Feitennotitie

Warmtevisie Aalsmeer

CE Delft

Committed to the Environment

Feitennotitie

Warmtevisie Aalsmeer

Dit rapport is geschreven door:
Pien van Berkel, Fenneke van de Poll, Emma Koster en Marianne Teng

Delft, CE Delft, mei 2021
Gemeenten / Beleidsplannen / Energievoorziening / Warmte

Opdrachtgever: André van der Poel, gemeente Aalsmeer

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Emma Koster (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

Lijst van afkortingen 4

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding en doel 5
1.2 Keuzes maken op buurtniveau 5
1.3 Geraadpleegde documenten/studies 5
1.4 Onderzoeksvragen en leeswijzer 6

2 Indeling van Aalsmeer in warmtebuurten 7
2.1 Indeling van Aalsmeer in warmtebuurten 7
2.2 Beschrijving van warmtebuurten 7

3 Huidige warmtevraag en -voorziening 9
3.1 Warmtevraag 9
3.2 Huidige warmtevoorziening 10
3.3 Energielabels van de gebouwen in Aalsmeer 10
3.4 Koudevraag 12

4 Alternatieven voor aardgas 13
4.1 Aardgasvrije warmtetechnieken 13
4.2 Warmtebronnen voor collectieve warmte 16

5 Nationale kosten van aardgasvrije warmtetechnieken 22
5.1 Inleiding 22
5.2 CEGOIA-model 22
5.3 Resultaten berekeningen nationale kosten 24

6 Eindgebruikerskosten van aardgasvrije warmtetechnieken 27
6.1 Inleiding 27
6.2 Methode 27
6.3 Resultaten 29

7 Techniekkeuze per warmtebuurt 32
7.1 Bedrijventerrein 32
7.2 Centrum nieuw 32
7.3 Centrum oud 33
7.4 Hornmeer 33
7.5 Kudelstaart centrum 33
7.6 Kudelstaart label C en corporatiebezit 34
7.7 Kudelstaart nieuw 34
7.8 Lintbebouwing Aalsmeer 34
7.9 Lintbebouwing bedrijventerrein 35
7.10 Lintbebouwing Kudelstaart 35

7.11 Oosteinde-Oost 35
7.12 Oosteinde-West 36
7.13 Stommeer label B en C 36
7.14 Stommeer labels E, F, G 36

8 Tempo van de verduurzaming 38
8.1 Gemiddelde opgave per jaar 38
8.2 Doelstelling 2030 Klimaatakkoord 38
8.3 Versnelling richting fossielonafhankelijk in 2040 (S-curve) 39
8.4 Versnelling richting aardgasvrij in 2050 (S-curve) 40
8.5 Verduurzaming met tussenstappen 41
8.6 Aantal buurten tot 2030 41

9 Conclusie 42

Literatuur 47

A Uitkomsten Warmteanalyse Aalsmeer, Startanalyse en Openingsbod 49
A.1 Warmteanalyse Aalsmeer 49
A.2 Startanalyse 2020 50
A.3 Openingsbod Warmtetransitie 2020 51

B Impact van energie-infrastructuren op de openbare en ondergrondse ruimte 52
B.1 Impact van het verzwaren van het elektriciteitsnet 52
B.2 Impact van de aanleg van warmtenetten 54

C CBS-buurtindeling van Aalsmeer 58

D Uitkomsten Startanalyse 2020 59

E Parameters nationale kosten 60

Lijst van afkortingen

HT	Hogetemperatuur (> 75°C)
LT	Lagetemperatuur (30-55°C)
MT	Middentemperatuur (50-75°C)
RES	Regionale Energiestrategie
RSW	Regionale Structuur Warmte
TEA	Thermische energie uit afvalwater
TED	Thermische energie uit drinkwater
TEO	Thermische energie uit oppervlaktewater
Wkk	Warmtekrachtkoppeling
Wko	Warmte-koudeopslag
ZLT	Zeerlagetemperatuur (10-30°C)

1 Inleiding

In deze feitennotitie geven we een overzicht van de inhoudelijke kennis die ten grondslag ligt aan de Warmtevisie van de gemeente Aalsmeer. Het dient ter ondersteuning van de Warmtevisie.

1.1 Aanleiding en doel

In de Warmtevisie legt de gemeente Aalsmeer een tijdspad vast waarop buurten overgaan op duurzame verwarming. Voor de buurten waarvan de transitie vóór 2030 gepland is, geeft de Warmtevisie ook inzicht in de potentiële alternatieve energie-infrastructuren (all electric, (type) warmtenet, etc.). Om deze buurten en de voorziene energie-infrastructuur te kiezen, zijn zowel subjectieve criteria en uitgangspunten als inhoudelijke kennis nodig.

Er zijn al verschillende studies gedaan voor de gemeente Aalsmeer, de metropoolregio Amsterdam, de RES-regio Noord-Holland-Zuid en de provincie Noord-Holland. In deze feitennotitie bundelen we deze bestaande kennis en vullen deze aan met eigen model-berekeningen. De focus van deze notitie ligt op technisch-economische aspecten zoals de warmtevraag van de gebouwde omgeving in Aalsmeer, de aanwezigheid van warmtebronnen en kostenberekeningen van warmteopties.

1.2 Keuzes maken op buurtniveau

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat in de transitie naar aardgasvrij verwarmen wordt gekozen voor een wijkgerichte aanpak. Dit houdt in dat gemeenten wijk voor wijk (of buurt voor buurt) aan de slag gaan met de warmtetransitie en op wijk-/buurtniveau bepalen wat de beste oplossing is als gebouwen niet langer met de cv-ketel worden verwarmd. Er is gekozen voor een wijkgerichte aanpak omdat het organiseren van de eventuele benodigde infrastructuur, zoals bijvoorbeeld warmtenetten, of verbouwingen sneller verloopt als buren hierin met elkaar en de lokale overheid optrekken (Rijksoverheid, 2019).

Veel studies naar (de kosten van) verwarmen zonder aardgas presenteren de resultaten op CBS-buurtniveau. Uit onze analyse van de studies Startanalyse (PBL, 2020a), Openingsbod Warmtetransitie (Stedin, 2020) en Warmteanalyse Aalsmeer (CE Delft, 2018) blijkt dat de CBS-buurtindeling voor Aalsmeer te grofmazig is (zie Bijlage A). De bebouwing binnen de CBS-buurten is vaak te divers om een uitspraak over een geschikte warmtetechniek te kunnen doen. Daarom hebben we additionele berekeningen gemaakt met een nieuwe indeling in logische warmtebuurten, zie Hoofdstuk 2.

1.3 Geraadpleegde documenten/studies

Tabel 1 geeft een overzicht van de geraadpleegde documenten. Per document hebben we aangegeven waarover deze informatie levert.

Tabel 1 - Overzicht van de geraadpleegde documenten

Nr	Naam document	Type informatie		
		Warmte-bronnen in Aalsmeer	Kosten van verschillende warmteopties	Overig/ achtergrond-informatie
1	Openingsbod Warmtetransitie (Stedin, 2020)		X	
2	Startanalyse 2020 (PBL, 2020a)		X	X
3	Warmteanalyse Aalsmeer (CE Delft, 2018)	X	X	
4	RES 1.0 Noord-Holland-Zuid *(conceptversie 11 maart 2021)*(RES-regio Noord-Holland-Zuid, 2021)	X		
5	Verkennende studie warmtenet Schiphol-Zuid (BLOC, 2019)	X		
6	MRA Warmte Koude - Grand Design 2.0 (MRA Warmte & Koude programma, lopend)	X		
7	Warmtedataregister (Provincie-Noord-Holland)	X		
8	WRK-leiding Waternet: Levering van thermische energie (Waternet, 2018)	X		

In aanvulling op deze bestaande studies hebben we berekeningen gedaan met het CEGOIA-model. Daarmee hebben we de nationale kosten van warmtetechnieken berekend (Hoofdstuk 5).

1.4 Onderzoeksvragen en leeswijzer

Deze feitennotitie geeft antwoord op de volgende centrale vraag:
Wat zijn kansrijke aardgasvrije warmtetechnieken voor de verschillende buurten van Aalsmeer?

Deelvragen, om de centrale vraag te beantwoorden, zijn als volgt:
- Hoe kunnen we Aalsmeer indelen in logische warmtebuurten? (Hoofdstuk 2)
- Wat is de huidige warmtevraag van de gebouwde omgeving in Aalsmeer en hoe wordt deze momenteel ingevuld? (Hoofdstuk 3)
- Wat zijn de alternatieven voor aardgas? (Hoofdstuk 4)
- Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste nationale kosten[1]? (Hoofdstuk 5)
- Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste eindgebruikerskosten? (Hoofdstuk 6)
- Wat is, op basis van de kostenberekeningen en gebouwkenmerken, de voorkeurs-warmtetechniek voor de verschillende warmtebuurten in Aalsmeer? (Hoofdstuk 7)
- In hoeveel buurten moet Aalsmeer tot 2030 aan de slag met de warmtetransitie om de duurzaamheidsdoelstellingen te behalen? (Hoofdstuk 8)

[1] De nationale kosten zijn de kosten van een warmteoptie: de kosten van energie zelf, de distributiekosten (infrastructuur), gebouwmaatregelen (isolatie en afgiftesysteem) en installatiekosten van de techniek zelf. Het maakt daarbij niet uit wie de kosten draagt: alle kostenposten worden bij elkaar opgeteld. Belastingen en subsidies worden niet meegenomen: dit is slechts een verschuiving van geld tussen de overheid en de maat-schappij

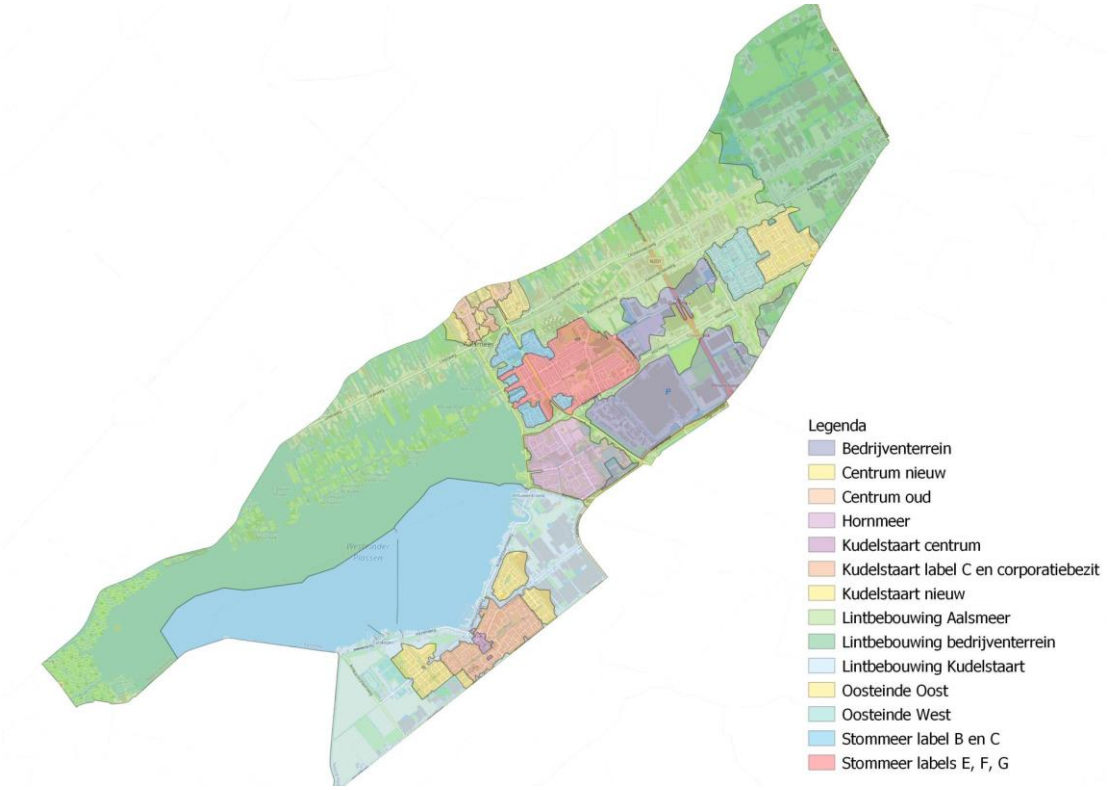
2 Indeling van Aalsmeer in warmtebuurten

De CBS-buurtindeling van Aalsmeer is erg grofmazig; de bebouwing in de CBS-buurten is te verschillend om hier een warmtetechniek toe te wijzen. Daarom hebben we Aalsmeer ingedeeld in *logische warmtebuurten*. Dit zijn clusters die wat betreft bouwjaar, type bebouwing (utiliteitsgebouwen, type woningen) en energielabel uniform zijn. De warmtebuurten zijn zoveel mogelijk geografisch samenhangend en de grootte van de clusters is zodanig dat collectieve oplossingen mogelijk blijven.

2.1 Indeling van Aalsmeer in warmtebuurten

Figuur 1 geeft de indeling van Aalsmeer in 14 warmtebuurten weer.

Figuur 1 - De logische warmtebuurten van Aalsmeer



2.2 Beschrijving van warmtebuurten

Tabel 2 beschrijft de veertien warmtebuurten van Aalsmeer.

Tabel 2 - Beschrijving van de warmtebuurten

Warmtebuurt	Beschrijving
Bedrijventerrein	Hieronder vallen de bloemenveiling, grote parkeerterreinen en overige grote bedrijven in het midden van de gemeente. In dit gebied zijn veel gebouwen geclassificeerd als industrie. Deze gebouwen behoren dus niet tot de sector gebouwde omgeving en vallen daarmee buiten de scope van de Warmtevisie. Wel de kans groot dat de warmteoplossing voor de gebouwen in deze buurt overeenkomt met de oplossing voor de industrie.
Centrum nieuw	Dit zijn de nieuwere gebouwen in de CBS-buurt Centrum, bijna alle woningen in deze buurt zijn na 1992 gebouwd, waarvan een aanzienlijk deel na 2005. Deze woningen hebben voornamelijk energielabel A of C.
Centrum oud	Dit zijn de oudere gebouwen in de CBS-buurt Centrum, bijna alle woningen zijn voor 1992 gebouwd. Een aanzienlijk deel van de woningen in deze buurt is van voor 1945.
Hornmeer	Dit is de CBS-buurt Hornmeer, exclusief het bedrijventerrein en de lintbebouwing. Deze CBS-buurt was al heel uniform en bestaat voornamelijk uit rijwoningen gebouwd tussen 1965 en 1975 met energielabel E.
Kudelstaart centrum	Het centrum van Kudelstaart bestaat uit nieuwe gebouwen (gebouwd na 1992), met veel utiliteiten. Doordat het isolatieniveau in deze warmtecluster goed is en utiliteitsgebouwen vaak een koudevraag hebben, kan een kleinschalig wko-net[2] hier wellicht een logische warmteoptie zijn.
Kudelstaart label C en corporatiebezit	In Kudelstaart staan veel woningen met energielabel C en E. Onder de woningen met label E is veel corporatiebezit. De corporaties hebben plannen om de woningen te gaan isoleren, waardoor deze woningen een beter label zullen krijgen. Daarom hebben we deze woningen in één warmtebuurt samengevoegd.
Kudelstaart nieuw	Dit zijn de nieuwe woonbuurten die zich bevinden aan de zijflanken van de CBS-buurt Kudelstaart. De woningen in deze buurt zijn gebouwd na 1992 en hebben energielabel B.
Lintbebouwing Aalsmeer	We hebben de lintbebouwing in Aalsmeer opgesplitst in drie warmtebuurten. De bebouwing in de drie warmtebuurten is vergelijkbaar, maar de omstandigheden net anders. De warmtebuurt Lintbebouwing Aalsmeer is de grootste van de drie warmtebuurten en beslaat een groot deel van de gemeente. Ook binnen enkele warmtebuurten staat lintbebouwing. Deze gebouwen horen bij de warmtebuurt Lintbebouwing Aalsmeer.
Lintbebouwing bedrijventerrein	De lintbebouwing in het noordoostelijke gedeelte van de gemeente tussen de glastuinbouw en bedrijven vormt een aparte warmtebuurt. Deze woningen kunnen mogelijk mee met de warmteoplossing van de glastuinders (bijvoorbeeld geothermie, of restwarmte uit de kassen). De bebouwing van deze warmtebuurt is vergelijkbaar met de bebouwing in de warmtebuurt Lintbebouwing Aalsmeer, maar het warmteaanbod verschilt.
Lintbebouwing Kudelstaart	Dit is de lintbebouwing in het dorp Kudelstaart.
Oosteinde-Oost	In het oostelijke deel van de CBS-buurt Oosteinde staan veel woningen die zeer recent gebouwd zijn. De meeste woningen zijn na 2005 gebouwd. Een aantal woningen zijn gebouwd tussen 1992 en 2005. Deze hebben we vanwege de geografische ligging ook aan deze buurt toegevoegd.
Oosteinde-West	In het westelijke deel van de CBS-buurt Oosteinde staan groepen woningen met energielabel B dan wel E. Mogelijk worden deze woningen nog geïsoleerd. We hebben deze groepen woningen in één warmtebuurt samengevoegd, omdat de warmtebuurt anders te klein wordt voor een (mogelijk) warmtenet.
Stommeer label B en C	Dit zijn de woningen in de CBS-buurt Stommeer met energielabels B en C. De warmtebuurt is niet aaneengesloten. De lintbebouwing valt onder de warmtebuurt Lintbebouwing Aalsmeer.
Stommeer label E, F en G	Dit zijn de woningen in de CBS-buurt Stommeer met energielabels E, F en G. De lintbebouwing valt onder de warmtebuurt Lintbebouwing Aalsmeer.

[2] Wko staat voor warmte-koudeopslag.

3 Huidige warmtevraag en -voorziening

3.1 Warmtevraag

De huidige warmtevraag van woningen in de gemeente Aalsmeer is 695 TJ per jaar en van utiliteitsbouw 569 TJ per jaar (PBL, 2020a). De totale warmtevraag van de gebouwde omgeving komt daarmee uit op 1.264 TJ per jaar.

Tabel 3 geeft de warmtevraag per woningequivalent[3] (weq) en het gemiddelde energielabel van woningen weer per warmtebuurt. Een woningequivalent staat gelijk aan één woning of 130 m^2 oppervlak aan utiliteitsbouw. In de warmtebuurten waar woningen goed geïsoleerd zijn, is de warmtevraag per weq relatief laag. Dit zien we bijvoorbeeld in de warmte-buurten Kudelstaart centrum en Kudelstaart nieuw. De warmtebuurten Centrum nieuw en Oosteinde-Oost vormen hierop een uitzondering: hier is de warmtevraag relatief hoog in relatie tot het gemiddelde isolatieniveau van de woningen.

Tabel 3 - Huidige warmtevraag van de warmtebuurten in Aalsmeer

Warmtebuurt	Woningen	Utiliteitsbouw [aantal weq]	Warmtevraag [GJ/weq/jaar]	Totale warmtevraag per warmtebuurt [GJ/jaar]	Gemiddelde isolatieniveau woningen [kWh/m^2]
Stommeer labels E, F, G	1.717	1.293	55	165.113	100
Stommeer label B en C	997	925	50	96.893	73
Hornmeer	1.090	1.019	54	114.035	96
Lintbebouwing Aalsmeer	1.723	1.968	58	213.138	98
Kudelstaart centrum	186	116	24	7.156	50
Lintbebouwing Kudelstaart	510	658	52	61.124	94
Kudelstaart label C en corporatiebezit	1.668	1.387	48	146.647	95
Centrum oud	396	319	44	31.426	92
Centrum nieuw	926	786	41	70.510	56
Oosteinde-Oost	1.254	1.411	47	124.226	46
Kudelstaart nieuw	1.455	1.457	35	100.786	52
Oosteinde-West	1.042	965	38	76.463	76
Lintbebouwing bedrijventerrein	378	523	64	57.519	97
Bedrijventerrein	39	44	-	-	104

Bron: CEGOIA.

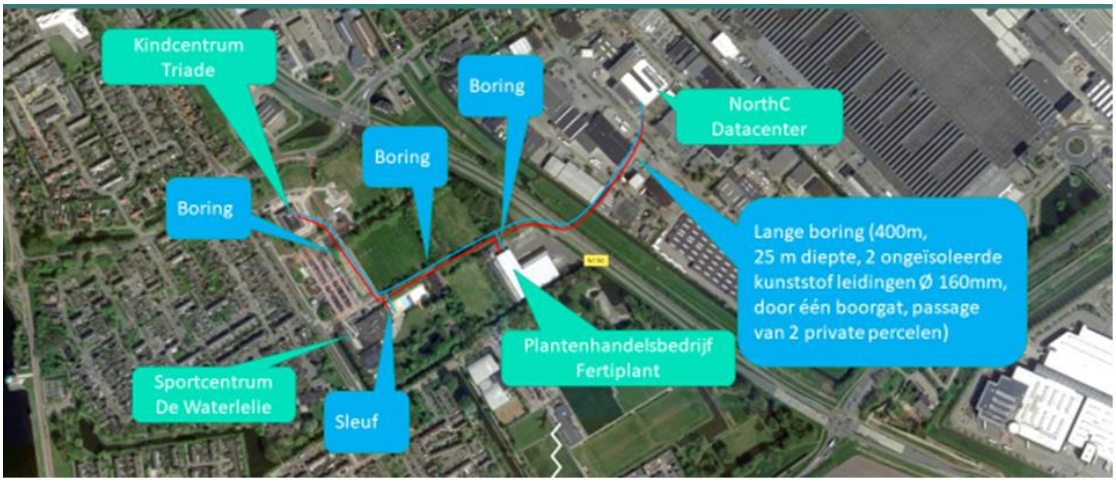
[3] Een woningequivalent (afkorting: weq) staat voor de hoeveelheid warmte-energie die nodig is om een gemiddelde woning van ruimteverwarming en warm water te voorzien. Eén weq-utiliteitsbouw staat gelijk aan 130 m^2 bruto vloeroppervlakte (bvo).

3.2 Huidige warmtevoorziening

Momenteel wordt de warmtevraag van de gebouwde omgeving in Aalsmeer vrijwel volledig ingevuld door aardgas. Volgens Klimaatmonitor werd er in 2017 (meest recente jaartal waarvoor gegevens beschikbaar zijn) 29,6 miljoen m^3 aardgas verbruikt door de gebouwde omgeving in Aalsmeer (Rijkswaterstaat, lopend). Dit komt overeen met een CO_2-uitstoot van ongeveer 59 kiloton per jaar.[4]

Een aantal gebouwen (kindcentrum Triade, Sportcentrum de Waterlelie en exporteur van potplanten Fertiplant) in Aalsmeer zijn al aangesloten op een lokaal warmtenet dat wordt gevoed met restwarmte van een datacenter van NorthC Datacenters (zie Figuur 2). Het project staat bekend als Energy Hub Aalsmeer. De aanvoertemperatuur is 22°C, de retourtemperatuur is 12°C. Het datacenter gebruikt de koude die wordt teruggeleverd om de datazalen te koelen. Met het project wordt jaarlijkse 327 ton CO_2-besparing gerealiseerd.[5]

Figuur 2 – Energy hub Aalsmeer



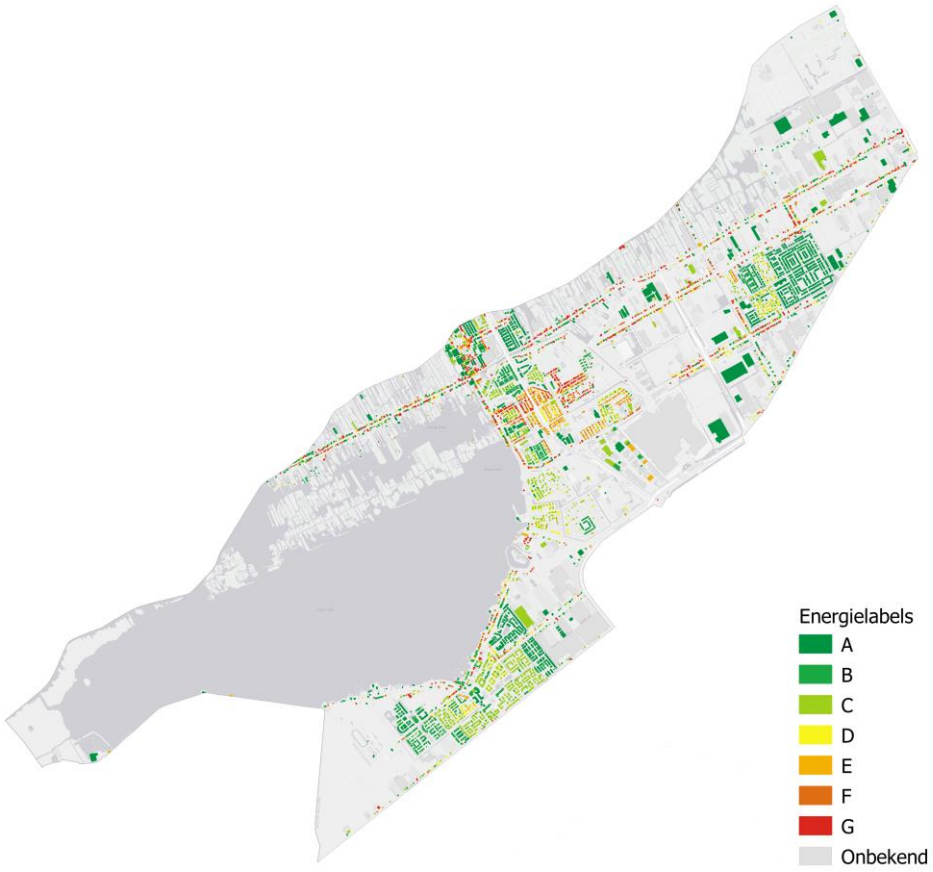
3.3 Energielabels van de gebouwen in Aalsmeer

Figuur 3 geeft de energielabels van de gebouwen in Aalsmeer weer. We zien groepen gebouwen met een goed isolatieniveau in o.a. Oosteinde, delen van het Centrum, en Kudelstaart. De lintbebouwing in Aalsmeer heeft over het algemeen een minder goed isolatieniveau.

