Transitievisie Warmte Amstelveen

Achtergrondrapport

CE Delft

Committed to the Environment

Transitievisie Warmte Amstelveen

Achtergrondrapport

Dit rapport is geschreven door:
Katja Kruit, Pien van Berkel

Delft, CE Delft, augustus 2020

Publicatienummer: 20.190362.113

Opdrachtgever: Gemeente Amstelveen

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

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Katja Kruit (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

1	Inleiding	3
	1.1 Aanleiding	3
	1.2 Geraadpleegde documenten	3
	1.3 Onderzoeksvragen en leeswijzer	4
2	Warmtevraag en potentieel voor besparing	5
	2.1 Warmtevraag	5
	2.2 Energielabels woningen	8
3	Warmtebronnen voor collectieve warmte en koude	9
	3.1 Warmte van buiten de gemeente	9
	3.2 Hogetemperatuur (HT) restwarmte	10
	3.3 Lagetemperatuur (LT) restwarmte	10
	3.4 Aquathermie	12
	3.5 Bodemenergie	15
	3.6 Biomassa	16
	3.7 Overzicht van warmtebronnen	17
	3.8 Vergelijking warmtevraag en -aanbod	20
4	Kosten van de verschillende warmteopties per buurt	21
	4.1 Het CEGOIA-model van CE Delft	21
	4.2 Startanalyse versie 0.8 van het PBL	22
	4.3 Caldomus-model van Innoforte	22
	4.4 Overzicht van de uitkomsten	24
5	Elektriciteitsnet van Amstelveen	27
	5.1 Verwachte gevolgen	27
6	Verwijzingen	31
A	Additionele informatie uit de geraadpleegde rapportages	33
	A.1 Amstelveen zonder aardgas: De mogelijkheden voor een klimaatneutrale warmtevoorziening (CE Delft, 2017)	33
	A.2 Startanalyse van PBL en Expertisecentrum Warmte	38
	A.3 Toekomstbestendige energie-infrastructuur (Innoforte, 2017)	39
	A.4 Regiostudie Amstelveen en Netimpactdoorrekening RES NHZ	40
	A.5 NP RES viewer	42
	A.6 PLECK: Plan voor de energietransitie, circulaire economie en klimaatadaptatie	42
	A.7 Stadspeiling 2019	42
	A.8 Stadsgesprek energietransitie	44
	A.9 Voorbereidingsprogramma Amstelveen aardgasvrij definitief	44

1 Inleiding

Dit achtergrondrapport geeft een overzicht van de inhoudelijke kennis die ten grondslag ligt aan de Transitievisie Warmte van de gemeente Amstelveen. Het is bedoeld ter ondersteuning van de Transitievisie.

1.1 Aanleiding

In de Transitievisie Warmte (TVW) legt de gemeente Amstelveen een tijdspad vast waarop buurten overgaan op duurzame verwarming. Voor de buurten waarvan de transitie vóór 2030 gepland is, wordt in de TVW ook inzicht gegeven in deze potentiële alternatieve energie-infrastructuren (all-electric, (type) warmtenet, etc.). Om deze buurten en de voorziene energie-infrastructuur te kiezen, zijn zowel subjectieve kaders nodig als inhoudelijke kennis. In dit achtergrondrapport geven we een overzicht van de inhoudelijke kennis die relevant is voor de TVW.

Er zijn al verschillende studies gedaan voor de gemeente Amstelveen, metropoolregio Amsterdam en provincie Noord-Holland. In dit achtergrondrapport bij de TVW bundelen we deze bestaande kennis, waarbij de focus ligt op technisch-economische aspecten zoals:

- de warmtevraag van de gebouwde omgeving in Amstelveen;
- aanwezige energie-infrastructuur;
- aanwezige warmtebronnen;
- kostenberekeningen van warmteopties per buurt.

1.2 Geraadpleegde documenten

Tabel 1 geeft een overzicht van de geraadpleegde documenten. Per document is weergegeven waarover deze informatie levert.

Tabel 1 - Overzicht van de geraadpleegde documenten

Nr	Naam document	Type informatie		
		Warmte-bronnen in Amstelveen	Kosten van verschillende warmteopties	Overig/ achtergrond-informatie
1	Amstelveen zonder aardgas: De mogelijkheden voor een klimaatneutrale warmtevoorziening (CE Delft, 2017)		X	
2	Startanalyse (PBL, 2019)		X	
3	Toekomstbestendige energie-infrastructuur (Innoforte, 2017)	X	X	
4	MRA Warmte Koude - Grand Design 2.0 (APPM; CE Delft; Generation.Energy, 2019)	X		
5	Potentieel duurzame energie in Amstelveen (CE Delft, 2019)	X		
6	Energiemix Amstelveen (Quintel Intelligence; Over Morgen, 2020)	X		
7	Foto energie & ruimte deelregio Amstelland (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019) en NP RES viewer	X		

Nr	Naam document	Type informatie		
		Warmte-bronnen in Amstelveen	Kosten van verschillende warmteopties	Overig/ achtergrond-informatie
8	Scenario's warmtenet Amstelveen tot 2030 (Eneco, 2019)	X		X
9	Voorbereidingsprogramma Amstelveen aardgasvrij (Gemeente Amstelveen, 2019d)			X
10	PLECK: Plan voor de energietransitie, circulaire economie en klimaatadaptatie (Gemeente Amstelveen, 2019a)			X
11	Stadspeiling 2019 (Gemeente Amstelveen, 2019c)			X
12	Stadsgesprek energietransitie (Gemeente Amstelveen, 2019b)			X
13	WRK-leiding Waternet: levering van thermische energie (Wichers, 2018)	X		
14	Haalbaarheid warmte uit WRK-leiding (Greenvis, 2019)	X		
15	Kansenkaart Amstelveen – Energie (Generation.Energy, 2019)			X
16	Regiostudie Amstelveen (Liander 2019)			X

1.3 Onderzoeksvragen en leeswijzer

Dit achtergrondrapport geeft antwoord op de volgende vragen:

- Wat is de warmtevraag in Amstelveen (en in de buurten) en wat is het potentieel voor besparing? (Hoofdstuk 2)
- Welke warmtebronnen voor collectieve warmte zijn er in Amstelveen? (Hoofdstuk 3)
- Wat zijn de kosten van de verschillende warmteopties per buurt in Amstelveen? (Hoofdstuk 4)
- Tot slot gaat Hoofdstuk 5 kort in op de verwachte gevolgen voor het elektriciteitsnet in Amstelveen.

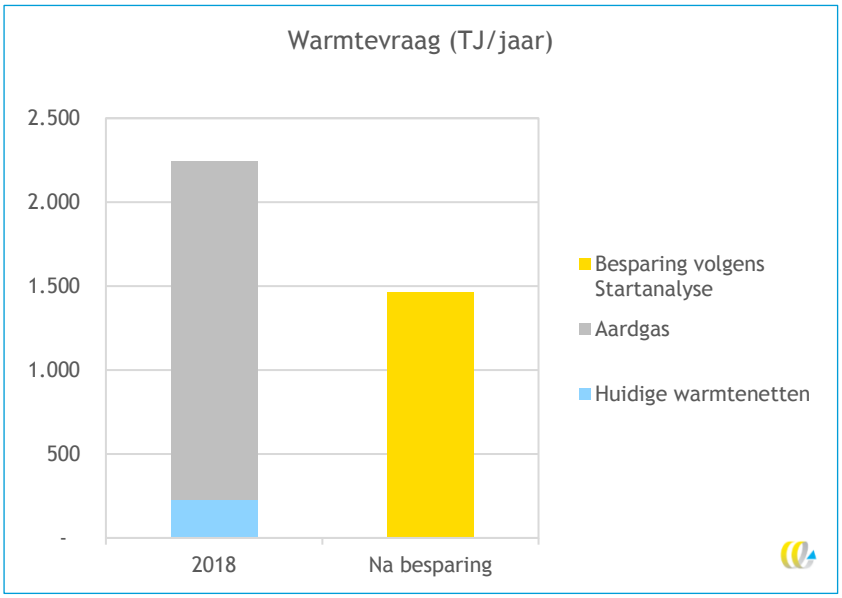
2 Warmtevraag en potentieel voor besparing

2.1 Warmtevraag

In 2018 gebruikten de woningen in Amstelveen totaal 50 miljoen m^3 aardgas (Rijkswaterstaat, sd). De totale energievraag voor warmte voor woningen en andere gebouwen in 2018 was 2.245 terajoule (TJ) (PBL, 2019).

In de Startanalyse versie 0.8 van PBL (PBL, 2019) is berekend wat de warmtevraag van de gebouwde omgeving zou zijn als alle gebouwen zouden worden geïsoleerd naar label B of beter. De totale warmtevraag is dan nog 1.462 TJ (zie Figuur 1).

Figuur 1 - Warmtevraag van woningen en utiliteitsgebouwen in Amstelveen in 2018 en na isolatie tot label B of beter



Bron: (PBL, 2019).

Tabel 2 geeft het gemiddelde aardgasgebruik van de woningen in de verschillende buurten van Amstelveen weer. We zien dat de buurten waar een hoog percentage van de bebouwing is aangesloten op het stadswarmtenet, vanzelfsprekend weinig aardgas gebruiken.

Tabel 2 - Gasgebruik woningen en percentage van de gebouwen aangesloten op een warmtenet in de buurten van Amstelveen

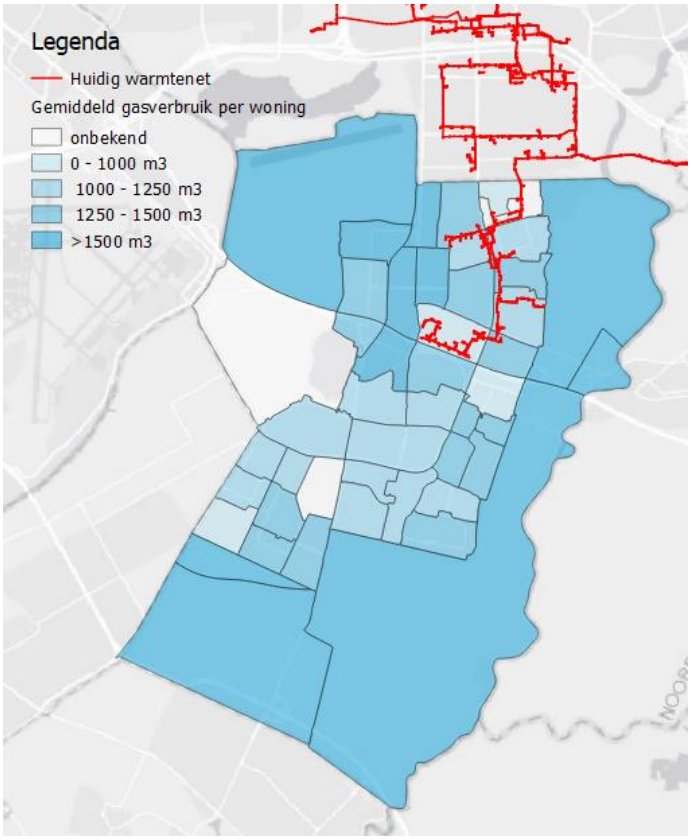
Wijk	Buurt	Gemiddeld gasgebruik alle woningen (temperatuur-gecorrigeerd) (m^3)	% gebouwen aangesloten op warmtenet	Bijzonderheden
Randwijck	Randwijck West	2.000		
	Randwijck Oost	1.330	10%	Eneco
Patrimonium	Oranjebuurt	2.250		
	Patrimonium	1.470		
Elsrijk	Elsrijk West	1.940		
	Kruiskerkbuurt	1.900		
	Vredeveldbuurt	1.080	24%	Eneco
	Elsrijk Oost	1.320		
Stadshart	Stadshart	630	50%	Eneco
Uilenstede, Kronenburg	Uilenstede	940	Geen gegevens	Duwo
	Kronenburg	*Onbekend*	~100%	Eneco en Duwo
Bankras, Kostverloren	Heldenbuurt	1.160		
	Zeestratenbuurt	1.270	17%	Eneco
	Boekenbuurt	1.100	11%	Eneco
	Operabuurt	1.310		
Buitengebied Noord	Middelpolder	2.760		
	Buurt over Ouderkerk	1.900		
Keizer Karelpark	Oude Dorp	1.330		
	Kastanjebuurt	1.600		
	Van der Leekbuurt	1.440		
	Populierenbuurt	1.090		
	Augustinuspark	1.100		
	Startbaanbuurt	1.180		
Groenelaan	Langerhuize	550	52%	Wko-net
	Alpen Rondwegbuurt	1.260		
	In de Wolkenbuurt	1.270		
	Watercirkelbuurt	1.290		
	Kringloopbuurt	1.440		
Waardhuizen, Middenhoven	Beroepenbuurt	1.150		
	Hemellichamenbuurt	1.030		
	Punterbuurt	1.220	12%	Eneco
	Molenbuurt	1.130		
	Galjoenbuurt	1.300		
Bovenkerk - Westwijk Noord	Bovenkerk	1.230		
	Buitenplaatsenbuurt	1.150		
	Betsy Perkbuurt	1.170		
	Legmeer	*Onbekend*		Bedrijventerrein
	Landschappenbuurt	1.190		
	Theaterbuurt	1.290		
Westwijk Zuid	Kastelenbuurt	200	64%	Wko-net van BAM
	Schrijversbuurt	1.430		

Wijk	Buurt	Gemiddeld gasgebruik alle woningen (temperatuur-gecorrigeerd) (m^3)	% gebouwen aangesloten op warmtenet	Bijzonderheden
	Kruidenbuurt	1.280	Geen gegevens	Wko-net van BAM
	De Scheg	3.420		Volgens CBS gaat het om 22 bestaande woningen (nieuwbouwwijk in aanbouw)
Buitengebied Zuid	Nes aan de Amstel	2.230		
	Legmeerpolder	2.630		
Amsterdamse Bos	Amsterdamse Bos Noord	2.930		
	Amsterdamse Bos Zuid	*Onbekend*		

Bron: (Rijkswaterstaat, 2019; PBL, 2019).

Figuur 2 geeft het gemiddelde gasverbruik per woning per buurt en de ligging van het warmtenet van Eneco.

