het mogelijk mitigerende maatregelen te treffen.

Vanuit het aspect trillingen zijn er dus geen aanzienlijke milieueffecten die aanleiding geven tot het opstellen van een plan-MER.

## 4.2 Bodem

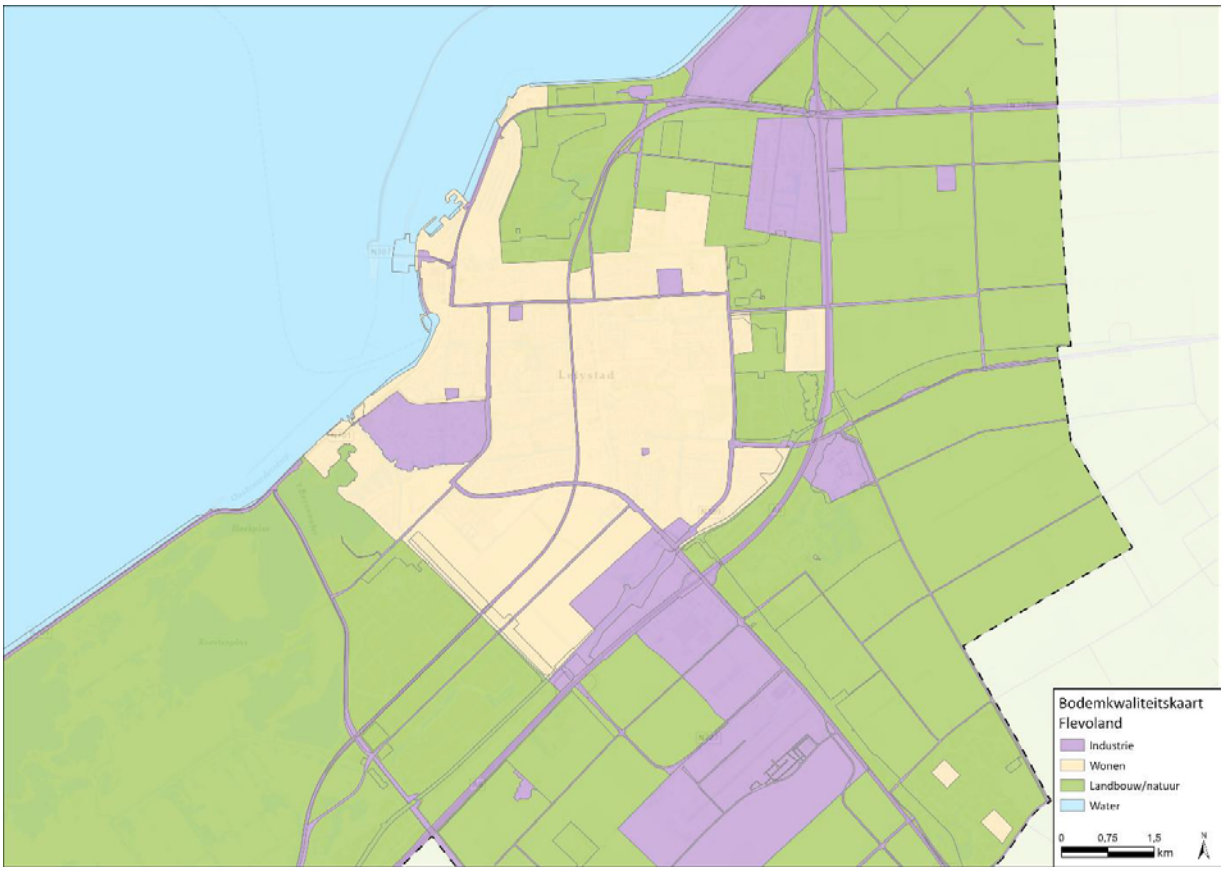
Onderstaande paragraaf beschrijft de effecten met betrekking tot het thema bodem, hier wordt naar de volgende aspecten gekeken:

- Bodemkwaliteit (netwerklaag): de impact die de aanleg of het gebruik van een alternatief op de biologische, chemische en fysische bodemkwaliteit in de netwerklaag heeft.
- Ondergrond en grondwater: de impact die de aanleg of het gebruik van een alternatief op de thermische, biologische, chemische en fysische kwaliteit van de ondergrond en het zich daarin bevindende grondwater heeft.
- Ondergronds ruimtegebruik: betreft de inpasbaarheid en de ruimteclaim van de systemen die nodig zijn bij de verschillende alternatieven.

Tabel 4.2 Beoordelingskader bodem

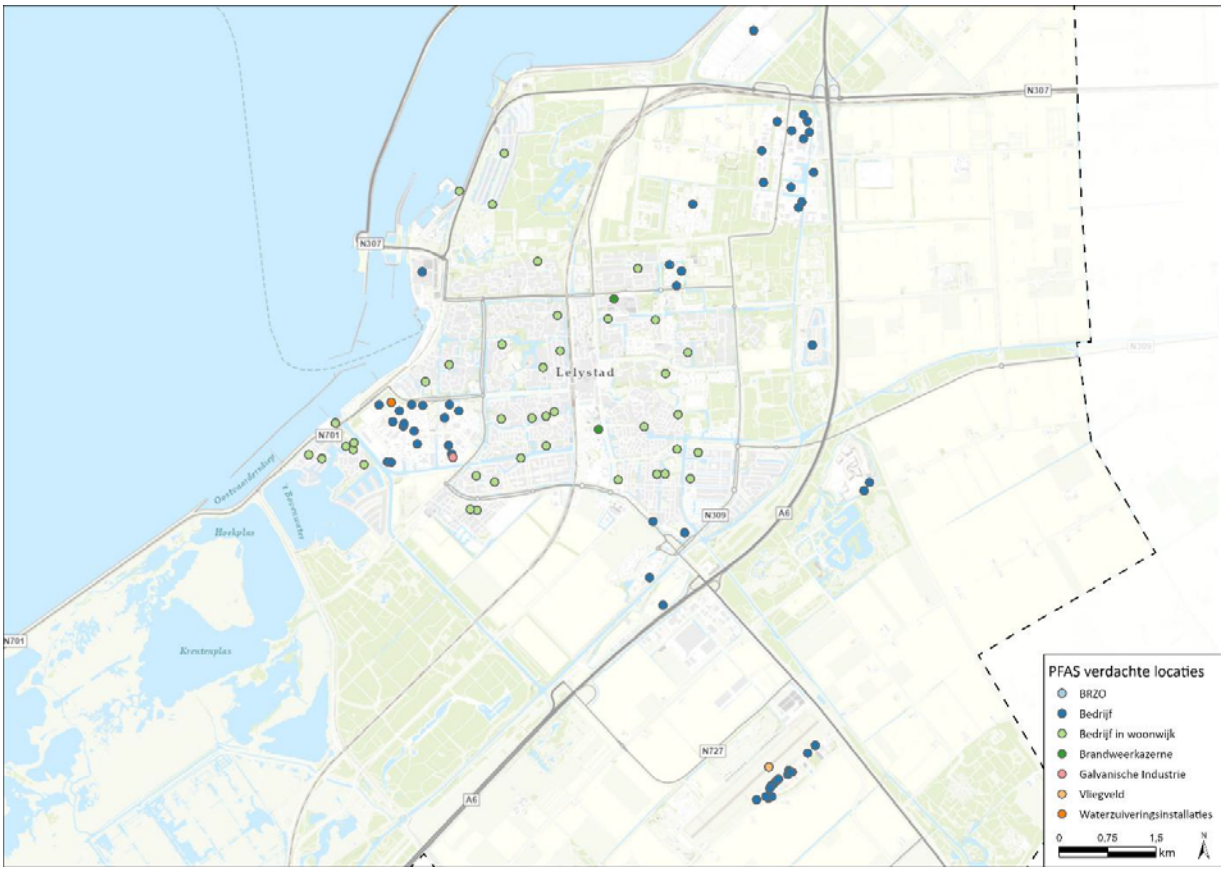
| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Bodem | Bodemkwaliteit (netwerklaag) | Impact op de biologische, chemische en fysische kwaliteit van de bodem in de netwerklaag. | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Ondergrond en grondwater | De hydrologische, chemische, biologische en thermische impact op de ondergrond en grondwaterkwaliteit en -kwantiteit | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Ondergronds ruimtegebruik | Inpasbaarheid in de ondergrond | Aanleg- en gebruiksfase |

De gemeente Lelystad ligt voornamelijk op verschillende soorten zand- en kleigronden. Met name kleigronden zijn gevoelig voor bodemdaling en inklinking. Buiten de bebouwde kom is het bodemgebruik in de gemeente Lelystad grotendeels agrarisch. Er bevinden zich ook enkele industriële gebieden in het noorden van en zuidoosten de gemeente (Figuur 4.7).



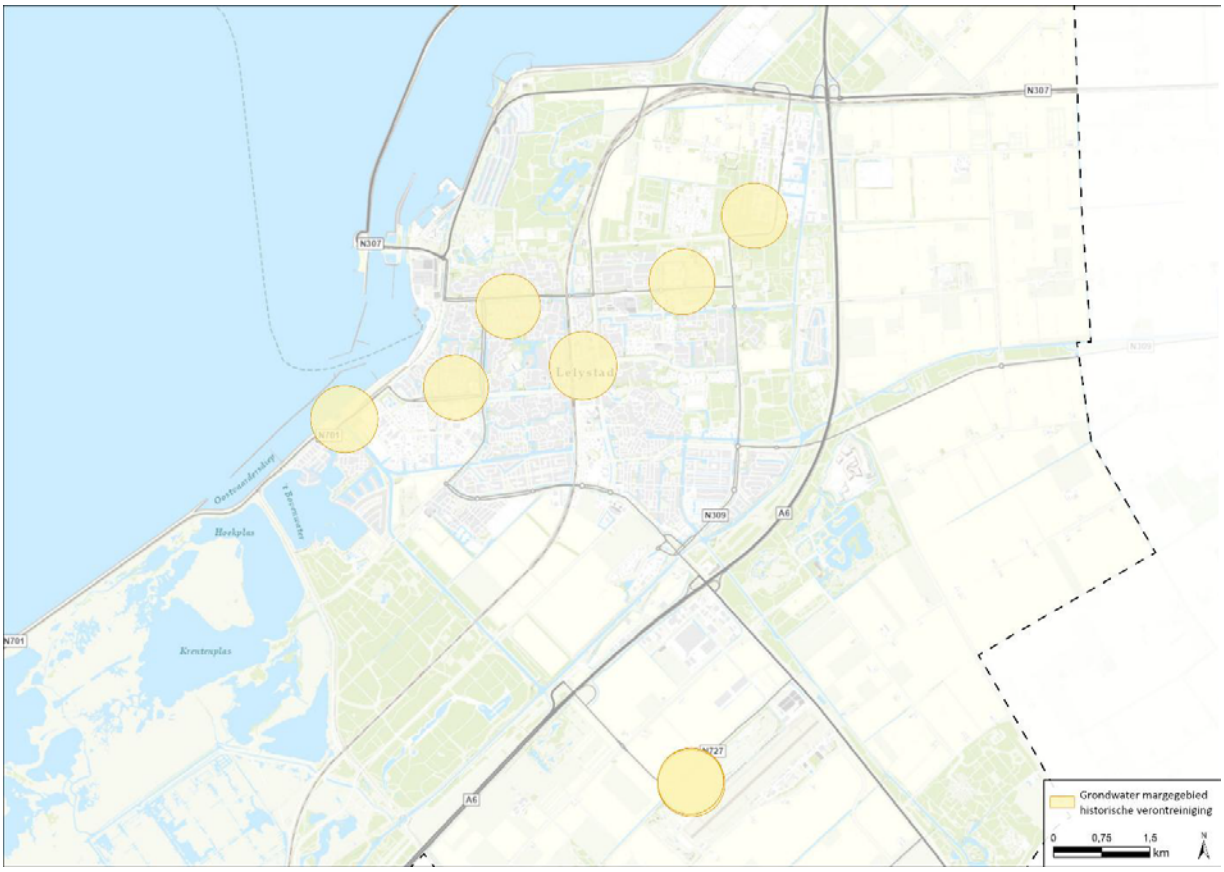

Figuur 4.7 bodemkwaliteitskaart Flevoland

Figuur 4.8 laat verschillende PFAS verdachte locaties binnen het plangebied zien. Hier is mogelijk sprake van bodemverontreiniging.



Figuur 4.8 PFAS verdachte locaties

Wat betreft grondwater zijn er enkele gebieden binnen de gemeente waar sprake is van historische grondverontreiniging. Deze locaties en margegebieden zijn weergegeven in Figuur 4.9. Er bevinden zich geen grondwaterbeschermingsgebieden binnen de gemeente Lelystad.



Figuur 4.9 grondwater margegebied historische verontreiniging

De drukte in de ondergrond en daarmee alles wat in de ondergrond bestaat, neemt in de toekomst toe. Lelystad zet in haar omgevingsvisie[9] in op groei: 'Lelystad is klaar voor een volgende stap. In 2040 wil en moet Lelystad een zelfstandige, sociaal veerkrachtige, duurzame, aantrekkelijke en economisch sterke stad met 100.000 inwoners zijn.'. Deze ambities op het gebied van wonen, bedrijvigheid, energie en klimaatverandering zorgen ervoor dat verschillende functies in de ondergrond naast elkaar komen te bestaan.

### 4.2.1 Effectbeschrijving bodemkwaliteit

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

*Aanlegfase*

De enige warmtebron die relevant is voor de bodemkwaliteit in de aanlegfase van het MT-warmtenet is geothermie in de vorm van één geothermiedoublet. De overige warmtebronnen staan bovengronds en hebben geen effect op de bodemkwaliteit. Daarnaast kan de aanleg van het warmtenet en de installatieonderdelen van het warmtenet de bodemkwaliteit beïnvloeden.

Geothermie

Voor alternatief 1 wordt één geothermiedoublet gerealiseerd. Voor het boren van één geothermiedoublet worden twee boringen in de ondergrond gemaakt. Tijdens het boren komen aanzienlijke hoeveelheden boorgruis gemengd met boorspoeling vrij, die ook tijdelijk worden opgeslagen en afgevoerd. Eventuele lekkages kunnen zorgen voor bodemverontreinigingen en daarmee een verslechtering van de bodemkwaliteit. Het risico op mogelijke bodemverontreiniging tijdens het uitvoeren van de boring voor geothermie is beperkt omdat het één locatie betreft en er strenge regels en voorschriften zijn om verontreinigingen te voorkomen. Daarnaast wordt voor de geothermiebron een aparte mer-procedure doorlopen, omdat nog niet definitief is waar de geothermiebron komt en in welke vorm. De potentiële effecten van de geothermiebron op bodemkwaliteit zijn daarom niet kaderstellend voor het warmteprogramma.

[9] Omgevingsvisie van Lelystad (juli 2021)

### Warmtenet incl. installatieonderdelen

Bij de aanleg van een warmtenet moet de grondwaterstand, waar nodig, door bemaling tijdelijk worden verlaagd om de leidingen in droge grond te kunnen leggen. Bij het bemalen van het grondwater kunnen grondwaterverontreinigingen worden aangetrokken. De duur van deze bemalingen varieert van enkele weken tot soms een half jaar. Het bij de bemaling onttrokken grondwater wordt op de riolering of het oppervlaktewater geloosd. Voordat dat gebeurt wordt onderzocht of het aan de lozingsnormen voldoet. Eventuele verontreinigingen worden er indien nodig uitgezuiverd. Voorafgaand aan de grondwaterbemalingen wordt historisch vooronderzoek uitgevoerd om te controleren of er sprake is van grondwaterverontreinigingen. Vanwege deze borgings- en mitigatiemogelijkheden zijn er geen noemenswaardige effecten op de kwaliteit van bodem of oppervlaktewater.
Door het onttrekken van grondwater kan lokaal wel tijdelijke verdroging optreden. Dit kan een effect hebben op lokale vegetatie. Hoe groot dit effect is, is afhankelijk van de bemalingsduur en het type vegetatie. Ook kunnen bemalingen tot zettingen leiden. Om te voorkomen dat gebouwen schade door zettingen oplopen, wordt de zetting bij bemalingswerkzaamheden gemonitord en bij dreigende zetting worden maatregelen getroffen.