4 Energie-inhoud aardgas (bovenwaarde): 0,03517 GJ/m^3; emissiefactor aardgas: 56,4 kg CO_2/GJ (Publicatie standaard emissiefactor aardgas 2020)

5 Energyhub Aalsmeer : Waar duurzaamheid en slim ondernemen samenkomen

Figuur 3 – Energielabels van de gebouwen in Aalsmeer (definitief label als beschikbaar en anders voorlopig)



Standaard en streefwaarden voor isolatieniveau van woningen

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat er een 'Standaard' (in kWh/m^2/jaar) met bijbehorende streefwaarden voor individuele bouwdelen (zoals muren, vloer en glas) komt voor het isolatieniveau van woningen. De Standaard moet woningeigenaren, verhuurders en particulieren meer duidelijkheid geven over wat als goede en toekomstbestendige woningisolatie wordt beschouwd. Met isoleren naar de Standaard worden woningen voorbereid op verwarming met lagere temperaturen dan nu gebruikelijk is.

In de kamerbrief over de Standaard voor woningisolatie van 18 maart 2021 (MinBZK, 2019) staat dat wanneer woningen worden geïsoleerd volgens de voorgestelde Standaard, dit betekent dat woningen van na 1945 geschikt zijn voor verwarming met warmte van 50°C. Bij oudere woningen ontbreekt vaak een spouwmuur, waardoor verduurzamen tot dat niveau meer kostbaar en ingrijpend is. Voor woningen van voor 1945 geldt daarom een lagere standaard, namelijk isoleren tot een niveau dat deze woningen kunnen worden verwarmd met warmte van 70°C.

De Standaard en streefwaarden zijn (nog) niet verplicht. De gemeente kan deze al wel gebruiken bij de voorlichting van woningeigenaren.

3.4 Koudevraag

Naast een warmtevraag, hebben gebouwen in toenemende mate een koudevraag. Dit komt doordat de gemiddelde buitentemperatuur stijgt door klimaatverandering. Een andere reden waarom de koudevraag toeneemt, is dat woningen een steeds beter isolatieniveau hebben (zowel nieuwbouwwoningen als bestaande woningen die extra isolatie hebben aangebracht). Woningen met een hoog isolatieniveau houden de warmte zo goed vast, dat ze op warme dagen hun warmte niet goed kwijt kunnen en de binnentemperatuur hoog blijft (RVO, 2018).

Bij een isolatieniveau van 50 kWh/m^2 kan koeling aan de orde komen: de ene bewoners zal koelingsmaatregelen toepassen en de ander niet. Bij een hoger isolatieniveau van 30 kWh/m^2 kunnen koelingsmaatregelen een serieus aandachtspunt worden (Merosch, 2020). De koelbehoefte is echter niet enkel afhankelijk van de isolatiegraad, maar bijvoorbeeld ook van de oriëntatie van de woning. Weren en afvoeren van warmte zijn slimme stappen om te nemen voordat je gaat koelen met een installatie. Weren van warmte kan bijvoorbeeld met zonwering, zonwerend glas of bomen die zorgen voor schaduw en daarmee warmtestraling voorkomen. Afvoeren van warmte gebeurt door middel van ventilatie.[6]

Momenteel gaat de meeste aandacht uit naar het beperken van de warmtevraag in de winter, niet zozeer naar de koudevraag in de zomer(RVO, 2018). Het is dan ook nog niet duidelijk welke maatregelen zullen worden gekozen om in de groeiende koudevraag van woningen te voorzien. In de utiliteitsbouw is koeling momenteel al meer gangbaar dan bij woningen, met name in bepaalde typen utiliteitsgebouwen, zoals zorginstellingen, winkels en kantoren (PBL, 2020b).

Buurten met een substantiële koudevraag naast een warmtevraag zijn geschikt voor toepassing van wko-systemen[7], mits de ondergrond daarvoor geschikt is. In deze buurten kan aquathermie in combinatie met een wko-systeem een interessante oplossing zijn, omdat hierbij zowel warmte als koude kan worden onttrokken uit de waterbron. Ook kunnen warmtepompen in beperkte mate voor koeling worden ingezet. Dit stelt wel eisen aan het warmteafgiftesysteem van gebouwen: vloerverwarming is meer geschikt dan LT-radiatoren (PBL, 2020b).

6 TKI Urban Energy : Factsheets koudetechnieken

7 Wko staat voor warmte-koudeopslag.

4 Alternatieven voor aardgas

4.1 Aardgasvrije warmtetechnieken

Voor de warmtetransitie kunnen meerdere warmtetechnieken worden ingezet. Voor een CO_2-neutrale warmtevoorziening is de voorwaarde dat de energie die wordt gebruikt afkomstig is van duurzame energiebronnen. In deze paragraaf geven we eerst een overzicht van de technieken die geschikt zijn voor een fossielvrije warmtevoorziening. De factsheets op www.warmtetechnieken.nl gaan uitgebreider in op de warmtetechnieken.

Sommige warmtetechnieken vereisen een minimum isolatieniveau:
- Warmtetechnieken op middentemperatuur (MT) vereisen een isolatieniveau van 70 kWh/m^2 (dit komt ongeveer overheen met het vroegere energielabel C).
- Warmtetechnieken op lagetemperatuur (LT) vereisen een isolatieniveau van 50 kWh/m^2 (dit komt ongeveer overeen met het vroegere energielabel B).

Voor alle aardgasvrije warmtetechnieken geldt voor het koken dat er moet worden overgeschakeld op elektrisch koken. Inductie koken is de meest energiezuinige vorm van elektrisch koken.

4.1.1 All electric-warmtetechnieken

Elektrische warmtepomp
Een elektrische warmtepomp is een individuele elektrische warmte-oplossing.[8] Gebouweigenaren kunnen zelfstandig overschakelen op deze techniek. De luchtwarmtepomp, de bodemwarmtepomp en de PVT-warmtepomp[9] zijn de bekendste typen warmtepomp. Deze warmtepompen gebruiken warmte uit de lucht, bodem en zonnewarmte en brengen dit met behulp van elektriciteit naar een temperatuurniveau dat geschikt is voor het verwarmen van gebouwen en tapwater. Doordat warmtepompen grotendeels energie uit de lucht of bodem gebruikt en maar een beperkte hoeveelheid elektriciteit, hebben ze een hoger rendement dan de hr-ketel. Voor het toepassen van een elektrische warmtepomp moet een woning of utiliteitsgebouw zeer goed worden geïsoleerd, naar een isolatieniveau van 50 kWh/m^2. Dit is met name kostbaar bij vooroorlogse bouw. Ook moet worden overgeschakeld op een LT-afgiftesysteem (andere radiatoren of vloer-/wandverwarming). Wanneer een groep gebouwen overschakelt naar een elektrische oplossing, kan het zijn dat het elektriciteitsnet moet worden verzwaard.
De luchtwarmtepomp maakt gebruik van de buitenlucht. De ventilator (buitenunit) die nodig is voor een luchtwarmtepomp, maakt geluid.
De bodemwarmtepomp is duurder dan de luchtwarmtepomp om aan te leggen, maar is wel energiezuiniger. PVT-panelen worden op het dak geplaatst en leveren zowel warmte als elektriciteit.

8 Bij een bronnet is er ook een individuele elektrische warmtepomp nodig in de woning. Wij beschouwen dit als een collectieve warmtetechniek

9 PVT-panelen zetten licht om in elektriciteit (photovoltaïsch) en warmte (thermisch).

4.1.2 Collectieve warmte

Hogetemperatuurwarmtenet
Voor een hogetemperatuur(HT-)warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig voor het vervoeren van water met een temperatuur van minimaal 75°C. Dit water wordt verwarmd met een collectieve warmtebron, zoals geothermie (afhankelijk van de diepte) of restwarmte uit de industrie. Een HT-warmtenet is warm genoeg voor het verwarmen van het gebouw en verzorgen van warmtapwater. In het gebouw zelf wordt de cv-ketel vervangen door een kleinere afleverset, bestaande uit een warmtewisselaar en warmtemeter. De afleverset komt doorgaans in de meterkast te hangen. De afleverset moet nog gekoppeld worden aan het warmteafgiftesysteem, hiervoor moeten de verwarmingsleidingen worden omgelegd. Extra isolatie is niet nodig, hoewel dit wel wenselijk kan zijn vanuit comfortoverwegingen en energiebesparing (besparing op de energielasten, zuinig omgaan met schaarse warmtebronnen en CO_2-reductie). Een aandachtspunt bij het ontwikkelen van een warmtenet is de afstemming tussen de huidige en toekomstige warmtevraag en de warmte die het net kan leveren.

Middentemperatuurwarmtenet
Voor een middentemperatuur (MT-)warmtenet is ook een nieuwe infrastructuur nodig. Een MT-warmtenet heeft een temperatuur van tussen de 55°C en 75°C en wordt meestal gevoed met LT-bronnen, waarna de temperatuur wordt opgewerkt met een collectieve warmtepomp. Voorbeelden van LT-bronnen zijn ondiepe geothermie (tot 1.250 meter diep, met een temperatuur van 15-40°C) of aquathermie. Bij aquathermie wordt warmte onttrokken aan water, zoals oppervlaktewater of afvalwater. Dit is doorgaans in combinatie met een wko. Door het omhoog brengen van de temperatuur van het water in het warmtenet met een collectieve elektrische warmtepomp, is het water dat bij de woningen en overige gebouwen aankomt warm genoeg voor het verwarmen van HT-radiatoren en tapwater. Een MT-warmtenet kan ook een warmtebron van hogere temperatuur hebben, zoals geothermie[10] of de retourleiding van een HT-warmtenet. De gebouwen moeten voor verwarmen met deze techniek wel een redelijk isolatieniveau hebben (70 kWh/m^2), maar niet zo goed als bij een LT-warmtenet. De geleverde temperatuur is immers hoger, waardoor de woningen sneller opwarmen.

Lagetemperatuurwarmtenet
Ook voor een (zeer)lagetemperatuur (ZLT-/LT-)warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig. Bij LT-warmte gaat het om warmte met een temperatuur tussen de 30°C en 55°C. Een ZLT-warmtenet, of bronnet, heeft een temperatuur van maximaal 30°C. Bij een ZLT-warmtenet moet de temperatuur van de warmte nog omhoog gebracht worden met een individuele warmtepomp in het gebouw. LT-warmtebronnen zijn bijvoorbeeld warmte uit koel- en vrieshuizen, waterzuiveringsinstallaties en datacenters of aquathermie. Gebouwen moeten zeer goed worden geïsoleerd, namelijk naar een isolatieniveau van 50 kWh/m^2. Daarnaast moet worden overgeschakeld op een LT-afgiftesysteem en is er een aparte voorziening nodig voor warmtapwater.

[10] Afhankelijk van de diepte kan geothermie warmte leveren van 70-90°C.

4.1.3 Hernieuwbare gassen en brandstoffen

Groengas en waterstof zijn energiedragers die op termijn aardgas kunnen vervangen als brandstof voor de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving. Groengas en waterstof zullen zeker tot 2030 echter geen significante rol kunnen spelen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook de toekomstige beschikbaarheid en prijs van deze gassen is zeer onzeker, waardoor waterstof en groengas ook na 2030 voor de gebouwde omgeving naar verwachting alleen een logische optie zijn als er geen andere reële warmte-alternatieven voorhanden zijn (MinBZK, 2021).

Groengas
Het gemakkelijkst voor de bewoners en gebouweigenaren is als aardgas wordt vervangen door groengas. Groengas heeft dezelfde kwaliteit als aardgas, dus zijn er geen aanpassingen nodig aan het gebouw of aan de infrastructuur. Wel is het vanuit het oogpunt van comfort en energie-besparing (besparing op de energielasten en zuinig omgaan met schaarse warmtebronnen) wenselijk dat het gebouw enigszins is geïsoleerd. Groengas kan worden gebruikt in de hr-ketel of de hybride warmtepomp.

Het enige probleem is de beperkte beschikbaarheid van groengas.
De potentiële groengasproductie in de regio, maar ook de (inter)nationale groengasproductie, ligt ver onder de huidige aardgasvraag. In het Klimaatakkoord heeft de groengassector het streven uitgesproken om in Nederland 70 PJ groengas te produceren in 2030. Dit is ongeveer 6% van de huidige aardgasvraag. Het is nog onbekend of deze ambitie gehaald wordt, maar groengas zal sowieso een schaars product blijven. Daarnaast is het lastig om al toekomstbestendig groengas te alloceren aan bepaalde wijken. In lijn met de Routekaart Groen Gas ligt het daarom voor de hand om de warmtetransitie niet te beginnen met het inzetten van groengas (MinBZK, 2021).

Waterstofgas
Waterstof komt niet op grote schaal als molecuul in de natuur voor, maar kan worden geproduceerd uit aardgas, waarbij CO_2 vrijkomt, maar kan ook klimaatneutraal zijn. Dit kan door CO_2 af te vangen en op te slaan ('blauwe waterstof') of door waterstof direct te produceren uit duurzame elektriciteit of vergassing van biomassa ('groene waterstof'). Voor omschakeling naar verwarming op 100% waterstof dient de ketel te worden vervangen door een brandstofcel, of door een hr-ketel of hybride warmtepomp die op waterstof kan draaien. In de gebouwen hoeft behalve de installatie en eventueel de leidingen niets aangepast te worden. Wel moeten de leidingen van het huidige aardgasnet geschikt worden gemaakt voor waterstof.
Dit houdt in dat bepaalde onderdelen moeten worden vervangen of soms zelfs het hele net als de technische staat van de leidingen onvoldoende is. Er is nog bijna geen praktijkervaring met het gebruik van waterstof voor verwarming van gebouwen.

Waterstof opgewekt uit duurzame elektriciteit heeft in Nederland een beperkt productiepotentieel. De ambitie is om in 2030 250-350 kton aan waterstof te produceren. Dit is 30-40% van de hoeveelheid fossiele waterstof die nu in Nederland wordt opgewekt voor gebruik in de industrie. De Rijksoverheid (Ministerie van EZK, 2020), maar ook natuurorganisatie

Natuur en Milieu[11] hebben aangegeven waar waterstof het meest zinvol kan worden ingezet. Dit is allereerst in de industrie en voor het zwaar transport omdat hiervoor geen goede alternatieven voorhanden zijn.

Het is mogelijk om waterstofgas bij te mengen bij (groen)gas. Op dat moment is deze optie technisch gelijk aan de optie groengas die hierboven bestaat.

Hybride warmtepomp
De hybride warmtepomp combineert een elektrische warmtepomp met de hr-ketel op gas. De elektrische warmtepomp kan voor ongeveer de helft van de warmtevraag zorgen. Dit gaat zeer efficiënt, omdat de warmtepomp energie haalt uit de buitenlucht of ventilatielucht. De energie wordt gebruikt voor ruimteverwarming en/of warmtapwaterbereiding. Ongeveer een vijfde van de tijd springt de hr-ketel bij op momenten dat de warmtepomp niet voldoende warmte kan leveren, bijvoorbeeld wanneer het buiten koud is en/of er (veel) warmtapwater nodig is. Hoe hoger het isolatieniveau van de woning, hoe minder vaak de hr-ketel hoeft bij te springen, en hoe groter de vermindering van het (aard)gasverbruik.

Momenteel is het niet zinvol om een hybride warmtepomp te plaatsen in een slecht geïsoleerd gebouw (Milieucentraal, 2020). In zo'n gebouw zal de warmtepomp minder vaak de warmte leveren: de hr-ketel moet vaak bijspringen om het gebouw voldoende warm te krijgen. In een matig geïsoleerd gebouw (dubbel glas, spouwmuurisolatie en 5-7 cm vloerisolatie en dakisolatie) levert een hybride warmtepomp zowel besparing op de energierekening als CO_2-reductie op (Milieu Centraal, lopend). Bij een goed tot zeer goed geïsoleerd gebouw (vanaf een isolatieniveau van 50 kWh/m^2) is het verstandiger om direct op een volledig elektrische warmtepomp over te stappen.

Bio-pelletketel
Een pelletketel is een individuele warmtetechniek. De pelletketel kan de gasketel vervangen. De pelletketel wordt gestookt met houtpellets.
Het nadeel van deze warmtetechniek is dat fijnstof vrijkomt bij het verstoken van pellets, wat niet ten goede komt aan de plaatselijke lucht-kwaliteit. De pelletketel wordt (in stedelijk gebied) dan ook ontmoedigd. Ook moet het hout waaruit de pellets gemaakt worden, komen uit duurzame bosbouw of afvalstromen. In de meeste situaties is de pelletketel door de uitstoot van fijnstof een onwenselijke warmteoptie. Daarnaast is het de vraag hoe betaalbaar houtpellets op de langere termijn zullen zijn.

4.2 Warmtebronnen voor collectieve warmte

In deze paragraaf gaan we in op de beschikbare warmtebronnen in en rondom Aalsmeer die potentiële warmtenetten van duurzame warmte en eventueel koude kunnen voorzien.
In Paragraaf 4.1.2 zagen we dat het temperatuurniveau van de warmtebron van belang is. Onder hogetemperatuur (> 75°C) en middentemperatuur (55-75°C) warmtebronnen vallen

[11] Natuur & Milieu: Waterstof : De Waterstofladder

onder andere HT-restwarmtebronnen, geothermie en warmte afkomstig van een biomassa-centrale of bio-wkk. Onder lagetemperatuur (< 55°C) warmtebronnen vallen onder andere restwarmte van datacenters, aquathermie en wko-systemen.

De potentie van warmtebronnen wordt vaak uitgedrukt in GJ. Om een gemiddeld huishouden in Nederland te verwarmen is ca. 40 GJ nodig (NPRS, 2020). 1.000 GJ staat gelijk aan 1 TJ. Met 1 TJ kunnen dus zo'n 25 woningen worden verwarmd.

4.2.1 Warmtebronnen met een hoge- of middentemperatuur

Diemercentrale

De Regionale Structuur Warmte (RSW)[12] noemt een aantal warmtebronnen (RES-regio Noord-Holland-Zuid, 2021). Aalsmeer behoort tot de deelregio Amstelland, dat weer deel uitmaakt van de RES-regio Noord-Holland-Zuid. De gasgestookte elektriciteitscentrale van de Diemercentrale produceert ook warmte. Deze HT-warmte wordt geleverd aan meerdere warmtenetten, waaronder het warmtenet in Amstelveen. De warmte wordt echter nog niet volledig benut en kan van betekenis zijn voor de deelregio Amstelland. De Diemercentrale wordt nog gevoed met fossiele energie, maar de Diemercentrale kan worden gezien als transitiebron die de aanleg van warmtenetten mogelijk maakt en waarbij in de toekomst duurzame bronnen kunnen worden aangesloten (RES-regio Noord-Holland-Zuid, 2021).

Hemelsbreed is de afstand tussen de Diemercentrale en het centrum van Aalsmeer ongeveer 20 kilometer. De afstand is daarmee groot, waardoor transport van warmte vanuit deze centrale naar Aalsmeer geen logische stap lijkt. In de conceptversie van de RES 1.0 staat dat de mogelijkheden van de potentie van de Diemercentrale eerst wordt onderzocht voor de gemeenten Amsterdam, Almere, Diemen en Ouder-Amstel.

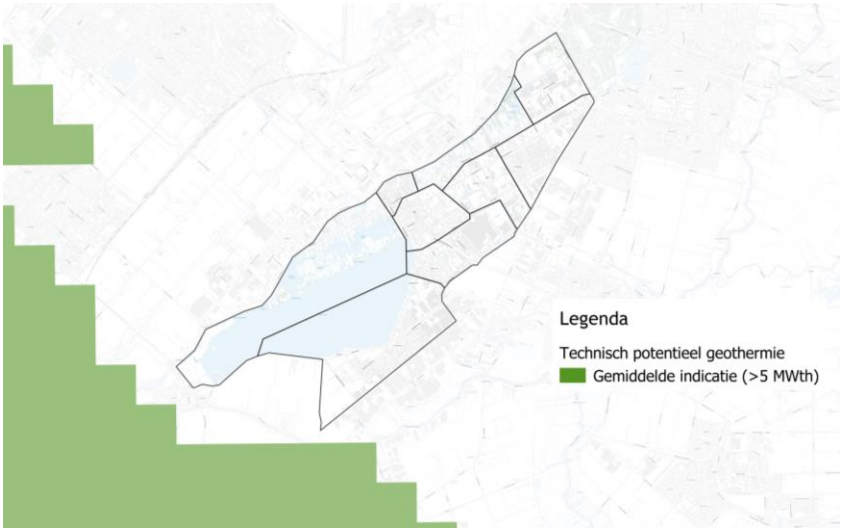
Geothermie

Geothermie is meestal een MT-bron. Over geothermie is momenteel nog weinig bekend in dit gebied, enkel ten zuiden van de gemeente (zie Figuur 4). Om de potentie van geothermie vast te stellen, wordt momenteel onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van geschikte aardlagen in een grootschalige landelijk onderzoek (SCAN-onderzoek).
De resultaten hiervan zijn naar verwachting eind 2021/begin 2022 bekend (RES-regio Noord-Holland-Zuid, 2021).

Daarnaast loopt er in Zuid-Holland een onderzoek van o.a. Shell naar de potentie van geothermie, en zijn er gesprekken met Greenport Aalsmeer over de mogelijkheid om geothermie in te zetten voor de glastuinbouw. De gebouwde omgeving in Aalsmeer zou dan mogelijk gebruik kunnen maken van dezelfde geothermiebron. Er zijn al opsporingsvergunningen aangevraagd, zoals Westeinder-1.

[12] De RSW is het deel van de Regionale Energie Strategie (RES) dat gaat over warmte.

Figuur 4 - Technische potentie geothermie



Bron: Thermogis.

Bio-wkk afvalverwerkingsbedrijf Meerlanden

Net buiten de gemeente Aalsmeer, in Rijssenhout, staat een bio-warmtekrachtcentrale (bio-wkk) bij afvalverwerkingsbedrijf Meerlanden.[13] Dit afvalverwerkingsbedrijf verwerkt gft-afval op een duurzame manier in verschillende producten, waaronder biogas en (rest)warmte. In 2019 produceerde het afvalverwerkingsbedrijf ongeveer 36.000 GJ warmte. Een derde deel van deze warmte (ongeveer 12.000 GJ) wordt geleverd aan de glastuinbouw. Het resterende potentieel bedraagt ongeveer 24.000 GJ.[14] Een bio-wkk is een HT-warmtebron. Aangezien de locatie dicht bij het centrum van Aalsmeer ligt, zou dit een potentiële restwarmtebron zijn buiten de gemeente.

Tekstkader 1 - Warmtenetten voor verduurzaming van de glastuinbouw

In 2019 is er een verkennende studie gedaan naar de mogelijkheden van een warmtenet rondom Schiphol Zuid (BLOC, 2019). Deze studie gaat in op verschillende projecten, waaronder de eerder genoemde ***bio-wkk Meerlanden***, een project over ***koudelevering door Waternet***, warmtelevering door ***datacenters*** en een ***regionaal warmtenet met meerdere bronnen***. Deze studie richt zich voornamelijk op de mogelijkheden voor het verduurzamen van de glastuinbouw. De potentie van dit warmtenet voor de gebouwde omgeving is nog niet onderzocht.

Enkel gekeken naar de tuinders komt de businesscase voor zo'n regionaal warmtenet er nog niet gunstig uit, vooral omdat de prijs van deze warmte 3-4 keer hoger ligt dan de gasprijs. Aansluiting van de gebouwde omgeving zou de businesscase positiever maken, maar het precieze effect daarvan is nog niet onderzocht. Daarnaast is er ook nog geen rekening gehouden met de potentie van aquathermie uit de Westeinderplas, hiervan wordt gesteld dat het wenselijk is om dit in een vervolgstudie ook mee te nemen.

Ook uit de Energie-inventarisatie van Greenport Aalsmeer (Greenport Aalsmeer, 2021) blijkt dat warmtenetten een mogelijke oplossingsrichting zijn voor de verduurzaming van de glastuinbouw. Voor de glastuinbouw-gebieden PrimA4a en de Kwakel wordt tevens gekeken naar geothermie.

[13] Meerlanden : Groene Energiefabriek
[14] De Groene Energiefabriek van Meerlanden : Opbrengsten uit GFT in 2019

4.2.2 Warmtebronnen met een lagetemperatuur

Aquathermie

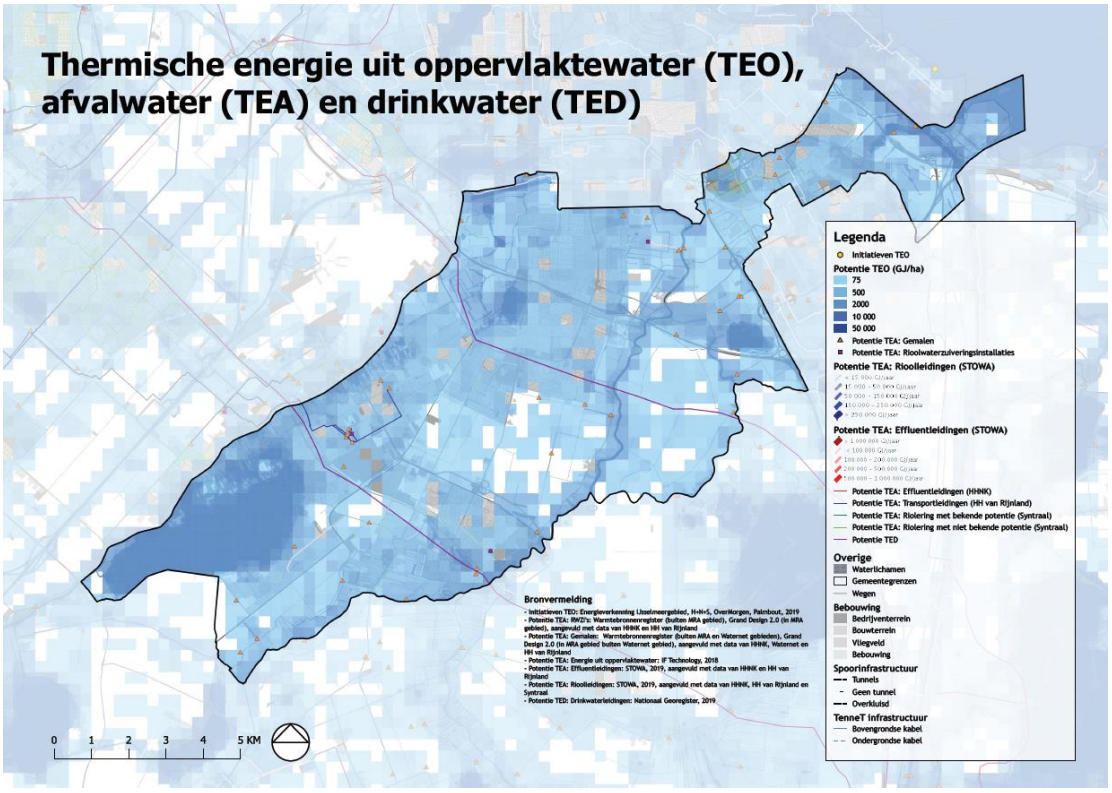
Aquathermie is het gebruik van warmte en koude uit water. Hieronder kunnen oppervlakte-water (rivieren, kanalen en meren), afvalwater (influent en effluent) en drinkwater vallen. **Figuur 5** laat de potentie voor aquathermie in de regio Amstelland zien.