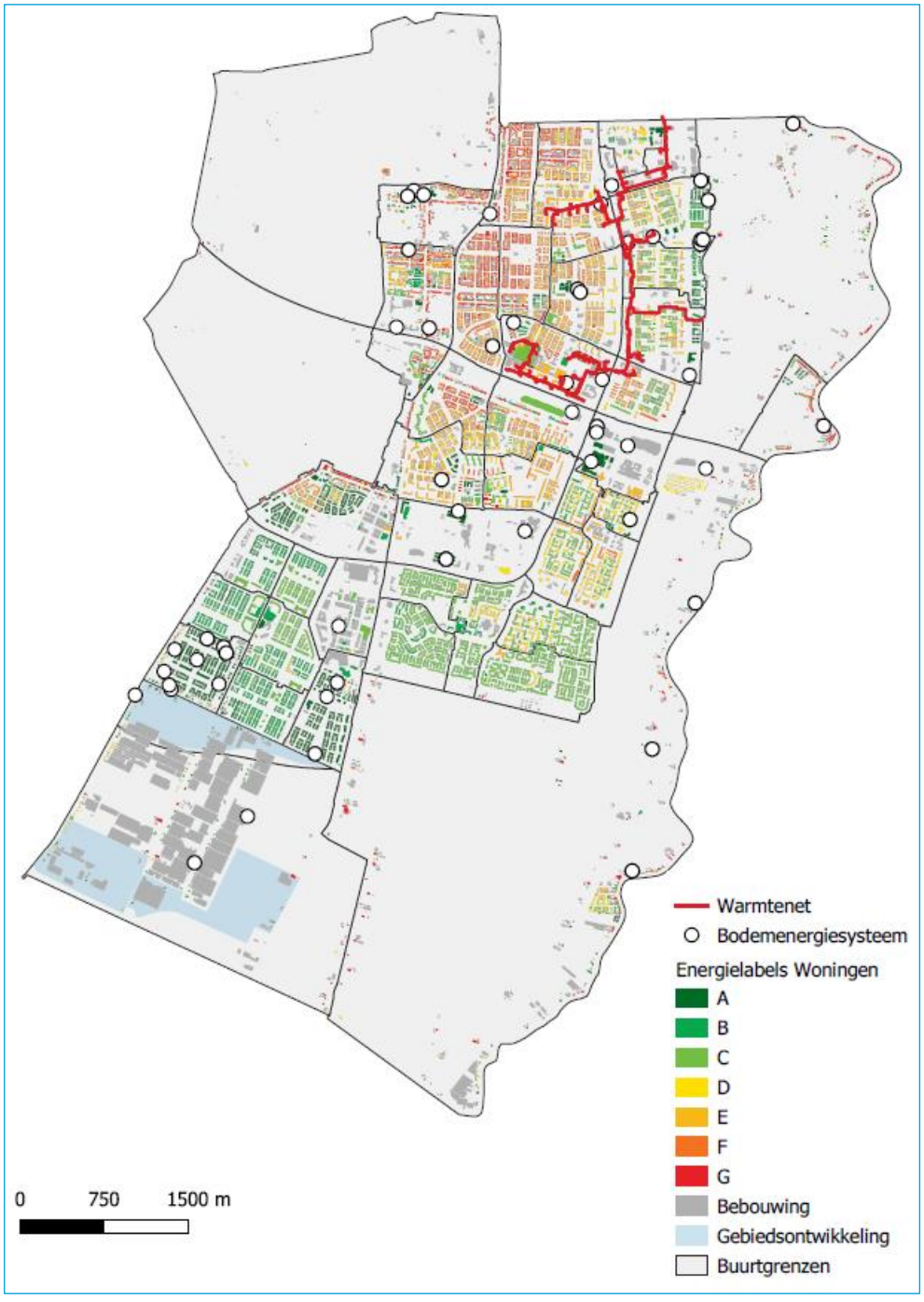
Figuur 2 - Gemiddeld gasverbruik per buurt



2.2 Energielabels woningen

Figuur 3 laat de energielabels zien van de woningen in Amstelveen. In de buurten waar een hoog percentage van de bebouwing is aangesloten op het stadswarmtenet, wordt vanzelfsprekend relatief weinig aardgas gebruikt. In de buurten waar de woningen een laag isolatieniveau/energielabel hebben, wordt gemiddeld meer aardgas gebruikt. In Figuur 3 zijn ook het stadswarmtenet van Eneco en de bestaande bodemenergiesystemen zichtbaar.

Figuur 3 - Huidige warmtevoorziening in de gemeente Amstelveen: Energielabels woningen, bestaand warmtenet en bodemenergie (BE) systemen



3 Warmtebronnen voor collectieve warmte en koude

Om warmtenetten in Amstelveen te voorzien van duurzame warmte en koude zijn verschillende bronnen mogelijk. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de bekende bronnen.

3.1 Warmte van buiten de gemeente

Het huidige warmtenet is van Eneco, die de warmte inkoopt van Vattenfall. De bron van deze warmte is restwarmte van de elektriciteitscentrale in Diemen, aangevuld met gasgestookte hulpwarmtecentrales. Eneco werkt in samenwerking met Vattenfall aan de verduurzaming van de bronnen. In de bronnenstrategie van Eneco staat bijvoorbeeld dat de Diemercentrale zal worden verduurzaamd door de plaatsing van een biomassaketel (Eneco, 2019).

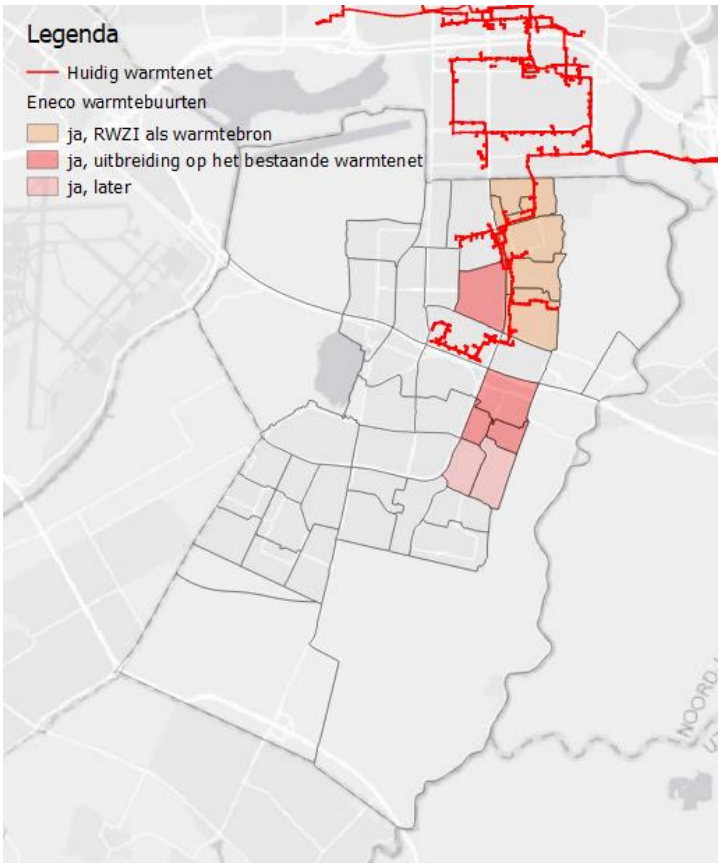
In 2019 heeft Eneco een verkenning gedaan van de mogelijkheden voor uitbreiding van het huidige net in Amstelveen (Eneco, 2019). Daarin wordt beschreven dat er met de huidige capaciteit van de warmteleiding 1.500 tot 3.500 woningen kunnen worden aangesloten op het bestaande warmtenet. Daarnaast wordt de mogelijkheid verkend van het gebruiken van restwarmte van de RWZI (zie volgende paragraaf).

Eneco geeft aan dat er gestart kan worden met (een selectie van) de volgende buurten of wijken, gezien met name de woningdichtheid en de afstand tot het warmtenet c.q. de potentiële nieuwe bron:

- Bankras/Kostverloren (Heldenbuurt, Zeestratenbuurt, Boekenbuurt, met name de straten die tegen de Beneluxbaan of de Amstel aanliggen) en Kronenburg/Uilenstede; met de RWZI als warmtebron. Eventueel ook rijwoningen in de buurten in Bankras/ Kostverloren, als uitbreiding op het bestaande warmtenet.
- Elsrijk (met name Elsrijk Oost); uitbreiding op bestaande warmtenet.
- Groenenlaan (om te beginnen met name de noordelijke buurten Langerhuize, Alpenrondwegbuurt, In de Wolkenbuurt); uitbreiding op bestaande warmtenet

Deze buurten zijn aangegeven in Figuur 4.

Figuur 4 - Buurten die door Eneco zijn aangegeven als kansrijk voor aansluiting op een warmtenet



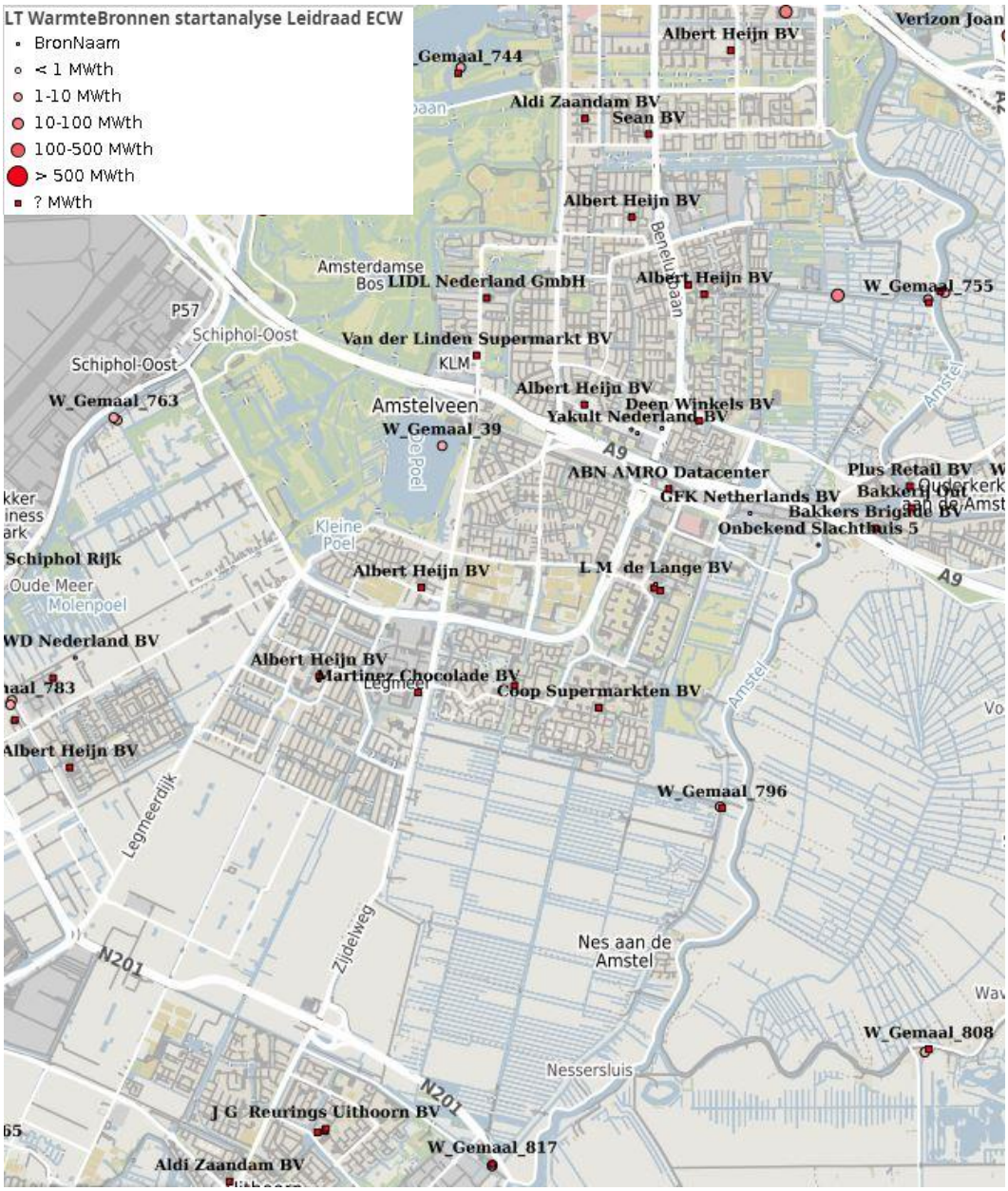
3.2 Hogetemperatuur (HT) restwarmte

De RWZI Amstelveen produceert groengas, dat wordt gebruikt in wkk's (warmte-krachtkoppeling). Samen met Waternet wordt in kaart gebracht of hiervan restwarmte beschikbaar is (CE Delft, 2019).

3.3 Lagetemperatuur (LT) restwarmte

Lagetemperatuurrestwarmte is voornamelijk restwarmte van koelinstallaties (condensor-warmte), met een temperatuurniveau van 30-40°C. Potentiële bronnen van LT-warmte zijn door RVO in kaart gebracht in de WarmteAtlas en gebruikt door PBL in de Startanalyse, zie Figuur 5. De RWZI is in de Startanalyse beschouwd als bron op middentemperatuur (70°C).

Figuur 5 - Lagetemperatuurrestwarmtebronnen in de gemeente Amstelveen



Bron: (RVO, sd).

Datacenters

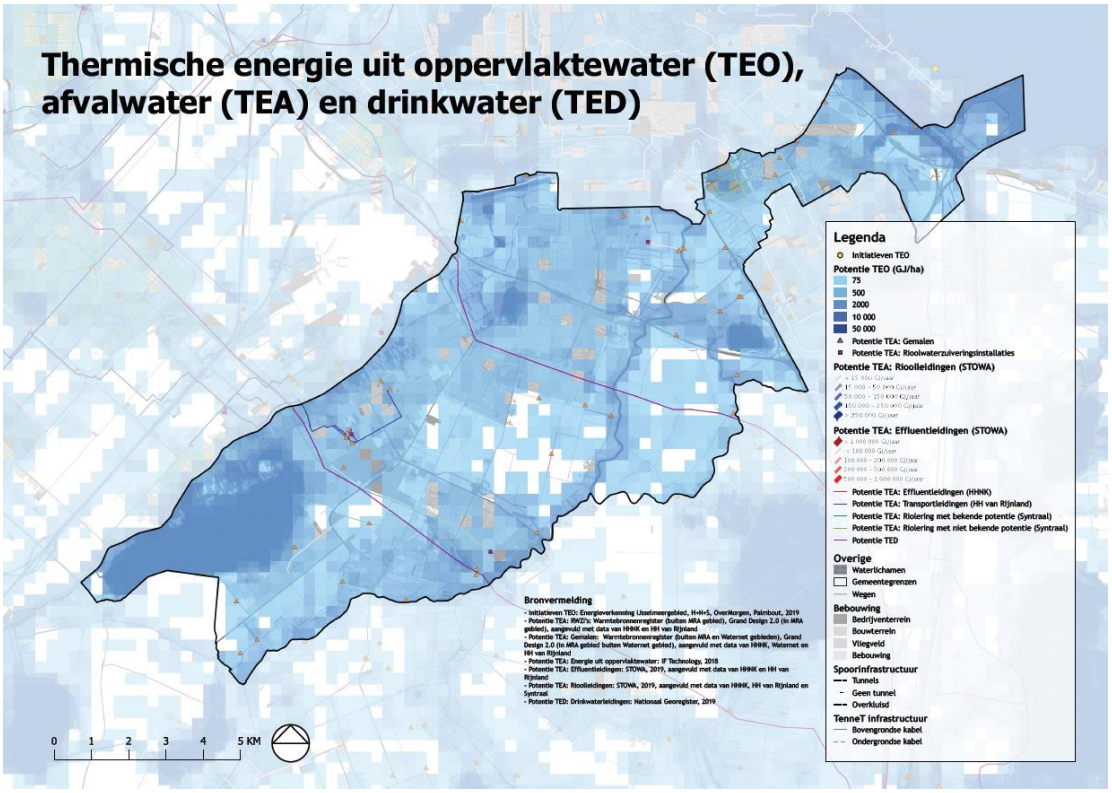
Er zijn in de gemeente twee datacenters van ABN-AMRO (in de Eleanor Rooseveltlaan en de Groenelaan). Het is onwaarschijnlijk dat hiervan restwarmte benut kan worden omdat de datacenters essentieel zijn voor de kritische bedrijfsprocessen van de bank (Eneco, 2019).

Net over de grens met de gemeente Haarlemmermeer ten zuiden van de gemeente Amstelveen ligt een cluster datacenters die potentieel warmte zouden kunnen leveren (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019).

3.4 Aquathermie

Aquathermie is het gebruik van warmte en koude uit water. Hieronder kunnen oppervlaktewater (rivieren, kanalen en meren), afvalwater (influent en effluent) en drinkwater vallen. Figuur 6 laat de potentie voor aquathermie in de regio Amstelland zien.

Figuur 6 - Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED) in de RES-deelregio Amstelland

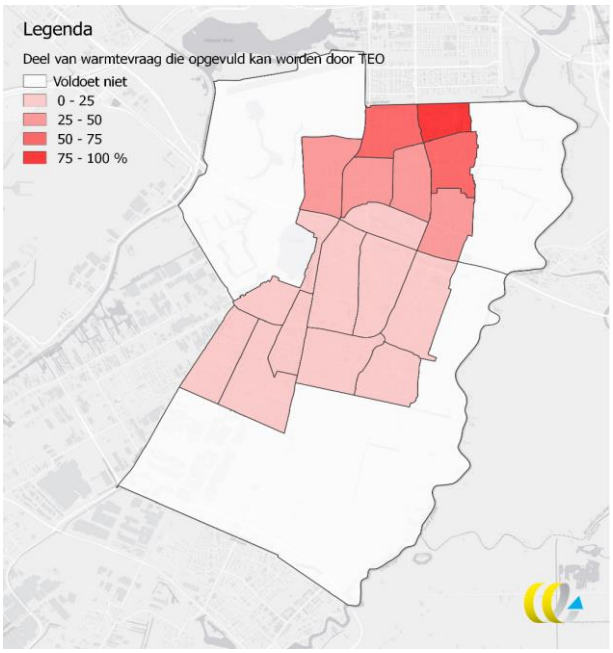


Bron: (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019).