Daarnaast kunnen bij de aanleg van warmtenetten en de bijbehorende installatieonderdelen (bijv. warmteoverdracht- of warmteonderstations) grondverontreinigingen worden ontgraven die in het leidingtracé of het bouwblok liggen. De aanwezigheid van verontreinigde grond wordt voorafgaand aan de ontgraving in beeld gebracht door middel van bodemonderzoek. Indien bodemverontreiniging aanwezig is wordt die onder milieukundige begeleiding ontgraven en afgevoerd of teruggeplaatst. De verontreinigingssituatie ter plekke wordt hierdoor verbeterd of blijft gelijk. Aan de andere kant kan ook ontgraving van ongestoorde, vitale bodems noodzakelijk zijn voor de aanleg van het warmtenet of de installatieonderdelen. Hierdoor wordt het oorspronkelijke bodemprofiel onomkeerbaar verstoord en treedt verlies van vitale biologische functies van de bodem op.

#### *Gebruiksfase*

In een MT-warmtenet stroomt water van 55-75 graden. De leidingen zijn goed geïsoleerd maar desondanks treden warmteverliezen op. Hoe groter de diameter van de leiding hoe groter de warmteverliezen. De warmteverliezen voor MT-warmtenetwerken lopen uiteen van 25-35%[10]. Hierdoor kunnen de bodemlagen rondom de leiding tot boven de 25 graden opwarmen. Tot welke afstand deze opwarming plaatsvindt, is afhankelijk van het leidingtype en de bodemsoort. De stijging van de bodemtemperatuur heeft effect op de bodemprocessen en het bodemleven. Deze opwarming van de ondiepe bodemlagen kan uitdroging in droge periodes versterken. Daarnaast kan opwarming in de wortelzone de plantengroei beïnvloeden, wat kan doorwerken in versnelde groei, aanpassingen aan de wortelstructuren, veranderende nutriëntenopname. Ook kan opwarming een effect hebben op de soortenrijkdom: droogte-intolerante soorten zullen verdwijnen. Hierdoor is het mogelijk dat er een lokale verschuiving van vegetatietypen gaat plaatsvinden[11].

Naast invloed op de planten kan opwarming de microfauna en bacteriën in de bodem beïnvloeden doordat de metabolische activiteit wordt verhoogd. Daarnaast kan de samenstelling van de microfauna veranderen. Dit verandert de symbiotische relatie van de microfauna en bacteriën met planten. Deze veranderingen kunnen zowel positieve als negatieve gevolgen hebben voor de bodemgezondheid en de groei van planten. Deze veranderingen op de microfauna en bacteriën in de bodem kunnen ook effect hebben op de afbraak van verontreinigingen.

De bodemtemperatuur is één van de factoren die meespeelt in bodemprocessen, zoals mineralisatie, veenoxidatie en denitrificatie. Een stijging van de bodemtemperatuur leidt veelal tot een versnelling van bodemprocessen. Dit temperatuureffect wordt weer getemperd door verdroging. Door de hogere temperatuur wordt de bodem droger en daardoor neemt de snelheid van de bodemprocessen juist af. Hogere bodemtemperaturen kunnen de stofwisseling van organismen versnellen en daarmee de bodemdaling en $CO_2$-emissies verhogen.

[10] https://www.wiefm.eu/wp-content/uploads/2019/05/eindrapport-wiefm-WP4-technische-karakterisering.pdf
[11] https://edepot.wur.nl/639299

De effecten van opwarming op het bodemleven zijn door de vele interacties lastig te voorspellen. Andere factoren die meespelen zijn bijvoorbeeld opwarming door klimaatverandering en verstedelijking, mate van isolatie van de warmteleiding en diepteligging van de warmteleiding. Daarnaast zijn de effecten lokaal en beperkt tot de directe omgeving van de leiding. Het optreden van effecten is niet uit te sluiten maar met mitigerende maatregelen als isolatie blijven deze effecten lokaal en beperkt, daarmee heeft dit geen aanzienlijk (negatief) effect op de bodemkwaliteit.

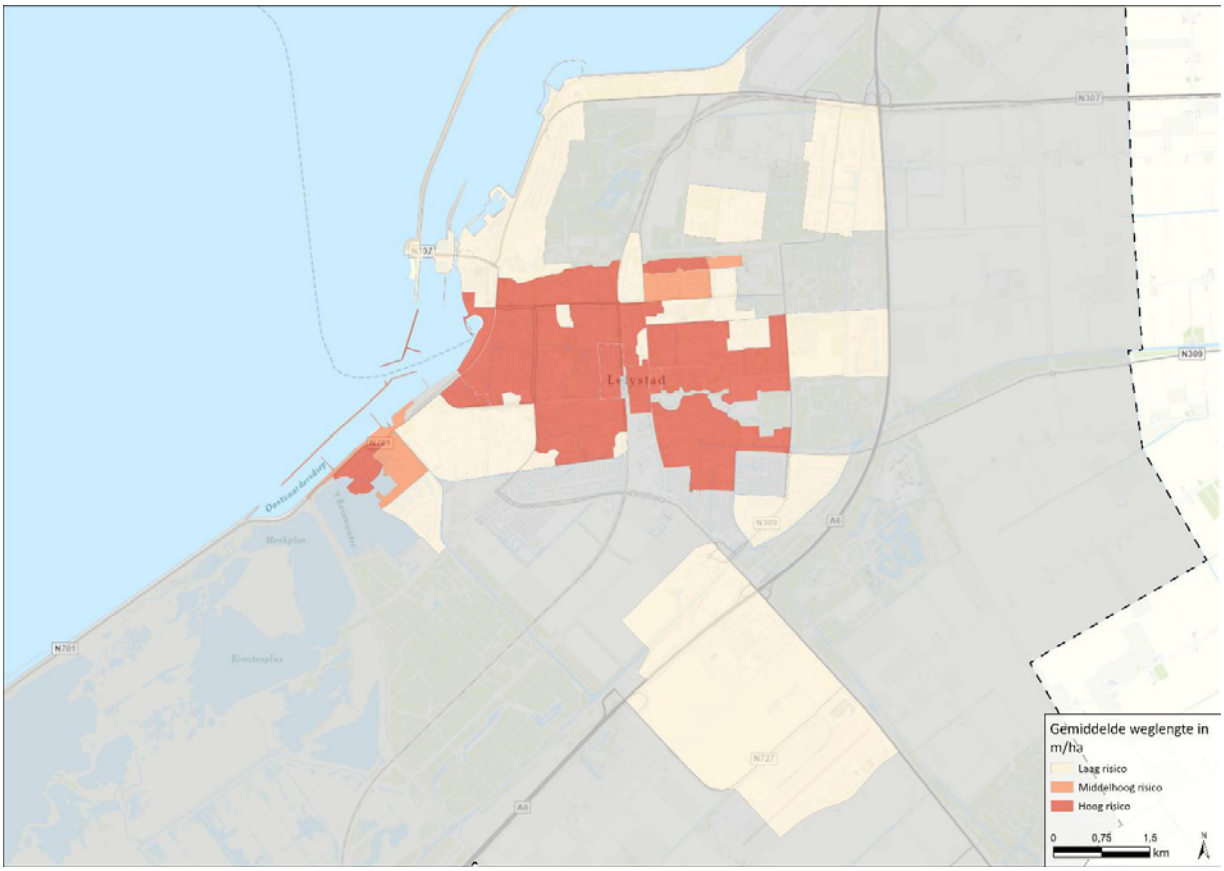
### *Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

Er wordt bij dit alternatief geen warmtenet aangelegd. Wel moet rekening worden gehouden met de aanleg van elektriciteitskabels en het plaatsen van MS/LS-trafohuisjes omdat het elektriciteitsnet verzwaard moet worden. De hierbij benodigde ontgraving en daarmee verstoring van de bodem is echter kleiner dan bij de aanleg van een warmtenet.

Het gebruik van een verzwaard elektriciteitsnet leidt niet tot aantoonbare effecten op bodemkwaliteit, waardoor er voor dit alternatief tijdens de gebruiksfase geen effecten op de bodemkwaliteit zijn.

### *Buurttypen*

Het risico op bodemverstoringen door de aanleg van een warmtenet is groter in buurten waarin relatief veel meters warmtenet moet worden aangelegd. Door het buurttype onderscheidende kenmerk '*weglengte per hectare*' kan het mogelijke risico op verstoring worden meegewogen: buurten met een hoog aantal meters warmtenet per hectare worden iets negatiever beoordeeld ten opzichte van buurten met een laag aantal meters warmtenet per hectare. Figuur 4.10 geeft aan wat de weglengte in meters per hectare is voor gemeente Lelystad en wat dat betekent voor het risico op negatief effect op de bodemkwaliteit. Buurten met het type bloemkoolwijk en Vinex wijk hebben een hoger risico.
Voor alternatief 2 worden voor het aspect bodemkwaliteit geen specifieke effecten verwacht per buurttype verwacht.



Figuur 4.10 Gemiddelde weglengte in meters per hectare als indicator voor risico op bodemkwaliteit

*Locatiespecifiek*
Er zijn voor het aspect bodemkwaliteit geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

*Conclusie*
In de aanlegfase treden meer effecten op bij de aanleg van een MT-warmtenet omdat hier meer werkzaamheden in de bodem plaatsvinden. Buurten met het buurttype bloemkoolwijk en Vinex-wijk hebben naar verwachting een groter risico op impact op de bodemkwaliteit omdat hier meer meters warmtenet aangelegd moeten worden. De effecten van het aanleggen van het warmtenet kunnen ook juist een positieve impact hebben op locaties waar sprake van bodemverontreiniging is. Er worden geen significant negatieve effecten verwacht. In de gebruiksfase zijn de effecten van de aanleg van het warmtenet op de bodem nog onbekend. Door opwarming kunnen biologische effecten optreden, deze zijn echter moeilijk te voorspellen en kunnen zowel positief als negatief uitpakken. Geconcludeerd kan worden dat effecten niet uit te sluiten zijn maar met mitigerende maatregelen zoals isolatie blijven effecten beperkt en lokaal, daarmee heeft dit geen aanzienlijk (negatief) effect op bodemkwaliteit.
De individuele lucht-water-warmtepomp heeft in de gebruiksfase geen effect op de bodemkwaliteit.

Vanuit het aspect bodemkwaliteit zijn er geen aanzienlijke milieueffecten die aanleiding geven tot het opstellen van een plan-MER.

### 4.2.2 Effectbeschrijving ondergrond en grondwater

*Alternatief 1 – MT warmtenet*
*Aanlegfase*
In de ondergrond zijn verschillende afsluitende lagen aanwezig, zoals klei of leemlagen. Het grondwater in de watervoerende pakketten, wordt door deze afsluitende lagen van elkaar gescheiden. Wanneer er een boring wordt uitgevoerd (in de aanlegfase), worden deze afsluitende lagen in de ondergrond doorboord, hierdoor kan grondwater van het bovenliggende watervoerende pakket naar het daaronder liggende watervoerende pakket stromen. Wanneer er in de bovenste laag sprake is van verontreinigingen, kunnen deze met het grondwater mee worden gevoerd naar de onderliggende laag. Daarnaast kan door lekkages van boorvloeistof indringing van de boorspoeling plaatsvinden. Een verslechtering van de bodem- en grondwaterkwaliteit van het dieper gelegen watervoerende pakket kan als gevolg van de boringen optreden. Dit is onwenselijk omdat dieper gelegen watervoerende pakketten kunnen worden gebruikt om water voor consumptie te winnen. Door het beperkte aantal boringen en boorprotocollen is het risico op verplaatsing van verontreiniging klein, maar wel aanwezig. Voor de geothermiebron wordt een aparte mer-procedure doorlopen, omdat nog niet definitief is waar de geothermiebron komt en in welke vorm. De potentiële effecten van de geothermiebron op ondergrond en grondwater in de aanlegfase zijn daarom niet kaderstellend voor het warmteprogramma.

*Gebruiksfase*
In de gebruiksfase van de geothermiebron zijn er risico's voor de kwaliteit van het grondwater. Tijdens het gebruik wordt zout formatiewater opgepompt en door een warmtewisselaar geleid om warmte te onttrekken, waarna het weer in de geothermieput wordt geïnjecteerd. Het zoutere formatiewater kan corrosie aan stalen (buis)leidingen veroorzaken, gecombineerd met de hoge druk in de geothermieput zorgt dit voor een risico op lekkage en daarmee verontreiniging van het zoetere grondwater met het zoutere formatiewater[12]. Verder is er sprake van warmte-uitstraling rond de geothermieput waardoor het grondwater in de directe nabijheid rondom de geothermieput opwarmt. Dit beïnvloedt de chemische processen in het grondwater, maar beperkt zich tot 100 meter rond de geothermieput. De richtafstanden tot drinkwater zijn groter waardoor in de praktijk geen sprake is van risico's voor de drinkwaterwinning[13].

Naast de beperkte risico's door lekkages en warmte-uitstraling, wordt zoals genoemd een aparte mer-procedure doorlopen voor de geothermiebron, omdat nog niet definitief is waar de geothermiebron komt en in welke vorm. De potentiële effecten van de geothermiebron op ondergrond en grondwater in de gebruiksfase zijn daarom niet

[12] https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/mogelijke-lange-termijneffecten-van
[13] TNO (2021). Rapportage milieuhygiënische risico's thermische vervuiling nabij geothermieputten. AGE 21-10.017

kaderstellend voor het warmteprogramma. Op basis van de beschikbare kennis is een klein risico voor de grondwaterkwaliteit aanwezig in de gebruiksfase van het MT-warmtenet.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
Dit alternatief bestaat uit een volledig bovengronds systeem waardoor er geen contact met grondwater is. Zowel in de aanleg- als gebruiksfase zijn er dus geen effecten te verwachten bij dit alternatief.

*Buurttypen*
Er is voor het aspect 'ondergrond en grondwater' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

*Locatiespecifiek*
Er zijn voor het aspect ondergrond en grondwater geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

*Conclusie*
Een MT-warmtenet heeft relatief gezien een grotere impact op ondergrond en grondwater dan de lucht-waterwarmtepomp. In vergelijking tot andere bodemwarmtesystemen wordt het effect van een MT-warmtenet echter als beperkt ingeschat. Hierom worden geen aanzienlijke negatieve milieueffecten verwacht die aanleiding geven tot het opstellen van een plan-MER.

### 4.2.3 Effectbeschrijving ondergronds ruimtegebruik

Voor de beoordeling van dit criterium zijn de aanleg- en gebruiksfase samengevoegd.

*Alternatief 1 – MT warmtenet*
Warmtenetwerken hebben een fors ondergronds ruimtebeslag. Zo moeten er verschillende leidingen worden aangelegd en bronnen gerealiseerd worden. Bijvoorbeeld transportleidingen, die het warme water van de bron naar de buurten transporteren, hebben een diameter van ca. 600 mm. Distributieleidingen, die het warme water de buurt door verspreiden, hebben een diameter tot maximaal 300 mm. Voor de huisaansluitingen worden ook leidingen met een diameter tot maximaal 100 mm gebruikt. Het ruimtegebruik tijdens de aanleg van het warmtenet is meer dan alleen de diameter van de leidingen. Veelal wordt in een open ontgraving onder talud gewerkt. De sleufbreedte kan al snel 5 meter bedragen. In de gebruiksfase beperkt het ruimtebeslag zich tot de leidingen.