TEO
De Westeinderplas is een behoorlijke potentiële bron voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Ook de Ringvaart van de Haarlemmermeer en sloten, plassen en kanalen zijn potentiële warmtebronnen (Provincie Noord-Holland). Of deze bronnen ook economisch aantrekkelijk zijn om te benutten voor een LT-warmtenet, is niet duidelijk.

TEA
Thermische energie uit afvalwater (TEA) kan gewonnen worden bij gemalen, alsook uit influent- en effluentleidingen van RWZI's. In de gemeente Aalsmeer zijn drie gemalen die benut kunnen worden voor restwarmte. Deze leveren warmte op zeerlagetemperatuur, namelijk 15°C. Het gaat om de volgende gemalen:
1. Gemaal Horn en Stommeer polder (vermogen: 0,75 MW).
2. Gemaal Oosteinderpoel (vermogen: 1,33 MW).
3. Gemaal Schinkelpolder (vermogen: 0,36 MW) (MRA Warmte & Koude programma, lopend).

TED
Thermische energie uit drinkwater (TED) kan benut worden uit drinkwaterleidingen. Door de gemeente Aalsmeer loopt een WRK-leiding van Waternet. Waternet heeft de potentie van deze WRK-leiding voor de levering van thermische energie onderzocht (Waternet, 2018). De studie laat zien dat met name aan de zuidkant van Schiphol kansen liggen langs het WRK-tracé ter hoogte van de gemeenten Aalsmeer en Haarlemmermeer. Deze WRK-leiding ten zuiden van de Schiphol kan bijvoorbeeld warmte leveren aan woningen en glastuinbouw. De WRK-leiding is ook geschikt om koude te leveren. Figuur 5 geeft de ligging van de WRK-leidingen in de regio Amstelland weer.

Figuur 5 - Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED) in de RES-deelregio Amstelland



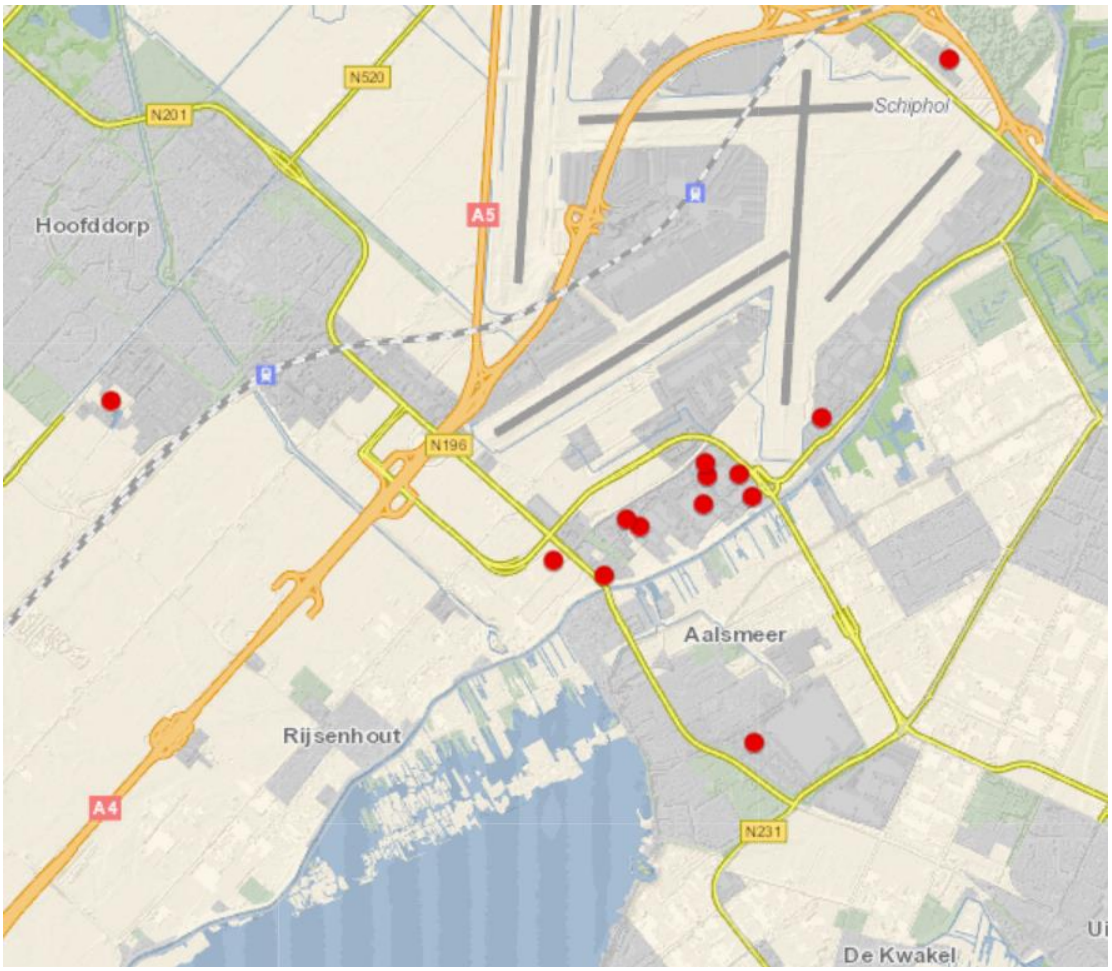
Bron: **(Noord-Hollandse Energie Regio, 2019)**

Restwarmte van datacenters

In de RES 1.0 staat dat restwarmte uit datacenters voor de deelregio Amstelland een kansrijke en mogelijke bovengemeentelijke warmtebron is, met name het datacentercluster aan de oostkant van Haarlemmermeer is een potentiële warmtebron voor Aalsmeer. Figuur 6 geeft de ligging van de datacenters in (de omgeving) Aalsmeer weer. De reële potentie van deze warmtebron is echter nog onvoldoende in beeld. Wel blijkt dat de realistische en economische potentie van datacenters als restwarmtebron in de praktijk kleiner is dan de theoretische potentie. De gemeenten Amsterdam, Amstelveen, Aalsmeer, Almere, Haarlem en Haarlemmermeer werken aan een (gemeenschappelijk) beleid ten aanzien van de vestiging en het gebruik van restwarmte uit datacenters. Ook in de MRA wordt gewerkt aan een strategie voor datacenters (RES-regio Noord-Holland-Zuid, 2021).

In de gemeente Aalsmeer is één datacenter aanwezig. Restwarmte van dit datacenter wordt gebruikt voor het lokale warmtenet dat bekend staat onder de naam Energy Hub Aalsmeer. Het beschikbare vermogen is 1,3 MW. Momenteel wordt ongeveer 25-30% van de koelbehoefte van het datacenter benut. Er zouden dus nog meer gebouwen op het dit net aangesloten kunnen worden. Dan moeten er wel nieuwe leidingen worden aangelegd.
Op het bestaande leidingnet is momenteel ruimte voor 50-200 woningen (afhankelijk van de warmtevraag). Aan de zijde van het kindcentrum Triade en Sportcentrum De Waterlelie zijn hiervoor al T-stukken aangelegd in de bestaande leidingen.

Figuur 6 – Ligging van datacenters in en rondom de gemeente Aalsmeer (Provincie Noord-Holland)



5 Nationale kosten van aardgasvrije warmtetechnieken

5.1 Inleiding

De nationale kosten zijn de totale kosten van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) over te stappen op een aardgasvrije warmtetechniek, ongeacht wie die kosten betaalt. Besparingen op de energierekening worden hierin ook meegenomen. Aangezien studies naar nationale kosten niet kijken naar wie de kosten betaalt, wordt er in deze studies geen rekening gehouden met belastingen, heffingen en subsidies, en ook niet hoe kosten van een partij, bijvoorbeeld een eigenaar van een warmtenet, worden doorbelast aan de consument.

De reden om nationale kosten te hanteren, is dat deze kosten een objectief beeld geven van de totale kosten van de energietransitie, zonder vooraf de belangen van één partij (bijvoorbeeld een netbeheerder of woningeigenaar) voorop te stellen. De nationale kosten geven echter geen inzicht in de mate waarin de kosten door de investerende partij op te brengen zijn en er een haalbare businesscase te vormen is.

Er zijn verschillende modellen in omloop die de nationale kosten berekenen. Voorbeelden zijn het Vesta MAIS-model, ingezet in de Startanalyse, Caldomus en het CEGOIA-model. In Bijlage A geven we de uitkomsten van twee bestaande studies met deze modellen: de Startanalyse en het Stedin Openingsbod Warmtetransitie. Deze studies gaan uit van de CBS-buurtindeling. De uitkomsten van de bestaande studies geven geen eenduidig beeld. Zoals beschreven in Hoofdstuk 2, is de bebouwing in Aalsmeer binnen de buurten erg divers en daarom hebben we een alternatieve indeling ontwikkeld van logische warmtebuurten.

We benadrukken overigens dat niet alle gebouwen in een buurt met dezelfde warmte-techniek zullen worden verwarmd. Ook met de nieuwe buurtindeling kan het voorkomen dat een gebouw sterk afwijkt van de bebouwing in de rest van de buurt, waardoor een andere warmtetechniek misschien meer voor hand ligt.

We hebben nieuwe berekeningen van de nationale kosten uitgevoerd, waarbij we zijn uitgegaan van deze logische warmtebuurten. Hierbij hebben we gebruik gemaakt van het CEGOIA-model.

5.2 CEGOIA-model

CEGOIA berekent op buurtniveau alle kosten over de gehele keten van verschillende warmteopties voor gebouwen.
De verschillende kostenonderdelen zijn:

- distributie: gas- of warmtenet en (eventueel verzwaard) elektriciteitsnet;
- productie: aardgas, groengas, warmte, vaste biomassa en elektriciteit;
- installatie: verwarmingsinstallatie (hr-ketel, warmtepomp, uitkoppeling warmtebron, etc.) en afgiftesysteem;
- gebouw: isolatiemaatregelen (inclusief ventilatiesysteem en koelinstallatie).

Per buurt wordt gekeken naar de beschikbare warmtetechnieken en mogelijke isolatie-stappen. Van deze warmteopties worden de ketenkosten berekend voor de woningen en utiliteit. Het gaat om kapitaallasten en operationele lasten. Hierbij worden alle investeringen omgerekend naar jaarlijkse kapitaalkosten (capex).
Dit gebeurt op basis van specifieke afschrijftermijnen en discontovoeten. Hiermee wordt impliciet dus rekening gehouden met het doen van vervangingsinvesteringen.
De jaarlijkse operationele lasten (opex) zijn onder andere de energiekosten en onderhoudskosten. Zie de parameterbijlage voor een overzicht van de belangrijkste parameters.

5.2.1 Nationale kosten en eindgebruikerskosten

De berekende kosten zijn de totale ketenkosten, deze noemen we de nationale kosten. Er wordt niet gekeken naar wie de kosten draagt. Er is gekozen voor deze aanpak omdat vanuit het Klimaatakkoord wordt gestuurd op de oplossing met de laagste nationale kosten.

Hierin zijn belastingen en subsidies niet meegenomen, omdat deze op nationaal niveau geen invloed hebben op de kosten. Het is slechts een verplaatsing van kosten.

Deze nationale kosten wijken af van de kosten die de verschillende partijen in de keten dragen. De verschillende partijen hebben te maken met tarieven, in plaats van daadwerkelijke kosten. Gebruikerskosten zijn de kosten die iedereen dagelijks ervaart en die mensen en bedrijven elkaar betalen, dus kosten inclusief winstopslagen, belastingen (btw en andere belastingen) en heffingen (zoals accijns op benzine), etc.

Ter illustratie, een bewoner draagt slechts een deel van de kosten en heeft daar tegenover baten staan, zoals energiebesparing of subsidies. Hierdoor kan er een ander beeld ontstaan wanneer wordt gekeken naar één partij in de keten dan wanneer gekeken wordt naar de totale ketenkosten.

5.2.2 Isolatiemaatregelen

Isolatie zorgt ervoor dat de warmtevraag van panden daalt. In deze studie wordt de afweging om te investeren gedaan op basis van minimalisatie van totale nationale kosten. Investeren in verregaande isolatie is mogelijk niet rendabel. Vanuit een ketenbenadering kan het aantrekkelijker zijn om te investeren in infrastructuur. De bewoner maakt een andere afweging. Ook wanneer vanuit een ketenbenadering wordt berekend dat isolatie niet rendabel is, kan isolatie voor bewoners aantrekkelijk zijn. De energierekening daalt (gebruikskosten, btw en energiebelasting), mogelijk is er subsidie beschikbaar en de woning wordt comfortabeler.

5.2.3 Warmtetechnieken

De berekende technieken staan weergegeven in Tabel 4. De technieken staan geordend naar energiedrager van de warmtetechniek.

Niet alle warmtetechnieken zijn altijd mogelijk door beperkte beschikbaarheid van de energiedragers. Zo beschrijft Paragraaf 4.1.3 dat groengas voorlopig geen reëel alternatief is voor verwarmen met aardgas, en dat de toekomstige prijs van groengas nog onzeker is. Ditzelfde geldt voor waterstof. Ook is de warmte beschikbaar uit warmtebronnen beperkt.

In Paragraaf 4.2 staat dat er in Aalsmeer geen HT-warmtebronnen zijn. De bio-wkk van het afvalverwerkingsbedrijf Meerlanden is de enige nabijgelegen HT-warmtebron. Om toch de kosten van HT-warmtenetten weer te kunnen geven, hebben we gerekend met een nieuw te ontwikkelen biomassacentrale.

In en om de gemeente zijn voornamelijk datacenters beschikbaar als LT-restwarmtebron voor MT-warmtenetten. Deze LT-warmte is niet voor alle buurten een optie, gezien de ligging van de datacenters. In de andere buurten die uitkomen op een MT-warmtenet, kan de gemeente op zoek gaan naar een geschikte warmtebron, bijvoorbeeld aquathermie.

Tabel 4 - Berekende warmtetechnieken

Energiedrager van de warmtetechniek	Warmtetechnieken
Elektriciteit	Elektrische warmtepomp op buitenlucht Elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar
Groengas	Hr-ketel Hybride warmtepomp op buitenlucht Hybride warmtepomp op ventilatielucht
Waterstof	Hr-ketel Hybride warmtepomp op buitenlucht Hybride warmtepomp op ventilatielucht
Hogetemperatuurwarmte	Warmtenet-HT op wkk op hernieuwbaar gas Warmtenet-HT op biomassacentrale
Middentemperatuurwarmte	Warmtenet-MT op LT-restwarmte (collectief opgewaardeerd)
Lagetemperatuurwarmte	Warmtenet-LT op LT-restwarmte Warmtenet-LT op LT-restwarmte met individuele warmtepompen Warmtenet-LT op aquathermie (TEO) Warmtenet-ZLT op aquathermie (TEO) met individuele warmtepompen

5.3 Resultaten berekeningen nationale kosten

Tabel 5 geeft de nationale kosten per woningequivalent van de verschillende warmte-technieken in de warmtebuurten zoals berekend met het CEGOIA-model. Alleen de goedkoopste variant per energiedrager staat in de tabel.

Tekstkader 2 - Interpretatie van modelresultaten

Het is belangrijk om bij de vergelijking tussen de kosten rekening te houden met het feit dat de gepresenteerde kosten een resultaat zijn van modelberekeningen. In iedere modelberekening zit een vorm van onzekerheid. De resultaten zijn dus geen absolute waarheid, maar een schatting op basis van de best beschikbare informatie. In de praktijk betekent dit dat modelresultaten nuttig zijn om mee te nemen in de afweging tussen aardgasvrije technieken, maar dat dit geen absolute zekerheid biedt. Het is dus van belang om met die bril de resultaten te interpreteren.

De tabel geeft voor een aantal buurten geen kosten voor het MT-warmtenet. Het CEGOIA-model heeft hier geen kosten berekend omdat er in deze buurten is geen warmtebron aanwezig die het warmtenet kan voeden. Een MT-warmtenet is technisch wel mogelijk in deze buurten. De gemeente kan op zoek gaan naar een geschikte warmtebron. Dit kan bijvoorbeeld geothermie of aquathermie opgewaardeerd tot MT zijn. De kosten zullen dan afhangen van de gekozen warmtebron.

Vervolgens vergelijken we de technieken op basis van deze kosten en wijzen we aan elke warmtebuurt een techniek met de laagste kosten toe. Tabel 5 laat deze resultaten zien.

Het valt op dat de warmtetechnieken op groengas en waterstof veelal de laagste nationale kosten heeft. Voor deze variant zijn geen verregaande isolatiemaatregelen noodzakelijk. Daarom laten we ook de gasvrije technieken zien met de laagste nationale kosten. Naast groengas zijn voornamelijk de elektrische warmtepomp of het MT-warmtenet de technieken met de laagste nationale kosten. LT-warmtenetten hebben nooit de laagste kosten.

Tabel 5 - Nationale kosten per woningequivalent van de verschillende warmtetechnieken in de warmte-buurten

Warmtebuurt	Groengas	Waterstof	Elektrische warmtepomp	Warmtenet HT	Warmtenet MT	Warmtenet LT
Stommeer labels E, F, G	€ 3.308	€ 3.790	€ 3.378	€ 3.344	€ 3.504	€ 4.303
Stommeer label B en C	€ 3.200	€ 3.628	€ 3.350	€ 3.301	€ 3.187	€ 4.222
Hornmeer	€ 3.438	€ 3.884	€ 3.833	€ 3.667	€ 3.931	€ 4.738
Lintbebouwing Aalsmeer	€ 3.907	€ 4.501	€ 3.868	€ 3.840	€ 4.059	€ 4.788
Kudelstaart centrum	€ 4.897	€ 5.234	€ 4.706	€ 5.790	€ -	€ 6.040
Lintbebouwing Kudelstaart	€ 6.132	€ 6.918	€ 5.459	€ 5.837	€ -	€ 7.152
Kudelstaart label C en corporatiebezit	€ 3.665	€ 4.140	€ 3.854	€ 3.741	€ -	€ 5.057
Centrum oud	€ 3.422	€ 3.865	€ 3.469	€ 3.505	€ 3.587	€ 4.128
Centrum nieuw	€ 2.310	€ 2.631	€ 2.403	€ 2.428	€ 2.284	€ 3.017
Oosteinde-Oost	€ 3.357	€ 3.702	€ 2.853	€ 3.704	€ -	€ 4.078
Kudelstaart nieuw	€ 3.197	€ 3.563	€ 3.303	€ 3.430	€ -	€ 4.460
Oosteinde-West	€ 3.430	€ 3.862	€ 3.547	€ 3.580	€ -	€ 4.735
Lintbebouwing bedrijventerrein	€ 5.332	€ 6.050	€ 4.868	€ 5.057	€ 5.091	€ 6.142
Bedrijventerrein[15]	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -

Tabel 6 - De techniek met de laagste nationale kosten voor de verschillende warmtebuurten

Naam warmtebuurt	Techniek met de laagste nationale kosten	Gasvrije techniek met de laagste nationale kosten
Stommeer labels E, F, G	Groengas	Warmtenet HT
Stommeer label B en C	Warmtenet MT	Warmtenet MT
Hornmeer	Groengas	Warmtenet HT
Lintbebouwing Aalsmeer	Warmtenet HT	Warmtenet HT
Kudelstaart centrum	Elektrische warmtepomp	Elektrische warmtepomp
Lintbebouwing Kudelstaart	Elektrische warmtepomp	Elektrische warmtepomp
Kudelstaart label C en corporatiebezit	Groengas	Warmtenet HT
Centrum oud	Groengas	Elektrische warmtepomp
Centrum nieuw	Warmtenet MT	Warmtenet MT
Oosteinde-Oost	Elektrische warmtepomp	Elektrische warmtepomp
Kudelstaart nieuw	Groengas	Elektrische warmtepomp
Oosteinde-West	Groengas	Elektrische warmtepomp
Lintbebouwing bedrijventerrein	Elektrische warmtepomp	Elektrische warmtepomp
Bedrijventerrein	Groengas	Elektrische warmtepomp

[15] Het bedrijventerrein bevat veelal (grote) bedrijfspanden met een industriële functie. De warmtevisie richt zich op woningen en utiliteiten en laat de industrie en agrarische sector buiten beschouwing. De kosten van warmtetechnieken hangen in deze buurt sterk af van de keuzes van de industriële panden. Daarom doen we geen inschatting van de nationale kosten in deze warmtebuurt.

5.3.1 Scores van warmtetechnieken

Om de lezer te helpen bij het interpreteren van de resultaten, scoren we de warmte-technieken op basis van de nationale kosten. De scores gebruiken we, gecombineerd met de scores voor de eindgebruikerskosten en de beschikbaarheid van energiedragers en warmte-bronnen om een voorkeurstechniek per buurt te bepalen.

Deze scores berekenen we per warmtebuurt op basis van de kostenverschillen tussen de technieken. Hierbij gaan we uit van de techniek met de laagste nationale kosten als referentie en berekenen de relatieve meerkosten. De technieken krijgen vervolgens een score tussen de 1 en 5, zoals te zien in Tabel 7. Dezelfde scoringsmethodiek gebruiken we voor de eindgebruikerskosten.

Tabel 7 - Scoringsmethodiek nationale kosten en eindgebruikerskosten

Relatieve kostenafstand	Score
0-5%	5
5-15%	4
15-30%	3
30-50%	2
Meer dan 50%	1

De scores op basis van nationale kosten staan in Tabel 8. In deze buurten liggen de nationale kosten van verschillende opties dichtbij elkaar. In deze buurten scoren dus meerdere opties hoog. Op basis van nationale kosten is er dan dus geen sterke voorkeur voor een warmtetechniek.

Tabel 8 - Scores warmtetechnieken op basis van nationale kosten

Buurtnaam	Groengas	Waterstof	Elektriciteit	Warmtenet HT	Warmtenet MT	Warmtenet LT
Stommeer labels E, F, G	5	4	5	5	4	2
Stommeer label B en C	5	4	4	5	5	2
Hornmeer	5	4	4	4	4	2
Lintbebouwing Aalsmeer	5	3	5	5	4	3
Kudelstaart centrum	5	4	5	3	N.v.t.	3
Lintbebouwing Kudelstaart	4	3	5	4	N.v.t.	2
Kudelstaart label C en corporatiebezit	5	4	4	5	N.v.t.	2
Centrum oud	5	4	5	5	5	3
Centrum nieuw	5	3	4	4	5	2
Oosteinde-Oost	3	3	5	3	N.v.t.	2
Kudelstaart nieuw	5	4	5	4	N.v.t.	2
Oosteinde-West	5	4	5	5	N.v.t.	2
Lintbebouwing bedrijventerrein	4	3	5	5	5	3
Bedrijventerrein	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.

6 Eindgebruikerskosten van aardgasvrije warmtetechnieken

6.1 Inleiding

De eindgebruikerskosten zijn alle kosten die een eindgebruiker (bewoner van een woning) betaalt voor de omschakeling naar aardgasvrij verwarmen. Dat zijn kosten voor energie en voor het gebruik van installaties en isolatie; daarin zijn alle subsidies en belastingen verwerkt. De jaarlijkse kosten die gepaard gaan met investeringen in isolatie en installaties (zoals afschrijvings- en rentekosten) worden berekend op basis van de marktrente die voor particulieren van toepassing is.

De eindgebruikerskosten bestaan grofweg uit twee categorieën: investeringskosten en doorlopende kosten. De investeringskosten bestaan onder andere uit de aanschaf van installaties en isolatie. Onder de doorlopende kosten vallen de kosten voor energie en onderhoud. Daarnaast zijn er subsidies en belastingen.

Om de technieken onderling te kunnen vergelijken, rekenen we de totale kosten om naar jaarlijkse kosten. De jaarlijkse kosten van investeringen worden berekend op basis van de marktrente die voor de eindgebruiker van toepassing is. De eindgebruikerskosten geven inzicht in de rekening die de eindgebruiker uiteindelijk betaalt bij verschillende warmtetechnieken

Op basis van eindgebruikerskosten kan een discussie worden gevoerd over de betaalbaarheid van de energietransitie voor de inwoners van Aalsmeer.