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

De totale potentie voor TEO in de gemeente Amstelveen is 362 TJ/jaar (CE Delft, 2019). Om dit te realiseren, zouden alle benutte oppervlaktewateren van warmtewisselaars moeten worden voorzien. De vraag is of dat praktisch, planologisch en kostentechnisch wenselijk is. Veelal vraagt benutting van TEO om een combinatie met wko.

Figuur 7 - Potentie voor TEO als percentage van de warmtevraag



Bron: (CE Delft, 2019).

Thermische energie uit afvalwater (TEA)

Thermische energie uit afvalwater kan gewonnen worden bij gemalen en RWZI's, alsook uit influent- en effluentleidingen van RWZI's. De rioolwaterzuiveringsinstallatie Amstelveen is een van de weinige duurzame warmtebronnen in de gemeente. De gemeente, Eneco en het waterschap hebben onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van benutting van warmte uit effluent van de RWZI voor het warmtenet in Amstelveen-Noord. Deze warmte zou kunnen worden opgewaardeerd en gebruikt voor een midden- of lagetemperatuurwarmtenet (70-50°C aanvoertemperatuur). Vooral bij een lagetemperatuurwarmtenet is het belangrijk dat gebouwen een hoog isolatieniveau hebben. Er zou gestart kunnen worden wanneer zo'n 1.000 WEQ aangesloten worden op het warmtenet met RWZI-warmte (Eneco, 2019).

Thermische energie uit drinkwater (TED)

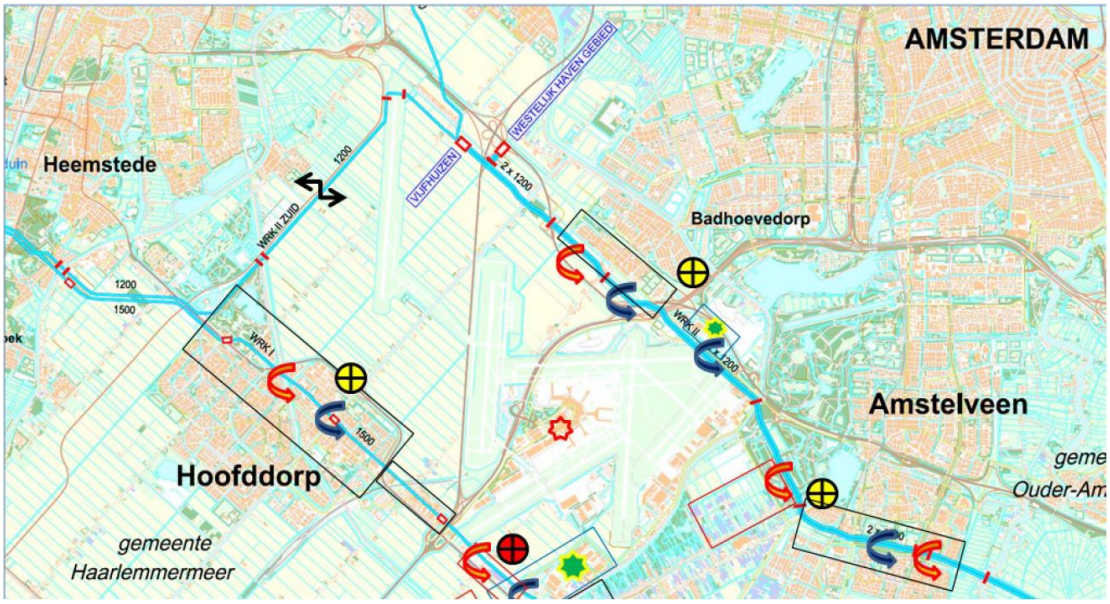
In 2019 is een onderzoek gestart naar de mogelijkheid om warmte uit de ruwwaterleiding van Waternet te gebruiken als additionele bron voor het bestaande warmtenet, of voor een nieuw LT-/MT-warmtenet in Amstelveen. De totale potentie wordt geschat op 315 TJ zijn, goed voor zo'n 6.100 woningen (Eneco, 2019).

De potentie van levering van thermische energie vanuit Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK)-leidingen is groot. Ook technisch is dit haalbaar. Wel vraagt dit om een forse investering die zich enkel kan terugverdienen als de levering van thermische energie op voldoende grote schaal plaatsvindt (Wichers, 2018). De exploitatie van de WRK-leidingen wordt nog 30 jaar voortgezet, waardoor deze de mogelijkheid bieden langdurig thermische energie te kunnen leveren. De leidingen worden periodiek voor onderhoud en inspectie buiten werking gesteld, hierdoor zijn deze ongeveer één maand per jaar buiten gebruik. Voor deze perioden zijn er dus additionele warmtebronnen nodig. Gepland onderhoud en inspectie vinden meestal in de winterperiode plaats.

Indirecte levering van thermische energie is ook mogelijk, door levering van thermische energie aan een wko-systeem. Dit maakt ook het niet leveren van thermische energie in periodes van onderhoud en inspectie gemakkelijker te ondervangen. Ook levering aan een open LT-warmtenet is een optie.

Figuur 8 geeft aan dat er een WRK-leiding door Amstelveen loopt en dat het gebied rondom deze leiding potentieel interessant kan zijn voor levering van warmte en koude, als hier behoefte is aan levering van thermische energie.

Figuur 8 - WRK-tracés in de omgeving Schiphol-Amstelveen



Bron: (Wichers, 2018).

Ook in een studie van Greenvis (2019) wordt ingegaan op de mogelijkheid om in de zomer warmte te onttrekken aan een WRK-leiding, waarmee een wko in balans kan worden gebracht. In deze studie wordt het gebruik van thermische energie uit waterleidingen verkend voor verwarming van een zwembad (Zwembad de Meerkamp, welke momenteel wordt verwarmd middels een HT-warmtenet), waarbij gebruikt wordt gemaakt van een wko met warmtepompen.

Riothermie

De gemeente heeft een inventarisatie gedaan van grote riolen om de potentie van rio-thermie te verkennen. Op de volgende vijf locaties zijn grote riolen, met betonleidingen groter dan 1.000 mm waar riothermie kan plaats vinden:

- Groenelaan;
- Parlevinker;
- Grote Beer;
- Bankras Kostverloren;
- Keizer Karelweg.

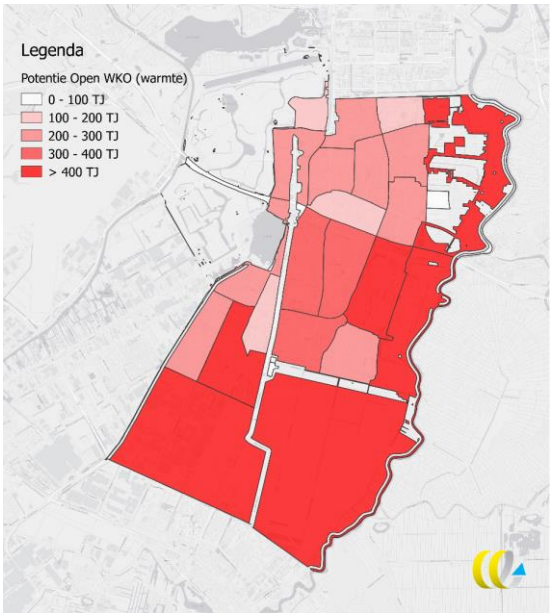
De hoeveelheid warmte die hieraan onttrokken kan worden kan worden onderzocht wanneer er projecten worden gestart in de omgeving.

3.5 Bodemenergie

Open bodemenergiesystemen

Bij warmte- en koudeopslag (wko) wordt warmte onttrokken aan een watervoerend pakket (aquifer) in de bodem tussen 0-250 m diep. In de zomer wordt warmte teruggebracht in de bodem en kan er gekoeld worden. Het potentieel voor wko in de gemeente Amstelveen is hoger dan de warmtevraag van de gemeente. Figuur 9 laat de potentie voor wko voor de buurten in Amstelveen zien.

Figuur 9 - Potentie open bodemenergiesystemen (wko) met beperkingen (verbods- en aandachtsgebieden), in TJ per buurt

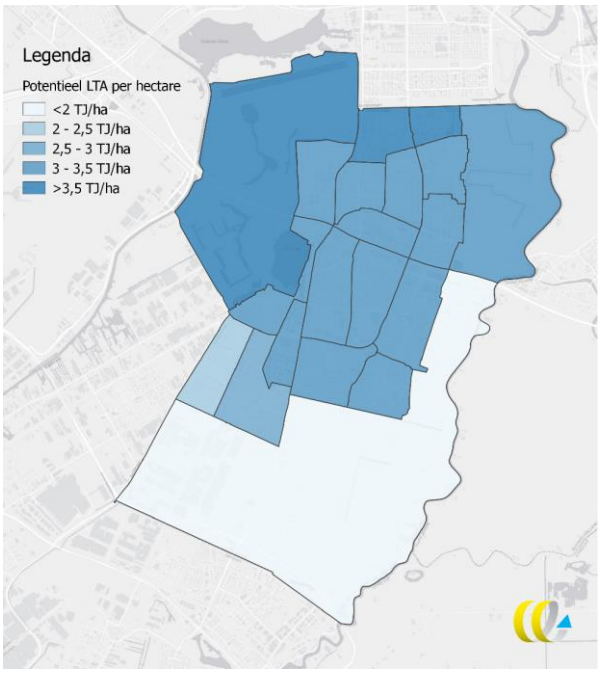


Bron: (CE Delft, 2019).

3.5.1 Lagetemperatuuraardwarmte (LTA)

Lagetemperatuuraardwarmte (LTA) wordt ook wel ondiepe geothermie genoemd. Deze warmte wordt gewonnen op dieptes tussen de 250 en 1.500 meter. Door de lage temperatuur moet de warmte nog worden opgewaardeerd met een elektrische warmtepomp. Deze techniek valt, afhankelijk van de diepte, onder de Waterwet (<500 m) of de Mijnbouwwet (>500 m). Het totale potentieel voor LTA uit de bodem van Amstelveen bedraagt zo'n 11,9 PJ/jaar, zie Figuur 10.

Figuur 10 – Potentie voor lagetemperatuuraardwarmte in de gemeente Amstelveen



Bron: (CE Delft, 2019).

3.5.2 Geothermie

Het geothermiepotentieel voor de gemeente Amstelveen is niet bekend. Onderzoeken in het kader van het MRA warmtekoudeprogramma naar de mogelijkheden voor het winnen van aardwarmte lopen nog, o.a. in het nationale SCAN-programma van EBN en TNO.

3.6 Biomassa

De potentie voor verbrandbare en vergistbare biomassa is relatief laag in de regio (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019).

Biogas

Biogas wordt geproduceerd door middel van vergisting van natte biomassastromen.
De potentie voor het produceren van biogas is 42,8 TJ[1] (CE Delft, 2019).
Op dit moment wordt in de RWZI al biogas geproduceerd en gebruikt in de wkk.

[1] Potentie biogas volgens Noord-Hollandse Energie Regio: 12,5 GWh (ofwel 45 TJ) (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019)

Vaste biomassa

Vaste biomassa bestaat uit houtachtige biomassa, droge reststromen en vaste mest. De totale potentie voor biomassaproductie binnen de gemeente Amstelveen is zo'n 69 TJ[2] (CE Delft, 2019).

3.7 Overzicht van warmtebronnen

Een overzicht van de aanwezige warmtebronnen is gegeven in Tabel 3.

Tabel 3 - Potentiële bronnen voor collectieve warmte in Amstelveen

Warmtebron	Potentie (TJ/jaar)	Capaciteit (WEQ)	Temperatuur-niveau	Uitleg
Stadswarmte van Vattenfall uit Amsterdam	128	3.200[3]	HT (90°C), wordt verlaagd naar MT (70°C)	Het huidige warmtenet is van Eneco, die de warmte inkoopt van Vattenfall. De bron van deze warmte is restwarmte van de elektriciteitscentrale in Diemen, aangevuld met gasgestookte hulpwarmte-centrales. Eneco werkt in samenwerking met Vattenfall aan de verduurzaming van de bronnen. (Eneco, 2019).
Effluent RWZI Amstelveen	150	6.000	ZLT (10-25°C), opwaarderen naar LT (50°C) of MT (70°C)	Vanuit het aanbod van warmte uit effluent kan ongeveer driekwart van de warmte voor ongeveer 6.000 woningequivalenten worden voorzien. Hiervoor is een wko nodig en warmtepompen voor de opwaardering. Voor een deel van de piekvraag zal naar verwachting nog steeds een piekketel op gas nodig zijn. (Waternet, gemeente Amstelveen, Eneco, 2019)
WRK-leiding	315	6.000 woningen	ZLT (8°C)	De beschikbaarheid van deze warmte wordt onderzocht door Waternet. De warmte zou moeten worden opgewaardeerd naar een geschikt temperatuurniveau. Dit kan gecombineerd worden met opslag in een wko. Verduurzamen van het zwembad biedt een kans om te starten.

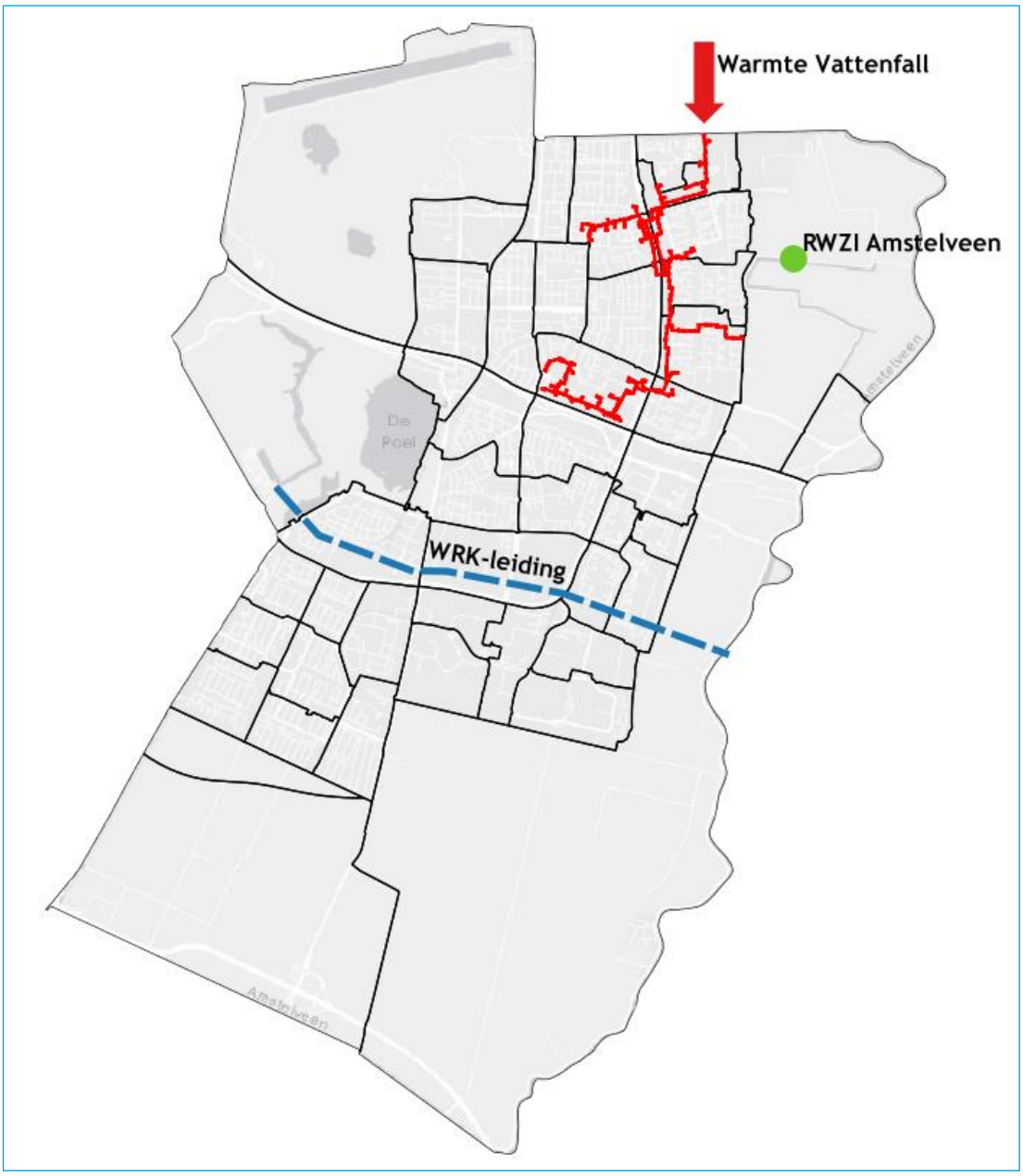
[2] Potentie biomassa volgens Noord-Hollandse Energie Regio: 19 GWh (ofwel 68,4 TJ (Noord-Hollandse Energie Regio, 2019).

