

Rapport MeerEnergie

Aardgasvrij alternatief voor buurtwarmtenet

Datum: 13 juli 2018
Projectnummer: 17003
Status: definitief

Opdrachtgever: MeerEnergie Amsterdam
t.a.v de heer J. van der Grinten
Voltastraat 56
1098 NS AMSTERDAM

Uitgevoerd door: DWA B.V.
Duitslandweg 4
Postbus 274
2410 AG BODEGRAVEN
telefoonnummer 088 - 163 53 00
e-mailadres friso.waagmeester@dwa.nl

Auteur: de heer Friso Waagmeester

Co-lezer: mevrouw Sanne de Bruin

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Aanpak	4
3	Analyse	5
3.1	Schildelen	6
3.2	Radiatoren	6
3.3	Opvallende zaken / conclusie uit analyse	6
4	All electric oplossing	7
4.1	Maatregelen	8
4.1.1	Isolatie	8
4.1.2	Radiatoren	9
4.1.3	Warmtepomp	9
4.1.4	Overig	9
5	Conclusie all electric oplossing	10
Bijlage I	Bestanden bij rapport	11

1 Inleiding

Dit rapport beantwoordt de vraag of er een aardgasvrij alternatief is dat de wijk Watergraafsmeer van energie kan voorzien. Een alternatief voor het voorgestelde buurtwarmtenet. Het buurtwarmtenet is een plan van Coöperatie MeerEnergie, Alliander en Equinix (datacenter op het Amsterdam Sciencepark) om warmte uit het datacenter met behulp van een warmtepomp op te waarden naar 70°C en dit met een warmtenetwerk te distribueren naar de woningen in de buurt.

De realisatie van een dergelijk warmtenetwerk is kostbaar, maar wel een reële optie om Watergraafsmeer van het aardgas af te krijgen. Coöperatie MeerEnergie heeft gevraagd om te beoordelen of er een alternatieve oplossing is om de wijk van het aardgas af te krijgen die ook realistisch is en minder kost.

Het andere realistische alternatief voor warmte is een all electric oplossing. Hierbij worden woningen geschikt gemaakt voor het verwarmen met een warmtepomp. In dit onderzoek is bekeken of het mogelijk is om een all electric oplossing toe te passen en wat dat grosso modo zou kosten aan investering.

Er is voor gekozen om vijf archetypische woningen te selecteren en deze representatief te maken voor de wijk.

Dit rapport beschrijft kort de aanpak, dan de analyse van deze vijf bestaande woningen. Vervolgens wordt de all electric oplossing toegelicht en wat deze zou behelzen voor de vijf woningen. Er wordt gekeken naar praktische inpassing en naar investeringen. Het rapport sluit af met conclusies.

2 Aanpak

Om de vraag te beantwoorden of all electric een realistische en betaalbare oplossing is zijn vijf woningen aan een onderzoek onderworpen. Dit is gedaan in de volgende stappen:

- Er zijn vijf archetypische woningen gekozen door MeerEnergie.
- Van deze vijf woningen is een inventarisatie gemaakt van de schil en de radiatoren.
 - Schil: Er is bepaald uit welke materialen en diktes muren, vloeren, daken en ramen bestaan en of er al geïsoleerd is. Uiteraard is er beoordeeld of er ruimte is voor isolerende maatregelen, zoals spouwen in muren en kruipruimtes.
 - Radiatoren: Er is bepaald hoe groot de radiatoren zijn. Lengte, breedte en dikte en het model. Hiermee kan een inschatting van het afgiftevermogen worden gemaakt.
- Op basis van de inventarisatie is een inschatting gemaakt van huidige warmteverlies, huidige afgiftevermogen, mogelijke isolerende maatregelen en mogelijke verandering van radiatoren. Daarnaast is bepaald hoe groot de warmtepomp dan moet worden. Op basis van deze veranderingen is een inschatting gemaakt van de investeringen.
- Tot slot is bepaald welke algemene investeringen nodig zijn, zoals elektrisch koken, verandering in de meterkast en verzwaren van de elektriciteitsaansluiting.
- Alle maatregelen per woning bij elkaar leidt tot verwachte investeringen per woning.