6.2 Methode

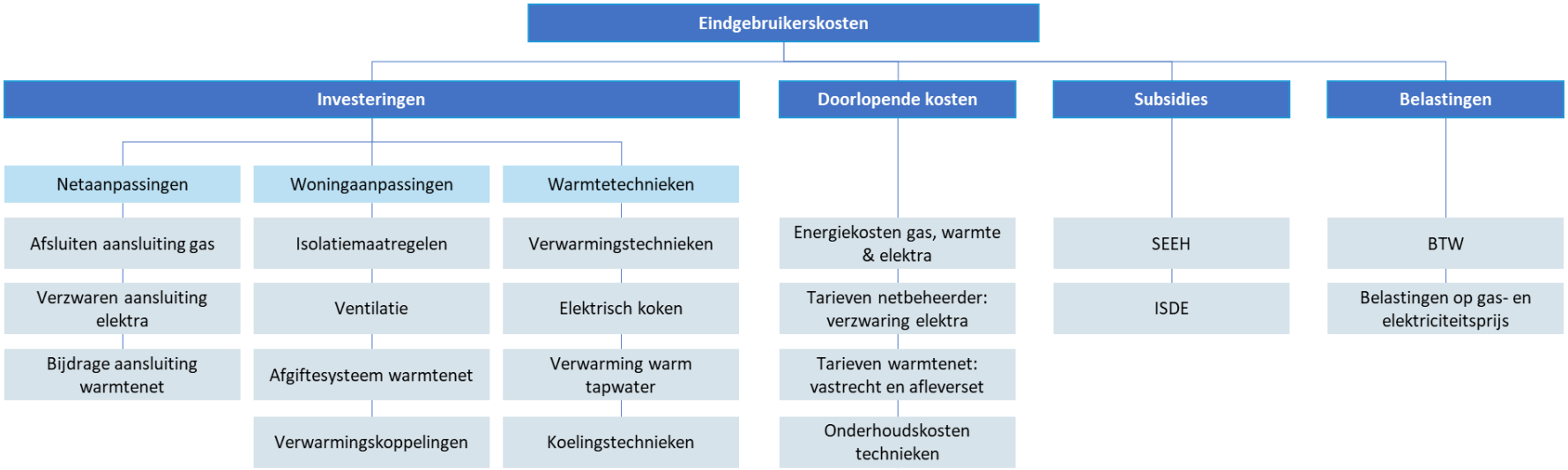
Om de eindgebruikerskosten van de verschillende aardgasvrije warmtetechnieken te berekenen, hebben we het eindgebruikerskostenmodel van CE Delft gebruikt.
Grofweg ziet de berekening er als volgt uit:

- Elke buurt bestaat uit een verzameling van verschillende typen woningen, uit verschillende bouwjaren, en met een verschillend isolatieniveau. Daarnaast bestaan er ook verschillende vormen van eigenaarschap: koopwoningen, particuliere huurwoningen en sociale huurwoningen. Voor elke woning (type, bouwjaar, label en eigenaarschap) is berekend wat de eindgebruikerskosten zijn voor een specifieke warmtetechniek.
- Vervolgens hebben we deze kosten bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal woningen in een buurt.

Het eindresultaat geeft de gemiddelde eindgebruikerskosten van een warmtetechniek in de buurt weer.

Figuur 7 geeft een overzicht van de verschillende kostencomponenten die zijn meegenomen.

Figuur 7 - Overzicht van de kostencomponenten van de eindgebruikerskosten



De eindgebruikerskosten vormen net als de nationale kosten input voor de voorkeurstechniek voor een buurt. We berekenen de eindgebruikerskosten voor verschillende technieken, deze zijn weergegeven in Tabel 9. Voor de eindgebruikerskosten maken we voor warmtenetten geen onderscheid tussen verschillende bronnen, we nemen aan dat er standaard tarieven voor warmte gelden voor de eindgebruikers.

Tabel 9 - Berekende technieken eindgebruikerskosten

Energiedrager van de warmtetechniek	Warmtetechnieken
Elektriciteit	Elektrische warmtepomp op buitenlucht Elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar
Groengas	Hr-ketel Hybride warmtepomp op buitenlucht
Hogetemperatuurwarmte	Warmtenet-HT
Middentemperatuurwarmte	Warmtenet-MT
Lagetemperatuurwarmte	Warmtenet-LT

6.3 Resultaten

Tabel 10 laat de gemiddelde jaarlijkse eindgebruikerskosten voor verschillende technieken per warmtebuurt zien. In alle gevallen is de gasketel op aardgas de goedkoopste optie. In de toekomst zal aardgas steeds minder beschikbaar zijn en zal de prijs stijgen, daarom kijken we per warmtebuurt welke gasvrije techniek (dus een techniek die geen gebruik maakt van aardgas, waterstof of groengas) zorgt voor de laagste jaarlijkse kosten voor de eindgebruiker. Tabel 11 laat de twee gasvrije technieken met de laagste jaarlijkse kosten per warmtebuurt zien.

Tekstkader 3 - Interpretatie van modelresultaten

Het is belangrijk om bij de vergelijking tussen de kosten rekening te houden met het feit dat de gepresenteerde kosten een resultaat zijn van modelberekeningen. In iedere modelberekening zit een vorm van onzekerheid. De resultaten zijn dus geen absolute waarheid, maar een schatting op basis van de best beschikbare informatie. In de praktijk betekent dit dat modelresultaten nuttig zijn om mee te nemen in de afweging tussen aardgasvrije technieken, maar dat dit geen absolute zekerheid biedt. Het is dus van belang om met die bril de resultaten te interpreteren.

In vijf warmtebuurten (Stommeer label B en C, Kudelstaart centrum, Centrum nieuw, Oosteinde-Oost en Kudelstaart nieuw) is een elektrische warmtepomp de goedkoopste gasvrije optie. Deze warmtebuurten bevatten allemaal relatief nieuwe woningen (gebouwd na 1992) met een hoge isolatiegraad. In Tabel 10 zien we dat de jaarlijkse kosten voor de elektrische warmtepomp niet veel hoger zijn dan de gasketel op aardgas, het scheelt 100-300 euro op jaarbasis.

Voor de andere warmtebuurten is een warmtenet de goedkoopste gasvrije optie. In alle gevallen zorgt het HT-warmtenet voor de laagste jaarlijkse kosten (echter is de beschikbaarheid van HT-warmte in Aalsmeer zeer beperkt), gevolgd door het MT-warmtenet. Voor een MT-warmtenet is vaak isolatie vereist. In de warmtebuurten met een redelijk goede isolatiegraad, zoals Oosteinde-West, is het verschil in kosten tussen en HT-warmtenet en een MT-warmtenet minimaal. In de warmtebuurten met een lagere isolatiegraad, zoals Stommeer label E, F, G, is het verschil in kosten tussen een HT-warmtenet en een MT-warmtenet groter.

Voor alle buurten is het LT-warmtenet de optie met de hoogste eindgebruikerskosten. Voor deze optie is verregaande isolatie nodig (net als voor de elektrische warmtepomp), en deze optie heeft relatief hoge energiekosten.

Tabel 10 - De gemiddelde jaarlijkse eindgebruikerskosten voor verschillende technieken per warmtebuurt

Warmtebuurt	Aardgas	Elektrische warmtepomp	Warmtenet HT	Warmtenet MT	Warmtenet LT
Stommeer labels E, F, G	€ 2.163	€ 3.321	€ 2.724	€ 3.267	€ 4.204
Stommeer label B en C	€ 1.696	€ 2.325	€ 2.343	€ 2.350	€ 3.239
Hornmeer	€ 2.077	€ 3.314	€ 2.639	€ 2.892	€ 4.212
Lintbebouwing Aalsmeer	€ 2.491	€ 3.966	€ 3.100	€ 3.737	€ 4.922
Kudelstaart centrum	€ 1.323	€ 1.638	€ 1.935	€ 1.930	€ 2.496
Lintbebouwing Kudelstaart	€ 2.440	€ 3.633	€ 3.028	€ 3.475	€ 4.606
Kudelstaart label C en corporatiebezit	€ 1.758	€ 3.035	€ 2.481	€ 2.522	€ 3.929
Centrum oud	€ 2.042	€ 3.109	€ 2.613	€ 3.031	€ 4.008
Centrum nieuw	€ 1.608	€ 1.984	€ 2.210	€ 2.221	€ 2.879
Oosteinde-Oost	€ 1.687	€ 1.910	€ 2.263	€ 2.259	€ 2.797
Kudelstaart nieuw	€ 1.707	€ 1.909	€ 2.286	€ 2.281	€ 2.822
Oosteinde-West	€ 1.917	€ 2.593	€ 2.480	€ 2.574	€ 3.505
Lintbebouwing bedrijventerrein	€ 2.598	€ 4.075	€ 3.215	€ 3.814	€ 5.053
Bedrijventerrein	€ 2.389	€ 3.806	€ 2.970	€ 3.535	€ 4.740

Tabel 11 - De warmtetechniek met de laagste gemiddelde jaarlijkse eindgebruikerskosten per buurt

Warmtebuurt	Gasvrije techniek met laagste jaarlijkse kosten	Tweede gasvrije techniek
Stommeer labels E, F, G	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Stommeer label B en C	Elektrische warmtepomp-bodem	Warmtenet HT
Hornmeer	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Lintbebouwing Aalsmeer	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Kudelstaart centrum	Elektrische warmtepomp-bodem	Elektrische warmtepomp-lucht
Lintbebouwing Kudelstaart	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Kudelstaart label C en corporatiebezit	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Centrum oud	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Centrum nieuw	Elektrische warmtepomp-bodem	Elektrische warmtepomp-lucht
Oosteinde-Oost	Elektrische warmtepomp-bodem	Elektrische warmtepomp-lucht
Kudelstaart nieuw	Elektrische warmtepomp-bodem	Elektrische warmtepomp-lucht
Oosteinde-West	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Lintbebouwing bedrijventerrein	Warmtenet HT	Warmtenet MT
Bedrijventerrein	Warmtenet HT	Warmtenet MT

6.3.1 Scores van warmtetechnieken

Om de lezer te helpen bij het interpreteren van de resultaten, scoren we de warmte-technieken op basis van de eindgebruikerskosten. De scores gebruiken we, gecombineerd met de scores voor de nationale kosten en de beschikbaarheid van energiedragers en warmtebronnen om een voorkeurstechniek per buurt te bepalen.

Deze scores berekenen we per warmtebuurt op basis van de kostenverschillen tussen de technieken. Hierbij gaan we uit van de techniek met de laagste eindgebruikerskosten als

referentie en berekenen de relatieve meerkosten. De technieken krijgen vervolgens een score tussen de 1 en 5, zoals te zien in Tabel 12. Dit is dezelfde scoringsmethodiek als voor nationale kosten.

Tabel 12 - Scoringsmethodiek nationale kosten en eindgebruikerskosten

Relatieve kostenafstand	Score
0-5%	5
5-15%	4
15-30%	3
30-50%	2
Meer dan 50%	1

Tabel 13 geeft de scores voor de verschillende warmtetechnieken per warmtebuurt weer. Omdat de jaarlijkse kosten van de gasvrije technieken wordt vergeleken met technieken op aardgas zijn de verschillen groter dan bij nationale kosten. Dit resulteert in lagere scores dan bij nationale kosten.

Het is duidelijk te zien dat in sommige warmtebuurten een elektrische warmtepomp erg duur is vanwege de benodigde isolatie. In deze warmtebuurten krijgt de warmtepomp een score van 1. Een HT- of MT-warmtenet is in deze buurten een betere optie, deze krijgen een score van 2 of 3. Voor Centrum nieuw en Oosteinde-Oost scoren de elektrische warmtepomp en het HT- of MT-net gelijk. In beide warmtebuurten is de elektrische warmtepomp de goedkoopste optie, maar verschilt het weinig met een warmtenet. In Kudelstaart centrum en Kudelstaart nieuw scoort de elektrische warmtepomp goed, deze krijgt een score van 4.

Tabel 13 - Scores warmtetechniek op basis van eindgebruikerskosten

	Aardgas	Elektrische warmtepomp	Warmtenet HT	Warmtenet MT	Warmtenet LT
Stommeer labels E, F, G	5	1	3	1	1
Stommeer label B en C	5	2	2	2	1
Hornmeer	5	1	3	2	1
Lintbebouwing Aalsmeer	5	1	3	2	1
Kudelstaart centrum	5	3	2	2	1
Lintbebouwing Kudelstaart	5	2	3	2	1
Kudelstaart label C en corporatiebezit	5	1	2	2	1
Centrum oud	5	1	3	2	1
Centrum nieuw	5	3	2	2	1
Oosteinde-Oost	5	4	2	2	1
Kudelstaart nieuw	5	4	3	3	1
Oosteinde-West	5	2	3	3	1
Lintbebouwing bedrijventerrein	5	1	3	2	1
Bedrijventerrein	5	1	3	2	1

7 Techniekkeuze per warmtebuurt

Hieronder geven we een beschouwing van de warmtebronnen, nationale kosten en eindgebruikerskosten per buurt. Op basis hiervan geven we een eerste advies over een voorkeurstechniek per buurt. Dit is een voorlopig advies op basis van technisch-economische criteria. Andere overwegingen kunnen ook een rol spelen bij het tot stand komen van een voorkeurswarmtetechniek. De uiteindelijke techniekkeuze per buurt ligt dan ook nog niet vast en moet nog verder onderzocht worden in de wijkuitvoeringsplannen op voorkeuren van de stakeholders in de buurt, haalbaarheid en betaalbaarheid.

We benadrukken overigens dat niet alle gebouwen in een buurt geschikt zullen zijn voor dezelfde warmtetechniek. Ook met de nieuwe buurtindeling in warmtebuurten kan het voorkomen dat een gebouw sterk afwijkt van de bebouwing in de rest van de buurt, waardoor een andere warmtetechniek misschien meer voor hand ligt.

7.1 Bedrijventerrein

Deze buurt is niet doorgerekend op NK, omdat het veelal industriële panden betreft.
De voorkeur van de eigenaren van de industriële panden moet daarom meegenomen worden in de keuze voor een warmtetechniek. Daarom kunnen we eigenlijk ook niet afgaan op de berekende eindgebruikerskosten, omdat deze alleen de kostenafweging voor woning-eigenaren laten zien.

Ons advies is om in gesprek te gaan met industriële partijen over verduurzaming en de warmtetransitie en hun voorkeuren en toekomstplannen. Als ze komen tot een collectieve oplossing, onderzoek dan in het wijkuitvoeringsplan of de woningen en utiliteiten daarop kunnen aansluiten. Maar gezien het grote oppervlak van de buurt en de verspreide ligging van woningen, ligt een individuele oplossing meer voor de hand. Dus voor nu inzetten op isolatie, en mogelijk overschakelen naar hybride warmtepomp en op langere termijn waarschijnlijk elektrische warmtepomp.

7.2 Centrum nieuw

De gasvrije warmtetechnieken zijn op dit moment nog niet aantrekkelijk voor de woningen in deze warmtebuurt. De eindgebruikerskosten van de gasvrije warmtetechnieken liggen dichtbij elkaar, er is een voorkeur voor een elektrische warmtepomp. De nationale kosten van een warmtenet-MT zijn het laagst. Er zijn geen restwarmtebronnen in het warmte-cluster die een warmtenet kunnen voeden. Maar de buurt ligt nabij de Westeinderplas en datacenters in Schiphol.

De woningen zijn veelal rijwoningen of appartementen en hebben een goed isolatieniveau (energielabel B of C). De buurt heeft aardig wat corporatiebezit.

Als het oude centrum overschakelt op een warmtenet, dan kan deze warmtebuurt meegaan. De buurten grenzen aan elkaar en lopen deels door elkaar heen. Als het oude centrum geen warmtenet krijgt, dan ligt een elektrische warmtepomp het meest voor de hand. Het temperatuurniveau van het warmtenet kan direct op MT, gezien het isolatieniveau van de woningen. Maar ook hierbij geldt dat het waarschijnlijk schaalvoordeel oplevert om mee te gaan met het temperatuurniveau van het warmtenet van het oude deel van het centrum.

7.3 Centrum oud

De nationale kosten van de warmtetechnieken groengas, elektrische warmtepomp en warmtenetten HT en MT liggen dichtbij elkaar. LT-warmtenetten hebben duidelijk hogere nationale kosten. De eindgebruikerskosten van gasgestookte opties zijn het laagst. Van de gasvrije opties hebben de warmtenetten HT of anders MT de laagste eindgebruikerskosten. Er liggen geen restwarmtebronnen in de warmtebuurt, maar de buurt ligt nabij Westeinderplassen en datacenters in Schiphol en de bio-wkk van afvalverwerkingsbedrijf Meerlanden in Rijssenhout.

De bebouwing van het oude centrum is wisselend in bouwjaar en isolatieniveau. Gemiddeld is het isolatieniveau laag. De gebouwen zijn redelijk dicht op elkaar gebouwd, maar er is weinig hoogbouw.

Op basis van de eindgebruikerskosten is de voorkeurstechniek een warmtenet. Met de huidige bronnen zou dit een MT-warmtenet gevoed met opgewaardeerde LT-warmte kunnen zijn. Hiervoor moeten de panden wel geïsoleerd worden. Overweeg om de pandeneigenaren aan te sporen om te gaan isoleren. Een warmtenet kan in eerste instantie met een tijdelijke warmtecentrale op HT gevoed worden. Dat geeft de pandeneigenaren tijd om te isoleren. Na enkele jaren vervangt een duurzamere bron dan de tijdelijke warmtebron en gaat temperatuurniveau van de warmtelevering omlaag.

7.4 Hornmeer

In deze buurt zien we veel gebouwen met energielabel E en drie clusters van corporatie-woningen. Vanuit het oogpunt van de nationale en eindgebruikerskosten scoort een warmtetechniek op gas beter dan de andere technieken. De toekomstige beschikbaarheid en prijs van hernieuwbaar gas is echter nog heel onzeker. Een LT-warmtenet lijkt in ieder geval geen logische optie in deze buurt. Vanwege het lage gemiddelde isolatieniveau in deze buurt, zijn de kosten om gebouwen geschikt te maken voor LT-verwarming hoog. Daarom scoren de LT-warmtetechnieken (elektrische warmtepomp en LT-warmtenet) niet goed op de eindgebruikerskosten. Een HT- of MT-warmtenet lijkt meer voor de hand te liggen. Echter zijn er geen HT- of MT-warmtebronnen in de gemeente. Mogelijk kan aquathermie benut worden uit de Westeinderplas en naar MT-niveau worden gebracht met een collectieve elektrische warmtepomp.

In Hornmeer ligt nu al een lokaal warmtenet dat wordt gevoed met restwarmte van een datacenter (Energy Hub). Er is nog capaciteit voor uitbreiding van dit net naar overige gebouwen in de buurt. Dit lijkt nu echt nog geen kansrijke oplossing omdat de gebouwen in de buurt (nog) niet goed geïsoleerd zijn.

7.5 Kudelstaart centrum

In de buurt Kudelstaart centrum scoren de opties groengas en elektrische warmtepomp het best op de nationale kosten. Wat betreft de eindgebruikerskosten scoort de elektrische warmtepomp net wat minder goed dan gasgestookte opties, maar beter dan de overige warmtetechnieken.

Het gemiddelde isolatieniveau van deze buurt is 50 kWh/m^2. Dit is het isolatieniveau dat nodig is voor LT-verwarming. In deze buurt is verwarmen met een elektrische warmtepomp een goede optie. Doordat in Kudelstaart centrum ook veel utiliteitsgebouwen zijn (met een koudevraag in de zomer), zou een kleinschalig wko-net ook een geschikte optie zijn voor

deze buurt. De kosten van deze warmtetechniek hebben we niet doorgerekend. Dit is een onderzoeksvraag richting het wijkuitvoeringsplan.

7.6 Kudelstaart label C en corporatiebezit

In deze buurt zijn de nationale kosten van de opties groengas en HT-warmtenet het laagst. Wat betreft de eindgebruikerskosten heeft een gasgestookte warmtetechniek duidelijk de voorkeur. Vanwege de onzekerheid over de beschikbaarheid van hernieuwbaar gas, is dit voorlopig geen optie. Een warmtenet zou een alternatief kunnen zijn.

In deze buurt zien we veel woningen met energielabel C en E. Onder de label E-woningen is veel corporatiebezit. Mogelijk hebben de corporaties plannen om deze woningen te gaan isoleren, waardoor deze een beter label zullen krijgen. Wellicht dat een MT-warmtenet dan een geschikte optie is voor deze buurt. In de gemeente bevinden zich geen HT- of MT-warmtebronnen, maar de Westeinderplassen zijn een grote potentiële bron voor aquathermie. Deze LT-warmtebron zou met een collectieve warmtepomp naar MT-niveau kunnen worden gebracht om een MT-net van warmte te voorzien. Hiervoor moeten alle panden een minimaal isolatieniveau van 70 kWh/m^2 hebben.

7.7 Kudelstaart nieuw

Opvallend aan de kostenberekeningen is dat voor deze warmtebuurt de meerkosten voor verwarmen met een elektrische warmtepomp beperkt zijn, ruim 200 euro per jaar.
Op nationale kosten hebben elektrische warmtepompen niet de laagste kosten, dat hebben de warmtenet MT en HT. Er zijn geen restwarmtebronnen in de buurt, maar de buurt heeft een gunstige ligging voor aquathermie.

De warmtebuurt bestaat uit vier woonwijken met woningen gebouwd na 1992. De vier delen van de warmtebuurt liggen verspreid over Kudelstaart. Om de buurt te verwarmen met een warmtenet zou je dus vier warmtenetten moeten aanleggen, tenzij er één groot warmtenet voor meerdere warmtebuurten in Kudelstaart gerealiseerd wordt.

Woonwijk kan met een isolatieslag geschikt gemaakt worden voor verwarming met een elektrische warmtepomp. Als er een warmtenet komt in Kudelstaart, dan kan per gedeelte van de warmtebuurt gekeken worden of de buurt mee gaat.

7.8 Lintbebouwing Aalsmeer

In deze buurt hebben de technieken groengas, elektrische warmtepomp en HT-warmtenet de laagste nationale kosten. LT-warmtenet en waterstof scoren minder goed. Bij de eind-gebruikerskosten is gas nog steeds de goedkoopste optie, een HT-warmtenet scoort het beste van de gasvrije warmtetechnieken.

Het isolatieniveau van de panden in deze buurt varieert, maar in de meeste gebouwen moeten nog veel isolatiemaatregelen plaatsvinden om deze geschikt te maken voor LT-verwarming. Doordat de bebouwingsdichtheid in deze buurt niet hoog is, is het aanleggen van een warmtenet mogelijk niet rendabel. Een individuele warmtetechniek ligt dat meer voor de hand. De panden met een isolatieniveau van tenminste 50 kWh/m^2 kunnen over-stappen op een elektrische warmtepomp, voor andere gebouwen is een hybride warmte-pomp een mogelijke (tussen)oplossing. Het is dan wel van belang dat deze gebouwen tenminste enkele isolatiemaatregelen hebben getroffen.

7.9 Lintbebouwing bedrijventerrein

De nationale kosten van de elektrische warmtepomp, warmtenet-MT en warmtenet-HT zijn vergelijkbaar in deze warmtebuurt. Het HT-warmtenet heeft de laagste eindgebruikers-kosten van de gasvrije alternatieven. De buurt bestaat uit lintbebouwing tussen bedrijven en kassen. Het energielabel is veelal laag. Mogelijke warmtebronnen voor een warmtenet zijn LT-restwarmte of een mogelijke toekomstige collectieve warmteoplossing van de kassen op het bedrijventerrein.

Voor deze buurt is de eerste stap om in gesprek te gaan met de bedrijven en kassen-eigenaren over verduurzaming en de warmtetransitie en hun voorkeuren en toekomst-plannen. Als zij een collectieve oplossing ondersteunen, dan kan in het wijkuitvoeringsplan onderzocht worden of deel van de woningen en utiliteiten daarop kunnen aansluiten.
De panden liggen verspreid, dus een warmtenet voor de hele buurt lijkt uitgesloten. Tot er duidelijkheid is over de verduurzaming van de warmtevoorziening van de kassen, kan de buurt inzetten op isolatie. Wanneer duidelijk is wat de warmteoplossing voor de kassen wordt, kan de keuze worden gemaakt daarbij aan te sluiten of over te schakelen naar een hybride warmtepomp en op langere termijn waarschijnlijk naar een elektrische warmte-pomp.

7.10 Lintbebouwing Kudelstaart

De nationale kosten van aardgasvrije verwarmen (ongeacht warmtetechniek) liggen veel hoger dan in de andere buurten. De elektrische warmtepomp is de warmtetechniek met de laagste nationale kosten maar heeft na het LT-warmtenet de hoogste eindgebruikerskosten. Wat betreft eindgebruikerskosten lijkt een gasgestookte warmtetechniek de beste optie voor deze buurt. Echter is de beschikbaarheid en prijs van hernieuwbare gassen in de toekomst nog zeer onzeker.

In ieder geval lijkt een warmtenet geen logische warmtetechniek, een individuele warmte-techniek ligt meer voor de hand. Doordat de bebouwingsdichtheid in deze buurt niet hoog is, is het aanleggen van een warmtenet mogelijk niet rendabel. Het isolatieniveau van de gebouwen in deze buurt loopt sterk uiteen. De panden met een isolatieniveau van tenminste 50 kWh/m^2 kunnen overstappen op een elektrische warmtepomp, voor andere gebouwen is een hybride warmtepomp een mogelijke (tussen)oplossing. Het is dan wel van belang dat deze gebouwen tenminste enkele isolatiemaatregelen hebben getroffen.

7.11 Oosteinde-Oost

De gasvrije warmtetechniek met de laagste nationale kosten is de elektrische warmtepomp. Het verschil met het MT-warmtenet en HT-warmtenet is beperkt. Deze warmtetechnieken zijn op het moment nog wel duurder dan stoken op aardgas.

Er is geen warmtebron binnen de warmtebuurt. Nabij de buurt liggen kassen op het bedrijventerrein. Dit kan een kans zijn als kassen een collectieve oplossing ontwikkelen.

Oosteinde-Oost is een woonwijk van na 2005. De woningen hebben een goed isolatieniveau. Er staat veelal rijwoningen en weinig appartementen. Enkele van de woningen zijn in het bezit van een woningcorporatie.

Voor deze buurt ligt verwarming met elektrische warmtepompen voor de hand. De buurt kan op lagetemperatuur verwarmd worden door het hoge isolatieniveau.

7.12 Oosteinde-West

Oosteinde-West is eerder gebouwd dan Oosteinde-Oost en heeft een lager isolatieniveau dan Oost. Dit zien we terug in de eindgebruikerskosten. Na gasgestookte warmtetechnieken, heeft het HT-warmtenet de laagste eindgebruikerskosten. De nationale kosten van warmtenet HT of elektrische warmtepompen zijn het laagst.