[3] De transportleiding heeft maximaal 33 MWth transportcapaciteit, maar deze is tot 2030 naar verwachting niet beperkend. Eneco heeft ingeschat dat er 19 MWth vollast geleverd kan worden (deels uitgekoeld), wat overeenkomt met 3.200 woningen.

Warmtebron	Potentie (TJ/jaar)	Capaciteit (WEQ)	Temperatuur-niveau	Uitleg
Oppervlaktewater	938 (waterdelen); 9 (gemalen)	222 (gemalen)	ZLT (15°C)	De totale technische potentie binnen de gemeentegrenzen van Amstelveen berekend op **938 TJ/jaar** uit waterlopen en plassen en **9 TJ/jaar** uit de gemalen. Deze warmte kan worden benut samen met opslag in een wko. Bij de inschatting is geen rekening gehouden met de nabijheid tot de warmtevraag. Door de lage temperatuur is het niet rendabel om de warmte over lange afstanden te transporteren. (CE Delft, 2019)
Grote riolen	Onbekend	Onbekend	ZLT (15°C)	Potentieel kan verder worden onderzocht met Waternet als er ontwikkelingen nabij zijn.
LT-restwarmte	Onbekend	Onbekend	LT (30°C)	Er zijn twee datacenters van ABN-AMRO bekend bij de omgevingsdienst. De beschikbaarheid van restwarmte hiervan is onbekend.
Geothermie	Onbekend	Onbekend	MT (70°C)	De potentie wordt onderzocht in het SCAN-programma.

De locaties van deze bronnen is in Figuur 11 aangegeven.

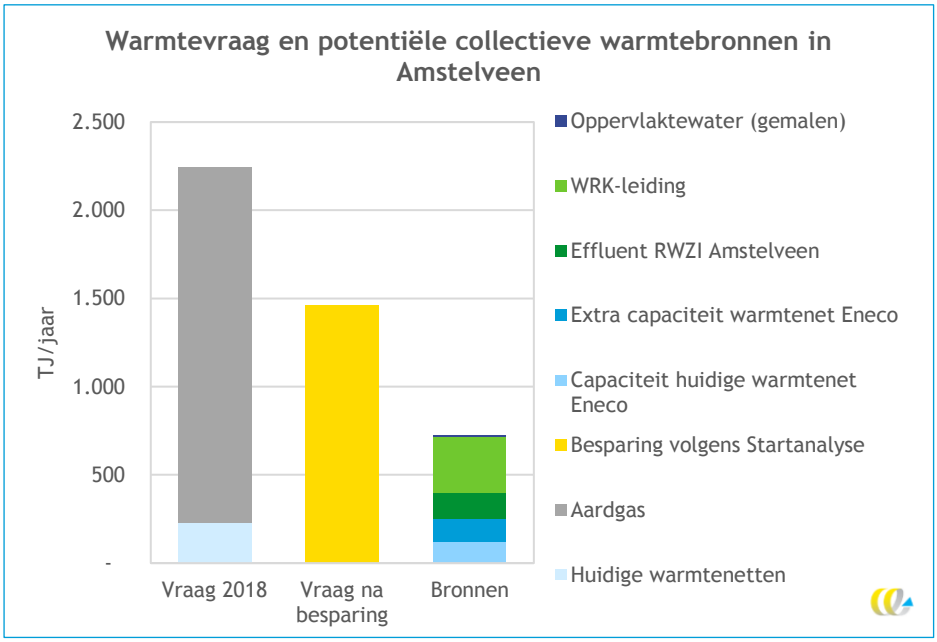
Figuur 11 – Locaties van potentiële warmtebronnen voor collectieve warmte



3.8 Vergelijking warmtevraag en -aanbod

De huidige warmtevraag van de gebouwen in Amstelveen kan worden vergeleken met de bekende warmtebronnen (Figuur 12). Zoals in de figuur te zien is, zijn de nu bekende duurzame warmtebronnen onvoldoende om de hele stad te voorzien van warmtenetten. Daarom moet er voor 2030 een keuze gemaakt worden welke buurten daarvoor in aanmerking komen.

Figuur 12 - Warmtevraag en -aanbod in Amstelveen[4]



[4] Een deel van de huidige warmtevraag wordt ingevuld door warmtenetten, waaronder het stadswarmtenet van Eneco. Dit net is ook opgenomen als potentiële warmtebron. Het warmtenet van Eneco staat dus zowel bij vraag als bij aanbod.

4 Kosten van de verschillende warmteopties per buurt

In verschillende studies zijn modellen gebruikt om te berekenen welke alternatieve warmteoptie de laagste kosten heeft voor de Amstelveense buurten:
- In 2017 heeft CE Delft onderzoek gedaan naar een klimaatneutrale warmtevoorziening in de provincie Noord-Holland en gebruikte hiervoor het **CEGOIA**-model.
- Ook de **Startanalyse** van het Planbureau voor de Leefomgeving geeft inzicht in de warmteopties die per buurt de laagste totale kosten hebben. Hiervoor wordt het Vesta MAIS-model gebruikt.
- Toekomstbestendige energie-infrastructuur van Innoforte.

Hier lichten we alle drie de studies toe. In de bijlage zijn de uitkomsten van deze studies nader beschreven.

4.1 Het CEGOIA-model van CE Delft

CE Delft heeft in 2017 een onderzoek naar een klimaatneutrale warmtevoorziening in de provincie Noord-Holland. Deze studie had als doel de gemeenten en regio's in de provincie Noord-Holland te verschaffen met de informatie en inzichten die nodig zijn om aan de slag te gaan met de warmtetransitie en te komen tot uitvoeringsprogramma's.

Met het CEGOIA-model is voor alle buurten in Amstelveen doorgerekend welke warmte-techniek de laagste maatschappelijke kosten heeft. Dit zijn **kosten over de hele keten**, namelijk:
- kosten voor schilisolatie;
- kosten voor invulling van de resterende warmtevraag;
- de kosten van energie-infrastructuur.

Het is belangrijk te realiseren dat in deze studie is gerekend met de **toen gehanteerde buurtindeling**. Tot 2019 kon bestond de gemeente Amstelveen uit 20 buurten, nu zijn dat er 47 (verdeeld over 14 wijken).

Met het CEGOIA-model is bepaald welke warmteoptie de laagste ketenkosten in het jaar **2050** heeft. Er is rekening gehouden met een beperkte hoeveelheid groengas en rest-warmte, waardoor sommige buurten naar de op-één-na-goedkoopte optie zijn uitgeweken. In de buurten waar het verschil in kosten tussen de goedkoopste optie en het eerstvolgende alternatief het grootst is, is groengas dan wel restwarmte toegepast.

Het merendeel van de gebouwen (79%) wordt in het eindbeeld aangesloten op een warmte-net. Er is hierbij uitgegaan van een beschikbaarheid van 675 MWth aan HT-restwarmte-bronnen voor de provincie Noord-Holland, excl. de gemeente Amsterdam. Hierbij was het uitgangspunt dat restwarmte uit Amsterdam in de gemeente Amsterdam zelf gebruikt zou worden.

In de meest dichtbebouwde buurten is warmtelevering de goedkoopste optie en in een aantal andere dichtbebouwde buurten met recentere bebouwing de elektrische warmte-pomp (in combinatie met NoM-isolatieniveau). In de minder dichtbebouwde gebieden komen

opties als een cv-ketel op vaste biomassa en een hybride warmtepomp op groengas als goedkoopste opties naar voren.

Wat betreft isolatieniveau laten de resultaten zien dat de meeste woningen die nu schilisolatie horend bij label B hebben, verschuiven naar een Nul-op-de-Meter (NoM) schilisolatie.

4.2 Startanalyse versie 0.8 van het PBL

De Startanalyse – onderdeel van de Leidraad Transitievisie Warmte – berekent welke alternatieve warmteoptie in een buurt in **2030** de laagste nationale kosten heeft. Het gaat hier om **meerkosten** ten opzichte van de kapitaallasten voor een cv-ketel.

In een aantal buurten wordt de warmteoptie met de laagste nationale kosten toch niet als voorkeursoptie aangemerkt. Dit is het soms geval bij de strategieën die gebruik maken van groengas (S4 en S5), wanneer de waarde van groengas ten opzichte van strategieën zonder gas relatief laag is. Ook in de Startanalyse is gerekend met een beperkte hoeveelheid groengas, maar deze hoeveelheid ligt hoger dan in de CEGOIA-berekening. Daarom krijgen in deze berekening meer buurten de voorkeursoptie groengas.

4.3 Caldomus-model van Innoforte

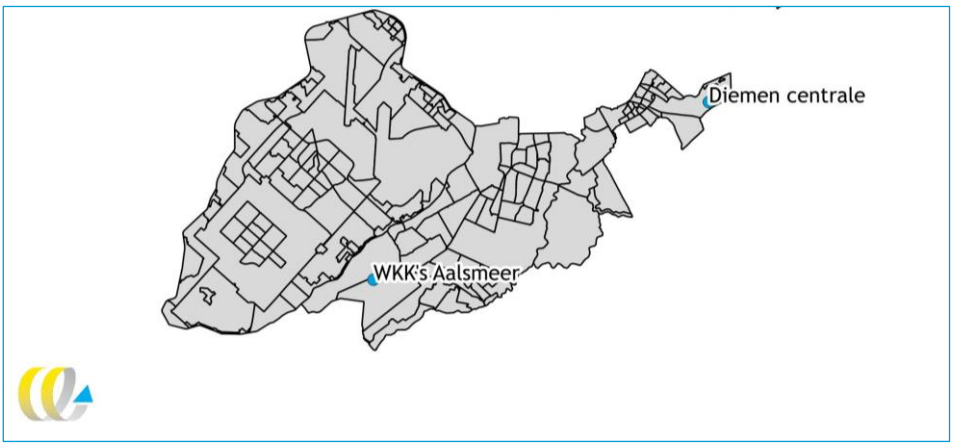
Ook Innoforte heeft een onderzoek gedaan naar de warmteoptie met de laagste totale kosten met het Caldomus-model. Het gaat in deze studie om energiekosten, jaarlijkse vaste kosten en kapitaallasten. Groengas is niet als optie meegenomen.

Deze studie laat zien dat de meer dichtbebouwde buurten het beste kunnen worden voorzien van een warmtenet. Het zijn vooral de buitenwijken waar een all-electric warmteoptie de laagste kosten heeft. Het overgrote deel van de woningen in de gemeente wordt in dit toekomstbeeld aangesloten op een HT-warmtenet. Uitgangspunt is dat het HT-warmtenet van Amstelveen wordt aangesloten op het warmtenet van Amsterdam (gevoed door de Diemercentrale en AEB WestPoortWarmte).

Aannames over warmtebronnen in deze drie studies

- **Innoforte**: gaat ervan uit dat het HT-warmtenet van Amstelveen wordt aangesloten op het warmtenet van Amsterdam (gevoed door de Diemercentrale en AEB WestPoortWarmte).
- **CEGOIA**: in deze studie worden HT-restwarmtebronnen in de Metropoolregio Amsterdam meegenomen. Het gaat dan enkel om bronnen met een bekende energievraag groter dan 400 TJ/jaar. De locatie van de restwarmtebronnen is weergegeven in Figuur 13. Tabel 4 geeft capaciteit van de verschillende bronnen weer.

Figuur 13 – Indicatie van aanwezige restwarmtebronnen in MRA-Zuid



Bron: (CE Delft, 2017).

Tabel 4 – Capaciteit per restwarmtebron in gehele MRA (hiervan is 335 MW_{th} gealloceerd aan de gemeente Amsterdam

Naam	Eigenaar	Capaciteit (MW_{th})
Afval Energie Centrale	AEB	175
Diemencentrale	Nuon	370
Goglio	Goglio North Europe B.V.	1
Greenmills fabriek Amsterdam	Orgaworld	4
Biomassacentrale Purmerend	Stadsverwarming Purmerend	44
Biocentrale	Biocentrale	22
Wkk's Aalsmeer	Aalsmeer	125
Hemweg gascentrale	Nuon	260
Forbo Flooring	Forbo Flooring B.V.	1
Tate & Lyle	Tate & Lyle Netherlands BV	1
Biomassacentrale Rosariumgebied	Gemeente Zaanstad	7

Bron: (CE Delft, 2017).

- **Nuon:** gaat uit van warmte van Diemercentrale (incl. biomassaketel), RWZI (warmte uit gezuiverd afvalwater, voor een MT- of LT-warmtenet)
- **Startanalyse:** Gaat uit van de beschikbaarheid van de huidige MT-bronnen uit de WarmteAtlas, aangevuld met bronnen die door gemeenten zijn opgegeven. Daarbij wordt uitgegaan dat warmtebronnen op grotere afstand benut kunnen worden doordat warmtenetten aan elkaar kunnen worden gekoppeld.
- **Grand Design Warmte:** Er moet worden verkend of er voldoende warmte is om het bestaande warmtenet uit te breiden. Onzekerheid over de beschikbaarheid van bronnen is een risico.

4.4 Overzicht van de uitkomsten

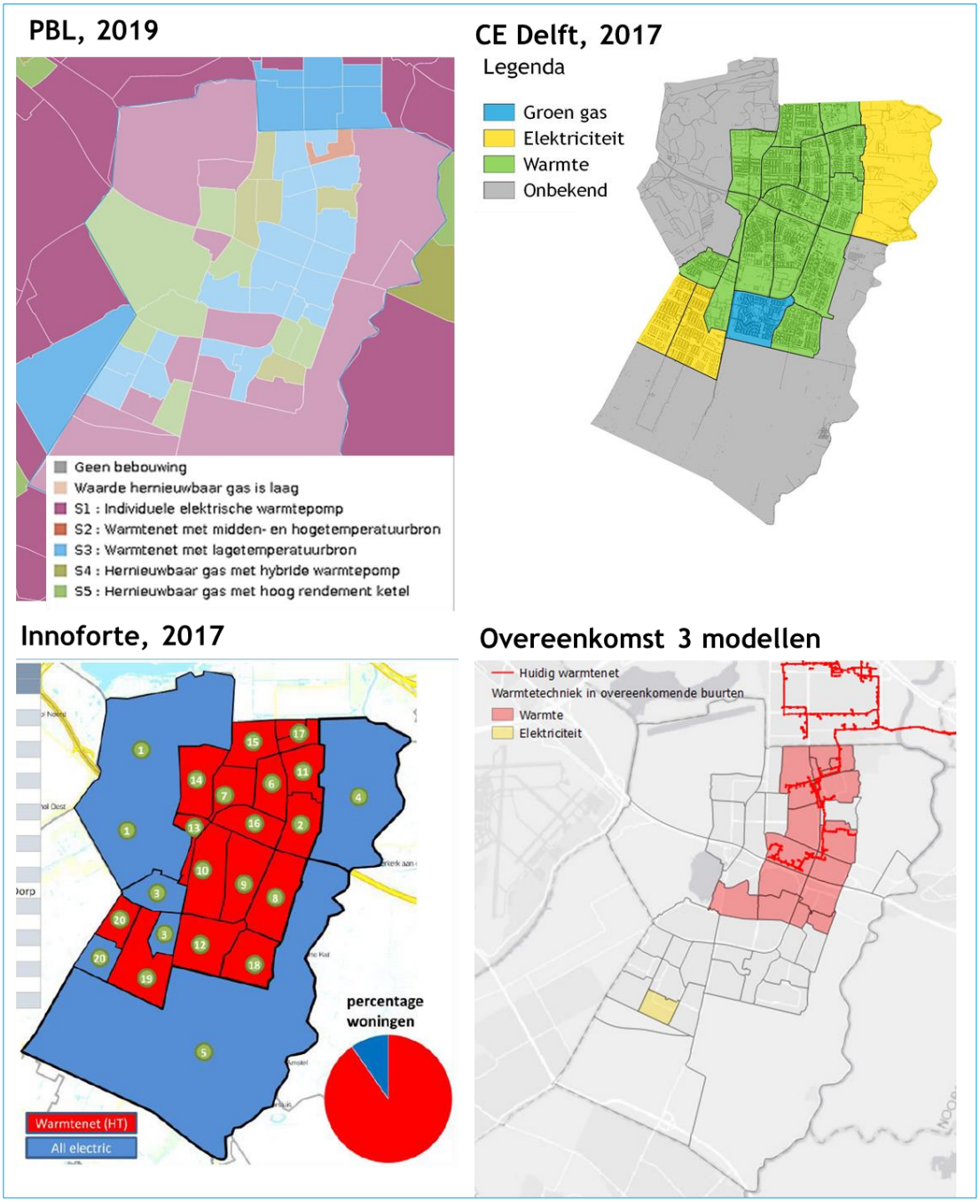
Figuur 14 geeft een overzicht van de uitkomsten (warmteoptie met de laagste kosten, en de kosten van deze optie) van de berekeningen met de verschillende modellen. Doordat de modellen verschillende uitgangspunten hanteren, kunnen de uitkomsten verschillen.