In dit rapport worden de stappen beschreven aan de hand van de uitgevoerde analyse en de gepresenteerde resultaten op de bewonersavond.

De analyse staat in het Excelbestand: *180419 FW Warmteverliesberekening uitkomsten v2.0*
De presentatie is in Powerpoint: *Presentatie ALV woningonderzoek (klein) FW* (Sheet 7-22)
Beide zijn als bijlage bijgevoegd.

3 Analyse

Er zijn vijf woningen gekozen door MeerEnergie als archetypische woningen in de wijk. Dat zijn:

Tabel 3.1 De vijf gekozen woningen

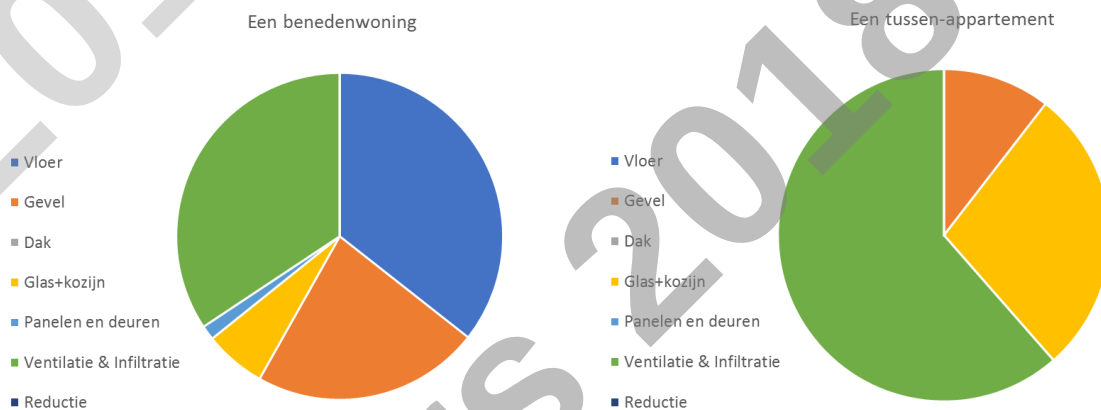
	Bredeweg 32 bv, een bovenhuis uit 1901
	Bredeweg 43hs, een benedenhuis uit 1901
	Voltaplein 16-1, een bovenhuis uit 1930
	Voltaplein 53hs, een benedenhuis uit 1935
	Edisonstraat 25-1, een portiek-tussenappartement uit 1954

Voor deze vijf woningen is een opname gedaan om de afmetingen van de schil en de radiatoren te bepalen. In het Excelbestand staan deze per woning uitgewerkt.

3.1 Schildelen

In het Excelbestand, tabblad WV [straat-huisnummer] staat bij 'schildelen' de oppervlakte per schildeel. Bij 'Huidige situatie' / 'Isolatiewaarden gebouwdeel' staat de huidige isolatiewaarde. Voor vloeren, muren en daken is er een inschatting gemaakt op basis van materiaal en dikte. Voor de ramen is uiteraard gekeken naar de huidige situatie: enkel glas, dubbel glas, HR (+/++) glas. Er is van uitgegaan dat bijvoorbeeld dubbel glas is geplaatst in de oorspronkelijke of gelijkwaardige kozijnen, tenzij anders vermeld.

Dit leidt tot een warmteverliesberekening, waarbij het oppervlakte van de schildelen, de isolatiegraad en een temperatuurverschil worden betrokken. Het temperatuurverschil is standaard bepaald op 30K, het verschil tussen binnentemperatuur van 20°C en buitentemperatuur -10°C. In onderstaande figuur twee voorbeelden van de verdeling van het warmteverlies.



Figuur 3.1 Verdeling van het warmteverlies van twee voorbeeldwoningen

Een opmerking over ventilatie en infiltratie: er is niet gemeten aan de mate van infiltratie ('tocht') in de woningen. Op basis van ervaring is een inschatting gemaakt. Indien een woning serieus geïsoleerd wordt en infiltratie een factor van belang wordt, dan is het advies om hier wel aan te meten. Bijvoorbeeld met een 'blower-door-test'.