Er is momenteel geen warmtebron aanwezig in de buurt. Daarom zijn de nationale kosten van een warmtenet MT niet berekend. Om een warmtenet te realiseren, moet er dus eerst een warmtebron gerealiseerd worden, zoals bijvoorbeeld een biomassacentrale, of een koppeling gemaakt worden met een mogelijk toekomstig warmtenet voor de glastuinbouw. Een warmtebron op MT-niveau zou mooi zijn, gezien het redelijk goede isolatieniveau van de buurt.

Voor deze buurt zouden zowel een warmtenet (MT of HT) of een elektrische warmtepomp een optie kunnen zijn. De voorkeur van de bewoners en stakeholders in de wijk kan dus zwaarwegend zijn. Een belangrijke stakeholder is de woningcorporatie, want de buurt heeft veel corporatiebezit. Voor een warmtenet is het nog wel noodzakelijk om een warmtebron te realiseren. Op de korte termijn kan er worden ingezet op isolatie, zodat de panden voorbereid zijn op een warmtenet op MT-niveau of elektrische warmtepomp.

7.13 Stommeer label B en C

Deze buurt bestaat uit gebouwen met een goed isolatieniveau uit de bouwperiodes 1992-2005 en na 2005. In deze buurt staat een aantal corporatiewoningen. Doordat de gebouwen in deze buurt een gemiddeld goed isolatieniveau hebben, zijn ze geschikt voor verwarming op lagere temperaturen. Toch komt een HT-/MT-warmtenet of warmtetechniek op groengas wat betreft de nationale kosten beter uit de bus. Een gasgestookte optie heeft de laagste eindgebruikerskosten, het LT-warmtenet scoort het minst goed.

Een warmtetechniek op gas vanuit het oogpunt van de kosten een logische optie voor deze buurt. Echter, de beschikbaarheid en prijs van hernieuwbaar gas in de toekomst is nog zeer onzeker. In de buurt bevinden zich ook geen warmtebronnen op HT-niveau. Een eventueel MT-net zou kunnen worden gevoed met een LT-warmtebron dat wordt opgewaardeerd naar MT-niveau, maar de eindgebruikerskosten van een MT-warmtenet zijn nog een stuk hoger dan de eindgebruikerskosten van gasgestookte opties. Ook elektrische warmtepompen zijn te overwegen, gezien het hoge isolatieniveau van de woningen en de eindgebruikerskosten. Al met al komt er in deze buurt niet één duidelijke voorkeurstechniek naar voren.

7.14 Stommeer labels E, F, G

In deze warmtebuurt scoren groengas, elektrische warmtepomp en HT-warmtenet het best op de nationale kosten. Wat betreft eindgebruikerskosten is de gasgestookte optie minstens 15% goedkoper dan de overige technieken. De warmtetechniek HT-warmtenet is voor de eindgebruikers de meest betaalbare optie van de gasvrije warmtetechnieken. De LT-warmtetechnieken zijn het meest kostbaar voor de eindgebruiker. Dit komt doordat veel kosten moeten worden gemaakt om de gebouwen naar een isolatieniveau te brengen dat geschikt is voor verwarming op LT-niveau. De woningen in deze buurt komen uit de bouwperiodes 1965-1974, 1946-1965 en vooroorlogse woningen, vandaar dat het isolatie-niveau in deze buurt niet goed is. In deze warmtebuurt bevinden zich relatief veel corporatiewoningen.

Een warmtetechniek op gas vanuit het oogpunt van de kosten een logische optie voor deze buurt. Echter, de beschikbaarheid en prijs van hernieuwbaar gas in de toekomst is nog zeer onzeker. Een HT-warmtenet is, als we kijken naar de kosten, ook een optie. Echter bevinden zich in deze buurt geen HT-warmtebronnen. Al met al komt er in deze buurt niet één duidelijke warmteoplossing naar voren.

8 Tempo van de verduurzaming

Aalsmeer wil in 2040 fossielonafhankelijk zijn. Een fossielonafhankelijke gebouwde omgeving maakt geen gebruik van aardgas. Het Klimaatakkoord vraagt de Nederlandse gemeenten om in 2050 een aardgasvrije gebouwde omgeving te realiseren. In de komende decennia zal de warmtetransitie dus gaan plaatsvinden. Op dit moment hoeft er nog geen precieze planning te worden gemaakt van welke buurten wanneer aardgasvrij worden. In de warmtevisie gaat de aandacht uit naar de eerste buurten waar voor 2030 gestart wordt met de warmtetransitie. Een vraag die daarbij opkomt, is welk tempo nodig is, om de doelstellingen te halen. Oftewel, hoeveel panden gaan er jaarlijks van het gas af?

Het tempo kan per jaar verschillen. Momenteel zitten we in de opstartfase en maken we plannen voor het aardgasvrij worden. De komende jaren zullen we veel leren over het aardgasvrij maken van bestaande bouw. Het tempo van verduurzaming ligt in de eerste jaren daarom waarschijnlijk wat lager. Daarna kan er versneld worden als er een werkende aanpak gevonden is. Toch zullen er op het laatst nog panden overblijven die lastig te verduurzamen zijn. Deze vragen om grote inspanning om aardgasvrij te worden. In de laatste jaren zal het tempo daarom waarschijnlijk weer wat lager liggen. Dit verloop van het tempo heeft de vorm van een S-curve.

In dit hoofdstuk bespreken we het tempo door de jaren heen, vanuit verschillende oogpunten.

8.1 Gemiddelde opgave per jaar

De eerste vraag die we ons kunnen stellen is wat het gemiddelde tempo is dat gehaald zal moeten worden. De gebouwde omgeving van Aalsmeer bestaat uit ca 13.390 woningen en 12.900 woningequivalenten utiliteitsgebouwen. Tezamen zijn dit ca. 26.000 woningequivalenten.

Aalsmeer wil in 2040 fossielonafhankelijk zijn. Om deze doelstelling te halen moeten er gemiddeld 1.380 woningequivalenten per jaar aardgasloos moeten worden. Het Klimaatakkoord heeft als doelstelling een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. Om deze doelstelling te halen moeten er gemiddeld 905 woningequivalenten per jaar aardgasloos moeten worden.

Dit gemiddelde tempo zal in de eerste jaren hoogstwaarschijnlijk niet gehaald worden. Dat betekent dus, dat er in de toekomst een inhaalslag nodig zal zijn, waarbij het tempo dus boven het gemiddelde ligt.

8.2 Doelstelling 2030 Klimaatakkoord

Het Klimaatakkoord geeft als doelstelling om voor 2030 1,5 miljoen woningen te verduurzamen. Hierover zegt Programma Aardgasvrije Wijken het volgende: ‘Elke gemeente gaat plannen maken om tot en met 2050 gaandeweg de gehele gebouwde omgeving aardgasvrij te maken. De eerste transitievisie warmte heeft betrekking op een derde van de totale periode. In die periode is er echter sprake van een aanlooptijd waarin Rijk en VNG de wijkgerichte aanpak (verder) uitwerken en er opschaling wordt gerealiseerd. Mede daarom hebben de afspraken in het Klimaatakkoord voor de periode tot en met 2030 betrekking op

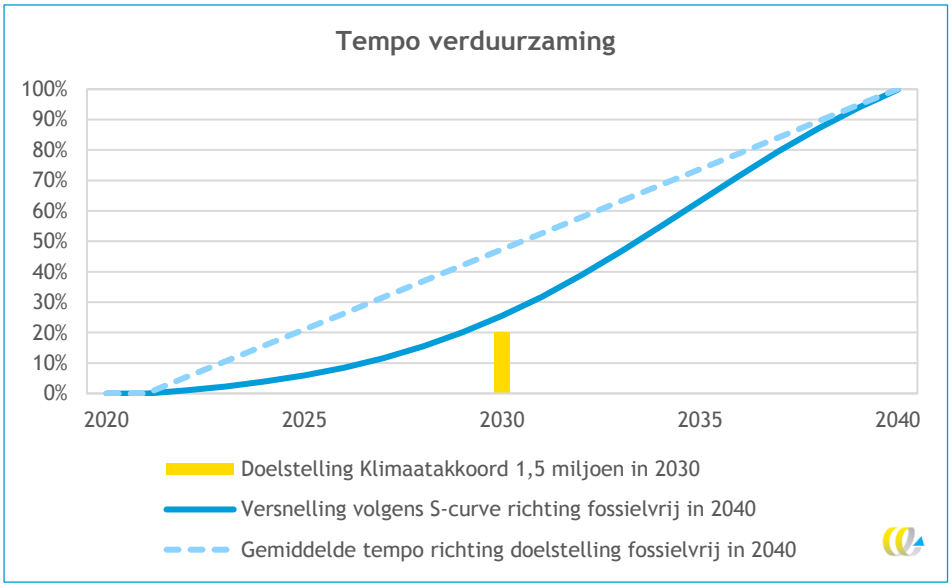
circa een vijfde van de gebouwenvoorraad, oftewel 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen' (Programma Aardgasvrije Wijken, 2021).

Als gemeente Aalsmeer hierbij wil aansluiten, zou dus tot 2030 ongeveer een vijfde van de gebouwenvoorraad verduurzaamd moeten worden. Dat gaat dan dus over circa 5.250 woningequivalenten in negen jaar. Hoeveel buurten dat zijn, hangt af van welke buurten gekozen worden.

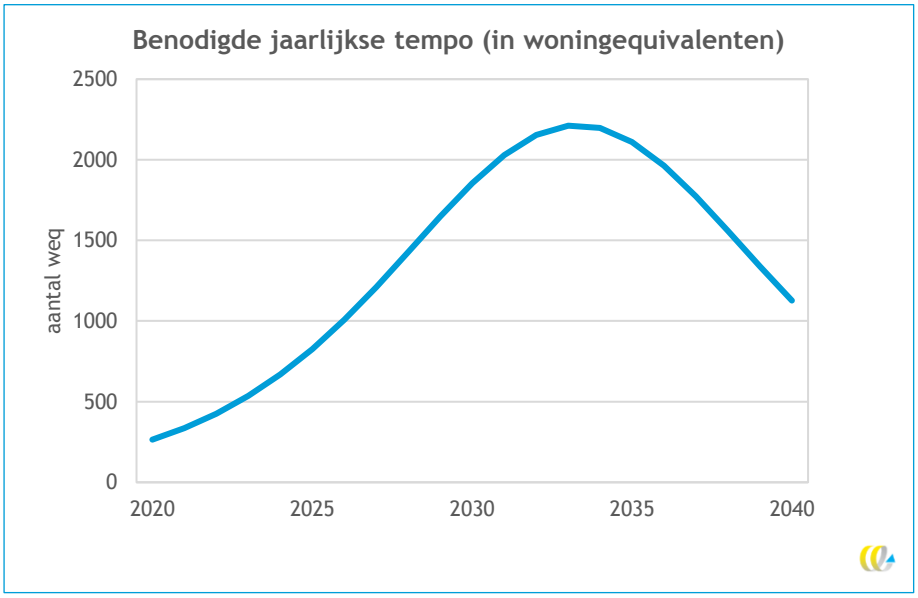
8.3 Versnelling richting fossielonafhankelijk in 2040 (S-curve)

Aalsmeer wil fossielonafhankelijk zijn in 2040. Dit is tien jaar eerder dan de nationale doelstelling. Het tempo van de verduurzaming zal daarom ook wat hoger moeten liggen. In Figuur 8 zijn twee mogelijke tempo's van de verduurzaming te zien richting fossielonafhankelijk in 2040. De eerste volgens het lineaire traject en de tweede een voorbeeld van een S-curve, zoals hierboven beschreven. Tussen 2030 en 2035 ligt het tempo het hoogst, rond de 2.200 woningen per jaar, zie Figuur 9. Het tempo van de doelstelling van 20% van de panden aardgasvrij(-ready) in 2030 uit het Klimaatakkoord (1,5 miljoen woningen aardgasvrij in 2030) is ligt laag, vergeleken met de voorbeeld curves.

Figuur 8 - Voorbeelden van tempo's van verduurzaming richting fossielonafhankelijk in 2040



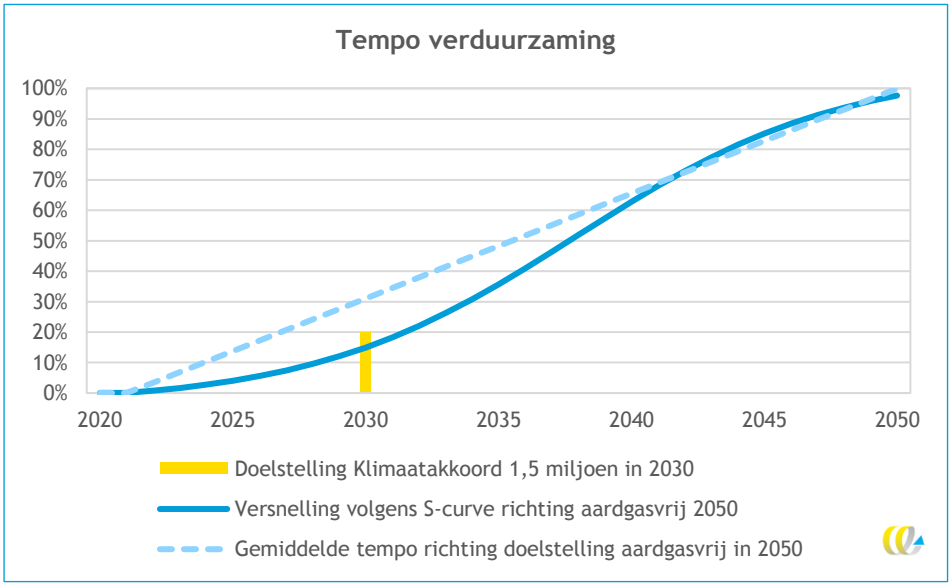
Figuur 9 - Jaarlijkse aantal verduurzaamde woningequivalenten richting fossielonafhankelijk in 2040 bij het voorbeeldtempo uit Figuur 8



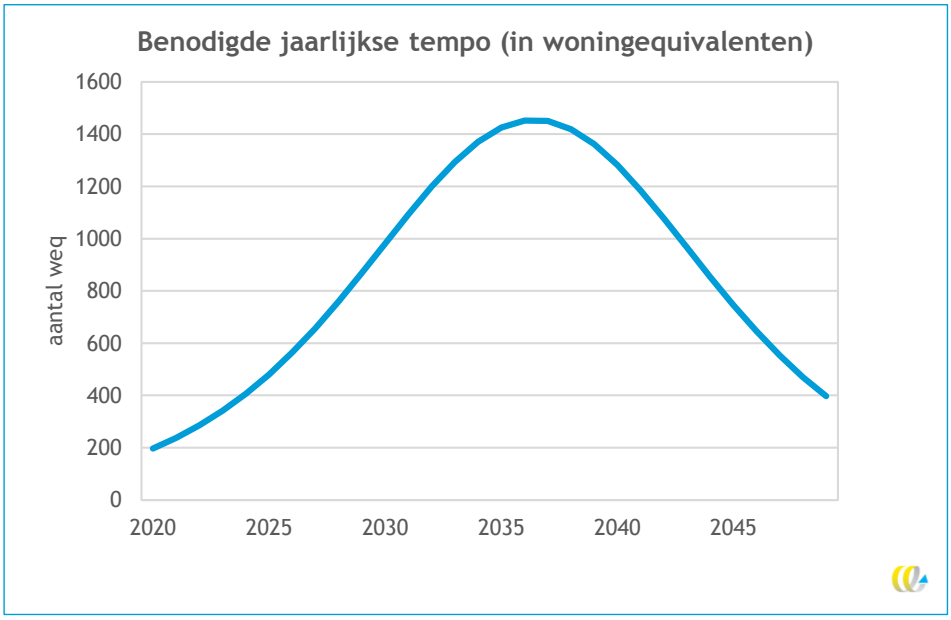
8.4 Versnelling richting aardgasvrij in 2050 (S-curve)

In Figuur 8 zijn twee mogelijke tempo's van de verduurzaming te zien richting aardgasvrij in 2050. De eerste volgens het lineaire traject en de tweede een voorbeeld van een S-curve, zoals hierboven beschreven. Iets na 2035 ligt het tempo het hoogst, rond de 1.400 woningen per jaar, zie Figuur 11. Het tempo van de doelstelling van 20% van de panden aardgasvrij(-ready) in 2030 uit het Klimaatakkoord (1,5 miljoen woningen aardgasvrij in 2030) is tussen de twee tempo's.

Figuur 10 - Voorbeelden van tempo's van verduurzaming richting Aardgasvrij in 2050



Figuur 11 – Jaarlijkse aantal verduurzaamde woningequivalenten richting fossielonafhankelijk in 2040 bij het voorbeeldtempo uit Figuur 10



8.5 Verduurzaming met tussenstappen

De route naar volledig aardgasvrij verwarmd pand kan in stappen doorlopen worden. Zo is het goed mogelijk om eerst in te zetten op isolatie, en pas later de stap naar volledig aardgasvrij te maken. Deze laatste stap houdt dan in om de gasketel te vervangen met een aardgasvrije techniek. Deze panden zijn dan 'aardgasvrij-ready'. In afwachting van een volledig aardgasvrije verwarming kan ook al gekozen worden om een hybride warmtepomp te installeren. De hybride warmtepomp maakt gebruik van gas en elektriciteit voor de verwarming, en realiseert doordat het een hoger rendement heeft dan de hr-ketel een reductie in CO_2-uitstoot.

Door in te zetten op aardgasvrij-ready, hebben pandeigenaren al direct een handelings-perspectief en kunnen ze op eigen tempo isoleren. De stap naar volledig aardgasvrij is dan kleiner en kan ter zijne tijd sneller genomen worden. Zo is de opgave meer gespreid in de tijd. Uitdaging is dat het benodigde isolatieniveau afhangt van de eindoplossing. Oplossingen op MT-/HT-niveau vragen om minder verregaande isolatie.

8.6 Aantal buurten tot 2030

De doelstelling uit het Klimaatakkoord om 20% van de panden aardgasvrij(-ready) te maken, vertaalt zich in Aalsmeer naar 2-3 warmtebuurten aan te pakken tot 2030. Het precieze aantal hangt af van de grootte van de gekozen buurten.

9 Conclusie

Het doel van deze notitie was antwoord geven op de volgende vragen:
- Hoe kunnen we Aalsmeer indelen in logische warmtebuurten?
- Wat is de huidige warmtevraag van de gebouwde omgeving in Aalsmeer en hoe wordt deze momenteel ingevuld?
- Wat zijn de alternatieven voor aardgas?
- Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste nationale kosten?
- Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste eindgebruikerskosten?
- Wat is, op basis van de kostenberekeningen en gebouwkenmerken, de voorkeurs-warmtetechniek voor de verschillende warmtebuurten in Aalsmeer?
- In hoeveel buurten moet Aalsmeer tot 2030 aan de slag met de warmtetransitie om de duurzaamheidsdoelstellingen te behalen?

In dit hoofdstuk presenteren we onze antwoorden op bovenstaande vragen.

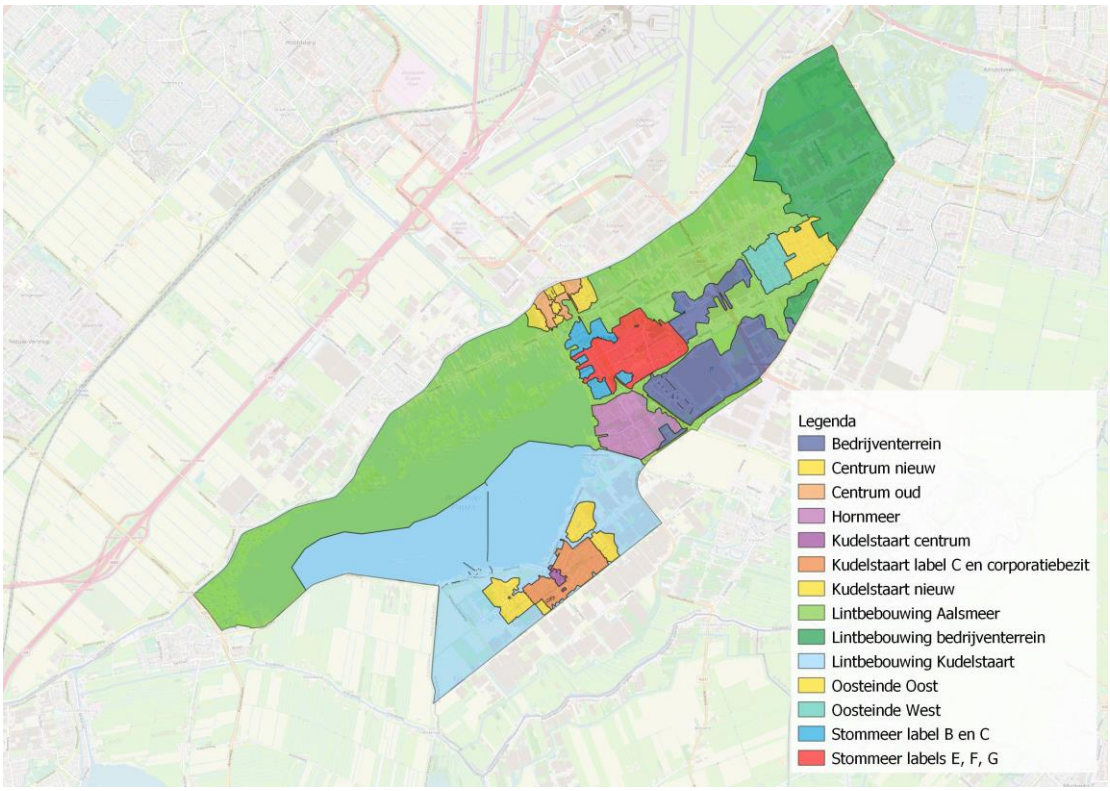
Hoe kunnen we Aalsmeer indelen in logische warmtebuurten?

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat in de transitie naar aardgasvrij verwarmen wordt gekozen voor een wijkgerichte aanpak. Dit houdt in dat gemeenten wijk voor wijk (of buurt voor buurt) aan de slag gaan met de warmtetransitie en op wijk-/buurtniveau bepalen wat de beste oplossing is als gebouwen niet langer met de cv-ketel worden verwarmd. Veel studies naar (de kosten van) verwarmen zonder aardgas presenteren de resultaten op CBS-buurtniveau.

Uit onze analyse van de studies Startanalyse (PBL, 2020a), Openingsbod Warmtetransitie (Stedin, 2020) en Warmteanalyse Aalsmeer (CE Delft, 2018) (zie Bijlage A) blijkt echter dat de CBS-buurtindeling van Aalsmeer erg grofmazig is; de bebouwing in de CBS-buurten is te divers om hier een warmtetechniek toe te wijzen. Daarom hebben we Aalsmeer ingedeeld in *logische warmtebuurten*. Dit zijn clusters die wat betreft bouwjaar, type bebouwing (utiliteitsgebouwen, type woningen) en energielabel uniform zijn. De warmtebuurten zijn zoveel mogelijk geografisch samenhangend en de grootte van de clusters is zodanig dat collectieve oplossingen mogelijk blijven.

Figuur 1 geeft de indeling van Aalsmeer in veertien warmtebuurten weer.

Figuur 12 – De logische warmtebuurten van Aalsmeer



Wat is de warmtevraag van de gebouwde omgeving in Aalsmeer en hoe wordt deze momenteel ingevuld?

De gebouwde omgeving in Aalsmeer gebruikt jaarlijks 1.264 TJ aan warmte. Twee derde deel van de warmte wordt gebruikt door woningen, een derde deel door utiliteitsgebouwen. De warmtevraag wordt momenteel vrijwel volledig ingevuld met aardgas.

Een aantal gebouwen (kindcentrum Triade, Sportcentrum de Waterlelie en exporteur van potplanten Fertiplant) in Aalsmeer zijn al aangesloten op een lokaal warmtenet dat wordt gevoed met restwarmte van een datacenter van NorthC Datacenters (zie Figuur 2).
Het project staat bekend als Energy Hub Aalsmeer.

Wat zijn de alternatieven voor aardgas?

De warmtetechnieken zijn onder te verdelen in drie categorieën: all electric-technieken, collectieve technieken en technieken die gebruik maken van hernieuwbaar gas[16]. Een warmtenet is een collectieve warmtetechniek. Belangrijk hierbij is dat er voldoende warmtebronnen zijn om het warmtenet mee te voeden. We onderscheiden warmtebronnen op hogetemperatuur (> 70°C), middentemperatuur (55-70°C) en lagetemperatuur (< 55°C).

[16] De hernieuwbare gassen groengas en waterstof zullen zeker tot 2030 geen significante rol kunnen spelen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook de toekomstige beschikbaarheid en prijs van deze gassen is zeer onzeker, waardoor waterstof en groengas ook na 2030 voor de gebouwde omgeving naar verwachting alleen een logische optie zijn als er geen andere reële warmtealternatieven voorhanden zijn (MinBZK, 2021).

Binnen de gemeentegrenzen zijn geen HT-warmtebronnen, maar enkel LT-warmtebronnen aanwezig, namelijk aquathermie (bijvoorbeeld warmte uit oppervlaktewater en gemalen) en restwarmte van een datacenter. In de regio rondom Aalsmeer lijkt de bio-wkk van afvalverwerkingsbedrijf Meerlanden de meest kansrijke HT-warmtebron. Het onderzoek naar het technisch potentieel van geothermie in de regio is nog in ontwikkeling. Verschillende opsporingsvergunningen zijn aangevraagd door marktpartijen. Daarnaast zijn er verkennende studies uitgevoerd naar een mogelijk regionaal warmtenet (o.a. vanuit Schiphol), met name gericht op het verduurzamen van de glastuinbouw. Dit biedt mogelijk ook kansen voor de gebouwde omgeving in Aalsmeer.

Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste nationale kosten?