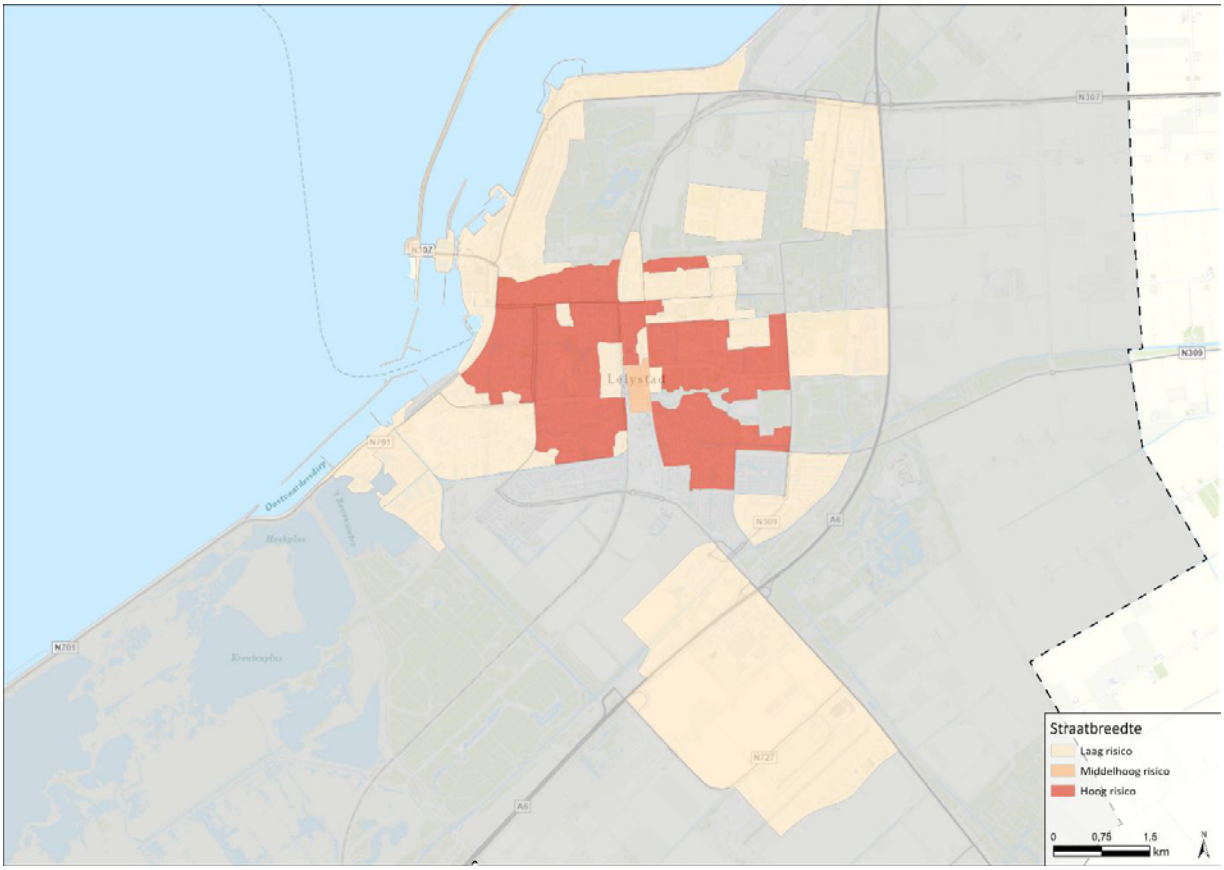
Voor de aanleg van de geothermieputten en de energiecentrale worden werkputten ontgraven van ca. 20x30 meter, enkele meters diep. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de aanleg van de diverse installatieonderdelen van het warmtesysteem, zoals de warmteonderstations. Ook hiervoor worden cunetten uitgegraven met een oppervlak gelijk aan dat van het installatieonderdeel tot een diepte van ca. 1 m -mv.

Door het ruimtegebruik van het warmtesysteem is er minder ruimte voor andere functies in de bodem, zoals bomen of afkoppeling van riolering. Het MT-warmtenet heeft dus een negatieve impact op ondergronds ruimtegebruik.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
Het ondergrondse ruimtegebruik voor de lucht-waterwarmtepomp beperkt zich tot de versterking van het elektriciteitsnetwerk. Hierbij worden elektriciteitskabels vervangen of extra toegevoegd en nieuwe transformatorhuisje worden aangelegd. Afhankelijk van de drukte in de ondergrond kan dit tot inpasproblemen leiden. De impact van de versterking van het elektriciteitsnetwerk op het ondergrondse ruimtegebruik wordt ingeschat als beperkt en is ook nodig voor andere opgaves zoals elektrisch rijden.

*Buurttypen*
Er is een buurttype kenmerk die impact heeft op de ruimtelijke ondergrondse inpassing van beide alternatieven: *straatbreedte*. De effecten per buurttype zijn bij alternatief 1 groter dan bij alternatief 2. Met name in delen van het stedelijk gebied met relatief smalle straten kan er te weinig ruimte zijn in het straatprofiel om de warmteleidingen en elektriciteitskabels aan te leggen. Dit geldt andersom ook voor relatief brede straten, daar is

meer ruimte voor het aanleggen van leidingen en kabels. Dit is per buurt afgebeeld in Figuur 4.11. Smalle straten hebben een groot risico qua beschikbaarheid van ondergrondse ruimte. Voor middelbrede straten is dit risico middelhoog en voor brede straten is het risico laag. In de gebruiksfase veranderen de effecten niet, omdat in een drukke straat een extra leiding of kabel niet tot een grote verandering van het indirecte effect leidt.




Figuur 4.11 Straatbreedte als indicator voor risico op knelpunten in ondergronds ruimtegebruik

De buurttypen met een hoog risico knelpunten in ondergronds ruimtegebruik op basis van straatbreedte zijn de bloemkoolwijken. De buurttype hoogbouw heeft een middelbrede straten en dus een middelhoog risico op knelpunten in ondergronds ruimtegebruik. De overige buurttypen hebben een laag risico op knelpunten in ondergronds ruimtegebruik.

*Conclusie*

Het ondergronds ruimtegebruik van een MT-warmtenet is groter dan dat van het benodigde ondergrondse ruimtegebruik voor de lucht-waterwarmtepomp, alternatief 1 heeft dus een grotere impact. In bloemkoolwijken kan dit effect enigszins versterkt worden. Dit leidt echter niet tot aanzienlijk negatieve milieueffecten, maar kan worden meegenomen als aandachtspunt in de vervolguitwerking. Hiermee geeft het aspect ondergronds ruimtegebruik geen aanleiding tot het opstellen van een plan-MER.

## 4.3 Natuur en biodiversiteit

In de Omgevingswet vindt soortenbescherming vindt plaats binnen en buiten het natuurnetwerk Nederland (NNN). Er geldt een algemene zorgplicht voor alle planten- en dierensoorten. De beschermde soorten die voorkomen in het stedelijk gebied waar de isolatiemaatregelen of de alternatieven worden toegepast, zijn de algemene broedvogels, vleermuizen en jaarrond beschermde nesten van de buizerd of havik. Beschermde soorten in de bebouwde omgeving kunnen te maken hebben met verschillende verstoringseffecten. Deze effecten ontstaan door het aanleggen of gebruiken van verschillende aardgasvrije technieken. De belangrijkste effecten die in de bebouwde kom ontstaan voor beschermde soorten zijn effecten door het isoleren van gebouwen, toename in geluidhinder en toename in warmte-uitstoot.

De werkzaamheden voor de aanleg van de warmte-infrastructuur kunnen verstoringseffecten hebben op beschermde natuurgebieden als Natura 2000-gebieden en NNN-gebieden. Geluidseffecten en trillingen kunnen het gedrag van dieren veranderen, door het verstoren van vogels in het broedseizoen, verstoring van migratieroutes en over het algemeen kan het leiden tot een verhoogd stressniveau. Deze verstoringen kunnen de biodiversiteit verminderen en de ecologische kwaliteit van het beschermde natuurgebied aantasten. Onderstaand worden per alternatief de effecten beschreven op de beschermde gebieden en soorten.

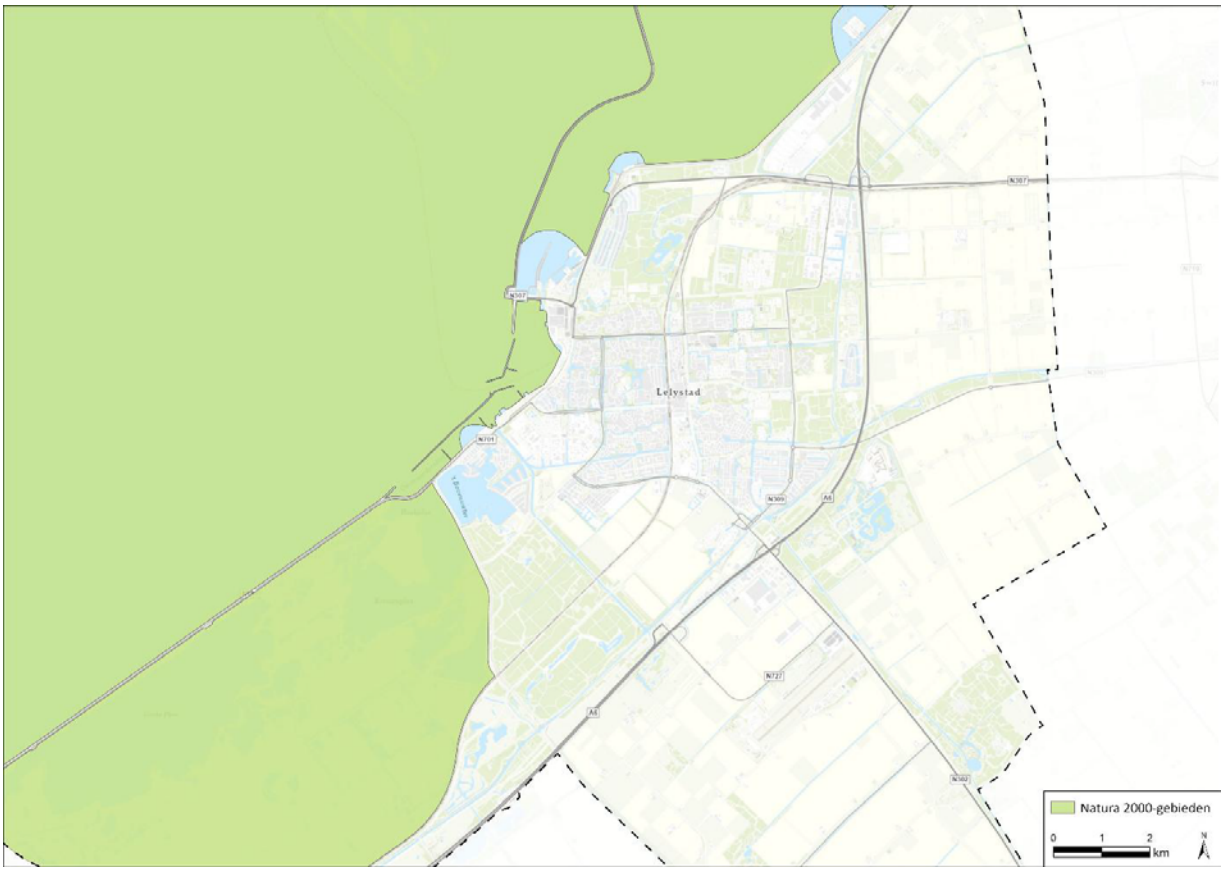
Stikstofoxiden en ammoniak in de lucht komen uiteindelijk weer op de grond neer, dit is stikstofdepositie. Stikstofdioxide (NOx) is een gas dat voornamelijk wordt uitgestoten door verkeer en industriële activiteiten. De hoogte van de depositie is afhankelijk van de afstand van de bron. Dicht bij de bron is de depositie van stikstof gemiddeld het hoogst. De hoogte van de stikstofdepositie is dus afhankelijk van de intensiteit van de werkzaamheden en de afstand tot stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Zo slaat binnen een afstand van 500 meter van de bron circa 5% van de ammoniak en 2,5% van de stikstofoxiden neer. Op grotere afstand van de bron slaat relatief minder stikstof neer omdat ammoniak en stikstofoxiden steeds meer verdunnen in de lucht. Voor elk habitattype, oftewel natuursoort, is een limiet vastgesteld: de kritische grenswaarde. Boven deze limiet bestaat het risico op verslechtering van de natuur door stikstofdepositie.

Tabel 4.3 geeft aan voor elk aspect of gekeken wordt naar de aanleg- en/of de gebruiksfase.

Tabel 4.3 Beoordelingskader natuur en biodiversiteit

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Natuur en biodiversiteit | Beschermde gebieden | Impact op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden | Aanlegfase |
| | Beschermde soorten | Impact op beschermde soorten | Aanleg- en gebruiksfase |
| | Stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden | Stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden | Aanlegfase |

In het plangebied liggen geen Natura 2000-gebieden. Het Markermeer en IJmeer, welke grenzen aan de westkant van het plangebied, is wel aangemerkt als Natura-2000 gebied. Ook ten zuiden bevinden zich de Oostvaardersplassen, wat ook is gekenmerkt als Natura 2000-gebied. Een overzicht van Natura 2000-gebieden is te vinden in Figuur 4.12. Figuur 4.13 geeft weer welke gebieden in en rondom gemeente Lelystad als Natuurnetwerk Nederland zijn aangemerkt. Ook bevindt zich in Lelystad nationaal park ‘Nieuw Land’. In en rondom gemeente Lelystad leven verschillende beschermde diersoorten, volgens zowel de Vogelrichtlijn als de Habitatrichtlijn.




Figuur 4.12 Natura 2000-gebieden (bron; Flevoland | natura 2000)




Figuur 4.13 Natuurnetwerk Nederland

### 4.3.1 Effectbeschrijving beschermde gebieden

*Alternatief 1 – MT warmtenet*
De werkzaamheden bij het aanleggen van een MT-warmtenet kan in de buurten een negatief effect hebben op geluid en trillingen in beschermde gebieden aan de westelijke kant van Lelystad. De toename van geluid en trillingen kunnen zorgen voor verstoring in de NNN-gebieden in en rondom de gemeente.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
De werkzaamheden voor het aanleggen van individuele lucht-water-warmtepompen veroorzaken geen toename van geluid en er worden ook geen trilling effecten verwacht. Dit betekent dat er geen verstoringseffecten op NNN en Natura-2000 gebieden wordt verwacht bij dit alternatief.

*Buurttypen*
Er is voor het aspect 'beschermde gebieden' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

*Locatiespecifiek*
Er grenst een stuk NNN-gebied aan de noordzijde aan de meest noordelijke wijk aangemerkt als bloemkoolwijk. Ook ligt er een stuk NNN-gebied in de buurttype villa aan de oostkant van het plangebied.

*Conclusie*
Geluid heeft meer effect in alternatief 1 dan alternatief twee. Trillingen heeft minder effect in alternatief 1 ten opzichte van alternatief 2. Echter worden in alternatief 2 überhaupt geen geluids- en trilling effecten verwacht. Hierdoor wordt alternatief 2 het beste geacht voor minimaal effect op beschermde gebieden. Er worden geen aanzienlijk negatieve milieueffecten verwacht en geeft dus geen aanleiding tot het opstellen van een plan-MER.

### 4.3.2 Effectbeschrijving beschermde soorten

In 2018 heeft gemeente Lelystad een openbaar beschikbaar document gemaakt met de beschermde soorten in de gemeente en waar deze verwacht worden voor te komen. Op basis van dit document in combinatie met de kennis dat het aanleggen van een warmtenet vooral effect kan hebben op beschermde soorten door het isoleren van gebouwen, toename in geluidhinder en toename in warmte-uitstoot, is gekozen om te focussen op de beschermde soorten die in zulke gebieden in de gemeente voorkomen. Deze vallen onder de categorie 'wijkgroen' en 'gebouw'[14]. Het betreft 26 beschermde soorten onder de Vogelrichtlijn en 10 soorten (niet-vogels) onder de habitatrichtlijn. Daarnaast zijn er 2 diersoorten die tot 'andere soorten' behoren.