3.2 Radiatoren

Naast het warmteverlies is ook bepaald in hoeverre de verwarming, de radiatoren, in staat zijn om het warmteverlies in de woning te compenseren. Dit is gedaan door het afgiftevermogen te bepalen. In het Excelbestand, tabblad Afgifte [straat-huisnummer] is de berekening opgenomen. Op basis van breedte, hoogte, diepte en type radiator is het afgiftevermogen bepaald uitgaande van 90°C aanvoer en 70°C retour. Met een cv-ketel is dat geen enkel probleem.

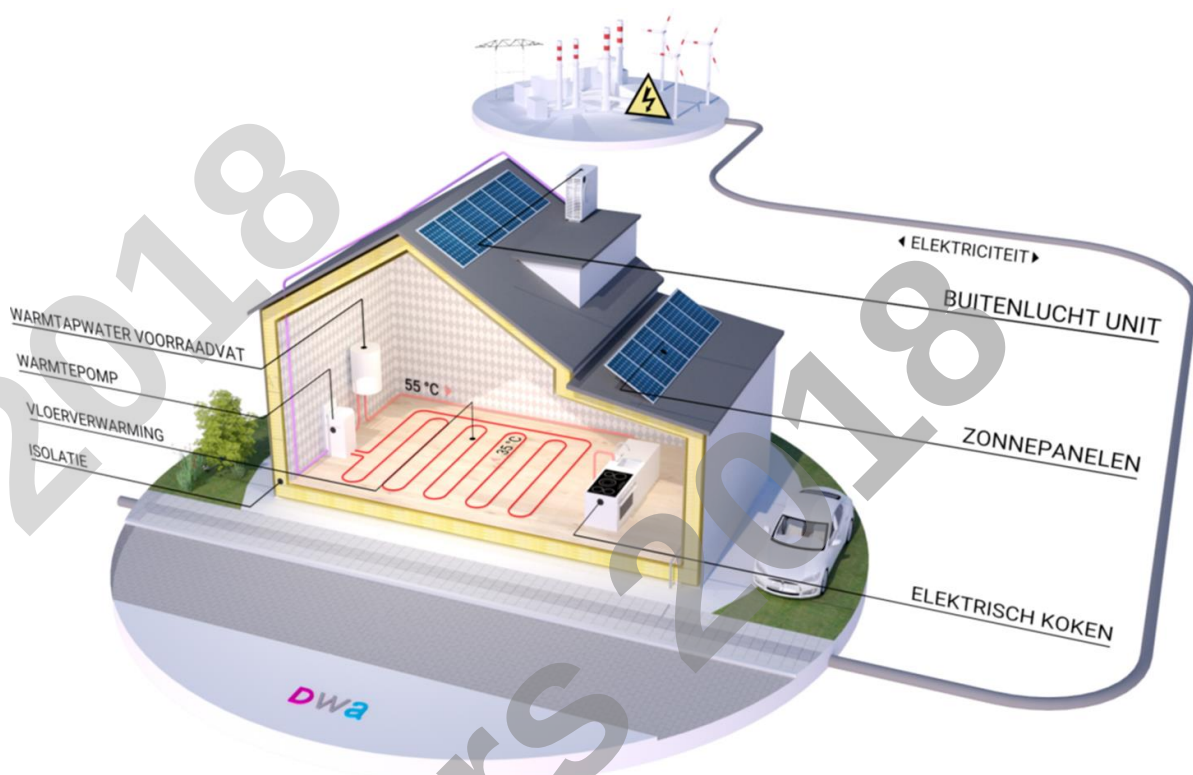
3.3 Opvallende zaken / conclusie uit analyse

Uit de analyse van de bestaande situatie komen een aantal opvallende zaken naar voren:

- De woningen in de wijk zijn divers qua maatvoering en warmteverlies. Het varieert van 9 tot 34 kW.
- Vier van de vijf woningen hebben geen spouwmuur. Na-isolatie van de spouw is dan niet mogelijk.
- Beglazing is zeer divers, van enkel glas tot en met HR++ glas.
- De warmteverliezen door infiltratie zijn hoog, van 27 tot 61% van het totale verlies. Tegelijkertijd is de onzekerheid met betrekking tot kierdichting groot.
- Het berekende afgiftevermogen van de radiatoren dekt niet voor alle woningen het warmteverlies. Het kan dus zijn dat er comfortklachten zijn bij lage buitentemperatuur of dat er dan bepaalde ruimtes minder worden verwarmd, zoals de slaapkamers.