Nationale kosten zijn de totale kosten van alle maatregelen die nodig zijn om in een warmtebuurt over te stappen op een aardgasvrije warmtetechniek, ongeacht wie die kosten betaalt. Besparingen op de energierekening worden hierin ook meegenomen. Aangezien studies naar nationale kosten niet kijken naar wie de kosten betaalt, wordt er in deze studies geen rekening gehouden met belastingen, heffingen en subsidies, en ook niet hoe kosten van een partij, bijvoorbeeld een eigenaar van een warmtenet, worden doorbelast aan de consument.

In veel warmtebuurten heeft een warmtetechniek op duurzaam gas de laagste nationale kosten. Voor deze variant zijn namelijk geen verregaande isolatiemaatregelen noodzakelijk. De beschikbaarheid van gas in de toekomst is echter beperkt en de prijs onzeker. Naast groengas zijn voornamelijk de elektrische warmtepomp of het HT-/MT-warmtenet de technieken met de laagste nationale kosten. LT-warmtenetten hebben nooit de laagste nationale kosten.

Welke aardgasvrije warmtetechnieken hebben de laagste eindgebruikers-kosten?

De eindgebruikerskosten zijn alle kosten die een eindgebruiker (bewoner van een woning) betaalt voor de omschakeling naar aardgasvrij verwarmen. Eindgebruikerskosten bestaan uit investeringskosten (bijvoorbeeld voor installatie en isolatie) en doorlopende kosten (kosten voor onderhoud en de energierekening). In de eindgebruikerskosten zijn alle subsidies en belastingen verwerkt.

Uit onze analyse blijkt dat de gasketel op aardgas in alle warmtebuurten voor de eind-gebruikers nog de goedkoopste optie is. In de toekomst zal aardgas echter steeds minder beschikbaar zijn en zal de prijs stijgen. In vier warmtebuurten (Kudelstaart centrum, Centrum nieuw, Oosteinde-Oost[17] en Kudelstaart nieuw) is een elektrische warmtepomp de goedkoopste gasvrije optie. Deze warmtebuurten bevatten allemaal relatief nieuwe woningen (gebouwd na 1992) met een hoge isolatiegraad.

Voor de andere warmtebuurten is een warmtenet de goedkoopste gasvrije optie. In alle gevallen zorgt het HT-warmtenet voor de laagste jaarlijkse kosten. Echter, in de gemeente Aalsmeer zijn geen HT-warmtebronnen beschikbaar. Een MT-warmtenet is dus een logischer optie. Voor een MT-warmtenet is vaak isolatie vereist. In de warmtebuurten met een

[17] In Centrum nieuw en Oosteind-Oost is het verschil in eindgebruikerskosten met een MT-warmtenet echter niet groot.

redelijk goede isolatiegraad, zoals Stommeer label B en C, is het verschil in kosten tussen en HT-warmtenet en een MT-warmtenet minimaal.

Voor alle buurten is het LT-warmtenet de optie met de hoogste eindgebruikerskosten. In een aantal warmtebuurten is een elektrische warmtepomp erg duur vanwege de benodigde isolatie.

Wat is, op basis van de kostenberekeningen en gebouwkenmerken, de voorkeurswarmtetechniek voor de verschillende warmtebuurten in Aalsmeer?

Tabel 14 geeft voor de verschillende warmtebuurten ons eerste advies over een voorkeurswarmtetechniek weer. Dit advies is tot stand gekomen op basis van de kostenberekeningen (zowel nationale als eindgebruikerskosten), beschikbare warmtebronnen en de bebouwingskenmerken van de buurt. Dit is een voorlopig advies op basis van technisch-economische criteria. Andere overwegingen kunnen ook een rol spelen bij het tot stand komen van een voorkeurswarmtetechniek. De uiteindelijke techniekkeuze per buurt ligt dan ook nog niet vast.

We benadrukken overigens dat niet alle gebouwen in een buurt geschikt zullen zijn voor dezelfde warmtetechniek. Ook met de nieuwe buurtindeling in warmtebuurten kan het voorkomen dat een gebouw sterk afwijkt van de bebouwing in de rest van de buurt, waardoor een andere warmtetechniek misschien meer voor hand ligt.

Tabel 14 – Voorkeurswarmtetechniek voor de Aalsmeerse warmtebuurten op basis van kostenberekeningen en gebouwkenmerken

Warmtebuurt	Voorkeurstechniek
Bedrijventerrein	Veelal industriële panden in de buurt. Als industriële partijen komen tot een collectieve oplossing, onderzoek dan in het wijkuitvoeringsplan of de woningen en utiliteiten daarop kunnen aansluiten.
Centrum nieuw	Als het oude centrum overschakelt op een warmtenet, dan kan deze warmtebuurt meegaan. Als het oude centrum geen warmtenet krijgt, dan ligt een elektrische warmtepomp het meest voor de hand.
Centrum oud	Op basis van de eindgebruikerskosten is de voorkeurstechniek een warmtenet. Met de huidige bronnen zou dit een MT-warmtenet gevoed met warmte uit de Meerlanden of opgewaardeerde LT-warmte kunnen zijn.
Hornmeer	Een HT- of MT-warmtenet lijkt meer voor de hand te liggen. Mogelijk kan aquathermie benut worden uit de Westeinderplas en naar MT-niveau worden gebracht.
Kudelstaart centrum	In deze buurt is verwarmen met een elektrische warmtepomp een goede optie. Doordat in Kudelstaart centrum ook veel utiliteitsgebouwen zijn (met een koudevraag in de zomer), zou een kleinschalig WKO-net ook een geschikte optie zijn voor deze buurt.
Kudelstaart label C en corporatiebezit	Wellicht dat een MT-warmtenet dan een geschikte optie is voor deze buurt. De Westeinderplassen zijn een grote potentiële bron voor aquathermie.
Kudelstaart nieuw	Woonwijk kan met een isolatieslag geschikt gemaakt worden voor verwarming op LT-niveau. Als er in Kudelstaart een warmtenet komt, kunnen delen van de buurt aansluiten.
Lintbebouwing Aalsmeer	Een individuele warmtetechniek ligt hier voor de hand. De panden met een isolatieniveau van tenminste 50 kWh/m^2 kunnen overstappen op een elektrische

Warmtebuurt	Voorkeurstechniek
	warmtepomp, voor andere gebouwen is een hybride warmtepomp een mogelijke (tussen)oplossing.
Lintbebouwing bedrijventerrein	Eerste stap om in gesprek te gaan met de bedrijven en kasseneigenaren over verduurzaming en de mogelijkheden voor een warmtenet. Een deel van de panden kan hier mogelijk op aansluiten. Wanneer duidelijk is wat de warmte-oplossing voor de kassen wordt, kan de keuze worden gemaakt daarbij aan te sluiten of over te schakelen naar een hybride warmtepomp en op langere termijn waarschijnlijk naar een elektrische warmtepomp
Lintbebouwing Kudelstaart	De panden met een isolatieniveau van tenminste 50 kWh/m^2 kunnen overstappen op een elektrische warmtepomp, voor andere gebouwen is een hybride warmte-pomp een mogelijke (tussen)oplossing.
Oosteinde Oost	Voor deze buurt ligt verwarming met elektrische warmtepompen voor de hand.
Oosteinde West	Voor deze buurt zouden zowel een warmtenet (MT of HT) of een elektrische warmtepomp een optie kunnen zijn. Er zijn dus nog verschillende keuze-mogelijkheden.
Stommeer label B en C	Een eventueel MT-net zou kunnen worden gevoed met een LT-warmtebron dat wordt opgewaardeerd naar MT-niveau, maar de eindgebruikerskosten van een MT-warmtenet zijn nog een stuk hoger dan de eindgebruikerskosten van gas-gestookte opties. Al met al komt er in deze buurt niet één duidelijke voorkeurs-techniek naar voren en zijn er nog verschillende keuzemogelijkheden.
Stommeer label E, F en G	Een warmtetechniek op gas vanuit het oogpunt van de kosten een logische optie voor deze buurt. Een HT-warmtenet is, als we kijken naar de kosten, ook een optie. Al met al komt er in deze buurt niet één duidelijke warmteoplossing naar voren.

In hoeveel buurten moet Aalsmeer tot 2030 aan de slag met de warmtetransitie om de duurzaamheidsdoelstellingen te behalen?

Aalsmeer wil fossielonafhankelijk zijn in 2040. Dit betekent dat tot 2040 26.000 woningequivalenten van het aardgas moeten worden gehaald. Dit zijn gemiddeld 1.380 woningequivalenten per jaar.

Als de gemeente Aalsmeer wil aansluiten bij het tempo dat wordt aangehouden in het Klimaatakkoord, zou tot 2030 ongeveer een vijfde van de gebouwenvoorraad verduurzaamd moeten worden. Dit komt overeen met ca. 5.250 woningequivalenten in negen jaar en komt neer op 2-3 warmtebuurten (afhankelijk van de grootte van de gekozen buurten).

De buurten die voorlopig nog niet aardgasvrij worden, kunnen al wel aan de slag met verduurzamen. De pandeigenaren kunnen hun bezit gaan isoleren. Als richtlijn voor het gewenste isolatieniveau hiervoor heeft het Rijk een voorstel voor een Standaard en bijbehorende streefwaarden ontwikkeld.

Daarnaast kunnen pandeneigenaren waarvan hun cv-ketel aan vervanging toe is, deze vervangen voor een hybride of elektrische warmtepomp. Of dit een nuttige stap is, hangt af van de uiteindelijke warmtetechniek in de buurt en de termijn waarop deze gerealiseerd zal worden. Voor buurten die een individuele oplossing krijgen en buurten die over meer dan vijftien jaar aardgasvrij worden en nog tenminste vijftien jaar een gasnetwerk hebben, kan een hybride warmtepomp een mooie tussenoplossing zijn. Goed geïsoleerde woningen in buurten die een individuele oplossing krijgen, kunnen ook direct op een elektrische warmtepomp overstappen.

Literatuur

BLOC, 2019. Warmtenet Schiphol Zuid. Rotterdam, BLOC.

CE Delft, 2018. Warmteanalyse Aalsmeer - De mogelijkheden voor een klimaatneutrale warmtevoorziening. Delft, CE Delft.

ECN, PBL, CBS & RVO, 2017. Nationale Energieverkenning (NEV) 2017. Petten, ECN.

Greenport Aalsmeer, 2021. Energie-inventarisatie Greenport Aalsmeer. Aalsmeer, Greenport Aalsmeer.

Merosch, 2020. Isolatiepakketten ten behoeve van het CEGOIA model. Bodegraven, Merosh.

Milieu Centraal. lopend. *Hybride warmtepomp* [Online]. Available: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/hybride-warmtepomp/ [Accessed 28 januari 2021].

Milieucentraal. 2020. *Hybride warmtepomp* [Online]. Available: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/hybride-warmtepomp/ [Accessed 2021].

MinBZK, 2019. Kamerbrief d.d. 18 maart 2021 : Standaard voor woningisolatie. Den Haag, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).

MinBZK, 2021. Stand van zaken Klimaatakkoord Gebouwde omgeving 12 januari 2021. Den Haag, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).

Ministerie van EZK, 2020. Kamerbrief over kabinetsvisie Waterstof. Den Haag, Rijksoverheid.

MRA Warmte & Koude programma. lopend. *Potentiële warmtebronnen in beeld* [Online]. Available: https://warmteiscool.nl/roadmap/ [Accessed 18 maart 2021].

Netbeheer Nederland. 2019. *Basisinformatie over energie-infrastructuur : Opgesteld voor de Regionale Energie Strategieën* [Online]. Available: https://www.netbeheernederland.nl/_upload/Files/Basisdocument_over_energie-infrastructuur_143.pdf [Accessed].

Noord-Hollandse Energie Regio, 2019. Foto energie & ruimte deelregio Amstelland. Noord-Hollandse Energie Regio.

NPRS, 2020. Factsheet Warmte: Achtergrondinformatie per warmtebron. Nationaal Programma Regionale Energie Strategie (NPRS).

PBL, 2020a. Startanalyse aardgasvrije buurten, versie 2020.

PBL, 2020b. Startanalyse aardgasvrije buurten: Gemeenterapport met toelichting bij tabellen met resultaten van de Startanalyse. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Provincie Noord-Holland. *Warmtedataregister* [Online]. Available: https://maps.noord-holland.nl/kaartenportaal/apps/webappviewer/index.html?id=24f82673b82f45aeb54a7f4af98732c5 [Accessed 18 maart 2020].

RES-regio Noord-Holland Zuid, 2021. RES 1.0 Noord-Holland Zuid (concept, 11 maart 2021). RES-regio Noord-Holland Zuid.

Rijksoverheid, 2019. Klimaatakkoord. Den Haag, Rijksoverheid.

Rijkswaterstaat. lopend. *Klimaatmonitor* [Online]. Available: https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/energiegebruik/ [Accessed 16 december 2020].

RVO, 2018. Ontwikkeling van koudevraag van woningen. Utrecht, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

Stedin. 2020. *Openingsbod warmtetransitie 2020* [Online]. Available: https://www.stedin.net/zakelijk/branches/overheden/het-openingsbod [Accessed 2021].

Stedin. lopend. *Methode Openingsbod Warmtetransitie* [Online]. Available: https://www.stedin.net/zakelijk/branches/overheden/het-openingsbod/methode [Accessed 5 januari 2021].

Waternet, 2018. WRK-leiding Waternet: Levering van thermische energie. Amsterdam, Waternet.

A Uitkomsten Warmteanalyse Aalsmeer, Startanalyse en Openingsbod

A.1 Warmteanalyse Aalsmeer

In de Warmteanalyse Aalsmeer (CE Delft, 2018) zijn de mogelijkheden onderzocht voor een klimaatneutrale warmtevoorziening in de gemeente Aalsmeer. Deze studie laat zien wat de welke warmtevoorziening de laagste totale kosten (de zogenaamde nationale kosten). Dit is de som van de kosten in de woning (installatie en isolatie), de kosten voor distributie (aanleg en onderhoud van warmtenetten, gasnetten en elektriciteitsnet) en de productie van energie. Dit zijn dus niet de kosten voor gebouweigenaren (eindgebruikerskosten).
In deze analyse is ervoor gekozen om geen technieken aan de voorkant uit te sluiten, maar om warmteopties een voor een 'uit te schakelen'. Op deze manier wordt zichtbaar hoe de resultaten veranderen voor Aalsmeer als bepaalde technieken niet meer beschikbaar zijn.
De Warmteanalyse maakt gebruik van een afpelscenario, waarin eerst alle opties onbeperkt beschikbaar zijn en daarna per stap een warmteoptie afvalt. Waterstof is niet meegenomen als warmteoptie. Dit heeft de volgende vier scenario's opgeleverd:

- **Alles beschikbaar.** In dit scenario zijn alle warmtetechnieken beschikbaar.
- **Groengas niet beschikbaar.** In dit scenario zijn technieken die gebruik maken van (groen)gas niet meegenomen, omdat de beschikbaarheid van groengas onzeker is.
- **Biomassa niet beschikbaar.** In dit scenario zijn naast de technieken die gebruik maken van (groen)gas ook de cv-ketel op vaste biomassa pellets niet meegenomen.
- **Enkel lokale restwarmte.** In dit scenario is er enkel lokale restwarmte aanwezig, wat betekent dat er enkel LT-restwarmte en all electric-opties worden meegenomen.

Voor elk van de vier scenario's zijn met behulp van het CEGOIA-model de nationale kosten berekend van alle warmteopties die mogelijk zijn binnen een scenario. De warmteoptie met de laagste kosten is per scenario weergegeven in Tabel 15. Daarnaast is er ook gekeken wat de laagste kosten zijn voor de glastuinbouw. De glastuinbouw is echter geen onderdeel van de Warmtevisie, omdat de glastuinbouw niet onder de gebouwde omgeving valt. Wel kan het zo zijn dat een oplossing voor de glastuinbouw mogelijk ook kansrijk is voor de gebouwde omgeving en kan het meekoppelen van de gebouwde omgeving de haalbaarheid van een warmtenet voor de glastuinbouw mogelijk verhogen.

Tabel 15 - Uitkomsten Warmteanalyse Aalsmeer (CE Delft, 2018)

Buurtnaam	Alles beschikbaar	Geen groengas	Geen biomassa	Enkel lokale restwarmte
Centrum	Elektrische WP[18]	Elektrische WP	Elektrische WP	Elektrische WP
Stommeer	Hybride WP	Elektrische WP	Elektrische WP	Elektrische WP
Hornmeer	Hybride WP	Restwarmte	Restwarmte	LT-warmte met booster
Uiterweg	Hybride WP	Restwarmte	Restwarmte	Elektrische WP

[18] WP staat voor warmtepomp.

Buurtnaam	Alles beschikbaar	Geen groengas	Geen biomassa	Enkel lokale restwarmte
Kudelstaart	Hybride WP	Elektrische WP	Elektrische WP	Elektrische WP
Bovenlanden	Hybride WP	Restwarmte	Restwarmte	LT-warmte met booster
Greenpark	Hybride WP	Restwarmte	Restwarmte	Geothermie
Oosteinde	Elektrische WP	Elektrische WP	Elektrische WP	Elektrische WP
Schinkelpolder	Hybride WP	Cv-ketel (vaste biomassa)	Elektrische WP	Elektrische WP

A.2 Startanalyse 2020

De Startanalyse van het PBL is een technisch-economische doorrekening die inzicht geeft in de nationale kosten van verschillende aardgasvrije warmteopties. Tabel 16 laat op buurtniveau zien welke aardgasvrije warmtetechniek volgens de Startanalyse de laagste totale nationale kosten heeft. Figuur 13 geeft de uitkomsten weer op een kaart.

Een aantal buurten komen uit op een MT-warmtenet gevoed door een LT-bron. Hierbij benadrukken we dat deze buurten niet volledig overstappen op dit warmtenet. Tabel 16 geeft aan voor welke percentage van de buurt het warmtenet de meest gunstige optie is, en welk percentage overstap op een individuele elektrische warmtepomp.

Tabel 16 - Uitkomsten Startanalyse

Buurtnaam	Strategie met de laagste nationale kosten [19]
Centrum	42% warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C 58% individuele elektrische warmtepomp
Stommeer	100% individuele elektrische warmtepomp-luchtwarmtepomp
Hornmeer	100% individuele elektrische warmtepomp-luchtwarmtepomp
Uiterweg	100% groengas met hybride warmtepomp
Kudelstaart	100% individuele elektrische warmtepomp, 0% warmtenet met LT-bron-LT-warmtebron, aanlevering 70°C
Bovenlanden	100% individuele elektrische warmtepomp-luchtwarmtepomp
Greenpark	99% individuele elektrische warmtepomp, 1% Warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C
Oosteinde	100% individuele elektrische warmtepomp-luchtwarmtepomp
Schinkelpolder	92% individuele elektrische warmtepomp, 8% Warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C

[19] Als de strategie met de laagste nationale kosten een warmtenet met een LT-bron is, dan kijkt de Startanalyse voor welk deel van de buurt (% woningequivalenten) zo'n warmtenet met LT-bron de laagste meerkosten heeft, en voor welk deel van de buurt dat geldt voor individuele elektrische warmtepompen. Als deze situatie zich voordoet, wordt in de tabel de verdeling van deze twee oplossingen weergegeven.

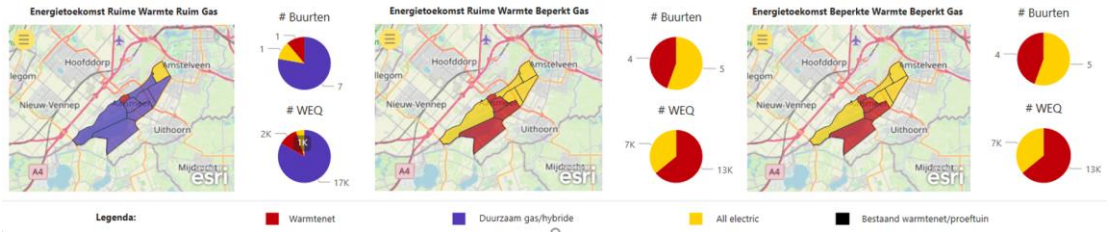
A.3 Openingsbod Warmtetransitie 2020

Het Openingsbod Warmtetransitie is een hulpmiddel van Stedin (2020) om besluitvorming over de warmtetransitie te versnellen. Het vergelijkt uitkomsten van verschillende modellen voor verschillende scenario's en komt hiermee tot een warmtetechniek per buurt. Het Openingsbod geeft hierbij aan hoe zeker de uitkomst is. Wanneer een buurt in verschillende modellen en scenario's op dezelfde warmtetechniek met de laagste nationale kosten uitkomt, is de uitkomst zeker. In sommige buurten is de warmtetechniek redelijk zeker, dit zijn de zogenoemde 'indicatieve' buurten. In Aalsmeer bevinden zich geen zeker en/of indicatieve buurten. Dit betekent dat het Openingsbod nog niet met zekerheid een uitspraak doet over de warmtetechnieken in Aalsmeer.

We hebben gekeken naar de uitkomsten van 2020 (begin 2021 komt een nieuwe editie van het Openingsbod Warmtetransitie uit). Figuur 13 laat zien welke warmteoptie in de buurten van Aalsmeer de voorkeur heeft in verschillende scenario's, oftewel 'energietoekomsten' (Stedin, lopend):

- *Energietoekomst Ruime Warmte & Ruim Gas*: in de toekomst is duurzaam gas (groengas of waterstof) ruim beschikbaar voor gebouwen en woningen. Voor warmtenetten zijn aardwarmte en restwarmte ruim beschikbaar.
- *Energietoekomst Ruime Warmte & Beperkt Gas*: in deze toekomst is duurzaam gas beperkt beschikbaar voor gebouwen en woningen. Voor warmtenetten zijn aardwarmte en restwarmte ruim beschikbaar.
- *Energietoekomst Beperkte Warmte & Beperkt Gas*: in deze toekomst is duurzaam gas beperkt beschikbaar voor gebouwen en woningen. Voor warmtenetten zijn aardwarmte en restwarmte beperkt beschikbaar.

Figuur 13 - Uitkomsten Openingsbod Warmtetransitie voor Aalsmeer



Figuur 13 laat zien dat beschikbaarheid van duurzaam gas een belangrijk thema is in de gemeente Aalsmeer bij het opstellen van de Warmtevisie. De beschikbaarheid van duurzaam gas is in belangrijke mate bepalend voor het aantal buurten met een voorkeur voor duurzaam gas. Paragraaf 4.1.3 laat echter zien dat hernieuwbare gassen voorlopig (in ieder geval tot 2030) geen reële optie zijn voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving.

Als in de toekomst maar beperkt duurzaam gas beschikbaar is, zullen steeds meer buurten moeten overstappen op gasvrije opties, zoals warmtenetten of all electric. De energietoekomsten Ruime Warmte & Beperkt Gas en Beperkte Warmte & Beperkt Gas laten hetzelfde beeld zien. Een beperkte beschikbaarheid van warmte heeft dus minder invloed dan een beperkte beschikbaarheid van gas.

B Impact van energie-infrastructuren op de openbare en ondergrondse ruimte

B.1 Impact van het verzwaren van het elektriciteitsnet

In de buurten die overstappen op verwarmen met elektrische warmtepompen, groeit de elektriciteitsvraag. De elektrische warmtepomp wordt niet alleen gebruikt als individuele warmtetechniek, maar ook in combinatie met een ZLT-warmtenet. Ook zonnepanelen en elektrische laadpalen vragen extra capaciteit op het elektriciteitsnet. Zonnepanelen en elektrische laadpalen vallen buiten de warmtetransitie, maar de opgaven zijn met elkaar verweven. De hogere capaciteitsvraag vraagt aanpassingen aan de infrastructuur.

Laagspanningsnet

Elektrisch verwarmen zorgt voor een groei in de capaciteitsvraag van het elektriciteitsnet op laagspanning (LS) niveau. In de meeste buurten moet het laagspanningsnet daardoor verzwaard worden. Daarvoor moet de straat opengebroken worden. Er kan gekozen worden om de bestaande kabels de vervangen door zwaardere of om extra kabels te leggen.
De zwaardere kabels hebben dezelfde reserveringsruimte in de ondergrond, extra kabels vragen om extra ruimte.

Middenspanningsruimtes

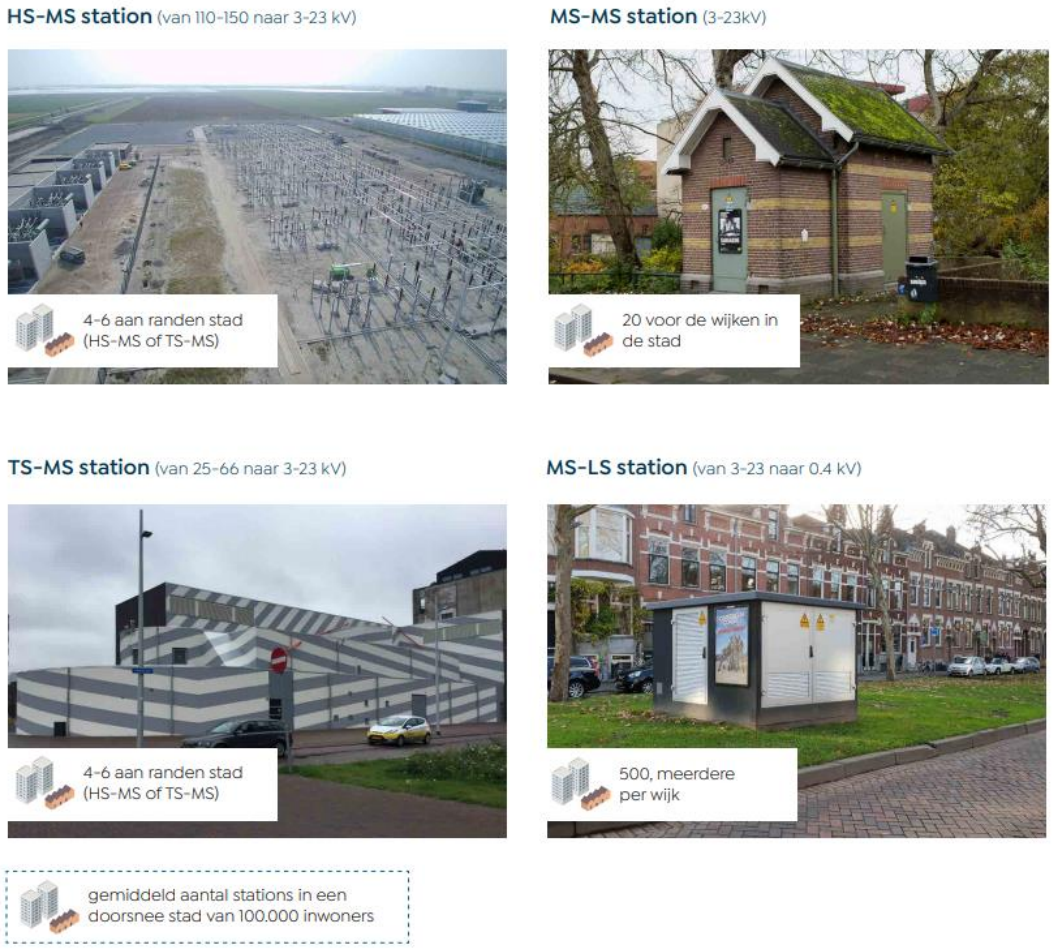
De hogere capaciteitsvraag op laagspanningsniveau zorgt ook voor een hogere capaciteits-vraag op middenspanning (MS) niveau. Middenspanningsruimtes zetten elektriciteit van een hoog voltage om naar een lager voltage voor gebruik in gebouwen (en andersom, van laag naar hoog, bij opwekken van elektriciteit). Verzwaring van het elektriciteitsnet betekent meestal dat er middenspanningsruimtes moeten worden bijgeplaatst of uitgebreid.