*Alternatief 1 – MT warmtenet*
In de aanlegfase kunnen de werkzaamheden mogelijk impact hebben op beschermde soorten in zowel wijkgroen als gebouwgebonden soorten. Deze impact is tijdelijk van aard en vindt verder weg van de woning plaats.

In de gebruiksfase kunnen zowel wijkgroene als gebouwgebonden soorten lichte geluidshinder ervaren. Dit is wel op een redelijke afstand van waar de soorten verblijven en daarmee is het effect gering. Voor vleermuizen zijn er geen effecten te verwachten, aangezien er geen isolatiemaatregelen van toepassing zijn voor dit alternatief.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
In de aanlegfase is geen zwaar materieel benodigd. Er worden geen effecten op geluid en trillingen verwacht in de aanlegfase. Dat betekent dat er ook geen impact is op wijkgroene en gebouwgebonden soorten in deze fase.

In de gebruiksfase kunnen de compressor en ventilator van de lucht-water-warmtepompen leiden tot trillingen en enige geluidsoverlast, wat negatieve effecten kan veroorzaken op rust- en verblijfplaatsen van gebouwgebonden soorten. Ook stoot de lucht-water-warmtepomp warmte uit naar buiten. Dit betekent een toename van warmte wat gevolgen kan hebben voor vogels en hun broedsucces. Voor dit alternatief moeten huizen een bepaald isolatieniveau hebben. Dit kan betekenen dat huizen extra worden geïsoleerd. Deze extra isolatie kan verblijfplaatsen van vleermuizen verstoren, mits niet voldoende mitigerende maatregelen worden toegepast.

[14] Beschermde soorten Lelystad

*Buurttypen*
Er is voor het aspect 'beschermde soorten' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

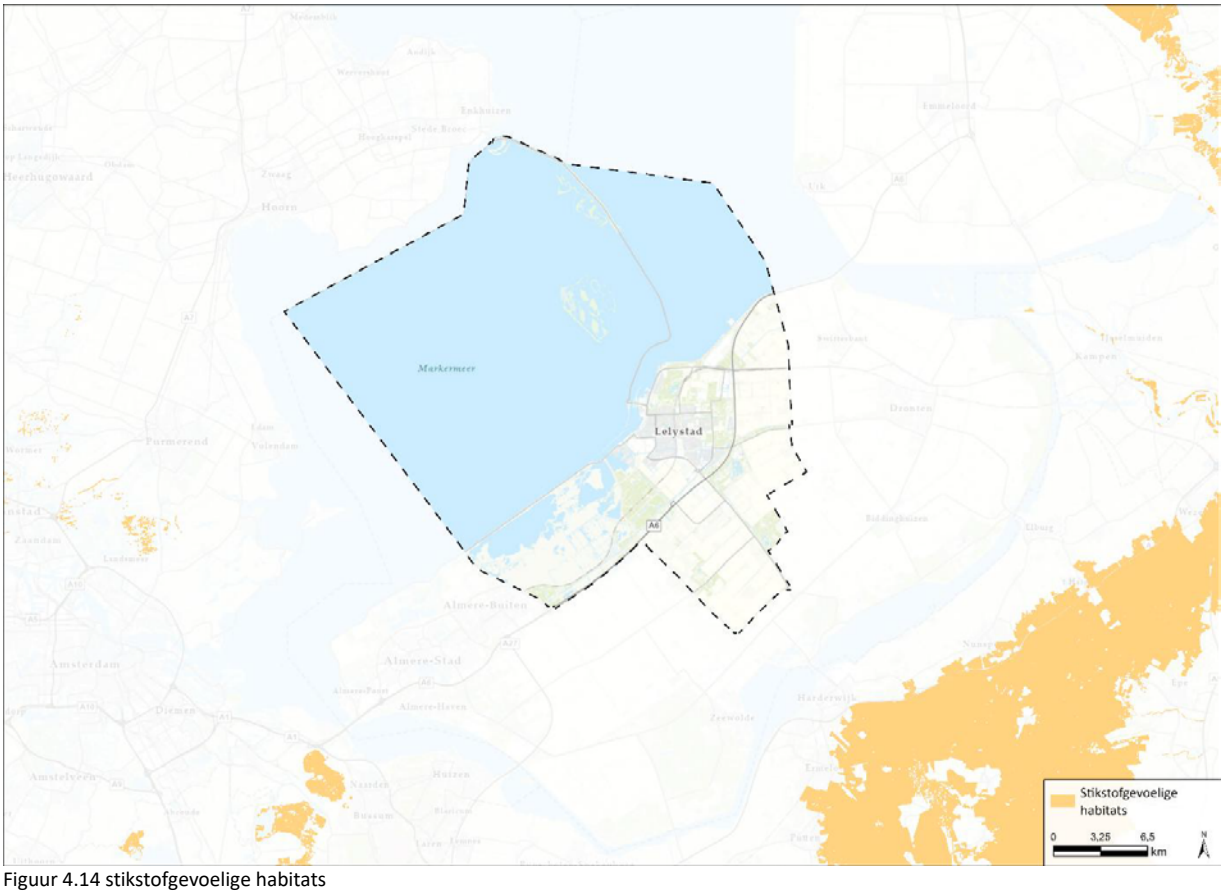
*Locatiespecifiek*
In het monitoringsplan van flora en fauna 2023[15] zijn kaarten te vinden die aangeven in welke gebieden de beschermde soorten zich mogelijk bevinden.

*Conclusie*
Er is vanuit het aspect beschermde soorten geen voorkeur uit te spreken voor een alternatief. Tijdens de aanlegfase zijn er geen negatieve effecten bij alternatief 2 en tijdelijke licht negatieve effecten bij alternatief 1. Tijdens de gebruiksfase zijn de effecten bij alternatief 2 slechter dan alternatief 1 omdat het op meer beschermde soorten negatief effect kan hebben.

Voor alle beschermde soorten geldt dat het essentieel is om vooraf onderzoek te doen naar welke verschillende soorten aanwezig zijn. Dit is verplicht onder de Omgevingswet. Door het uitvragen van aanvullend onderzoek in een vervolguitwerking en de adviezen die daaruit voortvloeien wordt voorkomen dat er aanzienlijk negatieve milieueffecten worden veroorzaakt. Hierom is er vanuit het aspect beschermde soorten geen aanleiding tot het opstellen van een plan-MER.

### 4.3.3 Effectbeschrijving stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden

Figuur 4.14 toont de stikstofgevoelige habitats in de omgeving van gemeente Lelystad. Binnen het plangebied en/of in de directe omgeving liggen geen stikstofgevoelige habitats.



Figuur 4.14 stikstofgevoelige habitats

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

[15] Natuurrijk Lelystad 2023

Bij de aanleg van een MT-warmtenet is sprake van tijdelijke werkzaamheden die kunnen leiden tot een toename in stikstofdepositie. Zoals in Figuur 4.14 te zien is, ligt de gemeente Lelystad op ruim 5 kilometer afstand van alle stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden. In combinatie met lage emissies in de aanlegfase worden er geen negatieve (milieu)effecten verwacht in alternatief 1.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
Voor het aanleggen van individuele lucht-water-warmtepompen zijn er geen werkzaamheden die in het kader van stikstofdepositie worden beschouwd. Een effect is uitgesloten.

*Buurttypen*
Er is voor het aspect 'stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

*Locatiespecifiek*
Er zijn voor het aspect stikstofdepositie Natura2000-gebieden geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

*Conclusie*
Er is geen voorkeur uit te spreken voor een alternatief in het kader van aspect stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden. Er worden geen aanzienlijk negatieve milieueffecten verwacht. Er is vanuit het aspect stikstofdepositie op Natura2000-gebieden geen aanleiding tot het opstellen van een plan-MER.

## 4.4 Archeologie en cultuurhistorie

Archeologie is de wetenschap die alle aspecten van samenlevingen uit het verleden bestudeert aan de hand van de materiële resten die de mens in het verleden heeft achtergelaten in en op de bodem. Voor het thema archeologie worden de milieueffecten van de alternatieven op archeologische waarden in de aanlegfase onderzocht. Cultuurhistorie is de geschiedenis van alles dat door mensen gemaakt is en niet op natuurlijke wijze ontstaan is. Cultuurhistorie en cultuurhistorisch erfgoed refereren aan specifieke elementen in de leefomgeving die een belangrijke rol spelen in de identiteit en geschiedenis van een gemeenschap, zoals monumentale gebouwen, archeologische monumenten, tuinen en parken, of beschermde stadsgezichten. Voor het thema cultuurhistorie worden de milieueffecten van de alternatieven in de aanleg- en gebruiksfase onderzocht.

Tabel 4.4 Beoordelingskader archeologie en cultuurhistorie

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Archeologie en cultuurhistorie | Archeologische waarden | Behoud archeologische waarden, onder andere door toepassing (grootschalige) bodemenergie en energie-infrastructuur | Aanlegfase |
| | Cultuurhistorische waarden | Behoud cultuurhistorische waarden, onder andere door toepassing (grootschalige) bodemenergie en energie-infrastructuur | Aanleg- en gebruiksfase |

Lelystad is een jonge gemeente, toch kent de bodem een rijke historie. Naast scheepswrakken kent de gemeente een rijk bodemarchief met archeologische resten die teruggaan tot het Mesolithicum (ruim 8000 jaar voor Christus). Er bevinden zich een aantal gebieden binnen de gemeente met een hoge archeologische verwachtingswaarde, deze worden weergegeven in paragraaf 4.4.1

Ondanks de relatief jonge leeftijd van Lelystad zijn er veel waardevolle gebouwen die iets vertellen over het ontstaan van de stad en de bijzondere inpolderingsgeschiedenis van de provincie Flevoland. Op dit moment wordt er in Lelystad een nieuw erfgoedbeleid ontwikkeld om het erfgoed te beschermen voor volgende generaties.

### 4.4.1 Effectbeschrijving archeologische waarden

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

De werkzaamheden bij de aanleg van de systeemonderdelen van dit alternatief kunnen de archeologische waarden en vondsten aantasten. Zoals in 4.2 beschreven zijn er bij een MT-warmtenet verschillende werkzaamheden nodig welke de bodem en ondergrond kunnen aantasten. Dit heeft het risico dat het archeologische bodemarchief wordt aangetast of vernietigd tot gevolg. Voor geothermie zijn boringen van minimaal 500 meter diep benodigd. Wanneer dit in een gebied met lage archeologische verwachtingen valt, is de kans dat lager dat het archeologische bodemarchief wordt aangetast. Naast verstoring van de grond door de boring, wordt tijdens een boring ook zuurstof geïntroduceerd in bodemlagen met een relatief laag zuurstofgehalte. Wanneer er meer zuurstof aan het bodemmengsel wordt toegevoegd kan dit leiden tot oxidatie in de bodem en aantasting van organische materialen met archeologische waarde. De meeste voorwerpen die voor de twintigste eeuw zijn geproduceerd bestaan uit organische materialen[16], door oxidatie kan er dus potentieel veel archeologische kennis verloren gaan. Bodemwater is essentieel in de conservering van het archeologisch bodemarchief. Fluctuatie van grondwaterniveaus door boringen of andere bouwwerkzaamheden voor het warmtenet vormt vooral een bedreiging voor ondiep gelegen archeologische monumenten met organische componenten. Gezien de beperkte hoeveelheid boringen voor een MT-warmtenet zijn de gevolgen minder groot in vergelijking tot andere alternatieven.[17]

Naast boringen voor warmtebronnen moet er nieuwe infrastructuur aangelegd worden, zoals leidingen voor een warmtenet of warmteoverdrachtstations. De infrastructuur wordt hoofdzakelijk in de netwerklaag geplaatst. Deze netwerklaag bevindt zich direct onder het bodemoppervlak en is gemiddeld 1,5 meter diep. De netwerklaag is grotendeels geroerd, maar het is niet uit te sluiten dat er archeologische vondsten worden gedaan in deze laag. Met behulp van archeologisch onderzoek zijn de hierboven genoemde risico's grotendeels te mitigeren.

In de gebruiksfase zijn er geen effecten te verwachten bij dit alternatief.

### *Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

Dit alternatief betreft een volledig bovengronds warmtesysteem wat betekent dat de grond niet geroerd wordt. Wel moet voor dit alternatief het elektriciteitsnet verzwaard worden. De grond wordt hierbij minder geroerd dan bij de aanleg van een warmtenet. Daarnaast kunnen er sleufloze boringen worden toegepast, waarbij de grond niet open gegraven hoeft te worden. Het risico op aantasting van het archeologische bodemarchief wordt daarom als laag ingeschat.

In de gebruiksfase zijn er bij dit alternatief ook geen effecten te verwachten.

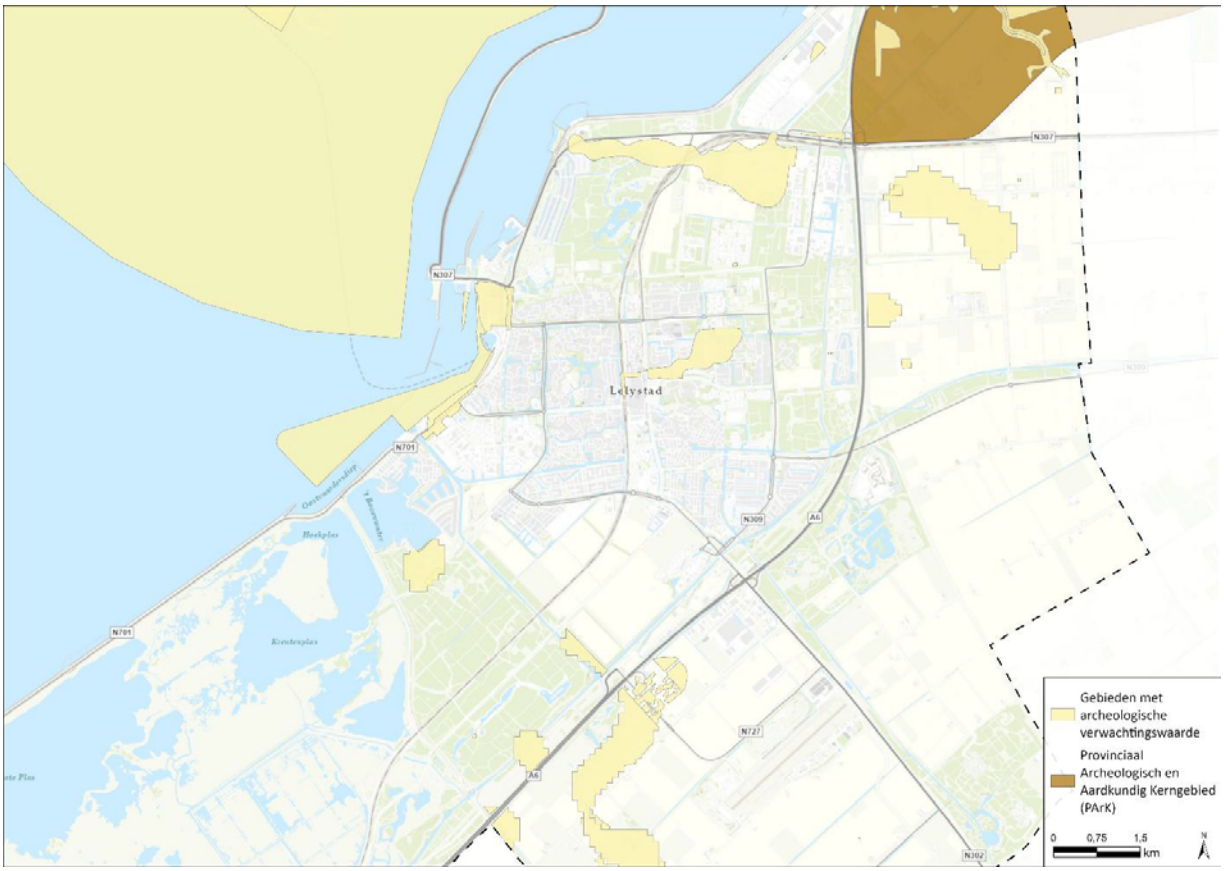
### *Buurttypen*

Er is voor het aspect 'archeologische waarden' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

### *Locatiespecifiek*

In Figuur 4.15 zijn de gebieden in Lelystad weergegeven waar zich mogelijk archeologische waarden in de ondergrond bevinden. Een aantal locaties verspreid door de gemeente kent een archeologische verwachtingswaarde. Indien er in deze gebieden een ingreep wordt gedaan moet er afhankelijk van de waarde archeologisch onderzoek uitgevoerd worden.