Figuur 14 - Warmteoptie met de laagste kosten per buurt volgens de Startanalyse, CEGOIA en Innoforte

			Startanalyse			CEGOIA			Innoforte	
Wijk	Buurtnaam	% van de bebouwing aangesloten op warmtenet	Goedkoopste optie	€/WEQ	Type warmteoplossing	Goedkoopste optie	€/WEQ/jaar	Type warmteoplossing	Uitkomst	Type warmteoplossing
Randwijck	Randwijck West		Hybride WP	1070	Groengas	Restwarmte	3117	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Randwijck Oost	10%	LT-net levering 70C	808	Warmte	Restwarmte	3117	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Patrimonium	Oranjebuurt		Warmtepomp bodem	1131	Elektriciteit	Restwarmte	2158	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Patrimonium		HR-ketel	876	Groengas	Restwarmte	2158	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Elsrijk	Elsrijk West		Hybride WP	1047	Groengas	Restwarmte	3365	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Kruiskerkbuurt		Hybride WP	1052	Groengas	Restwarmte	3365	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Vredeveldbuurt	24%	LT-net levering 70C	657	Warmte	Restwarmte	2123	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Elsrijk Oost		LT-net levering 70C	770	Warmte	Restwarmte	2123	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Stadshart	Stadshart	50%	LT-net levering 70C	521	Warmte	Restwarmte	2844	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Uilenstede, Kronenburg	Uilenstede		LT-net levering 70C	351	Warmte	Restwarmte	2318	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Kronenburg	~100%	MT restwarmte	385	Warmte	Restwarmte	2318	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Bankras, Kostverloren	Heldenbuurt		LT-net levering 70C	678	Warmte	Restwarmte	1712	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Zeestratenbuurt	17%	Hybride WP	673	Groengas	Restwarmte	1712	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Boekenbuurt	11%	LT-net levering 70C	576	Warmte	Restwarmte	1839	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Operabuurt		LT-net levering 70C	752	Warmte	Restwarmte	1839	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Buitengebied Noord	Middelpolder		Warmtepomp bodem	1014	Elektriciteit	CV-ketel vaste biomassa	6472	Biomassa	All-electric	Elektriciteit
	Buurt over Ouderkerk		Warmtepomp lucht	1055	Elektriciteit	CV-ketel vaste biomassa	6472	Biomassa	All-electric	Elektriciteit
Keizer Karelpark	Oude Dorp		Warmtepomp bodem	764	Elektriciteit	Restwarmte	1664	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Kastanjebuurt		HR-ketel	904	Groengas	Restwarmte	1657	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Van der Leekbuurt		LT-net levering 70C	628	Warmte	Restwarmte	5195	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Populierenbuurt		LT-net levering 70C	736	Warmte	Restwarmte	1657	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Augustinuspark		LT-net levering 70C	670	Warmte	Restwarmte	5195	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Startbaanbuurt		Warmtepomp bodem	529	Elektriciteit	Restwarmte	3426	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Groenelaan	Langerhuize	52%	LT-net levering 70C	229	Warmte	Restwarmte	2173	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Alpen Rondwegbuurt		LT-net levering 70C	587	Warmte	Restwarmte	2173	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	In de Wolkenbuurt		LT-net levering 70C	593	Warmte	Restwarmte	2173	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Watercirkelbuurt		HR-ketel	613	Groengas	Restwarmte	2173	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Kringloopbuurt		HR-ketel	717	Groengas	Restwarmte	2173	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Waardhuizen, Middenhoven	Beroepenbuurt		LT-net WKO	801	Warmte	Hybride WP (ventilatielucht)	2726	Groengas	HT-warmtenet	Warmte
	Hemellichamenbuurt		LT-net WKO	730	Warmte	Hybride WP (ventilatielucht)	2726	Groengas	HT-warmtenet	Warmte
	Punterbuurt	12%	Hybride WP	722	Groengas	Restwarmte	2827	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Molenbuurt		Warmtepomp lucht	752	Elektriciteit	Hybride WP (ventilatielucht)	2726	Groengas	HT-warmtenet	Warmte
	Galjoenbuurt		Warmtepomp lucht	847	Elektriciteit	Restwarmte	2827	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
Bovenkerk - Westwijk Noord	Bovenkerk		HR-ketel	615	Groengas	Restwarmte	1664	Warmte	HT-warmtenet	Warmte
	Buitenplaatsenbuurt		HR-ketel	472	Groengas	Elektrische WP (buitenlucht)	3692	Elektriciteit	All-electric	Elektriciteit
	Betsy Perkbuurt		LT-net WKO	643	Warmte	Elektrische WP (buitenlucht)	4001	Elektriciteit	HT-warmtenet	Warmte
	Legmeer		Warmtepomp bodem	583	Elektriciteit	Restwarmte	3125	Warmte	All-electric	Elektriciteit
	Landschappenbuurt		LT-net TEO en WKO (70C)	500	Warmte	Elektrische WP (buitenlucht)	3692	Elektriciteit	All-electric	Elektriciteit
	Theaterbuurt		LT-net WKO	677	Warmte	Elektrische WP (buitenlucht)	4001	Elektriciteit	HT-warmtenet	Warmte
Westwijk Zuid	Kastelenbuurt	64%	LT-net WKO	294	Warmte	Elektrische WP (buitenlucht)	3692	Elektriciteit	All-electric	Elektriciteit
	Schrijversbuurt		Warmtepomp lucht	565	Elektriciteit	Elektrische WP (buitenlucht)	4001	Elektriciteit	HT-warmtenet	Warmte
	Kruidenbuurt		HR-ketel	633	Groengas	Elektrische WP (buitenlucht)	4001	Elektriciteit	HT-warmtenet	Warmte
	De Scheg		Warmtepomp lucht	957	Elektriciteit	onbekend	onbekend	onbekend	All-electric	Elektriciteit
Buitengebied Zuid	Nes aan de Amstel		Warmtepomp bodem	757	Elektriciteit	onbekend	onbekend	onbekend	All-electric	Elektriciteit
	Legmeerpolder		Warmtepomp bodem	387	Elektriciteit	onbekend	onbekend	onbekend	All-electric	Elektriciteit
Amsterdamse Bos	Amsterdamse Bos Noord		Warmtepomp bodem	664	Elektriciteit	onbekend	onbekend	onbekend	All-electric	Elektriciteit
	Amsterdamse Bos Zuid		HR-ketel	1265	Groengas	onbekend	onbekend	onbekend	All-electric	Elektriciteit

De resultaten van de drie modellen zijn op kaart weergegeven in Figuur 15. In elke kaart wordt per buurt de warmtevoorziening gegeven met de laagste nationale kosten. In de buurten waar de drie modellen uitkomen op eenzelfde warmtetechniek, is de uitkomst meer zeker.

Figuur 15 – Alternatieve warmtevoorziening met de laagste nationale kosten volgens de drie modellen.



Zoals de vierde kaart laat zien zijn er vijftien buurten in Amstelveen waar de uitkomsten van de modellen overeenkomen[5]. Zes van deze buurten zijn al (deels) aangesloten op een warmtenet. In deze vijftien buurten is de uitkomst voor deze warmtetechniek robuust te noemen. In de andere buurten is er verder onderzoek nodig naar de meest geschikte alternatieven voor aardgas.

Opvallend is dat in de Zeestratenbuurt warmte als goedkoopste optie uit CEGOIA komt, terwijl deze buurt in de Startanalyse uitkomt op groengas als optie met de laagste kosten. Eneco ziet deze buurt ook als kansrijk voor uitbreiding van het warmtenet.

Daarnaast is er een buurt die op all-electric uitkomt in CEGOIA en de Startanalyse, maar niet in de Innoforte-studie. Het gaat hier om de Schrijversbuurt.

[5] In de Zeestratenbuurt geven twee modellen de uitkomst warmtenet, maar de Startanalyse hybride warmte-pompen op groengas. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat de Startanalyse rekent met een grotere hoeveelheid groengas, waardoor er voldoende is om ook de Zeestratenbuurt te voorzien. Het is ook mogelijk dat de Startanalyse rekent met te hoge kosten van warmtenetten doordat niet wordt gecorrigeerd voor het aanwezige park.

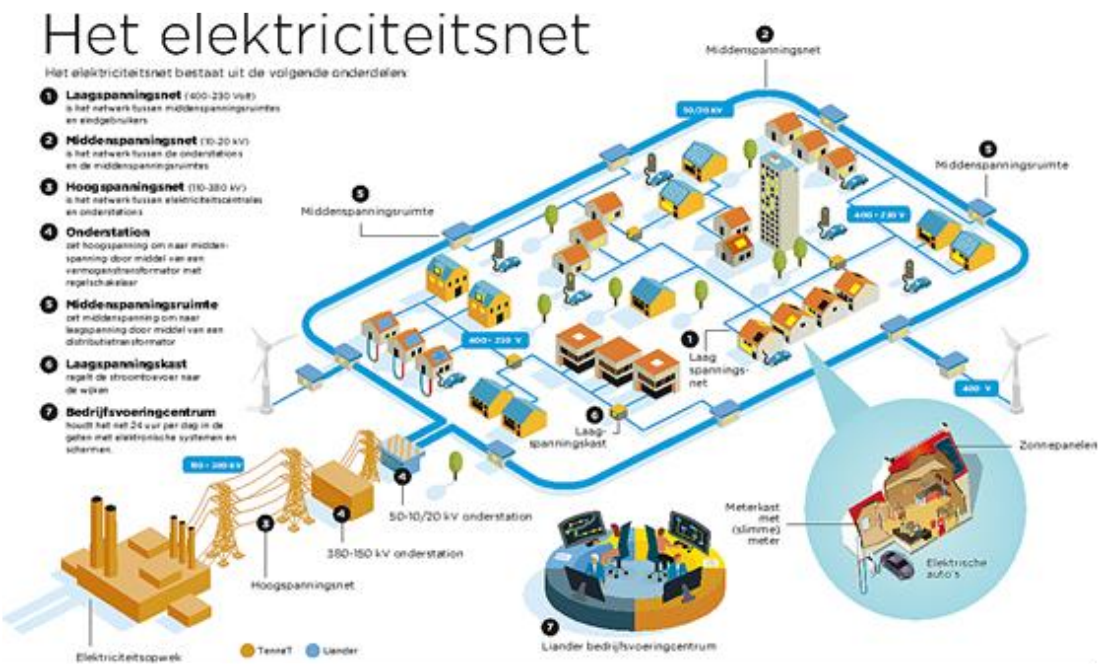
5 Elektriciteitsnet van Amstelveen

Door Netbeheer Liander is een studie gedaan naar de gevolgen van een aantal maatschappelijke ontwikkelingen, waaronder de energietransitie, op het elektriciteitsnet van Amstelveen. Zij concluderen dat de komende jaren het net aanpassingen nodig heeft, om aan de verwachte groei van het aantal woningen, bedrijven, laadpalen en warmtepompen te voldoen. Deze aanpassingen zijn daarmee niet alleen toe te wijzen aan de warmtetransitie.

5.1 Verwachte gevolgen

Hieronder volgt een overzicht van de verwachte gevolgen op het net. Hierbij gaan we vanaf de leidingen in de straat langzaam omhoog naar het hoogspanningsnet. In Figuur 16 wordt een overzicht van het elektriciteitsnet gegeven

Figuur 16 - Overzicht van het elektriciteitsnet



*B*ron: Liander.

Transformatorstations en laagspanningsnet

Een transformatorstation (ook middenspanningsruimte genoemd) dankt zijn naam aan het transformeren van spanning: van middenspanning (MS) naar laagspanning (LS). Het laag-spanningsnet zijn de 'haarvaten' van het elektriciteitsnet. Op het LS-net zijn voornamelijk kleinverbruikers aangesloten zoals woningen. Door nieuwbouw, laadpalen, zonnepanelen op woningen en warmtepompen komt er een hogere capaciteitsvraag in de wijk op laag-spanning (LS) niveau. In de meeste buurten in Amstelveen moet het laagspanningsnet in de

wijk daardoor verzwaard worden. Daarvoor moet mogelijk de straat open om de kabels te verzwaren.

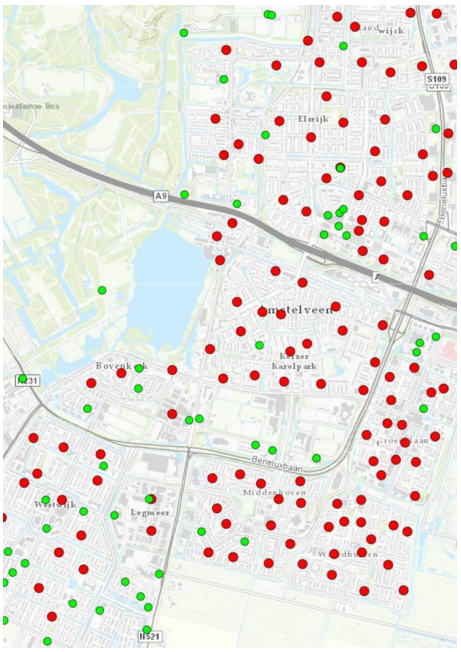
Als in een wijk de capaciteitsvraag toeneemt op het laagspanningsnet, is het mogelijk dat een transformatorstation overbelast raakt en er een uitbreiding in aantal transformatorstations nodig is. In veel buurten zijn er door de verwachte toename in elektriciteitsvraag meer transformatorstations (400-630 kW) nodig. In de meeste buurten staan nu één tot drie transformatorstations. Transformatorstations nemen bovengrondse ruimte in beslag in de openbare ruimte, ter grootte van een schuur (zie Figuur 17). Voor nieuwe transformatorstations moet de netbeheerder een vergunning aanvragen bij de gemeente.

Figuur 17 - Voorbeeld van een transformatorstation

Bron: (Netbeheer Nederland, 2019).

Liander heeft een inschatting gemaakt van welke transformatorstations op termijn moeten worden verzwaard (zie Figuur 18). Soms kan dit nog in hetzelfde gebouw, in andere gevallen zal het nodig zijn om nieuwe transformatorstations in de wijk te plaatsen. Als er veel nieuwe transformatorstations bijgebouwd moeten worden, heeft dat ook effect op het MS-net en het zal ertoe leiden dat ook de onderstations uitgebreid moeten worden om alle nieuwe transformatorstations aan te kunnen sluiten.

Figuur 18 - Geschatte capaciteit op transformatorstations in Amstelveen (Rood: op termijn waarschijnlijk aanpassingen nodig, groen: waarschijnlijk geen aanpassing benodigd)



Bron: Liander.