4 All electric oplossing

In dit hoofdstuk wordt de all electric oplossing uitgewerkt en wordt aangegeven welke maatregelen per woning mogelijk zijn. Een all electric woning ziet er (schematisch) als volgt uit.



Figuur 4.1 Schematische weergave van all electric oplossing

Er wordt gewerkt met:

- Een warmtepomp en warmwatervoorraadvat. De warmtepomp maakt warm water langzamer dan een cv-ketel en daarom wordt een voorraadvat gebruikt. Zodat het tapwatercomfort wel op peil is.
- Een buitenlucht-unit. De warmtepomp haalt energie uit de omgeving (bodem of buitenlucht). In dit geval is gekozen voor lucht, omdat dit makkelijker inpasbaar is dan bodemplussen. Wel is er kans op geluidshinder als er veel luchtunits in één wijk worden toegepast.
- Een lage-temperatuur-afgiftesysteem. Dit kan vloerverwarming zijn of lagetemperatuurradiatoren. Voor deze laatste is gekozen in dit onderzoek, omdat deze makkelijker toepasbaar zijn in een bestaande woning.
- Een goed geïsoleerde schil. Omdat een warmtepomp minder vermogen heeft dan een cv-ketel en het vermogen op een lagere temperatuur wordt afgegeven, is het van belang de woning goed te isoleren. Welke maatregelen daadwerkelijk mogelijk zijn in de woningen wordt hieronder besproken.
- Een elektrische kookplaat. Omdat het aardgas verdwijnt, wordt er gekookt op een inductie-kookplaat.
- Een verzwaarde elektriciteitsaansluiting. De warmtepomp en de inductiekookplaat vragen meer stroom en de gemiddelde aansluiting zal dan ook verzwaard moeten worden.
- Zonnepanelen als optie. Vanwege het hogere elektriciteitsverbruik is het toepassen van zonnepanelen interessant. Omdat niet iedere woning hiervoor gelegenheid heeft, is het een optie. Er is in de maatregelen niet mee gerekend.

4.1 Maatregelen

In dit hoofdstuk worden de maatregelen ten behoeve van all electric beschreven. De raming van de investeringen is in euro's, exclusief btw. De bedragen zijn kentallen en niet gebaseerd op offertes die in het kader van deze opdracht zijn opgevraagd.

4.1.1 Isolatie

Zoals gezegd is de isolerende schil van belang om het warmteverlies te beperken en daarmee het vermogen van de warmteopwekking (in dit geval een warmtepomp) te verlagen. In de onderzochte huizen zijn een aantal maatregelen mogelijk, maar niet alle maatregelen zijn in alle huizen mogelijk. Daarnaast worden hier alleen maatregelen genomen die in bewoonde staat, met beperkte overlast, mogelijk zijn. Complete verbouwingen om te isoleren worden niet uitgevoerd.

Vloerisolatie

Dit betreft het plaatsen van 15 cm wol tussen de balken van de begane grondvloer. Deze maatregel is alleen mogelijk bij de twee woningen op de begane grond, waarbij uitgangspunt is dat de kruipruimte toegankelijk is. Investering wordt geraamd op € 21 / m², excl. btw.

Gevelisolatie

Dit betreft het na-isoleren van de spouwmuur in de Edisonstraat. De andere woningen hebben geen spouwmuur. Er is dus in deze woningen geen isolatie toegevoegd aan de gevels. Indien dit wel gewenst is, dan is een geïsoleerde voorzetwand mogelijk aan de binnenzijde. Dit zal uiteraard ten koste gaan van de binnenruimte en is praktisch gezien een flinke verbouwing. De investering voor de spouwmuurvulling wordt geraamd op € 18 / m², excl. btw.

Dakisolatie

Bij de woningen met een eigen dak, de bovenwoningen, is het mogelijk om tussen de balken een laag van 15 cm wol aan te brengen. Hiermee is gerekend. Andere opties, zoals het van de buitenzijde isoleren bij de vervanging van een dak, zijn wel mogelijk, maar daar is niet mee gerekend, omdat dit een flinke verbouwing is.

De investering wordt geraamd op € 55 / m², excl. btw.