[16]https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bodemverstoring/bodemverstoringen-herkennen-en-opsporen
[17] Hydrologie en archeologie: basiskennis over bodemwater en bodemarchief. Door Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2021)




Figuur 4.15 Archeologische verwachtingswaarden

*Conclusie*

Bij de aanleg van een MT-warmtenet komen de meeste grondroerende werkzaamheden kijken, naar verwachting heeft dit alternatief de grootste impact. Met archeologisch onderzoek op locaties waar de archeologische verwachtingswaarden hoog zijn, zijn deze effecten grotendeels te mitigeren. Naar verwachting zijn er voor het aspect archeologische waarden dus geen aanzienlijke milieueffecten. Er is vanuit het aspect archeologische waarden geen aanleiding voor het opstellen van een plan-MER.

### 4.4.2 Effectbeschrijving cultuurhistorische waarden

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

Een MT-warmtenet kan in de aanlegfase effect hebben op ondergrondse cultuurhistorische elementen. In Lelystad is er geen sprake van ondergrondse cultuurhistorische elementen. Er is dus geen verwachte impact tijdens de aanlegfase.

Een groot deel van de waarde bij erfgoed is afhankelijk van het uiterlijk. Aantasting van het uiterlijk aan of bij (bijvoorbeeld) een monumentaal pand wordt gezien als ingrijpend voor de cultuurhistorische waarde, zeker wanneer dit in grote aantallen moet gebeuren. Maar ook het plaatsen van nieuwe elementen in de directe omgeving van een monument moet voldoen aan de instructieregels zoals vastgelegd in nationaal beleid, het Besluit kwaliteit leefomgeving. Voor het MT-warmtenet moeten er nieuwe, grotere buitenelementen (zoals warmteoverdrachtstations) worden geïntroduceerd in een buurt. Deze kunnen gedeeltelijk aangepast worden aan de bouwstijl van de buurt of ondergronds geplaatst worden waar mogelijk. Ondanks de mogelijkheid tot inpassing, blijft het noodzakelijk om nieuwe visuele elementen te introduceren.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

De buitenunit van een individuele lucht-water-warmtepomp wordt aan de buitenzijde van een woning of gebouw geplaatst. De buitenunit wordt met beugels aan de gevel gemonteerd of, bij grondgebonden woningen, op de grond in de nabijheid van de woning of het gebouw geïnstalleerd. De bevestiging van de beugels aan de gevel

kan, wanneer dit onzorgvuldig gedaan wordt, tijdens aanleg leiden tot schade aan woningen of gebouwen wanneer er sprake is van kwetsbaar pand.

Visuele waarde is een waardevol component van cultuurhistorische gebouwen en elementen. Dit kan worden aangetast wanneer er uiterlijke elementen worden toegevoegd, zoals de buitenunit van een lucht-water-warmtepomp. Bij dit alternatief is er voor iedere woning een buitenunit nodig. De buitenunit van de lucht-water-warmtepomp is met kabels en leidingen voor koelmiddel verbonden met de binnen-unit. Deze kabels en leidingen zijn ook vaak aan de buitenzijde van de woning of het gebouw te zien, eventueel weggewerkt in een kabelgoot. In gebouwen met meerdere woningen resulteert dit in meerdere buitenunits en bekabeling aan de gevel, wat een grote impact heeft op de visuele waarde van een gebouw. Naast de impact op de uiterlijke waarde zijn binnenshuis mogelijk ook aanpassingen noodzakelijk om het isolatieniveau tot label B te verbeteren. Hierbij kunnen cultuurhistorische elementen beschadigd of aangetast worden. Er is beperkt aantal panden binnen de gemeente Lelystad aangewezen als rijks- of gemeentelijk monument, de aantasting is daardoor klein in Lelystad.

### *Buurttypen*

Er is voor het aspect ‘cultuurhistorische waarden’ geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

### *Locatiespecifiek*

In Figuur 4.16 zijn de monumenten en landschapskunstwerken binnen de gemeente weergegeven. Alleen het gemeentelijk monument het Werkeiland bevindt zich binnen het plangebied. Mits hier gekozen wordt voor alternatief 2 is het belangrijk om de cultuurhistorische waarde mee te wegen en lucht-waterwarmtepompen goed in te passen zodat er geen aantasting van de gebouwen plaatsvindt.




Figuur 4.16 Cultuurhistorie: monumenten en elementen van cultuurhistorische waarde

### *Conclusie*

Zowel in de aanleg als in de gebruiksfase is te verwachten dat de impact op cultuurhistorische waarden van de lucht-water-warmtepomp groter is dan bij een MT-warmtenet. Dit vindt echter alleen plaats op specifieke locaties waar zich binnen Lelystad gebouwen met cultuurhistorische waarden bevinden (Het Werkeiland). Daarnaast is het mogelijk de visuele aantasting te mitigeren. Naar verwachting leiden cultuurhistorische waarden niet tot

aanzienlijke effecten. Er is vanuit het aspect cultuurhistorische waarden geen aanleiding voor het opstellen van een plan-MER.

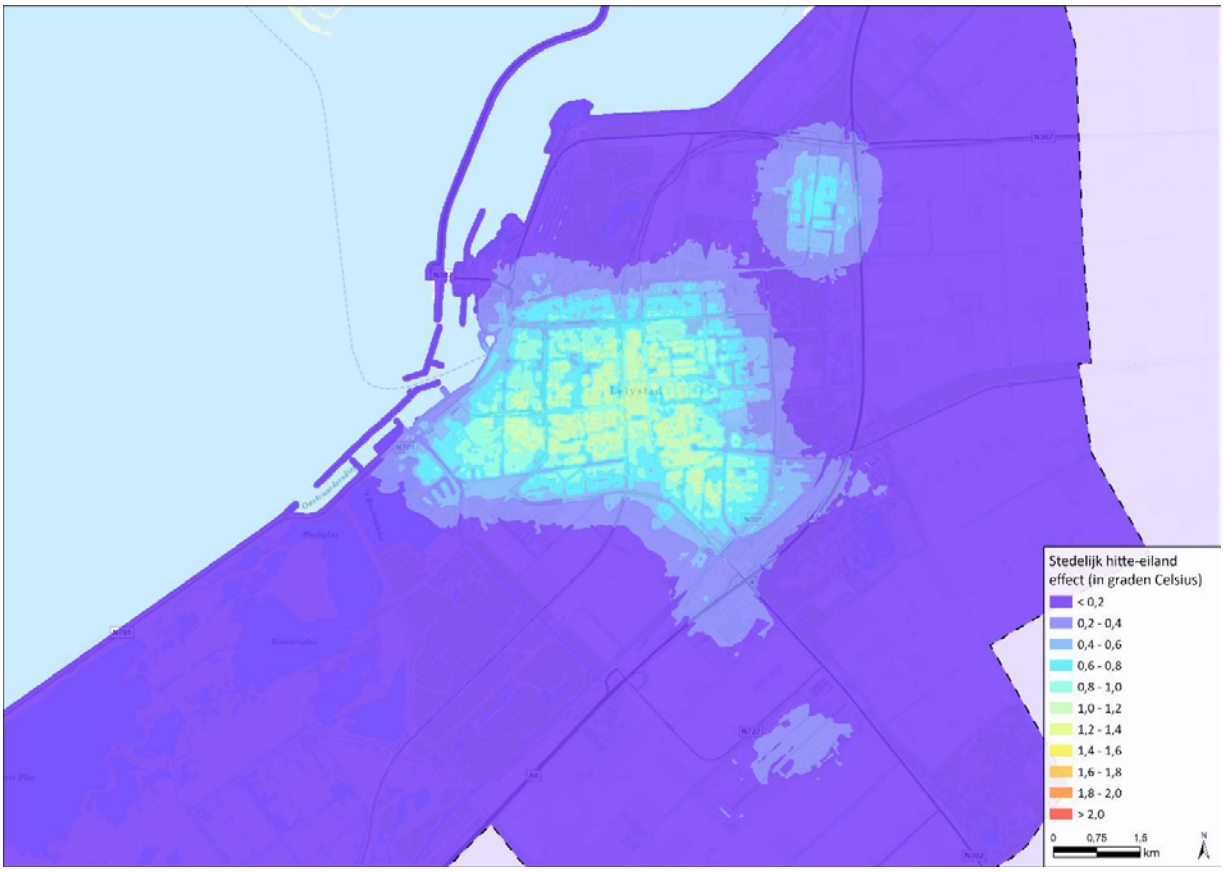
## 4.5 Hittestress

Het weer is extremer en warmer aan het worden. In stedelijke gebieden is dit te merken door hogere temperaturen die lang worden vastgehouden in de omgeving, ook wel hittestress of het stedelijk hitte-eiland effect. Het stedelijk hitte-eiland effect is het effect dat hitte in de bebouwde omgeving van steden langer wordt vastgehouden. Dit leidt tot een hogere temperatuur in steden, van minder dan een halve graad tot meerdere graden, vergeleken met omringende landelijke gebieden. Dit effect is vaak geconcentreerd rondom het centrum van een stad, en neemt af richting het buitengebied. Hitte wordt vastgehouden door cement, steen en andere vormen van verharding. Dit zogenoemde hitte-eilandeffect heeft invloed op de leefbaarheid, gezondheid en het comfort van bewoners.
Het aspect hittestress gaat in deze mer-beoordeling in op de potentiële impact van de alternatieven op hittestress in de directe buitenomgeving in een buurt. Hittestress kan plaatsvinden in de gebruiksfase.

Tabel 4.5 Beoordelingskader hittestress

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Hittestress | Effect van warmteopwekking of koeling op hittestress | Mate van verandering in hittestress in verschillende wijken na introductie alternatieve warmtetechniek | Gebruiksfase |

In Lelystad is het stedelijk hitte-eiland effect vooral terug te zien in gebieden in en rondom het centrum, in en rond bedrijventerreinen en in een aantal oudere sterk versteende wijken. Op warme zomerse dagen kan de gevoelstemperatuur hier in de toekomst oplopen tot ruim boven de 40 graden. Figuur 4.17 geeft een overzicht van het effect op gemeente Lelystad.



Figuur 4.17 stedelijk hitte-eiland effect in graden Celsius

### 4.5.1 Effectbeschrijving hittestress

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

Het is niet mogelijk om met dit alternatief te koelen. In dit geval wordt waarschijnlijk uitgeweken naar andere koelsystemen (bijvoorbeeld airco's) om aan de toenemende koude vraag te voldoen. Toename van de koelvraag is onderdeel de referentiesituatie en heeft daarom geen impact op het niveau van hittestress.

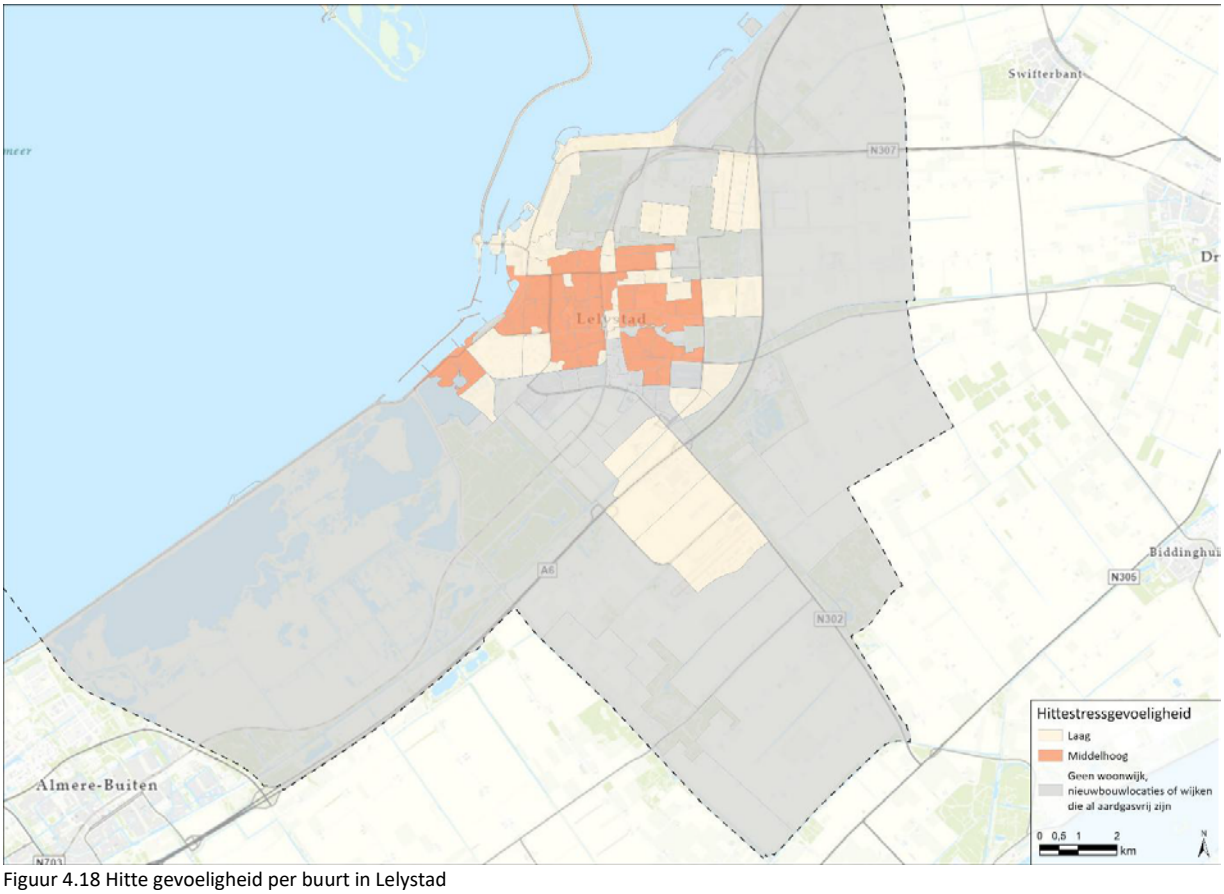
*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

Met een individuele lucht-water-warmtepomp kan gekoeld worden, door koude lucht van buiten te gebruiken om water te koelen. Het koude water wordt door de vloerverwarming of ventilator convector gecirculeerd door de woning of het gebouw. De onttrokken warmte wordt afgevoerd naar buiten. Omdat het wel mogelijk is te koelen met een individuele-lucht-water-warmtepomp, is niet te verwachten dat iedere woning een ander koelsysteem aanschaffen (bijvoorbeeld een airco). Alternatief 2 heeft een impact door het mogelijk maken van koeling en hierbij restwarmte uit te stoten naar de directe buitenomgeving van de woning, een toename van de warmte-emissies. Door het uitstoten van warme lucht naar de directe buitenomgeving, is dit alternatief de enige met een licht negatieve impact op het hitte gevoel in de buitenruimte. Hoe groot dit effect exact is, is nog niet volledig in kaart gebracht.