Onderstation

Een onderstation (OS) transformeert hoogspanning uit het landelijke hoogspanningsnet naar middenspanning. De oppervlakte van deze stations is circa zes voetbalvelden groot voor een open station (zie Figuur 19). In uitzonderingsgevallen kan ook gekozen worden voor een inpandige uitvoering. Voor aanleg van deze stations is veelal een bestemmingsplanwijziging benodigd.

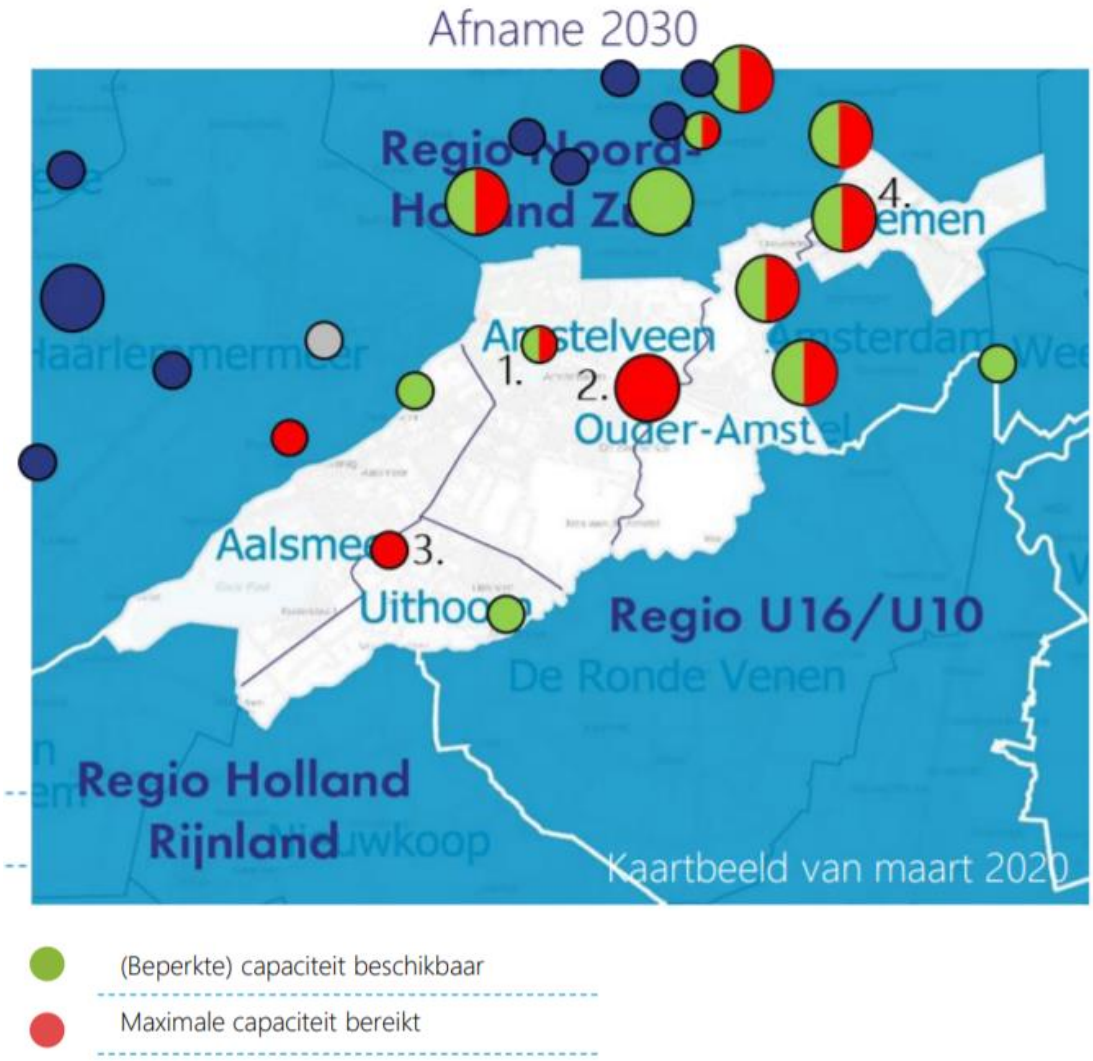
Figuur 19 - Afbeelding van een onderstation

Bron: (Netbeheer Nederland, 2019).

Doordat er meer elektriciteit nodig is in de wijken, is er ook een uitbreiding nodig van de hoofdstructuur binnen Amstelveen. Netbeheerder Liander heeft uitgezocht voor welke onderstations de capaciteit op termijn onvoldoende zou kunnen zijn. Zie Figuur 20. Te zien is dat in Amstelveen zelf het OS Amstelveen haar maximale leveringscapaciteit bereikt zal hebben in 2030. Glastuinbouw en datacenters zorgen hierbij voor de grootste toename van verbruik. Door een toename van nieuwbouw in Amstelveen, zal ook OS Amstelveen Bolwerk op termijn mogelijk moeten worden verzwaard.

Concreet gaat het hier om de volgende activiteiten:
- een nieuw 150 kV-station Amstelveen (TenneT) ter vervanging van en uitbreiding op de huidige installatie;
- een nieuw 150 kV-station (Liander/TenneT) nabij Amstelveen-Zuid;
- een 150 kV-kabelverbinding (TenneT) bestaande uit drie 150 kV circuits tussen het 150 kV-station Amstelveen en het 150kV-station nabij Amstelveen-Zuid.

Figuur 20 – Capaciteit voor afname van stroom van het net voor de Onderstations in de regio rondom Amstelveen



Bron: (Energieregio, 2020).

6 Verwijzingen

APPM; CE Delft; Generation.Energy, 2019. *MRA Warmte Koude - Grand Design 2.0,* sl: APPM; CE Delft; Generation.Energy.

CE Delft, 2017. *Amstelveen zonder aardgas: De mogelijkheden voor een klimaatneutrale warmtevoorziening,* Delft: CE Delft.

CE Delft, 2019. *Potentieel duurzame energie in Amstelveen: In kaart brengen van het opwekpotentieel,* Delft: CE Delft.

Eneco, 2019. *Scenario's warmtenet Amstelveen tot 2030 (versie 1.0),* sl: Eneco.

Energieregio, N. H., 2020. *Concept - RES Noord-Holland Zuid,* Haarlem: Noord Hollandse Energieregio.

Gemeente Amstelveen, 2017. *Stadswarmtenet Amstelveen,* Amstelveen: Gemeente Amstelveen.

Gemeente Amstelveen, 2019a. *Plan voor de energietransitie, circulaire economie en klimaatadaptatie: Samenwerken aan een energieke stad voor onze kinderen,* Amstelveen: Gemeente Amstelveen.

Gemeente Amstelveen, 2019b. *Stadsgesprek Amstelveen: Energietransitie,* Amstelveen: Gemeente Amstelveen.

Gemeente Amstelveen, 2019c. *Stadspeiling 2019,* Amstelveen: Gemeente Amstelveen.

Gemeente Amstelveen, 2019d. *Voorbereidingsprogramma Amstelveen Aardgasvrij,* Amstelveen: Gemeente Amstelveen.

Generation.Energy, 2019. *Kansenkaart Amstelveen - Energie,* sl: sn

Greenvis, 2019. *Haalbaarheid warmte uit WRK-leiding gemeente Amstelveen,* Utrecht: Greenvis.

Innoforte, 2017. *Toekomstbestendige energie-infrastructuren Amstelveen,* Druten: Innnoforte.

Netbeheer Nederland, 2019. *Basisinformatie over energie-infrastructuur,* sl: Netbeheer Nederland.

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

PBL, 2019. *Startanalyse Leidraad Transitievisie Warmte.* [Online]
Available at: https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/index.php
[Geopend 24 januari 2020].

Quintel Intelligence; Over Morgen, 2020. *Energiemix Amstelveen,* Amsterdam: Quintel Intelligence; Over Morgen.

Rijkswaterstaat, 2019. *Klimaatmonitor.* [Online]
Available at: https://klimaatmonitor.databank.nl/Jive
[Geopend 15 oktober 2019].

Rijkswaterstaat, sd *Klimaatmonitor.* [Online]
Available at: https://klimaatmonitor.databank.nl/Jive?workspace_guid=290f72b4-eeda-4c77-bfff-fd6bb77f394b
[Geopend 5 8 2020].

RVO, sd *Warmteatlas*. [Online]
Available at: https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2
[Geopend 05 02 2020].

Waternet, gemeente Amstelveen, Eneco, 2019. *Haalbaarheidsstudie warmtebenutting effluent RWZI Amstelveen voor warmtenet Amstelveen,* 2019: 11.

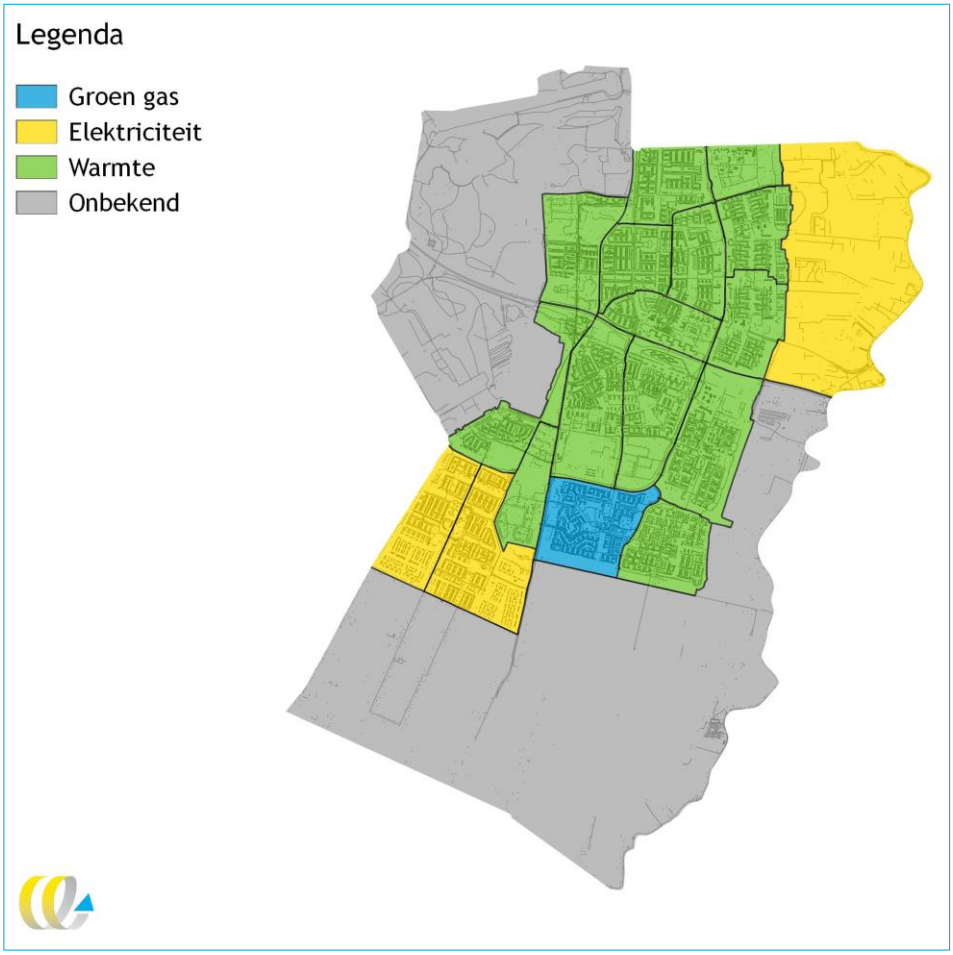
Wichers, R., 2018. *WRK-leiding Waternet: Levering van thermische energie (versie 4.2),* Amsterdam: sn

A Additionele informatie uit de geraadpleegde rapportages

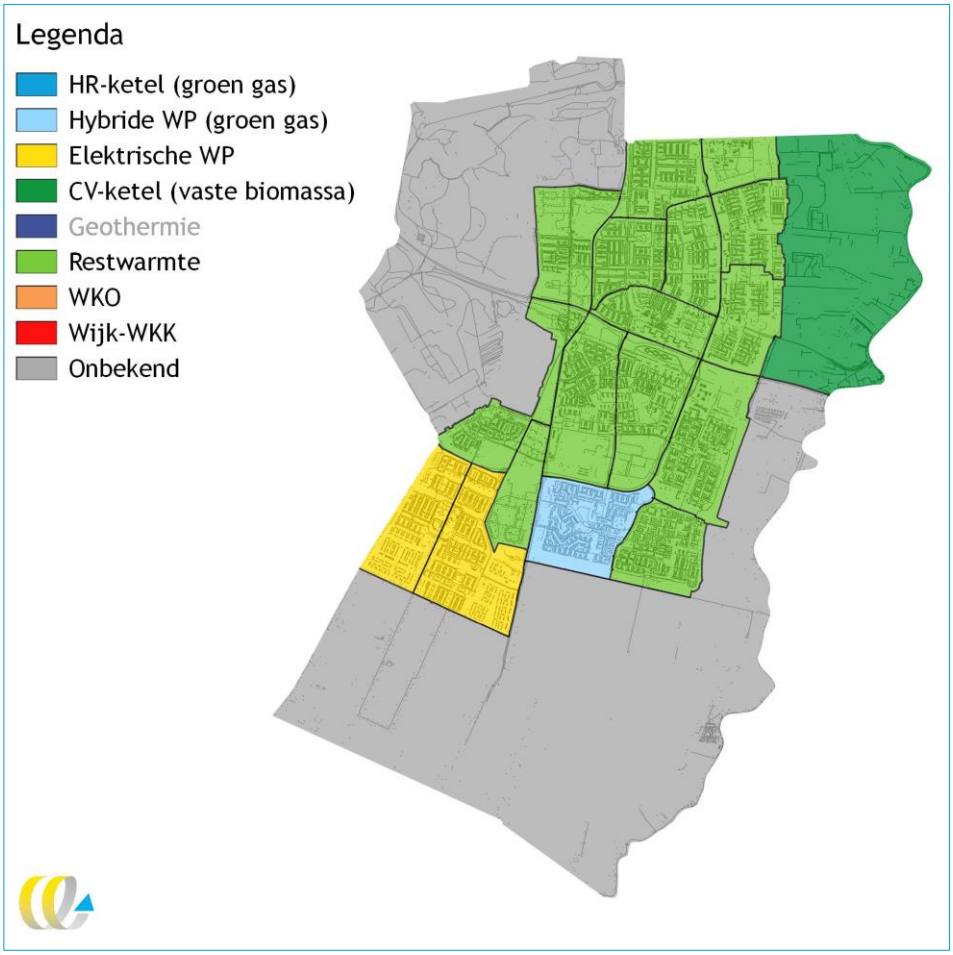
A.1 Amstelveen zonder aardgas: De mogelijkheden voor een klimaatneutrale warmtevoorziening (CE Delft, 2017)

Omdat in deze studie gerekend is met de vroegere buurtindeling, hebben we volgende kaarten als bijlage opgenomen.