Vervangen glas, voordeur en kozijnen

Een voor de hand liggende verbetering van isolatie is het vervangen van het glas door HR++ glas. In sommige gevallen zal dit in het bestaande kozijn kunnen, maar vaak niet. Daarom is bij de vervanging van glas ook de vervanging van een kozijn berekend. Bij de benedenhuizen is ook de voordeur vervangen door een isolerende voordeur. Bij Voltaplein 53hs is het glas al vervangen, en daar wordt alleen de voordeur als maatregel meegenomen.

Investering voor glas wordt geraamd op € 110 / m², excl. btw.

Investering voor deuren wordt geraamd op € 750 / m², excl. btw.

Investering voor kozijnen wordt geraamd op 575 / m², excl. btw.

In het Excelbestand, tabblad WV [straat-huisnummer], staat in de kolom "maatregel ja/nee" aangegeven of een onderdeel wel of niet wordt verbeterd. In onderstaande tabel het overzicht van de maatregelen per woning.

Tabel 4.1 Overzicht van de maatregelen per woning

		Bredeweg 43hs	Voltaplein 16-1	Bredeweg 32bv	Voltaplein 53hs	Edisonweg 25-1
Vloer	15cm wol tussen de balken	x			x	
Gevel	spouwmuurvulling met EPS parels					x
Dak	15 cm wol in dakbeschoot		x	x		
Glas	HR++ glas	x		x		x
Kozijnen	Houtenkozijnen bij vervanging glas	x		x	x (voordeur)	x
Voordeur	Isolerende voordeur in bestaand kozijn	x			x	

Opmerking over infiltratie

In de maatregelen wordt ervan uitgegaan dat verbetering van isolatie of vervangen van glas/kozijnen ook een vermindering van de infiltratie tot gevolg heeft. Hoeveel dit precies is, is moeilijk in te schatten.

4.1.2 Radiatoren

Door de verbetering van de isolatie zal er minder warmteverlies zijn. Maar door het gebruik van een warmtepomp zal de aanvoertemperatuur van het cv-systeem ook veel lager worden dan huidig. Dit heeft als effect dat de huidige radiatoren minder vermogen afgeven. In het Excelbestand is een inschatting gemaakt van het afgiftevermogen van de bestaande radiatoren bij lagere temperatuur. Dit vermogen is vergeleken met het warmteverlies na isolatie. Uit deze vergelijking blijkt dat er in alle gevallen te weinig afgiftevermogen beschikbaar is. Hoeveel dat is per woning staat in het Excelbestand, tabblad Inv. [straat-huisnummer] bij 'LTV radiatoren (tekort t.o.v. huidig) / Investering (€)'. Een negatief percentage betekent dat er te weinig vermogen opgesteld staat. Als maatregel worden er radiatoren vervangen of bijgeplaatst die geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming. Hiervoor wordt een bedrag van € 3.000, excl. btw gerekend.

4.1.3 Warmtepomp

Op basis van het warmteverlies wordt een inschatting gemaakt van de benodigde vermogen van de warmtepomp en de bijbehorende investering. Er wordt 4 klassen onderscheiden; van 4 kW tot en met 10 kW. Dit zijn klassen die in woningen worden toegepast.

Warmtepomp (bv. Techneco Loria Duo)	
4 kW	€ 7.500, excl. btw
6 kW	€ 8.250, excl. btw
8 kW	€ 9.500, excl. btw
10 kW	€ 12.000, excl. btw

Een opmerking vooraf: voor drie van de vijf woningen is het berekende warmteverlies na de isolatie hoger dan 10 kW. Dat betekent dat de grootste warmtepomp de vraag niet aankan, volgens de berekening. Nader onderzoek moet uitwijzen of dat in de praktijk ook een probleem is.

Tabel 4.2 Investering per vermogensklasse

In tabel 4.2 staat de inschatting van de investering bij een bepaald vermogen van de warmtepomp. Er wordt uitgegaan van een luchtwater waterpomp met een warmtapwatervat (Duo).

4.1.4 Overig

Verwijdering cv-ketel en gasaansluiting

Het verduurzamen van de warmtevoorziening betekent uiteraard het verwijderen van de bestaande cv-ketel en de aardgas aansluiting. Hiervoor wordt een bedrag van € 325, excl. btw (cv-ketel) en € 520, excl. btw (gasaansluiting, tarief Liander) gerekend.