*Buurttypen*

Aan de hand van een aantal kenmerken van een buurt is het mogelijk om te bepalen hoe kwetsbaar verschillende buurten zijn voor hitte. Kenmerken van buurten die hiervan op invloed zijn, zijn het percentage groen, hoe de bebouwing gevormd is (bouwblokken versus vrijstaande panden bijvoorbeeld), de ventilatie, de beschaduwing, de verhouding hoogte/breedte en of er straatbomen aanwezig zijn. Dit alles heeft een effect op hoe warm het wordt in een buurt én hoelang hitte voelbaar blijft.

In buurten met een hoge *hitte gevoeligheid* heeft alternatief 2 een licht versterkend effect op de autonome ontwikkeling van warmere temperaturen en hittestress. Het effect verschilt, afhankelijk van hoe gevoelig een buurt is.



Figuur 4.18 Hitte gevoeligheid per buurt in Lelystad

Figuur 4.18 toont de hittegevoeligheid per buurttype voor Lelystad. Er zijn in Lelystad geen buurten die een hoge hittestress gevoeligheid hebben en gecategoriseerd worden als hoog risico. Buurten met een gemiddelde hittegevoeligheid worden aangemerkt met een middelhoog risico en buurten waar weinig hittestress gevoeligheid is als laag risico. De buurten met een middelhoog risico zijn buurttype naoorlogse woonwijk, tuinstad laagbouw, bloemkoolwijken en Vinex-wijken. De overige buurttypen hebben een laag risico of vallen buiten de scope.
Voor alternatief 1 worden voor het aspect hittestress geen specifieke effecten verwacht per buurttype verwacht.

*Locatiespecifiek*
Zoals zichtbaar in het onderscheid tussen buurttypen is er verschil in hoe lang en hoe hitte wordt vastgehouden in verschillende delen van de stad. Bijvoorbeeld door verschil in het groenniveau en de straatopbouw. Naast deze kenmerken is er binnen Lelystad geen sprake van specifieke uitzondering op het gebied van hittestress maar moet er altijd enige vorm van maatwerk worden toegepast op basis van de locatiespecifieke situatie.

*Conclusie*
Het MT-warmtenet heeft een minder negatieve impact dan de individuele lucht-water-warmtepomp op het aspect hittestress. De mogelijkheid om warmtenetten en individuele warmtepompen ook in te zetten voor verkoeling, draagt bij aan het hittebestendig(er) maken van de woningen in de gemeente. Echter door het uitstoten van warme lucht naar de directe buitenomgeving heft dat het voordelige effect van de lucht-water-warmtepomp op.

Verder kan de aanleg van extra infrastructuur mogelijk bijdragen aan lokale opwarming, bijvoorbeeld door het gebruik van isolerende materialen of het toevoegen van verharde oppervlakken. In de praktijk is deze bijdrage echter gering en kan deze, waar nodig, worden gemitigeerd door groenvoorzieningen en het toepassen van klimaatadaptieve maatregelen, zoals het 300-30-3 principe, welke streeft naar 300 bomen per stadswijk, 30% kroonbedekking in de buurt, en op maximaal 3 minuten loopafstand toegang tot groen.
Naar verwachting zijn er voor het aspect hittestress geen aanzienlijke milieueffecten. Er is vanuit het aspect hittestress geen aanleiding voor het opstellen van een plan-MER.

## 4.6 Water

Het thema water gaat in op het aspect drinkwater. Hierbij is de potentiële impact van warmteleidingen onderzocht op de kwaliteit van het drinkwater. Het systeem van drinkwaterleidingen is ontworpen zodat lekkages en infiltratie van schadelijke stoffen worden voorkomen. Eveneens zijn de gebruikte leidingen veelal gesloten systemen, waardoor direct contact met grond- of oppervlaktewater nagenoeg uitgesloten is. Indien tijdens de aanlegfase een drinkwaterleiding wordt geraakt, wordt dit behandeld als een calamiteit en niet als een (milieu)effect.

Tabel 4.6 Beoordelingskader water

| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Water | Drinkwater | Impact op de kwaliteit van het drinkwater in nabijgelegen leidingen van benoemde technieken | Gebruiksfase |

Tijdens het transport van drinkwater via ondergrondse leidingen warmt het water op als gevolg van de bodemtemperatuur. Een toename van warmtebronnen door verstedelijking en de energietransitie dragen bij aan een opwarming van de bodem. Dit vergroot de kans op overschrijding van de temperatuurnorm voor drinkwater. Deze norm is wettelijk vastgelegd op een maximumwaarde van 25 °C aan het tappunt. Een verhoging van de maximumwaarde kan leiden tot negatieve effecten, met name door een mogelijkheid van legionellabesmetting, een bacterie die in water en bodem kan zitten. Door hogere temperaturen kan er een optimaal bestaansgebied voor de bacterie ontstaan.

Uit onderzoek blijkt dat opwarming door een warmtenet ontstaat bij een afstand van minder dan 1,0 meter tussen een drinkwaterleiding en een warmteleiding. Zo blijkt dat als drinkwaterleidingen tussen de 1,0 – 1,5 meter liggen

van een warmteleiding, 1,5% van de aansluitingen een drinkwatertemperatuurverhoging van 1,0 °C of meer ondervindt t.g.v. een warmtenet.

### 4.6.1 Effectbeschrijving drinkwater

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

Het warmtenet bestaat uit transportleidingen, distributieleidingen en huisaansluitingen. De transportleidingen hebben een grote diameter, tot max. ca. 1 meter. Voor de distributieleidingen in de buurten en de huisaansluitingen worden leidingen met een kleinere diameter gebruikt. De temperatuur die door de distributieleidingen loopt is ca. 70 graden. Door de hoge temperatuur van het water dat door de leidingen stroomt kan het mogelijk zijn dat eventueel nabijgelegen drinkwaterleidingen opwarming ondervinden van het warmtenet. In een intersectoraal convenant[18] (2024), getekend door Vewin (vereniging van waterbedrijven in Nederland) en Energie Nederland (branchevereniging voor energiebedrijven) zijn afspraken vastgelegd over onder andere afstanden tussen drinkwater- en warmteleidingen om de kwaliteit en veiligheid van drinkwater te waarborgen.

De oorzaken van opwarming van drinkwaterleidingen zijn door de vele interacties lastig te voorspellen. Andere factoren die meespelen zijn bijvoorbeeld opwarming door klimaatverandering en verstedelijking, mate van isolatie van de warmteleiding en diepteligging van de warmteleiding. Het optreden van effecten is niet uit te sluiten maar met mitigerende maatregelen als het houden van voldoende afstand en isolatie blijven deze effecten beperkt. Daarmee leidt dit niet tot aanzienlijk (negatieve) effecten op drinkwater.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*

Dit alternatief komt niet in aanraking met drinkwaterleidingen en daarmee zijn geen effecten te verwachten.

*Buurttypen*

Het MT-buurtwarmtenet maakt gebruik van water tot 70 graden. De diameters van de aan te leggen leidingen zijn maximaal ca. 1 meter. De mate van effecten op de nabijgelegen drinkwaterleidingen is afhankelijk van de breedte van de straten. De breedte van de straten geeft een indicatie of er voldoende ruimte in het straatbeeld beschikbaar is om de benodigde infrastructuur aan te leggen. Zoals beschreven in

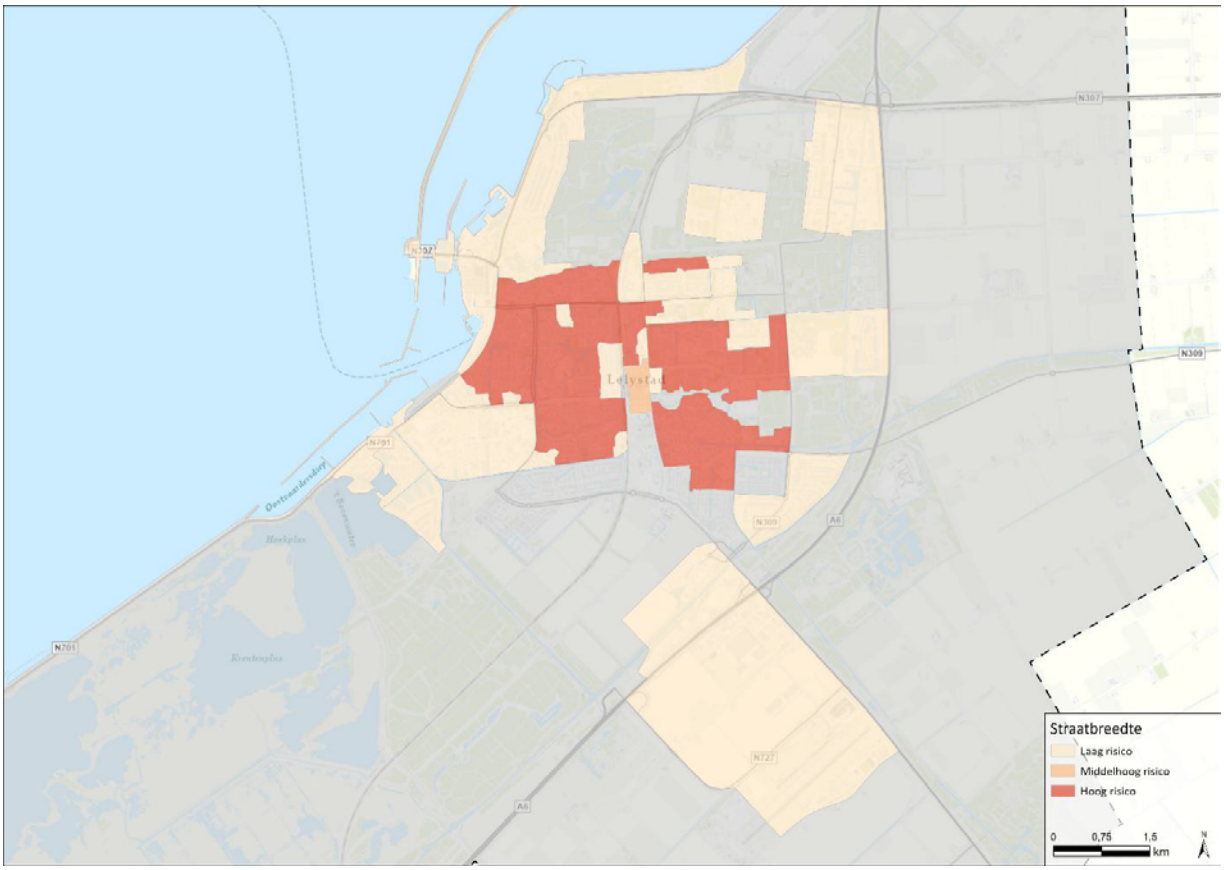
[18] Intersectorale-overeenkomst-drinkwater-en-warmteleidingen-afspraken-over-afstanden.pdf

Tabel 2.2 is er onderscheid te maken per buurttype hoe breed de straten over het algemeen zijn. Dit is gedaan in een driepuntschaal, van smal, middel naar breed. Hoe breder de straat, des te kleiner is het risico op te weinig ruimte om de minimale afstand van 1,0 meter aan te houden die benodigd is om opwarming van het drinkwater te beperken. Voor de individuele lucht- of bodemwarmtepomp zijn zoals hierboven beschreven geen effecten te verwachten. Hierdoor zijn deze alternatieven, ongeacht het buurttype, neutraal is beoordeeld.

In Figuur 2.2 zijn de verschillende buurttypen in de gemeente Lelystad weergegeven.  De buurten zijn op basis van

Tabel 2.2 onderverdeeld in drie categorieën, in buurten met brede, middelbrede of smalle straten. Op basis hiervan is bepaald of er een vergroot risico is op te weinig ruimte dan wel voldoende ruimte in het straatbeeld beschikbaar is om de minimale afstand van 1 meter aan te houden.

Buurttypen met smalle straten hebben een groter risico op knelpunten met drinkwaterleidingen tijdens de aanleg van het warmtenet (alternatief 1). Buurten met smalle straten worden gecategoriseerd als een hoog risico. Buurten met middel-brede straten worden gecategoriseerd als een middelhoog risico. Buurten met brede straten zijn geclassificeerd onder laag risico, waarbij de kans op te weinig ruimte om de minimale afstand te behalen niet te verwachten is.




Figuur 4.19 Straatbreedte in 3-puntsschaal

Op basis van Figuur 4.19 is te zien dat de bloemkoolwijken een hoog risico hebben, omdat deze vaker smalle straten hebben en dus mogelijk op minder dan de minimale afstand van ca. 1 meter komen te liggen van de drinkwaterleidingen. De buurttype hoogbouw heeft een middelhoge risico op het moeten plaatsen van de benodigde leidingen op minder dan de minimaal benodigde afstand van drinkwaterleidingen. De overige buurttypen hebben een laag risico.
Voor alternatief 2 worden voor het aspect drinkwater geen specifieke effecten verwacht per buurttype verwacht.

### *Locatiespecifiek*

Er zijn voor het aspect drinkwater geen locatiespecifieke aandachtspunten binnen de gemeente Lelystad.

### *Conclusie*

Vanuit het aspect ‘drinkwater’ worden bij de inzet van alternatief 2 geen negatieve effecten worden verwacht, waardoor dit alternatief als geschikt wordt beschouwd.

Bij het realiseren van alternatief 1 moet zorgvuldig worden gekeken naar optimalisaties in het ontwerp van de tracés om mogelijke opwarming van drinkwater te voorkomen. Monitoring en regulering zorgen ervoor dat de kwaliteit van het water geborgd blijft en voldoet aan de geldende wet- en regelgeving.
Er is vanuit het aspect drinkwater geen aanleiding voor het opstellen van een plan-MER.

## 4.7 Omgevingsveiligheid

Het thema omgevingsveiligheid gaat in op externe veiligheid. Externe veiligheid gaat in op de risico's als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen bij een milieubelastende activiteit (mba). Onder externe veiligheid vallen drie indicatoren die relevant kunnen zijn in het kader van een warmteprogramma: aandachtsgebieden, activiteiten met gevaarlijke stoffen en plaatsgebonden risico. Aandachtsgebieden zijn gebieden waarbinnen personen in een gebouw onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van een incident met gevaarlijke stoffen. De Omgevingswet kent drie soorten aandachtsgebieden:

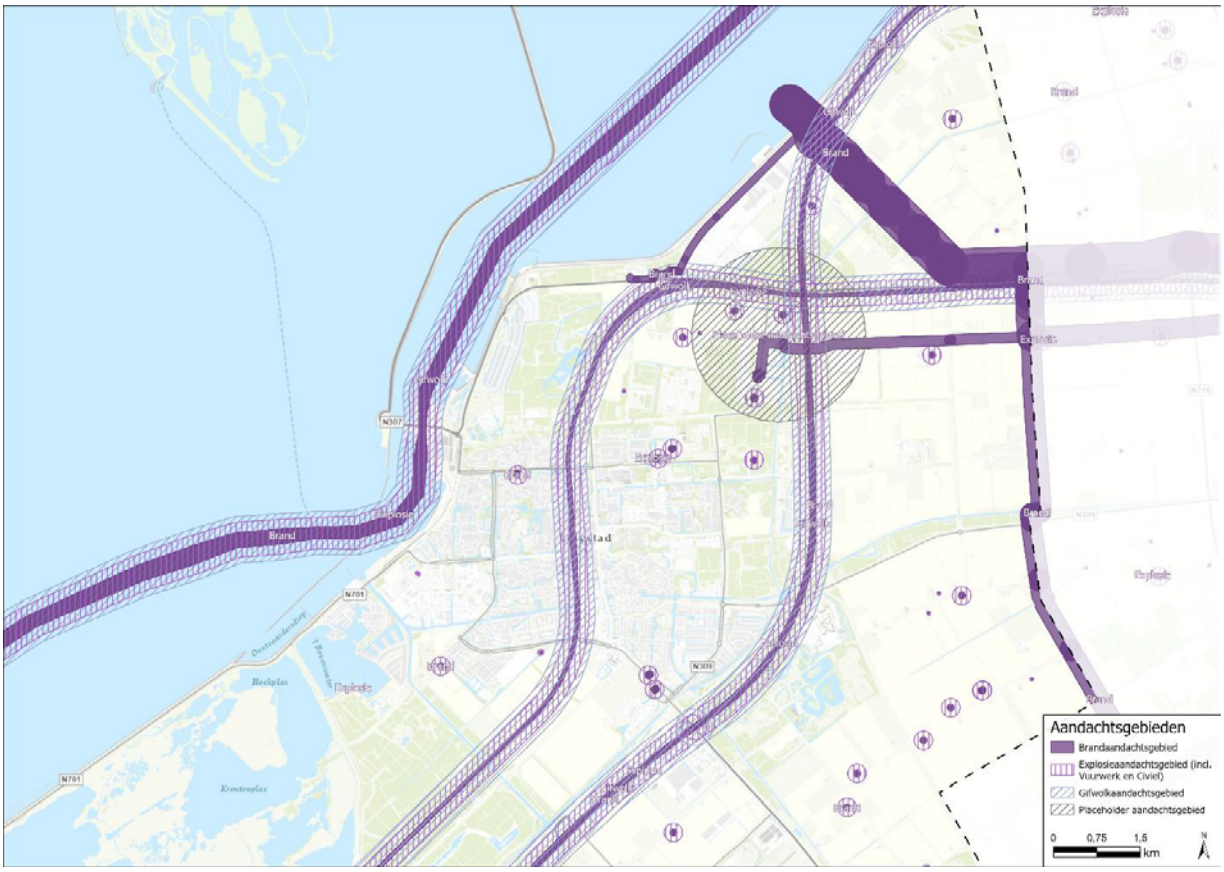
- een brandaandachtsgebied (bijvoorbeeld voor een plasbrand langs het spoor of fakkelbrand bij een hogedruk aardgastransportleiding);
- een explosieaandachtsgebied (bijvoorbeeld voor een BLEVE langs het spoor of bij een LPG-tankstation);
- een gifwolkaandachtsgebied (bijvoorbeeld rondom chemische bedrijven).