Onderstations in gemeente en regio

Mogelijk heeft de groeiende elektriciteitsvraag ook op hoger schaalniveau gevolgen, waardoor er ook een groter onderstation nodig is of bijgeplaatst moet worden. Een onderstation zet hoogspanning om naar middenspanning. Onderstations hebben een grote omvang (van twee tot zes voetbalvelden).

Figuur 14 geeft verschillende typen elektriciteitsstations weer, en Tabel 17 het ruimte-beslag van deze verschillende stations.

Figuur 14 - Typen elektriciteitsstations: onderstations (l) en middenspanningsruimtes (r). In de blokken wordt een indicatie gegeven van het benodigde aantal voor een stad van 100.000 inwoners



Bron: Netbeheer Nederland (2019).

Tabel 17 - Ruimtebeslag en van de verschillende elektriciteitsstations.

Type elektriciteitsstation	Ruimtebeslag (m^2)
HS/MS station	15.000-40.000
TS/MS station	2.000-10.000
MS station	200-4.000
MS/LS station	10-35

Bron: Netbeheer Nederland (2019).

Meer informatie?
Netbeheer Nederland heeft veel informatie over de energie-infrastructuur, de kosten en de ruimtelijke impact gebundeld in een handig document. Dit document kunt u hier terugvinden.

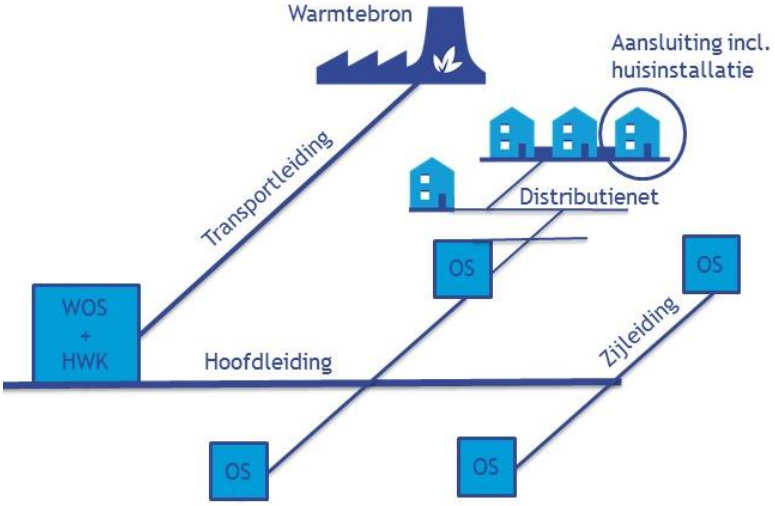
B.2 Impact van de aanleg van warmtenetten

Voor het aanleggen van warmtenetten is ruimte nodig in de ondergrond. Dit kan met name een uitdaging zijn in dichtbebouwde historische centra. Voor het aanleggen van de leidingen moet de straat opengebroken worden.

Onderdelen van een warmtenet

Figuur 15 laat zien hoe een HT-warmtenet er schematisch uitziet.

Figuur 15 - Opzet van een HT-warmtenet



Figuur 15 toont de volgende onderdelen:

- **Warmtebron**
  De warmtebron geeft warmte af aan het water in de transportleiding.
- **Transportleiding**
  De transportleiding transporteert warm water naar het wijk-onderstation.
- **Wijk-onderstation (wos)**
  Het wijk-onderstation geeft warmte af aan de hoofdleiding.
- **Hulpwarmteketel (hwk)**
  De hulpwarmteketel (hwk) zorgt ervoor dat er extra warmte wordt geproduceerd bij een piekvraag. Dit gebeurt meestal met gasketels. De hwk geeft ook warmte af aan de hoofdleiding.
- **Zijleiding**
  De hoofdleiding wordt vertakt in zijleidingen die uitkomen op een os (onderstation).
- **Onderstation (os)**
  Het onderstation verdeelt per woningblok of straat de warmtenet naar het distributienet. Bij grote appartementencomplexen kan dit onderstation ook onderin het complex zitten. In dat geval is er geen sprake van een distributienet.
- **Distributienet**
  Vanuit het distributienet wordt de warmte geleverd tot aan de aansluiting in de woning.
- **Aansluiting**
  Per woning of gebouw wordt met behulp van een afleverset de warmte uit het distributienet gehaald. Het afgekoelde water gaat via de retourleiding weer terug naar het onderstation waar het water opnieuw wordt verwarmd.

De bronnen die een MT-warmtenet van warmte voorzien, zijn meestal aangesloten ter hoogte van het wos. Een MT-warmtenet is dan ook kleinschaliger dan een HT-warmtenet. Een MT-warmtenet kan worden gevoed met LT-warmtebronnen in combinatie met een collectieve warmtepomp. De warmtepomp zorgt er dan voor dat de temperatuur van het water dat bij de gebouwen aankomt hoger is dan bij een LT-warmtenet.

De warmtebronnen die een LT-warmtenet voeden zijn aangesloten ter hoogte van het wos of zelfs het os. Gebouwen die zijn aangesloten op een LT-warmtenet moeten goed geïsoleerd zijn of moeten met behulp van een warmtepomp de temperatuur van het water voor de ruimteverwarming zelf verder verhogen.

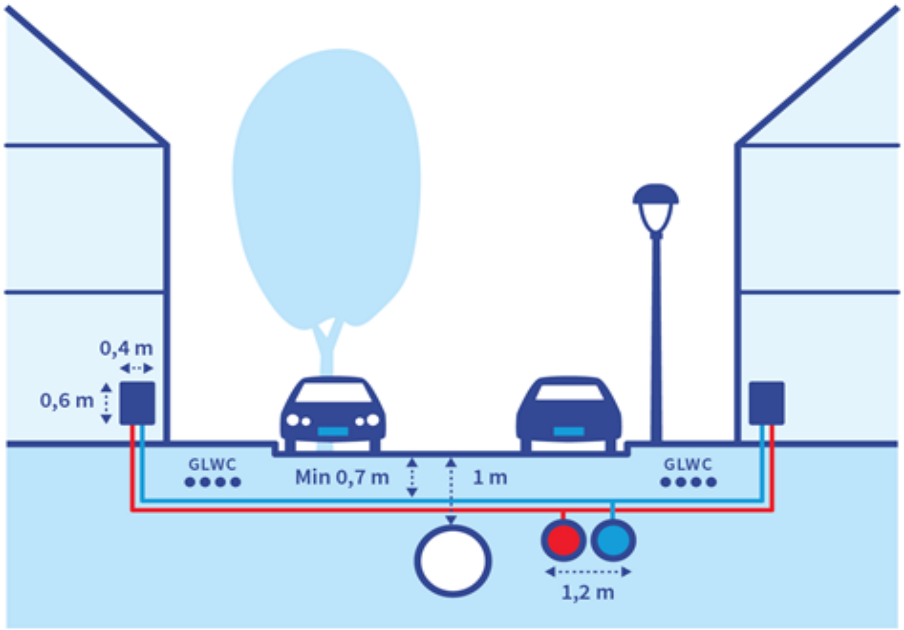
Impact van een warmtenet op de ondergrondse ruimte

Leidingen
Wanneer een warmtenet wordt aangelegd heeft dit een impact op de ondergrond.
Er moeten nieuwe leidingen worden getrokken door de straten. In een straat wordt een aan- en een afvoerleiding geplaatst. Om te voorkomen dat warmte vanuit deze leidingen het water en elektranet nadelig beïnvloedt, is extra ruimte rondom de leidingen nodig.
De gemiddelde totale breedte (de ruimte die nodig is voor de aanvoer- en retourbuis samen, inclusief de tussenruimte) zijn als volgt:

- transportleiding ca. 2,5-3,5 m;
- hoofdleiding ca. 1,7-2,2 m;
- zijleiding ca. 1,3-1,7 m;
- distributieleiding ca. 1,0-1,3 m.

Figuur 16 geeft de ruimtelijke impact van een warmtenet in een straat weer.

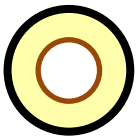
Figuur 16 - Schematische weergave van de ruimtelijke impact van een warmtenet



GLWC: gas, licht, water, communicatie.

De benodigde diameter van de leidingen van een warmtenet hangt samen met het benodigde vermogen en de temperatuur van het water. Hoe meer vermogen, hoe groter de diameter van de leidingen. Daarnaast geldt dat de leidingen van een LT-net een grotere diameter hebben omdat het vermogen van het water in de buiten lager is dan bij een HT-net. Daarentegen is er minder isolatie rondom de buizen nodig, omdat de warmteverliezen kleiner zijn door het geringere temperatuurverschil met de grond eromheen. De totale dikte van de buizen van een HT- en LT-warmtenet verschillen daarom niet zo veel.

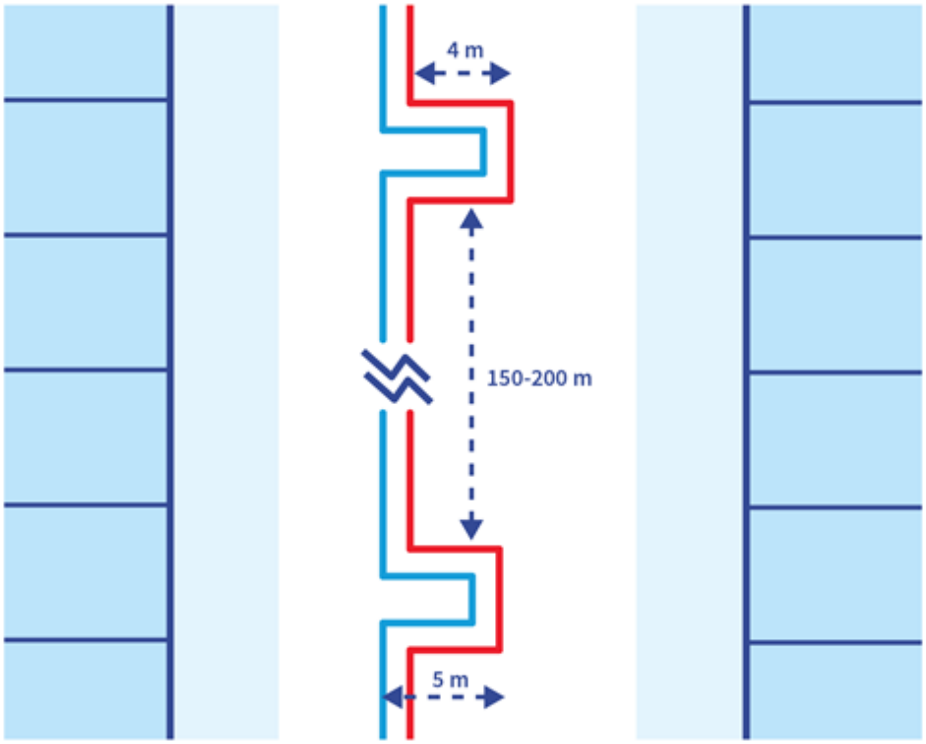
Een leiding van een warmtenet bestaat uit:
- stalen mediumvoerende leiding;
- isolatiemateriaal (PUR);
- PE-mantelbuis.



Expansielussen

Bij een distributienet zijn om de 150 m à 200 m expansielussen nodig om uitzetting van de leidingen op te vangen (zie Figuur 17). Deze 'loops' zijn circa 5 m breed (in hoofdnet oplopend tot 8 m). Deze kunnen bijvoorbeeld worden geplaatst op kruispunten van wegen, maar moeten soms ook in de straat worden ingepast. Bij lagere temperatuurnetten zijn er minder van deze expansielussen nodig.

Figuur 17 - Expansielussen



Ruimtelijke impact van de warmtebron

Naast het distributienet heeft de warmtebron ook een ruimtelijke impact op de omgeving. Hoeveel ruimte nodig is, verschilt per type warmtebron. Over het algemeen is de ruimtelijke impact van een warmtebron beperkt. Voor het gebruik van de meeste vormen van restwarmte is in de buurt van de warmtebron een plek nodig voor een warmtewisselaar.

Geothermie vormt hierop een uitzondering. Voor het boren naar aardwarmte is een werkterrein nodig van circa 0,5 tot 1 hectare (ongeveer één voetbalveld) en een tijdelijke toren van circa 50 meter hoog. Een aardwarmteboring neemt enkele maanden in beslag. Na het verwijderen van de boorinstallatie moet er bij de productie- en injectieput een klein gebouw (van circa 100 m^2) worden geplaatst waarin de warmtewisselaars voor het warmtenet staan.

Overige aandachtspunten bij het aanleggen van een warmtenet

- Een leiding van het warmtenet is niet te combineren met een waterleiding in de nabijheid. Het warmtenet zou dan namelijk het drinkwater kunnen opwarmen tot boven de 25°C, waardoor Legionella kan groeien. De warmteleidingen moeten goed geïsoleerd zijn en voldoende afstand hebben van de waterleidingen om dit te voorkomen.
- Een leiding van het warmtenet is doorgaans ook niet te combineren met elektrakabels. Als de tracés parallel aan elkaar liggen zullen elektrakabels opwarmen. Door de opwarming van de elektrakabels neemt de elektrische capaciteit af.
- Warmteverliezen in de leidingen zijn afhankelijk van:
  - lengte van het transport: hoe groter de afstand, hoe groter de verliezen;
  - temperatuur warmtenet: hoe hoger de temperatuur, hoe groter de verliezen;
  - isolatie leidingen: hoe meer isolatie, hoe lager de verliezen.
- Bomen kunnen het aanleggen van warmtenet bemoeilijken.

C CBS-buurtindeling van Aalsmeer

De gemeente Aalsmeer bestaat uit drie wijken en negen buurten. Tabel 18 geeft een overzicht van de wijken met bijbehorende buurten. Daarnaast geeft Figuur 18 een overzicht van de buurtindeling.

Tabel 18 - Lijst van wijken en buurten in Aalsmeer

Wijk	Buurt
Aalsmeer	Centrum
	Stommeer
	Hornmeer
	Uiterweg
Kudelstraat en Kalslagen	Kudelstaart
Oosteinde	Bovenlanden
	Greenpark
	Oosteinde
	Schinkelpolder

Figuur 18 - De buurten van Aalsmeer

D Uitkomsten Startanalyse 2020

In Tabel 19 staan de uitkomsten met de nationale meerkosten zoals berekend in de Startanalyse 2020. De definitie van de nationale kosten volgens het PBL is als volgt:

> "Nationale kosten zijn de totale financiële kosten in Nederland van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) een strategie uit te voeren, ongeacht wie die kosten betaalt, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief belastingen, heffingen en subsidies."

Nationale kosten zijn de kosten over de gehele keten:
- Productie: kosten voor het in gebruik nemen van warmtebronnen.
- Distributie: kosten voor het eventueel aanleggen van een warmtenet, verzwaren van het elektriciteitsnet, aanpassen of verwijderen van het gasnet.
- Gebouwmaatregelen: kosten voor de warmte-installatie en isolatiemaatregelen.
- Consumptie: inkoop van energie (zoals elektriciteit en warmte).

De meerkosten geven aan hoeveel een warmteoptie extra kosten ten opzichte van het referentiealternatief (een hr-ketel op basis van aardgas) in 2030.

Tabel 19 - Uitkomsten nationale meerkosten strategie met Laagste Nationale Kosten (LN-strategie)

Buurtnaam	Strategie met de laagste nationale kosten [20]	Nationale meerkosten [€ per jaar]	Nationale meerkosten per weq [€ per woning per jaar]
Centrum	42% warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C, 58% individuele elektrische warmtepomp	2.209.346	906
Stommeer	Individuele elektrische warmtepomp-lucht-warmtepomp	4.265.704	1.164
Hornmeer	Individuele elektrische warmtepomp-lucht-warmtepomp	3.014.702	1.182
Uiterweg	Groengas met hybride warmtepomp	365.019	792
Kudelstaart	100% individuele elektrische warmtepomp, 0% warmtenet met LT-bron-LT-warmtebron, aanlevering 70°C	4.409.824	1.023
Bovenlanden	Individuele elektrische warmtepomp-lucht-warmtepomp	1.093.217	1.395
Greenpark	99% individuele elektrische warmtepomp, 1% Warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C	943.106	936
Oosteinde	Individuele elektrische warmtepomp-lucht-warmtepomp	3.732.032	906
Schinkelpolder	92% individuele elektrische warmtepomp, 8% Warmtenet met LT-bron-TEO+wko, aanlevering 70°C	615.852	536

[20] Als de strategie met de laagste nationale kosten een warmtenet met een LT-bron is, dan kijkt de Startanalyse voor welk deel van de buurt (% woningequivalenten) zo'n warmtenet met LT-bron de laagste meerkosten heeft, en voor welk deel van de buurt dat geldt voor individuele elektrische warmtepompen. Als deze situatie zich voordoet, wordt in de tabel de verdeling van deze twee oplossingen weergegeven.

E Parameters nationale kosten

In deze bijlage is een overzicht opgenomen van de inputwaarden van het CEGOIA-model.

Ontwikkeling energieprijzen en leercurve

De investeringsparameters in het model zijn voorzien van een leercurve die aangeeft hoe de kosten zich in de loop van de tijd ontwikkelen. Er zijn twee verschillende leercurves gehanteerd: een langzame curve voor technieken die al verder doorontwikkeld zijn en een snelle curve voor nieuwe technieken waarbij wordt verwacht dat er nog veel kostendaling zal optreden. Voor de ontwikkeling van de gasprijs en elektriciteitsprijs zijn aparte leercurven gedefinieerd. Alle leercurves zijn te zien in Tabel 20.

Voor de energieprijzen wordt aangesloten bij het scenario uit de KEV 2019 (PBL, 2019). Dit scenario loopt tot 2035. Voor 2050 wordt aangenomen dat er geen aardgas meer beschikbaar is in de gebouwde omgeving, maar enkel nog groengas. De aangenomen prijzen staan in Tabel 21.
Deze gas- of elektriciteitsprijs vermenigvuldigd met de leercurve factor geeft de prijs is dat jaar. Voor de elektriciteitsprijs in 2050 wordt aangesloten bij het scenario 'Hoog' uit de studie Welvaart en Leefomgeving. Van 2035 tot 2050 wordt een lineaire stijging van de energieprijzen aangehouden.

Tabel 20 - Leercurves op investeringen door innovaties en de ontwikkeling van de gas- en elektraprijs

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Bron
Geen	1	1	1	1	1	1	1	Geen
Langzaam	1	0,95	0,9	0,88	0,85	0,82	0,8	Interpretatie Vesta 3.5
Snel	1	0,91	0,81	0,79	0,76	0,73	0,71	Interpretatie Vesta 3.5
Gasprijs	1	1	1	1	1	1	1	Geen
Elektriciteitsprijs	1	1,23	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	KEV2019
Geothermie investering	1	0,93	0,86	0,8	0,73	0,67	0,6	Opschaling aardwarmte in warmtenetten: Een analyse van de meerwaarde van de play-based portfoliobenadering, IF Technology, CE Delft en Berenschot, 2018
COP-warmte-pomp	1	1,16	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	TKI Urban Energy
COP-wisselaar met individuele warmtepomp	1	1,16	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	TKI Urban Energy
Aandeel groengas	0	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83	1	aanname CE
Aardgasprijs	1	1,21	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	KEV2019
Groengasprijs	1	1	1	1	1	1	1	Geen

Tabel 21 - De aangenomen kosten van de energiedragers

Energiedrager	Kosten	Bron
Elektriciteit	11,9 €/GJ	KEV 2019
Lucht	0 €/GJ	N.v.t.
Water bodem	0 €/GJ	N.v.t.
Biomassa	13 €/GJ	http://www.houtpellets-online.eu/kostenbesparing-pellets-tov-gas/
Waterstof	25,39 €/GJ	Waterstof voor Vesta-MAIS (Katja Kruit en Reinier van der Veen), op basis van bovenwaarde
Hernieuwbaar gas	25,39 €/GJ	Aanname gelijk aan waterstof
Groengas	21,3 €/GJ	Aanname CE
Aardgas	5,4 €/GJ	Aanname CE
Water warmtenet HT	0 €/GJ	N.v.t.
Water warmtenet MT	0 €/GJ	N.v.t.
Water warmtenet LT	0 €/GJ	N.v.t.
Water warmtenet ZLT	0 €/GJ	N.v.t.
Water koudenet wko	0 €/GJ	N.v.t.
Water warmtenet wko	0 €/GJ	N.v.t.
Gas	21,3 €/GJ	N.v.t.

Gehanteerde rentevoeten en afschrijftermijnen

Alle investeringen worden in het model omgerekend naar jaarlijkse kosten. Dit gebeurt met een specifieke rentevoet en afschrijftermijn, afhankelijk van het type investering.
De gehanteerde rentevoeten zijn weergegeven in Tabel 22 en de gehanteerde afschrijftermijnen in Tabel 23.

Tabel 22 - Gehanteerde rentevoeten

Onderdeel	Rentevoet	Bron
Utiliteit	3 %	Vesta 3.5
Woning	3 %	Vesta 3.5
Corporatiewoning	3 %	Aanname CE Delft
Infrastructuur gas	3 %	Vesta 3.5
Infrastructuur waterstof	3 %	Aanname CE Delft
Infrastructuur elektriciteit	3 %	Vesta 3.5
Warmtenet	3 %	Vesta 3.5

Tabel 23 - Gehanteerde afschrijftermijnen

Onderdeel	Afschrijftermijn	Bron
Gebouw aanpassingen	25 jaar	Aanname CE
Gebouw installaties	15 jaar	Aanname CE
Collectieve installaties	25 jaar	Aanname CE
Infrastructuur	40 jaar	Netbeheerders

Technieken

De parameters voor de individuele warmtetechnieken zijn weergegeven in Tabel 24, voor collectieve warmtetechnieken Tabel 25 en de parameters voor de afgiftesystemen zijn weergegeven in Tabel 26.