Opmerking: Deze investering is uiteraard nodig bij elke oplossing die aardgasvrij is, dus ook bij aansluiting op een duurzaam warmtenet.

Verzwaren elektra-aansluiting

De warmtepomp en de inductiekookplaat vragen meer stroom en de gemiddelde aansluiting zal dan ook verzwakt moeten worden. Hiervoor wordt € 160, excl. btw (tarief Liander) gerekend. Met verzwaring van het hele net in de straat wordt geen rekening gehouden, omdat gekeken wordt per woning.

Koken

De aardgas aansluiting wordt verwijderd. Dat betekent dat koken op een gaskookplaat niet meer kan. Daarom wordt er een inductiekookplaat geplaatst en wordt er een extra (kook)groep gemaakt in de groepenkast. Als investering wordt gerekend met deze kookplaat en een nieuwe pannenset, die geschikt is voor inductie. Raming van de investering is € 700, excl. btw. Voor de extra groep en kabel naar de keuken voor de kookplaat wordt € 500, excl. btw gerekend.

Opmerking: Deze investering is uiteraard nodig bij elke oplossing die aardgasvrij is, dus ook bij aansluiting op een duurzaam warmtenet.

5 Conclusie all electric oplossing

In onderstaande tabel zijn alle investeringen voor de vijf woningen bij elkaar gebracht, en is een gemiddelde bepaald.

	Bredeweg 43hs	Volta plein 16-1	Bredeweg 32bv	Volta plein 53hs	Edisonstraat 25-1	Gemiddelde
Koken						
Extra elektragroep + kabel naar keuken	500	500	500	500	500	500
Kookplaat en pannen	700	700	700	700	700	700
Verwijdering						
Verwijderen CV ketel	325	325	325	325	325	325
Verwijderen gasaansluiting	520	520	520	520	520	520
Oplossing Volledig elektrisch						
Uitvoeren isolatie	8.500	2.700	9.100	3.100	3.300	5.340
Ook kozijnen vervangen	25.700	-	22.900	1.100	16.000	13.140
Investering WVP (€)	15.000	12.000	12.000	8.000	8.250	10.750
Investering radiatoren (€)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Verzwaren E-aansluiting	160	160	160	160	160	160
Subtotaal	51.400	19.900	49.200	18.900	32.800	34.440
Projectkosten (15%)	7.700	3.000	7.400	2.800	4.900	5.160
Totaal excl btw	59.100	22.900	56.600	21.700	37.700	39.600
btw (21%)	12.400	4.800	11.900	4.600	7.900	8.320
Totaal incl btw	71.500	27.700	68.500	26.300	45.600	47.920

Conclusies

- De investeringen lopen uiteen van € 26.300 tot € 71.500 per woning.
- Het is de vraag of all electric het gewenste comfortniveau kan halen. Bij een aantal woningen is warmteverlies groter dan het vermogen van de warmtepomp.
- Verder isoleren van de woningen is niet mogelijk zonder drastische ingrepen (=verbouwing).
- Het isoleren van de woningen waar dit wel mogelijk is, verhoogt wel het comfort en verlaagt het energieverbruik. Ook als gekozen wordt voor een warmtenet.
- Er is nog niet in detail gekeken naar de plaatsing van de warmtepomp en de buitenluchtunit. In een aantal woningen zal dit zeker een uitdaging zijn. De warmtepomp is groter dan de cv-ketel.

Gegeven deze uitgangspunten is de overall conclusie dat de all electric oplossing geen oplossing is voor het aardgasvrij maken van de hele buurt Watergraafsmere. Daarmee is het geen alternatief voor het buurtwarmtenet. Aangezien all electric een individuele oplossing is kan het uiteraard dat een individuele bewoner hier toch voor kiest. Maar voor de hele buurt is het niet haalbaar.

Bijlage I Bestanden bij rapport

- Excelbestand met berekeningen: 180419 FW Warmteverliesberekening uitkomsten v2.0
- PowerPointpresentatie bewonersavond: Presentatie ALV woningonderzoek (klein) FW (Sheet 7-22)