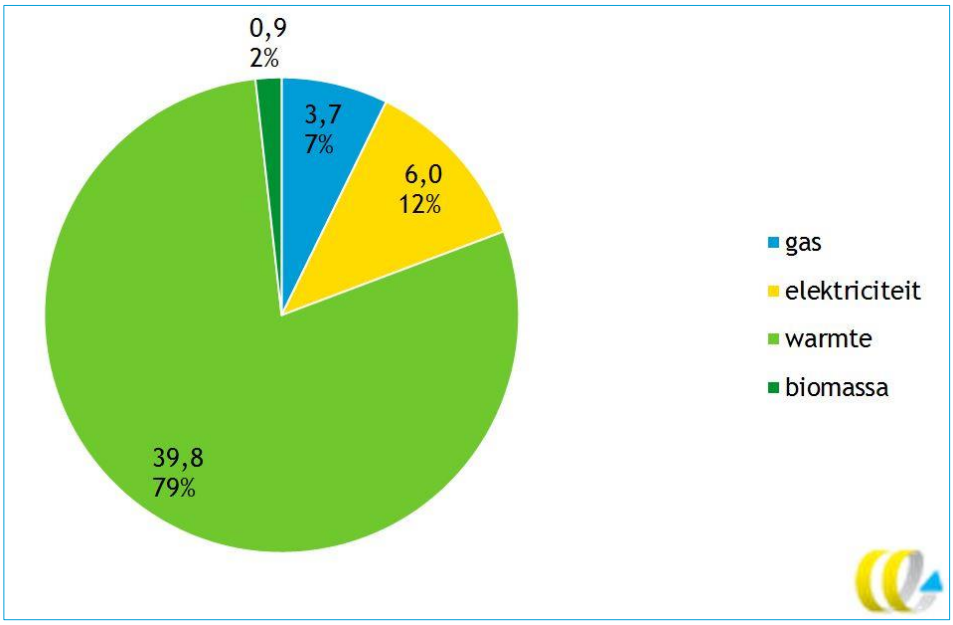
Figuur 21 - Eindbeeld van de infrastructuur voor een klimaatneutrale warmtevoorziening in 2050. Alle gebruikte energie is in het eindbeeld klimaatneutraal



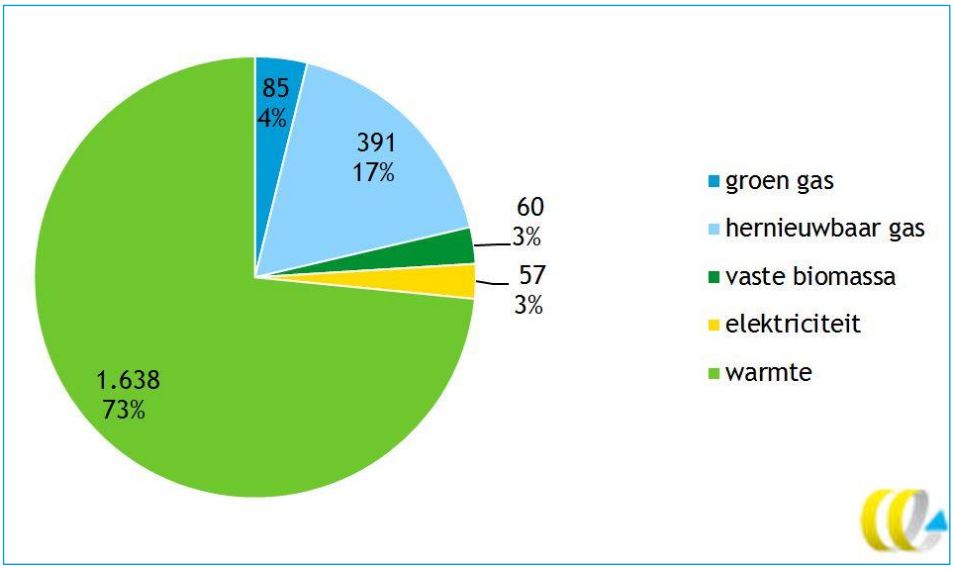
Figuur 22 – Eindbeeld van de klimaatneutrale warmtevoorziening in 2050



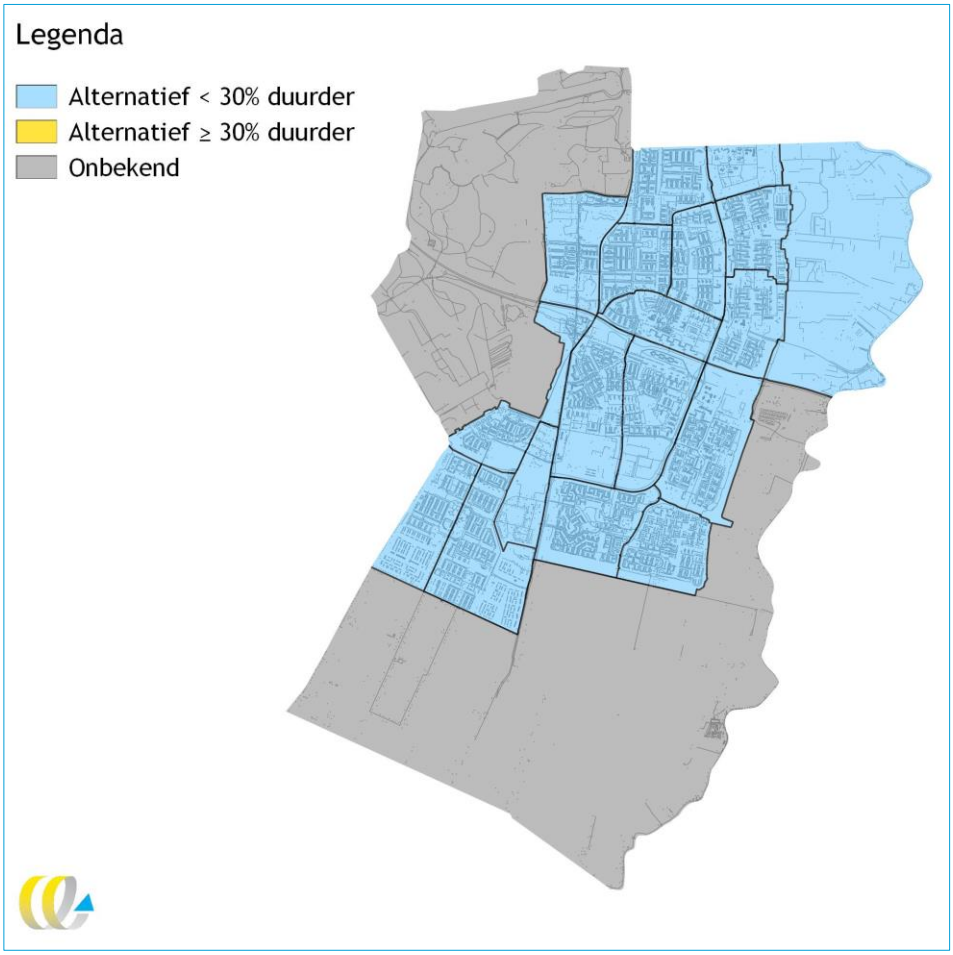
Figuur 23 - Verdeling van het aantal woningequivalenten (WEQ) per energievoorziening (duizenden) voor de klimaatneutrale warmtevoorziening in 2050. Met gas wordt groengas of hernieuwbaar gas (waterstof) bedoeld



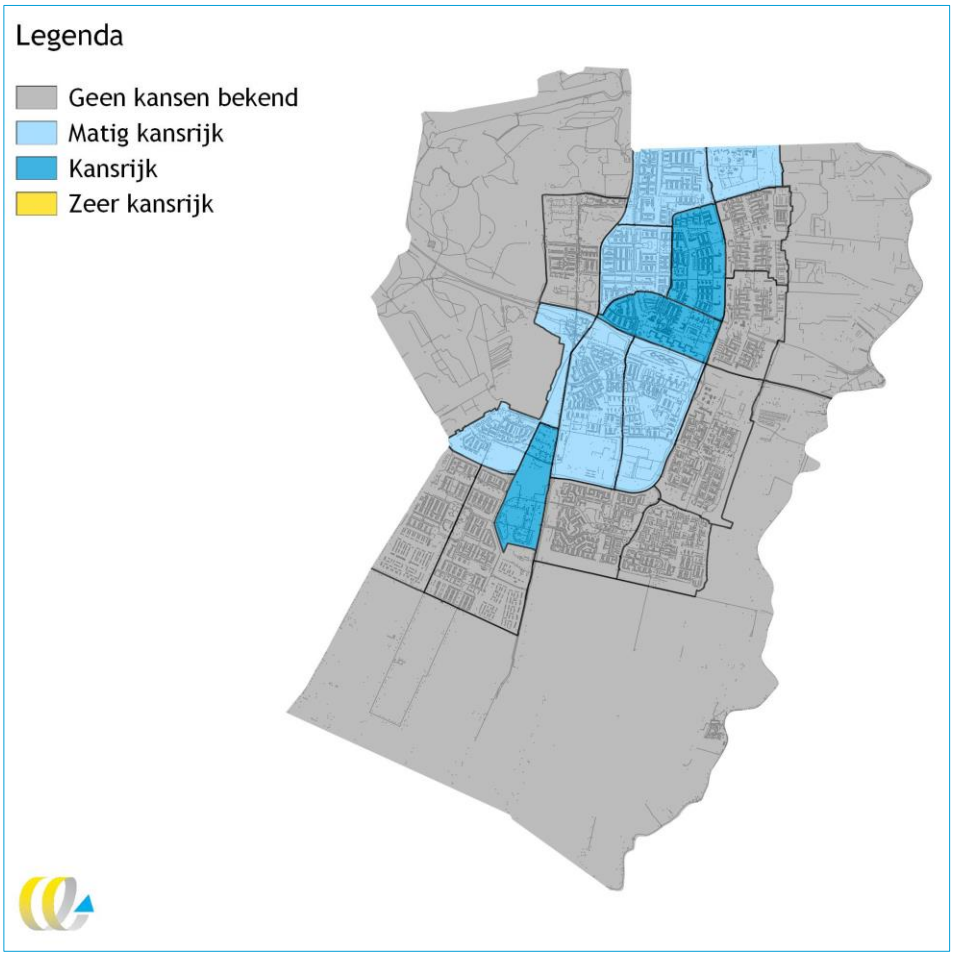
Figuur 24 - Verdeling van het energieverbruik voor de klimaatneutrale warmtevoorziening in de gebouwde omgeving in 2050 (TJ/jaar)



Figuur 25 – Indicatie van buurten met de grootste afstand in kosten tot het alternatief



Figuur 26 - Indicatie van kansrijke buurten om de warmtetransitie te starten, op basis van kosten, planningen en bewonerscollectieven



Robuuste buurten en kansenkaart CEGOIA-studie

Robuuste buurten

In sommige buurten liggen de kostenniveaus van verschillende warmteopties dicht bij elkaar, en is de uitkomst gevoeliger voor veranderingen in kostenparameters en aannames. In andere buurten is het verschil in groter, wat de goedkoopste optie robuust maakt. In vrijwel alle buurten van de gemeente Amstelveen is de op één-na-goedkoopste warmteoptie minder dan 30% duurder dan de goedkoopste optie.[6] Dit betekent dat er nergens één optie als robuust naar voren komt.

Kansenkaart

De CEGOIA-studie naar een klimaatneutrale warmtevoorziening in de provincie Noord-Holland geeft niet alleen aan welke warmteoptie per buurt de laagste kosten heeft, maar ook in welke buurten de meeste kansen liggen om de warmtetransitie te starten.

[6] Voor de buurten Amsterdamse Bos Noord, Amsterdamse Bos Zuid, De Scheg, Nes aan de Amstel en Legmeerpolder is de afstand in kosten tot het alternatief onbekend.

De kansrijke buurten liggen daar waar:
- de ketenkosten om over te stappen op een klimaatneutrale warmtevoorziening nu al lager zijn dan het blijven verwarmen met aardgas;
- de meerkosten om over te stappen op een klimaatneutrale warmtevoorziening het laagst zijn;
- er vervangingswerkzaamheden gepland zijn aan het riool, waternet en/of gasnet (met een tijdshorizon waardoor er tijd is om over alternatieven voor de huidige warmte-voorziening na te denken);
- er actieve bewonerscollectieven aanwezig zijn;
- er grootschalige (schil)renovaties door een woningcorporatie gepland zijn of anderszins grootschalige stadsvernieuwing gepland is.

Kansrijke buurten zijn:
- Legmeer;
- Stadshart;
- Elsrijk-Oost;
- Vredeveldbuurt.

A.2 Startanalyse van PBL en Expertisecentrum Warmte

De Startanalyse – onderdeel van de Leidraad Transitievisie Warmte – geeft inzicht in de effecten en kosten van vijf mogelijke alternatieven (ook wel 'strategieën' genoemd) voor aardgasvrij verwarmen. De strategieën zijn de volgende:

S1 Individuele elektrische warmtepomp
- Variant 1A Luchtwarmtepomp
- Variant 1B Bodemwarmtepomp

S2 Warmtenet met midden- en hogetemperatuurbron
- Variant 2A + restwarmte
- Variant 2B + geothermie volgens kansenkaart
- Variant 2C + geothermie overal
- Variant 2D + bio-wkk

S3 Warmtenet met lagetemperatuurbron
- Variant 3A LT-warmtebron, levering 30°C
- Variant 3B LT-warmtebron, levering 70°C
- Variant 3C LT-warmtebron, levering 50°C
- Variant 3D wko, levering 50°C
- Variant 3E TEO+wko, levering 70°C

S4 Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp

S5 Hernieuwbaar gas met hoogrendement ketel

Met de Startanalyse wordt bepaald welke alternatieve warmteoptie in een buurt de laagste nationale kosten heeft. De jaarlijkse kosten worden uitgedrukt in €/ton CO_2-emissie-reductie.

Aannames:
- jaarlijkse kosten (meerkosten) in 2030 ten opzichte van 2018;
- in de Startanalyse wordt aangenomen dat de gebouwisolatie op het niveau van schillabel B wordt gebracht.

Wanneer een percentage van de bebouwing reeds is aangesloten op een warmtenet, zijn de resultaten uitsluitend van toepassing op de overige bebouwing in de buurt.

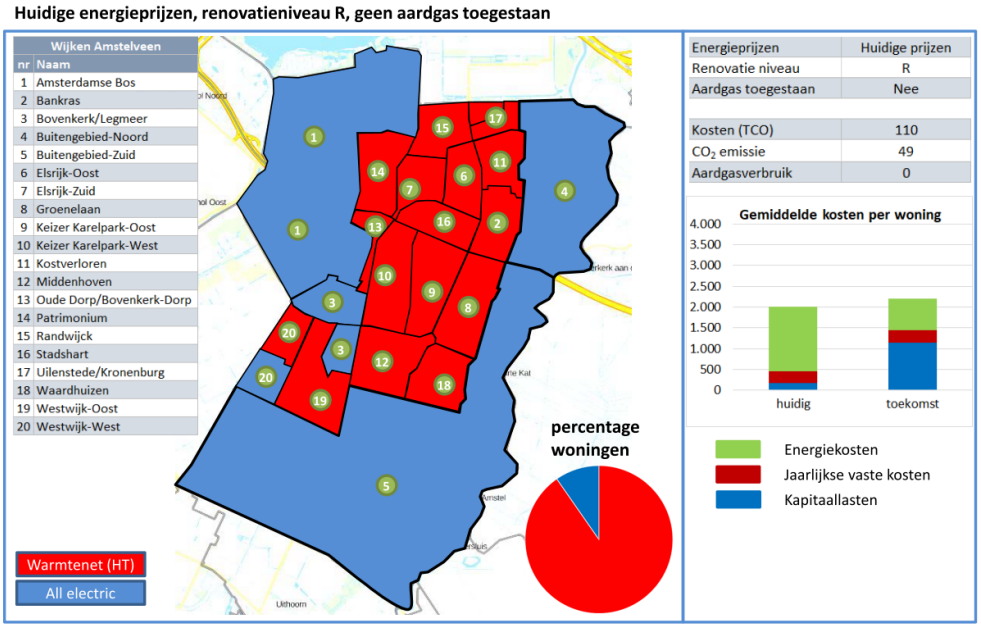
Uitkomsten voor Amstelveen:
- in de buitengebieden vooral individuele elektrische warmtepomp;
- daarnaast vooral veel buurten met S2.

A.3 Toekomstbestendige energie-infrastructuur (Innoforte, 2017)

Er is gerekend met vijf alternatieve warmtebronnen. Deze warmtebronnen zijn:
- de huidige bron: aardgas (referentie);
- hybride: elektriciteit voor de basislast, aardgas voor de piek en voor het koken;
- all-electric;
- hogetemperatuurwarmtenet;
- lagetemperatuurwarmtenet.