Tabel 24 - Inputwaarden individuele warmtetechnieken

Techniek	Investering	Onderhouds-kosten	Leercurve	Bron
Warmtepomp - buitenlucht	€ 8.500	0,5 %	Geen	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp - bodem	€ 12.500	0,4 %	Geen	Warmtetechnieken.nl
Hr-ketel	€ 1.850	4 %	Geen	N.v.t.
Hybride warmtepomp - ventilatielucht	€ 5.200	2 %	Geen	N.v.t.
Hybride warmtepomp - buitenlucht	€ 5.000	2 %	Geen	N.v.t.
Cv-ketel [vaste biomassa]	€ 7.000	5 %	Geen	N.v.t.
Warmtenet HT	€ 2.000	2,5 %	Geen	N.v.t.
Warmtenet MT	€ 2.000	2,5 %	Geen	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	€ 8.600	2,5 %	Geen	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	€ 8.600	2,5 %	Geen	N.v.t.
Warmtenet LT	€ 2.000	2,5 %	Geen	N.v.t.
WKO-net	€ 2.000	2,5 %	Geen	N.v.t.
Hr-ketel [waterstof]	€ 3.350	4 %	Geen	N.v.t.
Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof]	€ 6.700	2 %	Geen	N.v.t.
Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof]	€ 6.500	2 %	Geen	N.v.t.
Mechanische ventilatie	€ 1.500	2 %	Geen	Aanname CE
Splitsysteem	€ 2.000	2,5 %	Geen	N.v.t.
Elektrische boiler	€ 1.250	2,5 %	Geen	N.v.t.
Zonneboiler	€ 2.900	2,5 %	Geen	Vesta 3.5
Wtw-douchepijp	€ 487	0 %	Geen	Aanname CE
Zonnepanelen	€ 250	1,5 %	Geen	Stichting de Woonmensen (Apeldoorn)

Tabel 25 - Inputwaarden collectieve warmtetechnieken

Techniek	Productie-kosten	Investerings-kosten	Onderhouds-kosten	Rende-ment	Leercurve	Leiding verlies	Bron
AVI	€ 3,75	€ 162,50	5 %	1	Geen	20 %	Vesta 3.5
BMC	€ 6,38	€ 162,60	5 %	1	Geen	20 %	Vesta FO 4.0
Warmtebron HT	€ 0	€ 0	5 %	1	Geen	20 %	Geen
Warmtebron MT	€ 0	€ 0	5 %	1	Geen	15 %	Geen
Warmtebron LT	€ 0	€ 0	5 %	1	Geen	15 %	Geen
STEG	€ 4,94	€ 162,70	5 %	1	Geen	20 %	Vesta 3.5
Geothermie HT	€ 0	€ 1.818	3 %	20	Geothermie investering	15 %	Platform geothermie

Techniek	Productie-kosten	Investerings-kosten	Onderhouds-kosten	Rende-ment	Leercurve	Leiding verlies	Bron
Geothermie MT	€ 0	€ 1.818	3 %	20	Geothermie investering	15 %	Platform geothermie
Restwarmte industrie	€ 0	€ 250	5 %	20	Geen	20 %	Vesta 3.5
Wkk	€ 0	€ 1.300	2 %	0,5	Geen	20 %	Vesta 3.5
Wko	€ 0	€ 1.133	2 %	3,5	Geen	15 %	vesta 2.0
TEO	€ 0	€ 1.000	2 %	20	Geen	7,5 %	Kengetallen aquathermie, IF technology 2019. Een studie uitgevoerd voor RVO.
PVT	€ 0	€ 259,50	2 %	20	Geen	7,5 %	Geen
Zeewater-centrale	€ 0	€ 250	2 %	20	Geen	7,5 %	Vesta functioneel ontwerp warmtenetten (concept 6 juni 2018)
LT-Restwarmte	€ 0	€ 250	5 %	20	Geen	15 %	Vesta 3.5

Tabel 26 - Inputwaarden afgiftesystemen per bruto vloeropppervlak

Afgiftesysteem	Investeringskosten	Bron
LT-radiatoren	35 €/m^2	Merosch 2020
HT-radiatoren	17,6 €/m^2	EPA maatregelenlijst 2017, individuele aanpak

Tabel 27 - Gehanteerde rendementen voor de verschillende technieken en bijbehorend isolatieniveau

Techniek	Functie	Isolatieniveau	Rendement	Energie-drager	Bron
Warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	4	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	4	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	4	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	4	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverkoeling	Alle	5	Elektriciteit	EPG NEN7120
Warmtepomp-buitenlucht	Warmtapwater	Alle	2,3	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-bodem	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	5	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-bodem	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m2	5	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-bodem	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	5	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-bodem	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Warmtepomp-bodem	Ruimteverkoeling	Alle	8	Elektriciteit	EPG
Warmtepomp-bodem	Warmtapwater	Alle	3,25	Elektriciteit	Warmtetechnieken.nl
Hr-ketel	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hr-ketel	Ruimteverwarming	Alle	0,94	Gas	Warmtetechnieken.nl
Hr-ketel	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hr-ketel	Warmtapwater	Alle	0,65	Gas	Warmtetechnieken.nl
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	5,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	5,1	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	5,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,1	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	5	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015

Techniek	Functie	Isolatieniveau	Rendement	Energie-drager	Bron
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hybride warmtepomp-ventilatielucht	Warmtapwater	Alle	0,65	Gas	Aanname CE
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	4,8	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	3,9	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	4,8	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	3,9	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	3,68	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	3,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Geen verbetering	3,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Ruimteverwarming	Utiliteit: Geen verbetering	0,94	Gas	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hybride warmtepomp-buitenlucht	Warmtapwater	Alle	0,65	Gas	Aanname CE
Cv-ketel [vaste biomassa]	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Cv-ketel [vaste biomassa]	Ruimteverwarming	Alle	0,95	Biomassa	Warmtetechnieken.nl
Wko-net	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.

Techniek	Functie	Isolatieniveau	Rendement	Energie-drager	Bron
Wko-net	Ruimteverwarming	Alle	1	Water warmtenet wko	N.v.t.
Wko-net	Ruimteverwarming	Alle	1	Water koudenet wko	N.v.t.
Wko-net	Ruimteverkoeling	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Wko-net	Ruimteverkoeling	Alle	1	Water warmtenet wko	N.v.t.
Wko-net	Ruimteverkoeling	Alle	1	Water koudenet wko	N.v.t.
Hr-ketel [waterstof]	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hr-ketel [waterstof]	Ruimteverwarming	Alle	0,95	Waterstof	Aanname CE
Hr-ketel [waterstof]	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hr-ketel [waterstof]	Warmtapwater	Alle	0,65	Waterstof	Aanname CE
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	5,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	5,1	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	5,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,1	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	5	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hybride warmtepomp-ventilatielucht [waterstof]	Warmtapwater	Alle	0,65	Waterstof	Aanname CE
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	4,8	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	3,9	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	4,8	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet

Techniek	Functie	Isolatieniveau	Rendement	Energie-drager	Bron
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	3,9	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	3,68	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	3,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Geen verbetering	3,7	Elektriciteit	Bewerking op HP cube factsheet
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Woning : Huidig	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Ruimteverwarming	Utiliteit: Geen verbetering	0,94	Waterstof	ACM-Rekenmodel maximumprijs 2015
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Hybride warmtepomp-buitenlucht [waterstof]	Warmtapwater	Alle	0,65	Waterstof	Aanname CE
Warmtenet HT	Ruimteverwarming	Alle	1	N.v.t.	N.v.t.
Warmtenet HT	Ruimteverwarming	Alle	1	Water warmtenet HT	N.v.t.
Warmtenet HT	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Warmtenet HT	Warmtapwater	Alle	1	Water warmtenet HT	N.v.t.
Warmtenet MT	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Warmtenet MT	Ruimteverwarming	Alle	1	Water warmtenet MT	N.v.t.
Warmtenet MT	Warmtapwater	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Warmtenet MT	Warmtapwater	Alle	1	Water warmtenet MT	N.v.t.
Warmtenet LT	Ruimteverwarming	Alle	1	Elektriciteit	N.v.t.
Warmtenet LT	Ruimteverwarming	Alle	1	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	6,1	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	6,1	Elektriciteit	None

Techniek	Functie	Isolatieniveau	Rendement	Energie-drager	Bron
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5,5	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,5	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	6,1	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	6,1	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	6,1	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5,5	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,5	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	6,1	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverkoeling	Alle	41	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Ruimteverkoeling	Alle	41	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Warmtapwater	Alle	4	Elektriciteit	None
Warmtenet LT met ind. warmtepomp	Warmtapwater	Alle	4	Water warmtenet LT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	6,1	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	6,1	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5,5	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,5	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	6,1	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 30 kWh/m^2	6,1	Water warmtenet ZLT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : LT 50 kWh/m^2	6,1	Water warmtenet ZLT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Woning : MT 70 kWh/m^2	5,5	Water warmtenet ZLT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Minimale verbetering	5,5	Water warmtenet ZLT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverwarming	Utiliteit: Maximale verbetering	6,1	Water warmtenet ZLT	N.v.t.
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverkoeling	Alle	20	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Ruimteverkoeling	Alle	20	Water warmtenet ZLT	Aanname CE
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Warmtapwater	Alle	4	Elektriciteit	None
Warmtenet ZLT met ind. warmtepomp	Warmtapwater	Alle	4	Water warmtenet ZLT	N.v.t.

Infrastructuur

De kostenparameters voor de infrastructuur zijn weergeven in Tabel 28 en Tabel 29.

Tabel 28 - Inputwaarden voor infrastructuur kosten en kosten voor aansluiting in de woning

Infrastructuur	Investering per meter	Investering per woning	Operationele kosten per meter	Operationele kosten per woning	Bron
Elektriciteit	110 €/m	758,33 €/aansluiting	19,80 €/m/jaar	13,73 €/ aansluiting/jaar	Basisdocument over energie-infrastructuur, Netbeheer Nederland 2019
Gas	300 €/m	858 €/aansluiting	30 €/m/jaar	19 €/ aansluiting/jaar	Basisdocument over energie-infrastructuur, Netbeheer Nederland 2019
Waterstof	330 €/m	944 €/aansluiting	33 €/m/jaar	20,90 €/ aansluiting/jaar	10% hoger dan kosten aardgasnet, inschatting op basis van Vesta MAIS 4.0, Studie Waterstof voor Vesta CE Delft, KIWA en mondelinge conversatie Albert van der Molen van Stedin

Tabel 29 - Kosten voor aansluiting utiliteit in €/m²/jaar

Infra-structuur	Kantoor	Winkel	Gezond-heidszorg	Logies	Onder-wijs	Bijeen-komst	Sport	Cel	Anders	Bron
Elektriciteit	1,43	1,11	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,49	1,43	RVO-module
Gas	0,48	0,26	0,23	0,15	0,25	0,23	0,19	0,22	0,12	Basisdocument over energie-infrastructuur, Netbeheer Nederland 2019
Waterstof	0,53	0,29	0,25	0,17	0,28	0,25	0,21	0,24	0,13	10% hoger dan kosten aardgasnet, inschatting op basis van Vesta MAIS 4.0, Studie Waterstof voor Vesta CE Delft, KIWA en mondelinge conversatie Albert van der Molen van Stedin

Overige parameters

De huidige warmtevraag voor woningen is afhankelijk van het type woning en het bouwjaar van de woning. De kentallen voor de warmtevraag per m^2 zijn weergegeven in Tabel 30.

Tabel 30 - De huidige warmtevraag voor ruimteverwarming van woningen per woningtype en bouwjaarcategorie

Woningtype	Bouwjaar	Huidige warmtevraag [kWh/m²]	Bron
Vrijstaand	Voor 1900	127	Merosh
Vrijstaand	1900 tot 1945	127	Merosh
Vrijstaand	1946 tot 1991	113	Merosh
Vrijstaand	1992 tot 2005	85	Merosh
Vrijstaand	Na 2005	71	Merosh
Hoekwoning	Voor 1900	114	Merosh
Hoekwoning	1900 tot 1945	114	Merosh
Hoekwoning	1946 tot 1991	95	Merosh
Hoekwoning	1992 tot 2005	61	Merosh
Hoekwoning	Na 2005	41	Merosh
Rijwoning	Voor 1900	114	Merosh
Rijwoning	1900 tot 1945	114	Merosh
Rijwoning	1946 tot 1991	95	Merosh
Rijwoning	1992 tot 2005	61	Merosh
Rijwoning	Na 2005	43	Merosh
Twee onder een kap	Voor 1900	110	Merosh
Twee onder een kap	1900 tot 1945	110	Merosh
Twee onder een kap	1946 tot 1991	102	Merosh
Twee onder een kap	1992 tot 2005	73	Merosh
Twee onder een kap	Na 2005	52	Merosh
Appartement	Voor 1900	109	Merosh
Appartement	1900 tot 1945	109	Merosh
Appartement	1946 tot 1991	90	Merosh
Appartement	1992 tot 2005	63	Merosh
Appartement	Na 2005	42	Merosh

In Cegoia gaan we uit van drie isolatieniveaus, een middentemperatuurniveau met een warmtevraag van 70 kWh/m^2 en twee lagetemperatuurniveaus; één met een warmtevraag van 50 kWh/m^2 en één met een warmtevraag van 30 kWh/m^2.

Tabel 31 - De kosten om te isoleren per woningtype en bouwjaar voor drie verschillende isolatieniveaus

Woningtype	Bouwjaar	MT 70 kWh/m²	LT 50 kWh/m²	LT 30 kWh/m²	Bron
Vrijstaand	Voor 1900	€ 172	€ 330	€ 482	Merosch
Vrijstaand	1900 tot 1945	€ 172	€ 330	€ 482	Merosch
Vrijstaand	1946 tot 1991	€ 150	€ 236	€ 590	Merosch
Vrijstaand	1992 tot 2005	€ 0	€ 149	€ 296	Merosch
Vrijstaand	Na 2005	€ 0	€ 0	€ 38	Merosch
Hoekwoning	Voor 1900	€ 114	€ 179	€ 283	Merosch
Hoekwoning	1900 tot 1945	€ 114	€ 179	€ 283	Merosch
Hoekwoning	1946 tot 1991	€ 103	€ 161	€ 358	Merosch

Woningtype	Bouwjaar	MT 70 kWh/m²	LT 50 kWh/m²	LT 30 kWh/m²	Bron
Hoekwoning	1992 tot 2005	€ 0	€ 110	€ 231	Merosch
Hoekwoning	Na 2005	€ 0	€ 0	€ 32	Merosch
Rijwoning	Voor 1900	€ 114	€ 179	€ 283	Merosch
Rijwoning	1900 tot 1945	€ 114	€ 179	€ 283	Merosch
Rijwoning	1946 tot 1991	€ 103	€ 161	€ 358	Merosch
Rijwoning	1992 tot 2005	€ 0	€ 110	€ 231	Merosch
Rijwoning	Na 2005	€ 0	€ 0	€ 32	Merosch
Twee onder een kap	Voor 1900	€ 111	€ 201	€ 311	Merosch
Twee onder een kap	1900 tot 1945	€ 111	€ 201	€ 311	Merosch
Twee onder een kap	1946 tot 1991	€ 107	€ 164	€ 430	Merosch
Twee onder een kap	1992 tot 2005	€ 0	€ 136	€ 279	Merosch
Twee onder een kap	Na 2005	€ 0	€ 0	€ 29	Merosch
Appartement	Voor 1900	€ 96	€ 160	€ 320	Merosch
Appartement	1900 tot 1945	€ 96	€ 160	€ 320	Merosch
Appartement	1946 tot 1991	€ 62	€ 122	€ 350	Merosch
Appartement	1992 tot 2005	€ 0	€ 93	€ 223	Merosch
Appartement	Na 2005	€ 0	€ 0	€ 46	Merosch

De warmtevraag voor utiliteit is afhankelijk van de utiliteitsfunctie. Voor utiliteit gaan we uit van twee isolatieniveaus, minimale besparing (Niveau B) en maximale besparing (Niveau A). De kosten voor isolatie zijn weergegeven in Tabel 33.

Tabel 32 - De warmtevraag van utiliteit in GJ/m² voor verschillende isolatieniveaus

Functie	Bouwjaar	Warmtevraag huidig [GJ/m²]	Warmtevraag Niveau B [GJ/m²]	Warmtevraag Niveau A [GJ/m²]	Bron
Kantoor	Voor 1920	0,98	0,36	0,15	Vesta 3.5
Kantoor	1920 tot 1974	0,77	0,21	0,15	Vesta 3.5
Kantoor	1975 tot 1989	0,21	0,21	0,15	Vesta 3.5
Kantoor	1990 tot 1994	0,36	0,36	0,15	Vesta 3.5
Kantoor	Na 1994	0,3	0,3	0,15	Vesta 3.5
Winkel	Voor 1920	0,49	0,19	0,12	Vesta 3.5
Winkel	1920 tot 1974	0,39	0,11	0,07	Vesta 3.5
Winkel	1975 tot 1989	0,11	0,11	0,07	Vesta 3.5
Winkel	1990 tot 1994	0,19	0,19	0,07	Vesta 3.5
Winkel	Na 1994	0,15	0,15	0,12	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	Voor 1920	1,12	0,45	0,23	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	1920 tot 1974	0,82	0,27	0,19	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	1975 tot 1989	0,27	0,27	0,19	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	1990 tot 1994	0,45	0,45	0,19	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	Na 1994	0,38	0,38	0,23	Vesta 3.5
Logies	Voor 1920	0,72	0,3	0,26	Vesta 3.5
Logies	1920 tot 1974	0,58	0,2	0,14	Vesta 3.5
Logies	1975 tot 1989	0,2	0,2	0,14	Vesta 3.5
Logies	1990 tot 1994	0,3	0,3	0,14	Vesta 3.5
Logies	Na 1994	0,26	0,26	0,26	Vesta 3.5
Onderwijs	Voor 1920	0,52	0,2	0,11	Vesta 3.5
Onderwijs	1920 tot 1974	0,39	0,11	0,08	Vesta 3.5

Functie	Bouwjaar	Warmtevraag huidig [GJ/m²]	Warmtevraag Niveau B [GJ/m²]	Warmtevraag Niveau A [GJ/m²]	Bron
Onderwijs	1975 tot 1989	0,11	0,11	0,08	Vesta 3.5
Onderwijs	1990 tot 1994	0,2	0,2	0,08	Vesta 3.5
Onderwijs	Na 1994	0,16	0,16	0,11	Vesta 3.5
Bijeenkomst	Voor 1920	0,56	0,62	0,17	Vesta 3.5
Bijeenkomst	1920 tot 1974	0,81	0,27	0,19	Vesta 3.5
Bijeenkomst	1975 tot 1989	0,37	0,37	0,26	Vesta 3.5
Bijeenkomst	1990 tot 1994	0,62	0,62	0,27	Vesta 3.5
Bijeenkomst	Na 1994	0,44	0,44	0,17	Vesta 3.5
Sport	Voor 1920	0,72	0,33	0,28	Vesta 3.5
Sport	1920 tot 1974	0,54	0,21	0,15	Vesta 3.5
Sport	1975 tot 1989	0,21	0,21	0,15	Vesta 3.5
Sport	1990 tot 1994	0,33	0,33	0,15	Vesta 3.5
Sport	Na 1994	0,28	0,28	0,28	Vesta 3.5
Cel	Voor 1920	1,17	0,47	0,38	Vesta 3.5
Cel	1920 tot 1974	0,8	0,28	0,19	Vesta 3.5
Cel	1975 tot 1989	0,28	0,28	0,19	Vesta 3.5
Cel	1990 tot 1994	0,47	0,47	0,19	Vesta 3.5
Cel	Na 1994	0,38	0,38	0,38	Vesta 3.5

Tabel 33 - De investeringskosten voor isolatiemaatregelen in €/m² voor utiliteit

Functie	Bouwjaar	Isolatiekosten niveau B (€/m²)	Isolatiekosten niveau A (€/m²)	Bron
Kantoor	Before-1920	77,76	104,47	Geen
Kantoor	1920-1974	124,46	149,52	Geen
Kantoor	1975-1989	114,89	140,98	Geen
Kantoor	1990-1994	0	119,01	Geen
Kantoor	After-1994	66,77	93,48	Geen
Winkel	Before-1920	91,75	121,24	Geen
Winkel	1920-1974	155,39	186,45	Geen
Winkel	1975-1989	141,5	173,84	Geen
Winkel	1990-1994	0	148	Geen
Winkel	After-1994	77,33	106,82	Geen
Gezondheidszorg	Before-1920	91,69	121,92	Geen
Gezondheidszorg	1920-1974	130,44	156,51	Geen
Gezondheidszorg	1975-1989	119,42	146,8	Geen
Gezondheidszorg	1990-1994	0	125	Geen
Gezondheidszorg	After-1994	78,05	108,28	Geen
Logies	Before-1920	87,51	117,36	Geen
Logies	1920-1974	123,48	148,54	Geen
Logies	1975-1989	114,47	140,47	Geen
Logies	1990-1994	0	118,03	Geen
Logies	After-1994	75,72	105,57	Geen
Onderwijs	Before-1920	84,9	114,07	Geen
Onderwijs	1920-1974	111,54	133,6	Geen
Onderwijs	1975-1989	99,48	122,85	Geen
Onderwijs	1990-1994	0	106	Geen
Onderwijs	After-1994	69,16	98,33	Geen

Functie	Bouwjaar	Isolatiekosten niveau B (€/m²)	Isolatiekosten niveau A (€/m²)	Bron
Bijeenkomst	Voor 1920	77,6	105,78	Geen
Bijeenkomst	1920-1974	154,34	184,42	Geen
Bijeenkomst	1975-1989	141,89	173,53	Geen
Bijeenkomst	1990-1994	0	146,96	Geen
Bijeenkomst	Na 1994	66,32	94,49	Geen
Sport	Voor 1920	128,05	180,09	Geen
Sport	1920-1974	180,04	216,18	Geen
Sport	1975-1989	162,61	201,31	Geen
Sport	1990-1994	0	171,98	Geen
Sport	Na 1994	105,36	157,4	Geen
Cel	Voor 1920	53,45	71,72	Geen
Cel	1920-1974	126,47	152,51	Geen
Cel	1975-1989	118,04	144,95	Geen
Cel	1990-1994	0	121	Geen
Cel	Na 1994	46,72	64,99	Geen

Tabel 34 - Overige energievragen woningen

Isolatieniveau	Ventilatie (GJ/m²)	Koude (GJ/m²)	Hulpenergie (GJ/m²)	Warmtapwater (GJ/persoon)	Bron
LT 30 kWh/m²	0,03	0,05	0,01	4	Aanname CE
LT 50 kWh/m²	0,02	0,05	0,01	4	Aanname CE
MT 70 kWh/m²	0	0	0,01	4	Aanname CE
Huidig	0	0	0,01	4	Aanname CE

Tabel 35 - Overige energievragen van utiliteit

Functie	Ventilatie (GJ/m²)	Koude (GJ/m²)	Hulpenergie (GJ/m²)	Apparaten (GJ/m²)	Warm-tapwater (GJ/m²)	Bron
Bijeenkomst	0,05	0,18	0,01	0,13	0,03	Vesta 3.5
Cel	0,05	0,09	0,01	0,45	0,0	Vesta 3.5
Gezondheidszorg	0,05	0,03	0,01	0,23	0,04	Vesta 3.5
Kantoor	0,02	0,09	0,01	0,45	0,0	Vesta 3.5
Logies	0,05	0,16	0,01	0,09	0,04	Vesta 3.5
Onderwijs	0,01	0,0	0,01	0,15	0,01	Vesta 3.5
Anders	0	0,09	0,01	0,45	0,0	Vesta 3.5
Sport	0,08	0,09	0,01	0,45	0,0	Vesta 3.5
Winkel	0,01	0,04	0,01	0,57	0,0	Vesta 3.5

Tabel 36 - Ouderdomsfactoren: kostenverhogende factor vanwege ouderdom van de gebouwen

Investeringsonderdeel	Bouwjaar voor 1900	Bouwjaar 1900-1945	Bouwjaar 1945	Bron
Energie-infrastructuur	2,5	1,5		Aanname CE
Isolatiemaatregelen	2	1		Aanname CE
Amovering	2	1		Aanname CE

Tabel 37 - Inputwaarden potentieel dakoppervlakte zon-PV

Onderdeel	Factor	Bron
Beschikbaar oppervlak gestapelde woningen	0,5	Aanname CE
Gestapelde woningen	0,25	Aanname CE
Beschikbaar oppervlak grondgebonden woningen	0,33	Aanname CE
Grondgebonden woningen	0,33	Aanname CE

De kosten voor netverzwaring bij gebruik van elektrische warmtepompen bedragen 938 €/kW (zonder leercurve).

Tabel 38 - Inputwaarden netverzwaring elektriciteit

Techniek	Isolatieschil	Netverzwaring (kW/woning)	Bron
Warmtepomp-bodem	LT 30 kWh/m^2	2	Mondelinge toelichting Stedin naar aanleiding van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS-Buurt via Stedin website
Warmtepomp-bodem	LT 50 kWh/m^2	2	Mondelinge toelichting Stedin naar aanleiding van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS-Buurt via Stedin website
Warmtepomp-bodem	MT 70 kWh/m^2	2	Mondelinge toelichting Stedin naar aanleiding van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS-Buurt via Stedin website
Warmtepomp-buitenlucht	LT 30 kWh/m^2	2	
Warmtepomp-buitenlucht	LT 50 kWh/m^2	2	Mondelinge toelichting Stedin naar aanleiding van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS-Buurt via Stedin website
Warmtepomp-buitenlucht	MT 70 kWh/m^2	2	Mondelinge toelichting Stedin naar aanleiding van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS-Buurt via Stedin website

Voor warmtelevering met een warmtenet wordt een leidingverlies aangehouden, voor de waarde hiervan zie Tabel 25. De gelijktijdigheidsfactor voor de aansluitingen op het warmtenet wordt verondersteld op 50%.

Tabel 39 - Inputwaarden warmtenet

Type gebouw	Aansluitkosten	Aansluitwaarde	Bron
Grondgebonden woning	10.000 €/weq	7,5 kW/weq	Nuon
Grondgebonden woning	10.000 €/weq	9 kW/weq	Nuon
Gestapelde woning	6.000 €/weq	7,5 kW/weq	Nuon
Woning met blokverwarming	2.000 €/weq	7,5 kW/weq	Geen
Utiliteit	150 €/m^2	0,05 kW/m^2	Nuon

Tabel 40 - Inputwaarden aansluiting warmtenet

Onderdeel	Waarde	Bron
Investering onderstation	135 €/kW	Vesta 3.5
Onderhoud onderstation	3 %	Vesta 2.0
Onderhoud transportleiding	3 %	Vesta 2.0
Onderhoud hoofdleiding	3 %	Vesta 2.0
Onderhoud zijleiding	3 %	Vesta 2.0
Investering wos	100 €/kW	Rotterdam Engineering
Investering wos exclusief piekinstallatie	75 €/kW	Vesta 2.0
Onderhoud wos	3 %	Vesta 3.5
Onderhoud aansluiting	2,5 %	Vesta 2.0
Investering collectieve warmtepomp	680 €/kW	Vesta 3.5
Onderhoud collectieve warmtepomp	0 -	Vesta functioneel ontwerp warmtenetten (concept 6 juni 2018)

Tabel 41 - Bijstook factoren voor collectieve warmtebronnen

Onderdeel	Waarde	Bron
Bijstook woningen LT 30 kWh/m^2	0,1	Geen
Bijstook woningen LT 50 kWh/m^2	0,15	Geen
Bijstook woningen MT 70 kWh/m^2	0,2	Geen
Bijstook woningen Huidig	0,25	Geen
Bijstook utiliteit Maximale verbetering	0,1	Geen
Bijstook utiliteit Minimale verbetering	0,15	Geen
Bijstook utiliteit Geen verbetering	0,25	Geen

Tabel 42 - Bijstookfactoren geothermie

Onderdeel	Waarde	Bron
Bijstook woningen LT 30 kWh/m^2	0,2	Geen
Bijstook woningen LT 50 kWh/m^2	0,25	Geen
Bijstook woningen MT 70 kWh/m^2	0,3	Geen
Bijstook woningen Huidig	0,35	Geen
Bijstook utiliteit Maximale verbetering	0,38	Geen
Bijstook utiliteit Minimale verbetering	0,25	Geen
Bijstook utiliteit Geen verbetering	0,23	Geen

Tabel 43 - Belastingtarieven

Onderdeel	Woningen	Utiliteit	Bron
Btw	0,21 %	0 %	Geen
Energiebelasting elektriciteit	27,06 €/GJ	10,21 €/GJ	Geen
Energiebelasting gas	9,47 €/GJ	9,47 €/GJ	Geen
Opslag duurzame energie elektriciteit	7,56 €/GJ	7,75 €/GJ	Geen
Opslag duurzame energie gas	2,2 €/GJ	2,2 €/GJ	Geen