Ook wordt gekeken naar specifieke locaties waar activiteiten plaatsvinden met gevaarlijke stoffen. Ten derde wordt gekeken naar plaatsgebonden risico. Plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die 24 uur per dag op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. De bescherming die binnen deze contouren geboden moet worden is afhankelijk van de kwetsbaarheid van de functies in de gebouwen en locaties. Bijlage VI van het Besluit kwaliteit leefomgeving maakt onderscheid in zeer kwetsbare functies zoals ziekenhuizen en kinderdagverblijven, kwetsbare functies zoals woningen, en beperkt kwetsbare functies zoals kleine kantoren en werkplaatsen.

Tabel 4.7 Beoordelingskader omgevingsveiligheid

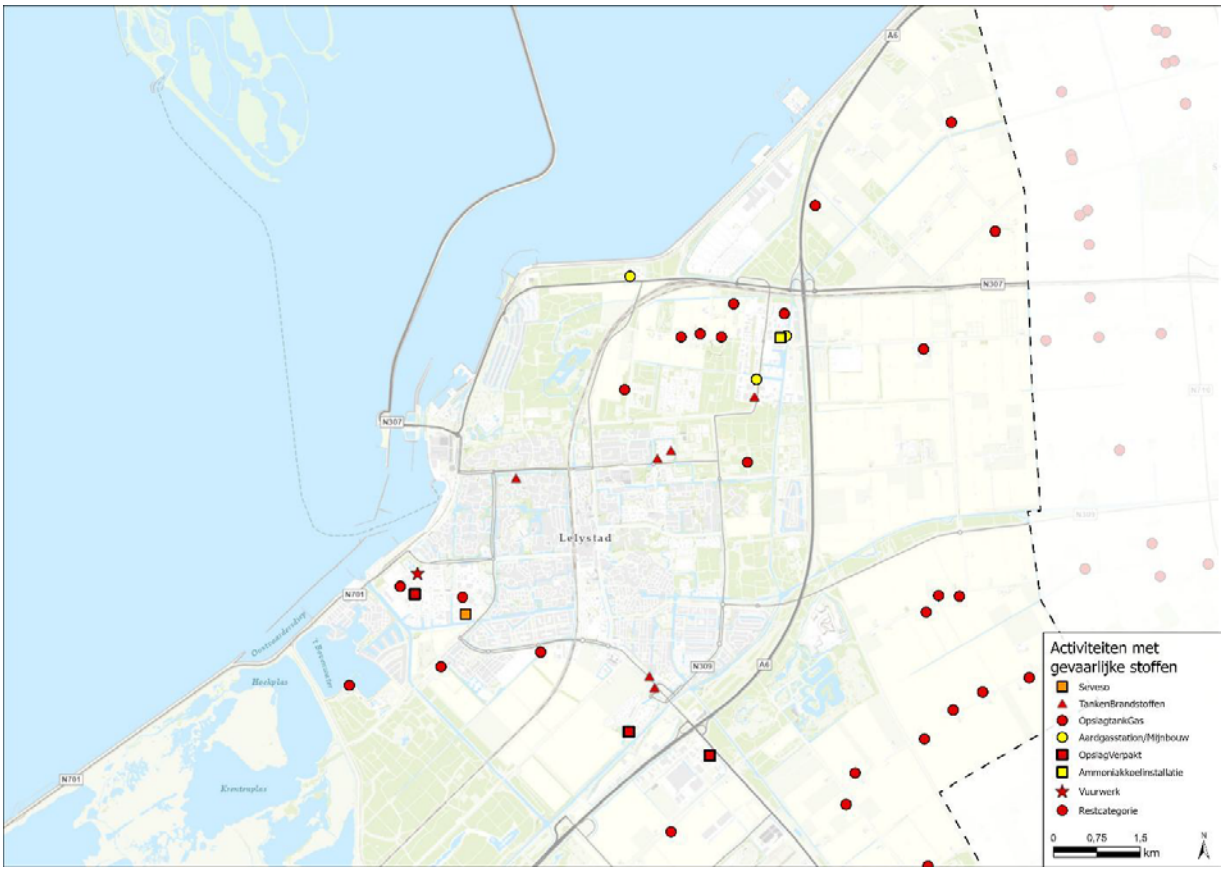
| Thema | Aspect | Indicator | Aanleg- en/of gebruiksfase |
|---|---|---|---|
| Omgevingsveiligheid | Externe veiligheid | Aandachtsgebieden, activiteiten met gevaarlijke stoffen en plaatsgebonden risico | Aanleg- en gebruiksfase |

In Lelystad zijn er meerdere aandachtsgebieden. Deze aandachtsgebieden zijn in Figuur 4.20 weergegeven. Langs het spoor en de snelweg A6 zijn contouren opgenomen voor brand, explosie en gifwolk. Ook is er een contour voor brandgevaar opgenomen rond de tracés van Gasunie. Verder zijn er een aantal aandachtsgebieden rondom tankstations waar LPG wordt aangeboden en een aantal opslagtanks voor propaan en/of propeen zonder vergunningsplicht. In het noorden is ook een aandachtsgebied vastgesteld rond een ammoniak koelinstallatie.



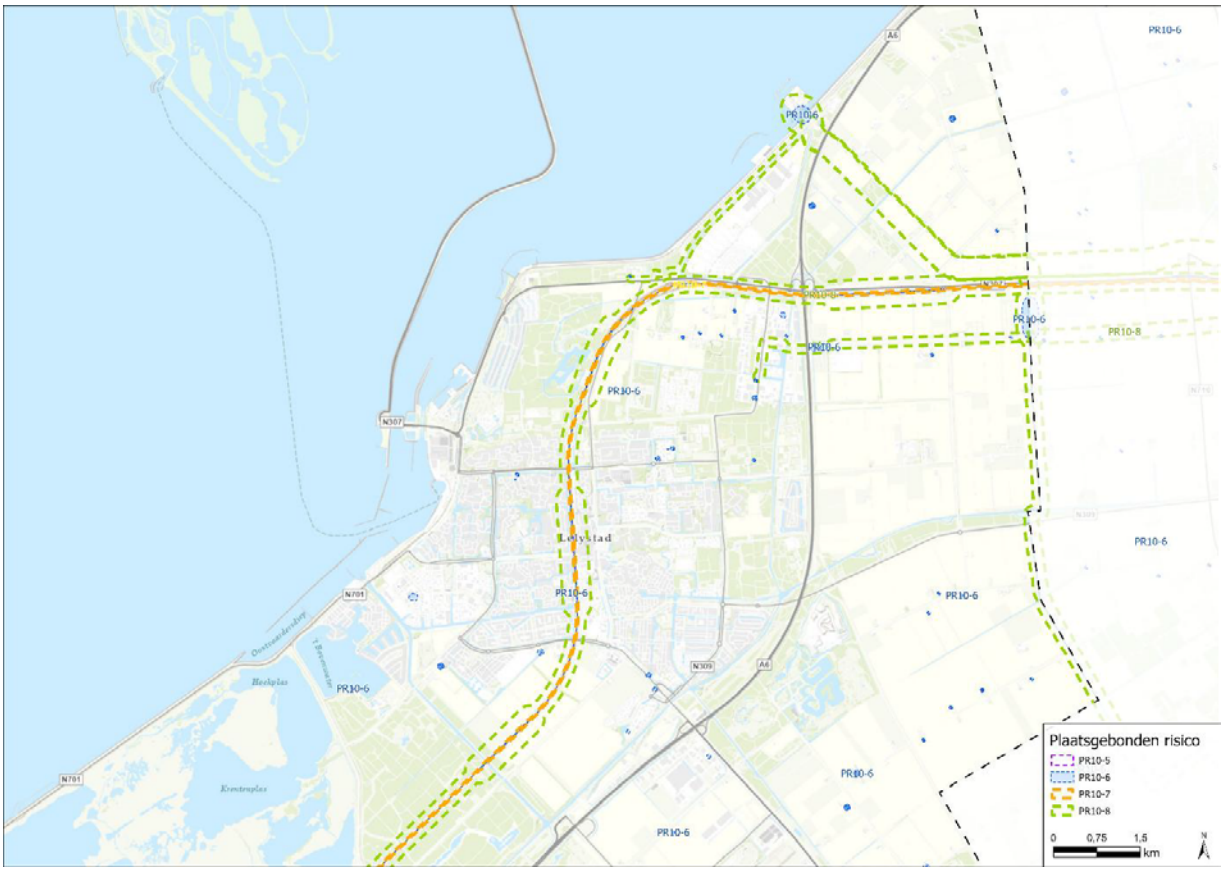
Figuur 4.20 Aandachtsgebieden

Er zijn een aantal activiteiten met gevaarlijke stoffen in de gemeente Lelystad. De meeste van deze activiteiten zijn ook vastgestelde aandachtsgebieden. In Figuur 4.21 staan de activiteiten voor gemeente Lelystad weergegeven.




Figuur 4.21 Activiteiten met gevaarlijke stoffen

Rond de opslagplaatsen van propaan en/of propeen geldt een PR $10^{-6}$. Dit geeft een plaatsgebonden risico van één op de miljoen per jaar. Ook rond de buisleidingen van Gasunie en rond het spoor geldt een plaatsgebonden risico. Deze is PR $10^{-8}$: een plaatsgebonden risico van één op de 100 miljoen per jaar. De PR-contouren binnen de gemeente Lelystad zijn weergegeven in Figuur 4.22.




Figuur 4.22 Plaatsgebonden risico

### 4.7.1 Effectbeschrijving externe veiligheid

*Alternatief 1 – MT warmtenet*

Er zijn geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten op de omgevingsveiligheid in de gemeente Lelystad naar aanleiding van de ontwikkelingen uit het warmteprogramma. De aanleg van buisleidingen voor vervoer van warmte als deel van een warmtenet brengen wel een klein extern veiligheidsrisico met zich mee[19]. Door het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid wordt het omgevingsveiligheidsrisico van het gebruik van warmtenetten met buisleidingen voor stoom of warm water als nihil ingeschat[20]. Het is belangrijk om bij de aanleg van buisleidingen als deel van een warmtenet te onderzoeken of er geen bestaande buisleidingen voor gevaarlijke stoffen in de weg liggen. Er liggen verspreid over de gemeente enkele buisleidingen voor het transport van aardgas. Plaatsing van warmtenetten nabij bestaande buisleidingen moet voorkomen worden of er moet onderzoek gedaan worden naar risico's bij falen (domino-effect). Dit risico is klein, warmtenetten verplaatsen enkel warm of koud water en staan niet onder heel hoge druk.

Het gebruik van geothermie brengt een aantal veiligheidsrisico's met zich mee. Tijdens de aanlegfase van de geothermiebron is er risico op een blow-out (ongecontroleerde uitstroom van heet water of gas), vrijkomen van brandbase gassen, lekkage van boorvloeistoffen met mogelijke bodem- of grondwaterverontreiniging, en tijdelijke hinder door geluid en licht. In de gebruiksfase kunnen risico's ontstaan door lekkage van formatiewater dat zouten en metalen bevat, het vrijkomen van gassen met explosiegevaar bij onvoldoende beheersing, en veiligheidsrisico's tijdens onderhoudswerkzaamheden zoals blootstelling aan hete vloeistoffen of drukopbouw in leidingen. Om deze risico's te voorkomen en beheersen, moeten passende veiligheidsmaatregelen worden getroffen. Dit is wettelijk verplicht op grond van de Mijnbouwwet (indien dieper dan 500 meter geothermiebron) en artikel 3.320 en 3.321 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en artikel 8.10a van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Daarnaast wordt voor de geothermiebron een aparte mer-procedure doorlopen, omdat nog

[19] Milieubelastende activiteit buisleiding met gevaarlijke stoffen (paragraaf 3.4.3 Bal) | Informatiepunt Leefomgeving
[20] Omgevingsveiligheid - Nederlands Instituut Publieke Veiligheid

niet definitief is waar de geothermiebron komt en in welke vorm. De potentiële effecten van de geothermiebron op bodemkwaliteit zijn daarom niet kaderstellend voor het warmteprogramma.

*Alternatief 2 – Individuele lucht-water-warmtepomp*
Bij het aanleggen en gebruiken van individuele lucht-waterwarmtepompen zijn de effecten op externe veiligheid verwaarloosbaar tot nihil. De lucht-waterwarmtepompen gebruiken of slaan geen gevaarlijke stoffen op, genereren ook geen giftige stoffen en vallen niet onder milieubelastende activiteiten. Ook zijn de pompen geen bron voor plaatsgebonden risico of vaststelling van een aandachtsgebied.

*Buurttypen*
Er is voor het aspect 'externe veiligheid' geen onderscheid te maken naar de verschillende buurttypen.

*Locatiespecifiek*
Figuur 4.20, Figuur 4.21 en Figuur 4.22 geven de locatiespecifieke aandachtspunten weer.

*Conclusie*
Vanuit het aspect 'externe veiligheid worden bij de inzet van alternatief 2 geen negatieve effecten worden verwacht, waardoor dit alternatief als geschikt wordt beschouwd. Alternatief 1 brengt enkele kleine risico's met zich mee, deze zijn in de uitvoering echter goed te mitigeren door te vermijden dat warmtenetten kruisen met risicovolle buisleidingen en locaties.

Er is vanuit het aspect omgevingsveiligheid geen aanleiding voor het opstellen van een plan-MER.

## 4.8 Overige thema's en aspecten

Een zestal thema's en aspecten leiden bij een mer-beoordeling bij een warmteprogramma niet tot wezenlijke (milieu)effecten. In de sub-paragrafen van dit paragraaf wordt dit per thema/aspect verder onderbouwd.