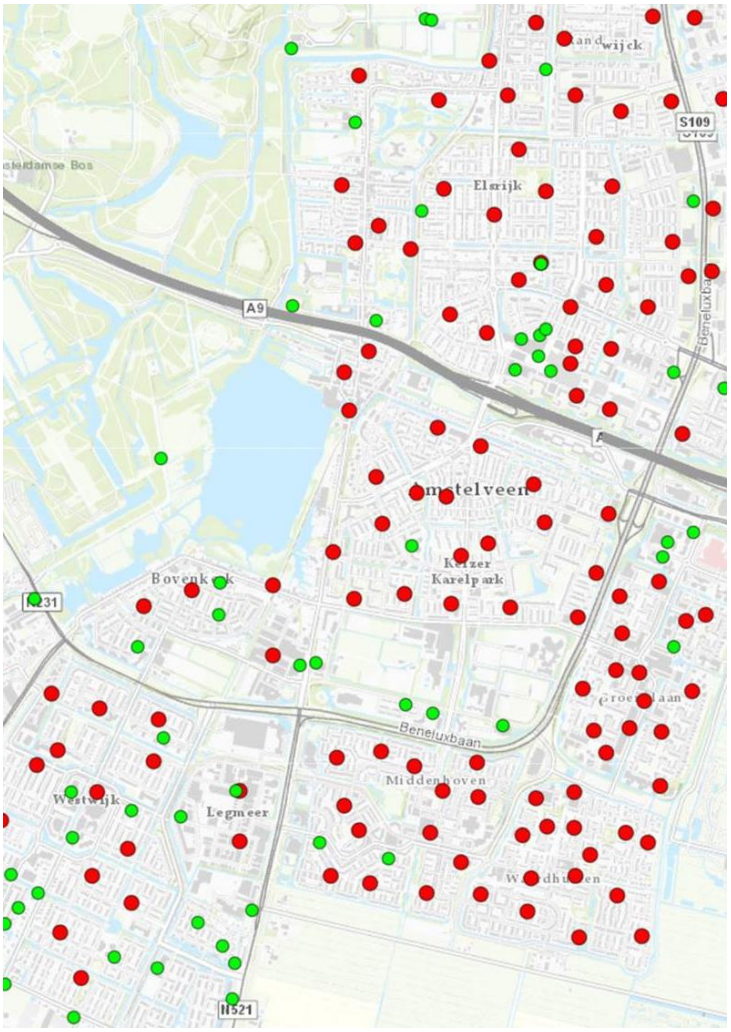
Groengas is dus niet meegenomen als optie.

Figuur 27 – De optimale energie-infrastructuur per wijk in de gemeente Amstelveen



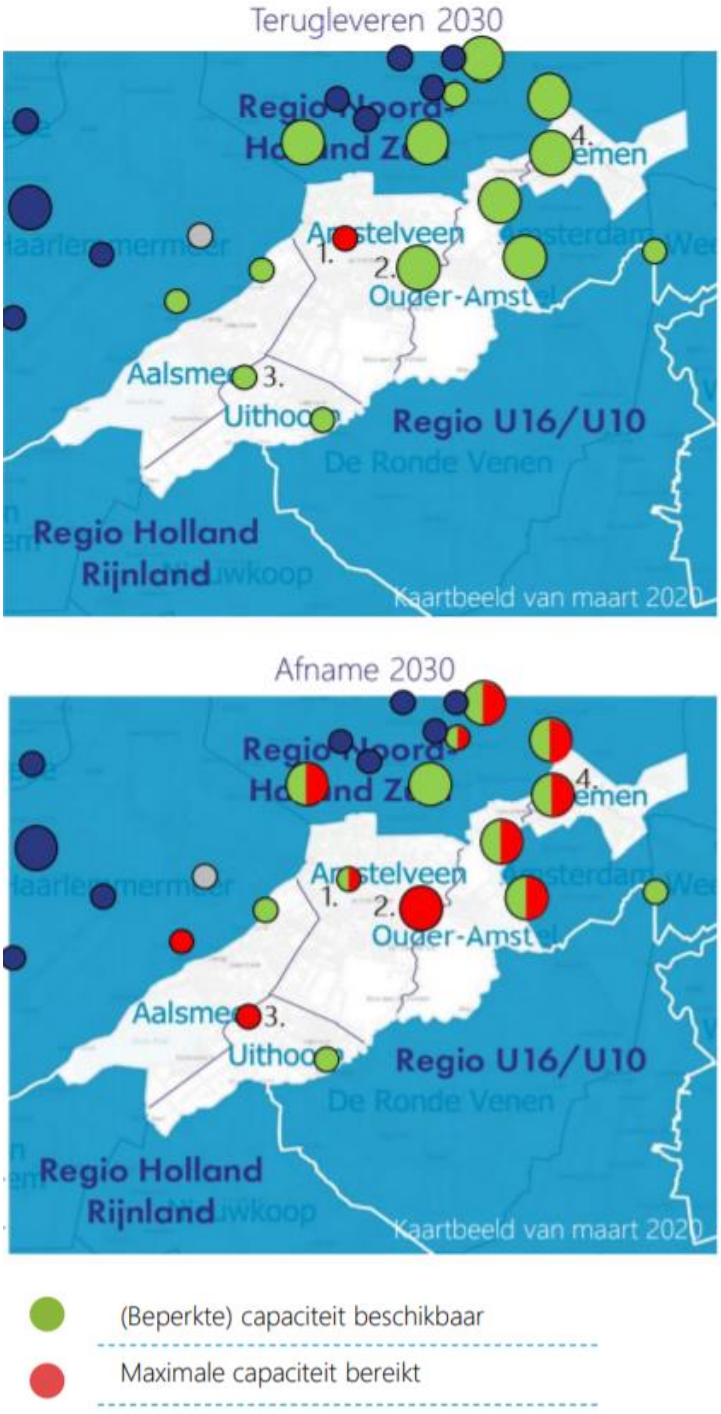
A.4 Regiostudie Amstelveen en Netimpactdoorrekening RES NHZ

Figuur 28 - Geschatte capaciteit op de MS-station in Amstelveen (Rood: op termijn waarschijnlijk aanpassingen nodig, groen: waarschijnlijk geen aanpassing benodigd)



Bron: Liander.

Figuur 29 – Verwachte capaciteit voor het terug leveren en het afnamen van stroom van het net voor de onderstations in de regio rondom Amstelveen



Bron: (Energieregio, 2020).

A.5 NP RES viewer

Aanbod warmte:

- TEO: indicatie theoretische potentie van thermische energie uit oppervlaktewater is 0-12.160 TJ/jaar;
- lagetemperatuurrestwarmtebronnen (<40°C) zijn aanwezig;
- datacenters niet van toepassing;
- geen hogetemperatuurrestwarmtebronnen binnen de gemeentegrenzen;
- theoretische potentie van de volledige ondergrond voor diepe geothermie is 0-0,1 TJ/jaar;
- theoretische potentie van de volledige ondergrond voor ondiepe geothermie is 0-2 TJ/jaar.

A.6 PLECK: Plan voor de energietransitie, circulaire economie en klimaatadaptatie

- Ambitie van het college: "*Warme huizen met een betaalbare energierekening, een prettig welvarend bestaan, zonder dat de schaarse gronstoffen verder uitgeput raken*".
- College-uitvoeringsprogramma 2018-2022: verduurzaming door middel van ontwikkeling van een Deltaplan Duurzaamheid met drie pijlers. De gemeentelijke organisatie streeft ernaar om in 2030 fossielonafhankelijk te zijn. De gemeente Amstelveen in 2040 on-afhankelijk van fossiele brandstoffen. Fossielonafhankelijk in 2040 wil zeggen dat alle energie, die in Amstelveen gebruikt wordt afkomstig is van hernieuwbare energie-bronnen.
- Energietransitie (duurzame energiebronnen, energiebesparing, energieopslag en elektrisch vervoer): "*De opgave voor de energietransitie is veruit de grootste en het meest complex. Om deze transitie op zorgvuldige manier voor te bereiden is het belangrijk de inzet op deze pijler te intensiveren. Het verkrijgen van maatschappelijk draagvlak is een essentieel onderdeel van de aanpak. De meeste activiteiten richten zich op de gebouwde omgeving, omdat de belangrijkste nieuwe taken van de gemeente daar betrekking op hebben*".

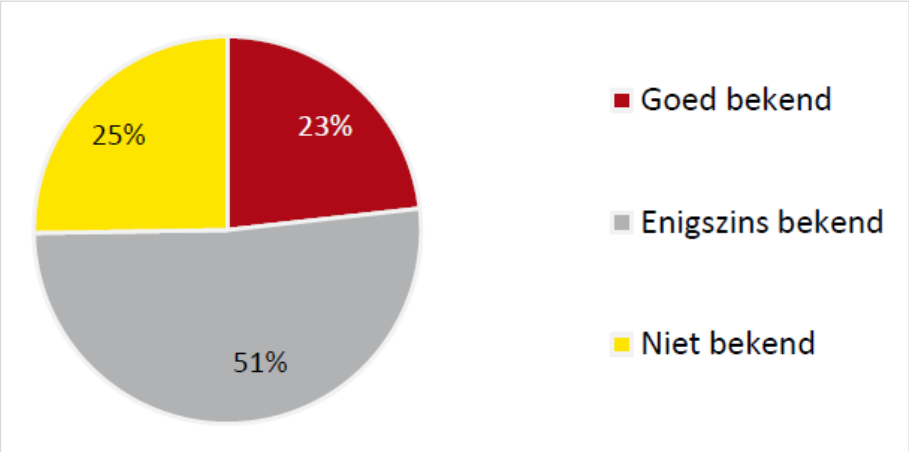
A.7 Stadspeiling 2019

H6. Wonen

- In Amstelveen Noordoost wonen relatief veel inwoners op kamers of in een studentenflat (campus Uilenstede).
- 67% van Amstelveen woont in koopwoning.
- In Amstelveen Noordwest zijn vaker huizen te vinden van vóór 1945 tot 1979 dan in de wijken Amstelveen Noordoost, Keizer Karelpark/Groenelaan en Waardhuizen/ Middenhoven. In de jaren tachtig zijn vooral in laatstgenoemde wijk veel woningen gebouwd. In Amstelveen Zuidwest juist na 2000.
- Het deel van de inwoners van Amstelveen dat vindt dat hun woning slecht onderhouden is, is ten opzichte van 2015 licht toegenomen:
  - Woning is te klein (11% in 2015, 12% in 2019).
  - Woning is slecht onderhouden (8% in 2015, 11% in 2019). Slecht onderhoud is vooral een issue in Noordoost en Keizer Karelpark/Groenelaan.

H12. Energie besparen

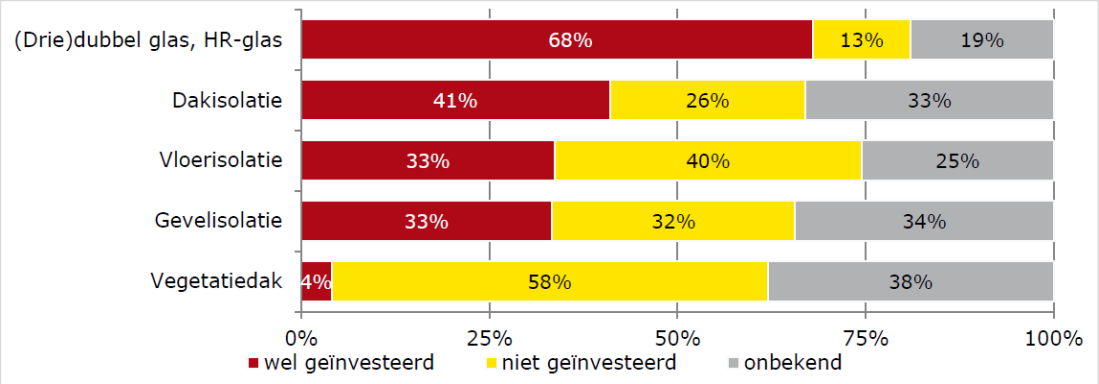
Figuur 30 - Bekendheid met Klimaatakkoord en gevolgen voor eigen woning



Bron: Gemeente Amstelveen.

Aan de bewoners is gevraagd of zij, of hun verhuurder hebben geïnvesteerd in woning isolerende maatregelen. Driekwart van de inwoners heeft iets aan woningisolatie gedaan (minimaal 1 van de genoemde isolerende maatregelen). (Drie)dubbel glas of HR-glas is de meest toegepaste maatregel, slechts een klein percentage geeft aan een vegetatiedak (een dakbedekking waarop een plantaardige laag is aangebracht) te hebben. Bewoners van een koopwoning investeren vaker in dergelijke maatregelen dan bewoners met een huurwoning.

Figuur 31 - Geïnvesteerd in woning isolerende maatregelen (N=708)



Bron: Gemeente Amstelveen.

Deze investeringen in isoleren maatregelen zijn voornamelijk vanaf 2005 gedaan. Dak-, gevel- en vloerisolatie is sinds 2005 toegenomen, investeringen in dubbel glas of HR-glas is in de afgelopen jaren gelijk gebleven.

- 12% van de ondervraagde inwoners hebben zonnepanelen geïnstalleerd. Dit komt vaker voor bij woningeigenaren dan bij mensen met een huurwoning.
- 6% heeft geïnvesteerd in een warmtepomp of warmtekoudeopslag.
- Lage bekendheid/gebruik van subsidies op dit gebied.

Driekwart van de inwoners geeft aan mee te willen denken met de gemeente. Het liefst (47%) via digitale enquête via de website. 30% wil meedenken via een digitale tool zoals een app of via een digitaal burgerpanel (29%). Bijeenkomsten slechts 13%. 25% wil niet meedenken.

A.8 Stadsgesprek energietransitie

- 50 mensen praatten mee over de energietransitie. Amstelveen heeft het doel in de hele gemeente energiezuinige, goed geïsoleerde en comfortabele woningen te hebben.
- 65% van de aanwezigen is al aan de slag met de energietransitie. Iemand meldde wel 'van het gas af' te willen, maar niet hetzelfde wil meemaken als met het plaatsen van zonnepanelen: vlak nadat haar panelen waren geplaatst kwam er een collectieve en dus voordeligere regeling. Er is behoefte aan planning welke wijken wanneer van het gas af kunnen.
- Gemeente Amstelveen maakt gebruik van een regionaal energieloket en doet mee aan collectieve acties voor zonnepanelen en isolatie.
- 71% ervaart belemmeringen in het energiezuinig maken van de woning. Komt door: kosten.
- Bewonerscommissie Westwijk denkt dat de wijk veel potentie heeft om van het gas af te gaan en wil met de wethouder praten over opties. Door samen te werken met bewoners creëer je draagvlak en ontwikkel je expertise voor andere wijken.
- Wijken krijgen minimaal acht jaar van tevoren te horen of deze gasloos wordt.

A.9 Voorbereidingsprogramma Amstelveen aardgasvrij definitief

Coalitieakkoord: bij nieuwbouw en transformaties standaard energieneutraal en van gas los bouwen.

Wat is er al gedaan?:
- Energiebeleid 2012-2016, opgevolgd door Aanpak Duurzaamheid waren het kader.
- Amstelveen heeft in februari 2018 de MRA Intentieverklaring Aardgasvrije Nieuwbouw ondertekend.
- De AM-gemeenten werken (sinds medio 2014) samen aan het regionale programma verduurzaming bestaande koopwoningen. Het regionale energieloket, gestart in november 2016, is hiervan een van de resultaten.
- Amstelveen is partner in de Green Deal Aardgasvrije Wijken
- Er zijn nieuwe prestatieafspraken met Eigen Haard voor de periode 2019-2022.
- Samenwerking binnen het Warmte & Koude programma (warmtenet) op MRA-niveau.
- Duurzaamheidsfond Amstelveen is gestart in oktober 2017. Door de aanjager van het duurzaamheidsfonds zijn onder meer VvE's in Amstelveen actief benaderd.
- Plan en middelen ter verduurzaming van het gemeentelijk vastgoed.

Het aandeel woningen aangesloten op stadsverwarming in Amstelveen was 7% in 2017. Dat komt neer op ongeveer 2.750 woningen. In totaal 5.500 WEQ aangesloten op stadsverwarming.

Energielabel in 2018: vooral C, dan D, E, A(++), B, F en G.

Voor alle woningen en panden moet in de komende jaren helder zijn via welk stappenplan zij kunnen komen tot aardgasvrij (-ready). Op landelijk niveau wordt er een spijtvrije standaard ontwikeld voor de jaarlijkse netto warmtevraag van woningen (in kWh/m^2/jaar).

Stappenplan:
1. Isolatie controleren en aanbrengen c.q. verbeteren.
2. Ventilatie controleren en aanbrengen c.q. verbeteren.
3. Check van radiatoren.
4. (Klaar voor) elektrische kookplaat.
5. (Starten met) eigen duurzame energieopwekking.