### 4.8.1 Elektromagnetische straling

Voor elektromagnetische straling wordt gekeken naar de aanwezigheid en benutting van energie-infrastructuur zoals transformatorhuisjes en kabeltracés. Hoewel de ontwikkeling en uitbreiding van warmtenetten en warmtepompen theoretisch tot extra voorzieningen kunnen leiden, is de daadwerkelijke impact hiervan op elektromagnetische straling gering. Het laagfrequent elektrische veld wordt afgezwakt door het isolatiemateriaal om de elektriciteitskabels, muren en andere hindernissen. Eveneens geldt dat het uitgangspunt is dat de richtlijnen bij de inpassing van transformatorhuisjes worden nageleefd. Monitoring en regelgeving zorgen ervoor dat stralingsniveaus binnen de vastgestelde veiligheidsnormen blijven.

In de gebruiksfase neemt het aantal transformatorhuisjes nauwelijks toe. Daarom worden de mogelijke (milieu)effecten op elektromagnetische straling niet relevant geacht in het kader van het warmteprogramma van gemeente Lelystad.

### 4.8.2 Lucht

Luchtkwaliteit zegt iets over de hoeveelheid verontreinigende stoffen in de lucht om ons heen die we dagelijks inademen. De luchtkwaliteit wordt bepaald door de concentraties van verschillende verontreinigende stoffen in de lucht, zoals fijnstof (PM10 en PM2.5), stikstofoxiden en stikstofdioxide (NOx). Goede luchtkwaliteit betekent dat de concentraties van deze verontreinigende stoffen laag zijn en binnen de door gezondheidsorganisaties vastgestelde veilige grenzen vallen.

Tijdens de aanlegfase is er mogelijk lokaal een tijdelijke toename van uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door een toename van bouwverkeer. Dit effect is tijdelijk en minimaal. Dit effect kan verder beperkt worden door bijvoorbeeld de inzet van elektrisch bouwmaterieel.

De biomassacentrales worden momenteel ingezet als warmtebron. De capaciteit en de daarmee gepaard gaande uitstoot van onder andere NOx en fijnstof blijft gelijk aan de huidige uitstoot, of daalt zelfs indien de

biomassacentrale van Vattenfall wegvalt. Aangezien de capaciteit gelijk blijft zijn er geen milieueffecten te beschrijven (er verandert niets aan de uitgangssituatie), waarmee de gebruiksfase niet wordt beoordeeld op luchtkwaliteit.

De luchtkwaliteit wordt per definitie verbeterd door een vermindering van uitstoot van stikstofdioxide (NOx) bij de transitie van de gemeente naar een aardgasvrije gemeente. Hierom worden de mogelijke (milieu)effecten op luchtkwaliteit niet relevant geacht in het kader van een warmteprogramma.

### 4.8.3 Oppervlaktewater

Er worden geen effecten verwacht op thermisch leven in oppervlaktewater, omdat er geen energie wordt gehaald uit oppervlaktewater (aquathermie).

### 4.8.4 Circulariteit

Circulariteit is geen direct milieueffect. Het is een overkoepelend begrip en werkwijze voor het sluiten van kringlopen en ketens waardoor de impact op het milieu vermindert. Tijdens zowel de aanleg- als de gebruiksfase wordt gekeken naar de inzet van bestaande infrastructuren en materialen om verspilling te voorkomen. Innovatieve oplossingen voor het terugwinnen en hergebruiken van componenten, zoals leidingen en isolatiematerialen, worden actief onderzocht. Door circulaire principes toe te passen, draagt het programma bij aan het verminderen van de milieubelasting en het verlengen van de levensduur van gebruikte materialen. Op dit moment is het niet mogelijk om een beschrijving te doen van effecten met betrekking tot circulair materiaalgebruik, omdat er nog geen keuze is gemaakt in hoeverre materialen hergebruikt worden of op welke manier de aanbesteding verloopt. Vanwege deze reden blijft de effectbeoordeling op circulair materiaalgebruik achterwege.

Het totale materiaalgebruik voor de aanleg van de warmtetechnieken is afhankelijk van verschillende factoren: totale lengte/m2 aan benodigd materiaal voor de aanleg, de levensduur, in hoeverre gebruik kan worden gemaakt van gerecyclede materialen en of materialen die vervangen worden elders kunnen worden toegepast. Er zijn mogelijkheden voor synergiën tussen de circulaire economie en andere ruimtelijke opgaven. De levensduur van de voorgestelde warmtetechnieken is voor het warmtenet minimaal 50 jaar en de individuele lucht-waterwarmtepomp 20 jaar, mits goed onderhouden. Op lange termijn kan dit leiden tot een hoger materiaalgebruik. Echter wordt ook verwacht dat er innovatieve oplossingen worden ontwikkeld die zorgen voor meer circulair materiaalgebruik, in lijn met het behalen van de klimaatdoelen van 2050. Hierdoor wordt verwacht dat het totale materiaalgebruik en hergebruik van bestaand materiaal nooit kunnen leiden tot aanzienlijke negatieve (milieu)effecten.

### 4.8.5 Ruimtelijke kwaliteit

Het warmteprogramma heeft invloed op zowel technische en milieukundige aspecten als op de ruimtelijke kwaliteit van de leefomgeving. Ruimtelijke kwaliteit omvat de samenhang tussen functies, esthetiek en duurzaamheid binnen een gebied. Bij de aanleg en het gebruik van nieuwe warmtenetwerken wordt zorgvuldig gekeken naar de inpassing van bovengrondse en ondergrondse infrastructuren binnen de bestaande ruimte. Hierbij wordt gestreefd naar behoud van open gebieden, het minimaliseren van visuele verstoring in het straatbeeld en het zorgvuldig integreren van installaties in bestaande groenstructuren en stedelijke omgevingen. Bij het ontwerp van tracés wordt gestreefd naar een balans tussen technische haalbaarheid en de kwaliteit van de openbare ruimte. Door leidingen waar mogelijk ondergronds aan te leggen, blijft het karakter van straten en pleinen behouden en wordt visuele verstoring beperkt. Bij onvermijdelijke bovengrondse voorzieningen wordt gekozen voor een vormgeving die aansluit bij de omgeving en die zo min mogelijk afbreuk doet aan het beeld en de beleving van de ruimte.

Tijdens de aanlegfase kan het noodzakelijk zijn straten tijdelijk open te breken ten behoeve van de aansluiting op het warmtenet, wat tijdelijke omleidingen tot gevolg kan hebben. Bij nieuwbouwprojecten wordt conform wettelijke eisen al standaard rekening gehouden met alternatieven voor aardgas, waarbij de meeste infrastructuur ondergronds wordt aangelegd, zodat de impact op de ruimtelijke kwaliteit minimaal blijft. Door de tijdelijkheid van het effect en de minimale impact wordt het niet meegenomen in de effectbeschrijving. Bij

individuele oplossingen, zoals het aanpassen van woningen door middel van warmtepompen, airco's of WKO-systemen aan de buitenzijde, kan het uiterlijk en de beleving van de woning en omgeving worden beïnvloed. Tevens zijn vaak transformatorhuisjes in de openbare ruimte noodzakelijk, waarvoor soms ruimte moet worden gecreëerd in plantsoenen of parkeerplaatsen. Dit kan effect hebben op het uitzicht en de beleving van de omgeving. Het is daarom belangrijk om deze voorzieningen zorgvuldig te integreren en waar nodig compenserende maatregelen te treffen. Ook hier is het effect op de ruimtelijke kwaliteit voor de

Een aandachtspunt is dat het behoud van de ruimtelijke kwaliteit om een integrale aanpak vraagt, waarbij participatie met omwonenden en belanghebbenden centraal staat. Zo wordt tijdig rekening gehouden met wensen rondom uitzicht, toegankelijkheid en het gebruik van de openbare ruimte, en kunnen mogelijke bezwaren in een vroeg stadium worden ondervangen.

### 4.8.6 Verkeer

Het implementeren van een warmteprogramma, zoals de aanleg van warmtenetten of individuele oplossingen als warmtepompen, kan tijdelijke effecten hebben op het verkeer. Het thema verkeer omvat de mate van verkeershinder voor gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers. Vooral tijdens de aanlegfase kan het noodzakelijk zijn om straten open te breken voor het installeren en aansluiten van leidingen of andere infrastructuur. Dit brengt praktische gevolgen met zich mee:

- Tijdelijke verkeershinder: Tijdens werkzaamheden kunnen omleidingen voor gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers noodzakelijk zijn. Dit kan leiden tot kortdurende extra reistijd of beperkte bereikbaarheid van bepaalde gebieden. Een mitigatie mogelijkheid is het kijken naar meekoppelkansen met andere werkzaamheden die op de openbare weg plaatsvinden.
- Veiligheidsmaatregelen: Er moeten tijdelijke voorzieningen worden getroffen om de veiligheid van weggebruikers te waarborgen tijdens de aanleg.
- Beperkte toegankelijkheid: Gedurende de aanleg kunnen winkels, woningen of voorzieningen soms tijdelijk minder goed bereikbaar zijn.

Voor individuele oplossingen, zoals het plaatsen van warmtepompen of transformatorhuisjes, is het effect op verkeer doorgaans zeer beperkt, omdat deze installaties vaak direct rondom woningen of in bestaande openbare ruimte worden geplaatst.

Hoewel bovengenoemde effecten tijdelijk kunnen optreden, zijn deze van voorbijgaande aard en gering van omvang. De volgende argumenten ondersteunen waarom het aspect verkeer in het kader van een warmteprogramma niet uitgebreid hoeft te worden beoordeeld:

- De verkeershinder is tijdelijk en lokaal van aard. Na afronding van de aanlegwerkzaamheden keert de situatie terug naar normaal en zijn er geen blijvende verkeerskundige gevolgen.
- Het gaat in de meeste gevallen om gebruikelijke werkzaamheden in de openbare ruimte, zoals die ook voorkomen bij reguliere onderhouds- of nutswerkzaamheden. Gemeenten zijn hierop ingericht en beschikken over standaardprocedures om hinder te beperken.
- Er zijn geen structurele veranderingen in het verkeerssysteem, verkeersaanbod of de bereikbaarheid te verwachten als gevolg van het warmteprogramma. Het gebruik en de doorstroming van wegen blijven op de lange termijn onveranderd.
- De wettelijke vereisten voor bereikbaarheid en veiligheid tijdens tijdelijke werkzaamheden zijn geborgd in bestaande regelgeving en vergunningstrajecten.
- De impact is in omvang en duur dermate minimaal, dat het opnemen van dit aspect in de effectbeoordeling geen toegevoegde waarde levert voor de besluitvorming of het ontwerp van het warmteprogramma.

Concluderend: het aspect verkeer hoeft niet te worden beoordeeld in het kader van het warmteprogramma, omdat eventuele verkeershinder slechts tijdelijk is, geen blijvende effecten veroorzaakt, en afdoende wordt geregeld via bestaande procedures en afspraken binnen de openbare ruimte.

# 5. Conclusie

De activiteiten in het warmteprogramma leiden niet tot aanzienlijke (negatieve) milieueffecten, zoals blijkt op basis van de effectbeschrijvingen in hoofdstuk 4. Eventuele licht negatieve effecten kunnen bij nadere uitwerking afdoende worden beperkt/voorkomen door mitigerende maatregelen bij inzet van de alternatieven. De conclusie is dat er geen noodzaak is om in deze fase van plan- en besluitvorming een plan-mer op te stellen voor het warmteprogramma. Het is aan het bevoegd gezag (gemeente Lelystad) om hier een definitieve afweging over te maken en een besluit over te nemen.

# 6. Bijlage

## 6.1 Methodiek buurttypen

Het concept wijktypologie is ontwikkeld door de Hogeschool van Amsterdam in een consortium met gemeenten en kennisinstellingen in het kader van onderzoeksprogramma Urban Technology. De wijktypologie is voor het eerst gebruikt in relatie tot kwetsbaarheid en milieueffecten door Laura Kleerekoper in haar onderzoek '*Urban Climate Design: Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods*' in 2016. De methodiek wijktypologie is in 2023 uitgebreid en verstevigd door onderzoek van de Hogeschool van Amsterdam ('Computer leert wijktypen bepalen voor heel Nederland'), in kader van samenwerkingsinitiatief Klimaateffectatlas.

In het onderzoek zijn de gemeenten Den Haag, Amsterdam, Utrecht, Deventer en gemeente Berkelland onderzocht op typerende kenmerken van wijken. Aan de hand van deze kenmerken zijn wijktypen gedefinieerd. Wijktypen zijn categorieën waarin buurten of wijken worden ingedeeld op basis van hun kenmerken en eigenschappen en worden hierna, als buurttypen aangeduid. Deze kenmerken kunnen onder andere het bouwjaar van de woningen, opbouw van de straten en het type bebouwing (zoals rijtjeshuizen of appartementen) omvatten. In Nederland kunnen 14 verschillende buurttypen worden onderscheiden:

| | Overzicht 14 buurttypen |
|---|---|
| 1. | Historische binnenstad |
| 2. | Stedelijk bouwblok |
| 3. | Tuindorp |
| 4. | Volkswijk |
| 5. | Vooroorlogse woonwijk |
| 6. | Naoorlogse woonwijk |
| 7. | Tuinstad laagbouw |
| 8. | Tuinstad hoogbouw |
| 9. | Hoogbouw |
| 10. | Bloemkoolwijk |
| 11. | Vinexwijk (Sub-urbane uitbreiding) |
| 12. | Villawijk |
| 13. | Vernieuwd |
| 14. | Bedrijventerrein |

Gebieden die niet onder deze categorieën vallen zijn geclassificeerd als groen of overig. In buurttypen die als Groen zijn aangeduid 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.

Kleerekoper (2016) [21] heeft deze kenmerken van de buurttypen gebruikt om de kwetsbaarheden door klimaatverandering per buurt in kaart te brengen. Aspecten zoals bijvoorbeeld de gevoeligheid van een buurttype voor hittestress kunnen ook informatie geven over potentiële milieueffecten die kunnen optreden bij de keuze voor één van de alternatieven naar aardgasvrij. In hoofdstuk 4 worden de potentiële milieueffecten en het risico daarom beschreven per thema en waar mogelijk gekoppeld aan de onderscheidende kenmerken per buurttype.

Deze classificatie selecteert aan de hand van de kenmerken naar het meest overeenkomende buurttype. De buurttypen Vernieuwd en Groen zijn meerduidig van karakter: het zijn als ware buurten waarin diverse buurttypen voorkomen. Het buurttype Vernieuwd is een mengsel van oudere buurttype 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 buurttype geen eenduidig onderscheidende kenmerken heeft ten opzichte van de andere buurttypen. Voor dit buurttype kunnen daarom geen milieueffecten op buurtniveau bepaald

[21] '*Urban Climate Design: Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods*' (2016)

worden. Het buurttype Groen duidt buurten met veel groen aan, dit betekent echter niet dat hier geen woningen of gebouwen zijn.

## Toelichting buurttypen Lelystad

*1. 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 voor gecreëerd.

*2. 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.[22] 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.

*3. Hoogbouw*
Hoogbouw buurten 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.

*4. 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.[23] 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.

*5. Vinex wijk*
Vinex wijken, gebouwd tussen 1990 en 2010, bestaan uit een mix van eengezinswoningen en appartementen. Bebouwing is in verschillende vormen gerealiseerd: vrijstaand, twee-onder-een-kap of in strokenbouw. Tussen de woningen zijn brede straten met aan de zijde ruimte voor het parkeren van auto's. Woningen hebben vaak een voor- en ruime achtertuin. In zowel de openbare ruimte als in privé tuinen is er relatief veel verharding.

*6. Villa*
Een villawijk is een buurt met grote vrijstaande huizen met veel ruimte tussen de woningen en grote tuinen. 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.

*7. Bedrijventerrein*
Bedrijventerreinen liggen vaak aan de rand van steden of dorpen en hebben als functie de huisvestiging 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.

[22] Rapport PBL: Krachtwijken met karakter verdieping
[23] Rapport PBL: Krachtwijken met karakter verdieping

## Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensoring en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

## Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK Almere
Postbus 10044
1301 AA Almere

**Copyright ©**
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontlenen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl