



DWA

Kenmerken

Project	21104 Verkenning warmtevoorziening Westelijke Eilanden	Datum	20 september 2023
Auteur	ing. B.B. Hooghiemstra	Co-lezer	drs. J. van der Heide
Onderwerp	Verkenkend onderzoek Westelijke Eilanden	Status	Definitief
		Kenmerk	21104-782168

Verkennend onderzoek Westelijke Eilanden

In dit document staan de bevindingen beschreven van het verkennend onderzoek naar een duurzame warmtevoorzieningen voor de Westelijke Eilanden. Het doel van dit onderzoek is om tot een aantal mogelijk kansrijke systemen te komen die in de hierop volgende haalbaarheidsfase verder onderzocht kunnen worden, om uiteindelijk tot een vergelijking te komen met het advies uit de Warmtevisie Amsterdam 2040. In de Warmtevisie Amsterdam 2040 wordt voor de Westelijke eilanden het volgende geadviseerd: 'Voor de Westelijke eilanden geldt als warmteoplossing: duurzaam gasnet. Bij gebruik van een duurzaam gasnet laten we het bestaande gasnet liggen, maar gebruiken we groen gas in plaats van aardgas. Deze optie is geschikt voor de oude binnenstad en oudere dorpen aan de rand van Amsterdam. In de binnenstad liggen al veel leidingen onder de grond en ook boven de grond is er weinig ruimte. Het is hier dus vrijwel onmogelijk om een warmtenet aan te leggen.'

In dit verkennende onderzoek wordt bewust nog niet gekeken naar de kenmerken, benodigdheden of verwachte resultaten van de toepassing van groen gas. Dit omdat er nog veel onzekerheid rondom (de prijs van) groen gas is. Er worden in dit onderzoek dus juist andere alternatieven voor aardgas vergeleken.

Hiervoor is eerst een analyse van de buurt gedaan, waarna de buurt in drie clusters is verdeeld. Vervolgens is er een groslijst van technieken opgesteld die mogelijk voor warmtevoorziening bij de Westelijke Eilanden toegepast kunnen worden. Op basis van simpele, logische randvoorwaarden en beperkingen is deze groslijst teruggebracht tot een shortlist van zeven systemen. De werking en kenmerken van deze zeven systemen is daarna toegelicht. De zeven systemen zijn voor ieder opgesteld cluster, en de buurt als geheel, op hoofdlijnen getoetst om zo inzicht te krijgen in de kansrijkheid van ieder systeem. Ten slotte zijn de resultaten van deze toets weergegeven in een keuzematrix.

Inhoudsopgave

1	Analyse van de buurt	4
	1.1 Een algemene analyse van de buurt	4
	1.2 Analyse van de panden en verblijfobjecten	6
	1.3 Analyse van gebied en warmtebronnen	10
	1.4 Groslijst van technieken	11
	1.5 Kansrijke technieken	12
2	Clustervorming	13
3	Toelichting concepten	14
	3.1 MT-net op WKO en aquathermie	14
	3.2 HT-luchtwarmtepomp	15
	3.3 LT-net op WKO en aquathermie	16
	3.4 Luchtwarmtepomp	17
	3.5 Zonnecollectoren	18
	3.6 PV-T warmtepomp	19
	3.7 MT-net op buurtwarmtepomp	20
4	Verwachte kenmerken clusters	21
	4.1 Cluster 1	21
	4.2 Cluster 2	22
	4.3 Cluster 3	23
5	Welke warmtevoorziening past bij welk cluster?	24
	5.1 Cluster 1	24
	5.2 Cluster 2	25
	5.3 Cluster 3	26
6	Warmtenet varianten	27
7	Keuzematrix	28
8	Wat zijn de bevindingen?	30
	8.1 Conclusie	30
	8.2 Bevindingen	30
	8.3 Vervolgadvies	31
	8.4 Haalbaarheidsonderzoek	31
9	Bijlagen	32

1 Analyse van de buurt

Om een beeld te krijgen van de buurt, de gebouwen en het energieverbruik heeft DWA een analyse van de Westelijke Eilanden uitgevoerd, op basis van openbaar beschikbare informatie¹. Door middel van de analyse is er meer inzicht verkregen in de eigenschappen en mogelijkheden van de wijk.

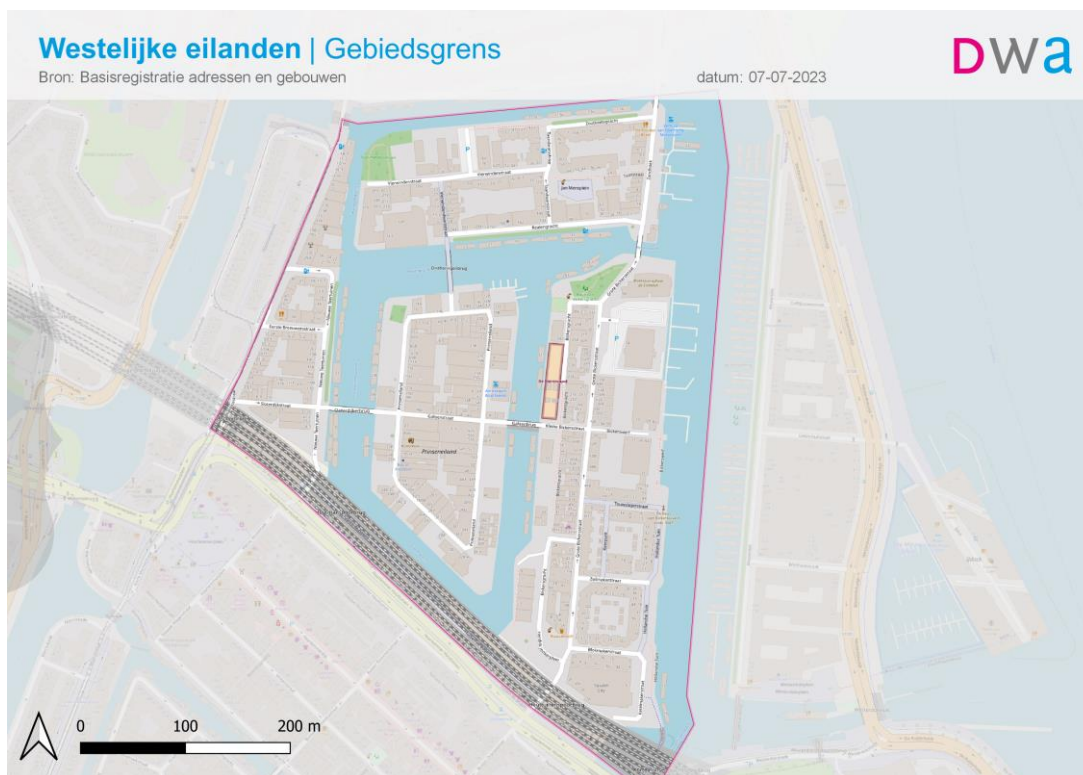
De analyse bestaat uit vijf onderdelen:

- 1 Een algemene analyse van de buurt.
- 2 Een analyse van de panden en verblijfsobjecten in de buurt.
- 3 Een analyse van de omgeving met betrekking tot mogelijke warmtebronnen.
- 4 Een groslijst van de mogelijke technieken voor een duurzame warmtevoorziening.
- 5 Een overzicht van de technieken die wij als kansrijk zien voor de Westelijke Eilanden.

De resultaten van de analyse worden in dit document aan de hand van kaarten weergegeven met tekstuele toelichting.

1.1 Een algemene analyse van de buurt

Onder de Westelijke Eilanden buurt verstaan we het gebied in onderstaande figuur. De Amsterdamse buurt bevindt zich in het centrum van de stad, ten noordwesten van het centraal station. De eilanden worden omringd door water uit het nabijgelegen IJ en de grachten van Amsterdam. Aan de zuidkant van het gebied loopt een verhoogde spoorbaan waaronder bedrijven gevestigd zijn.

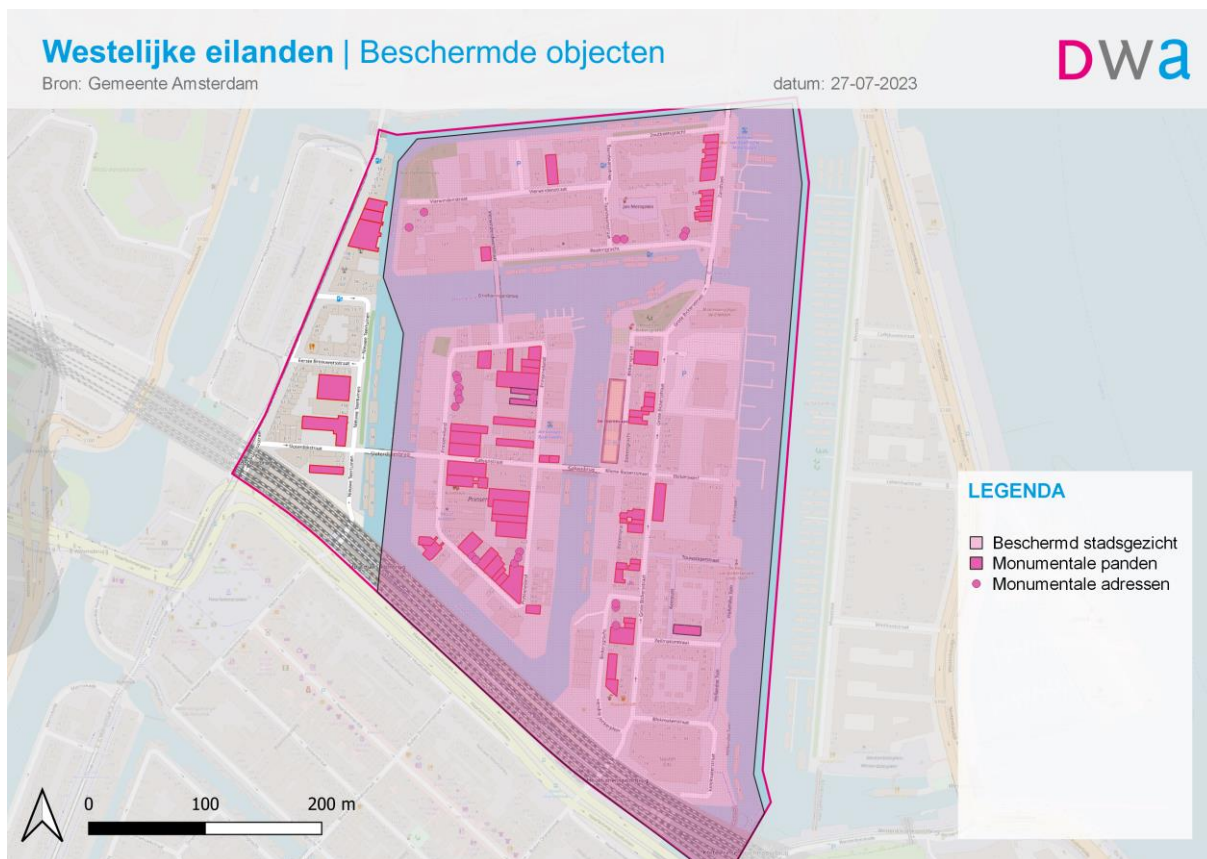


De informatie die in onderstaande analyse wordt gebruikt is opgehaald uit openbare bronnen zoals de basisregistratie adressen en gebouwen (BAG). Hierin zijn geen gegevens over de (woon)boten in de buurt te vinden, deze worden dus ook niet in de analyse opgenomen. Er liggen circa vijftig woonboten in de buurt, het ontbreken van deze data is dus ook niet van doorslaggevende invloed.

¹ De openbare data is doorgaans beschikbaar op postcode niveau en wordt maar periodiek bijgewerkt, waardoor bijvoorbeeld recente renovaties niet zijn opgenomen. De weergegeven informatie zal dus alleen als indicatief moeten worden beschouwd. De daadwerkelijke situatie kan afwijken van de hier geschetste situatie.

Een aantal panden op de Westelijke Eilanden heeft een monumentale status. Dit betekent dat er meer wetten en regels zijn bij verbouwingen aan deze panden. In de meeste gevallen heeft het gehele pand de monumentale status. In sommige gevallen heeft maar een deel van het pand de monumentale status, we spreken dan van monumentale adressen. Dit komt voor wanneer er bijvoorbeeld in het verleden aanpassingen aan een deel van het pand zijn gedaan waardoor dit deel niet meer van originele staat is.

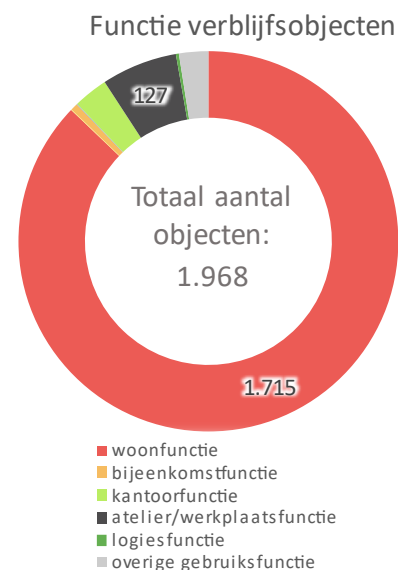
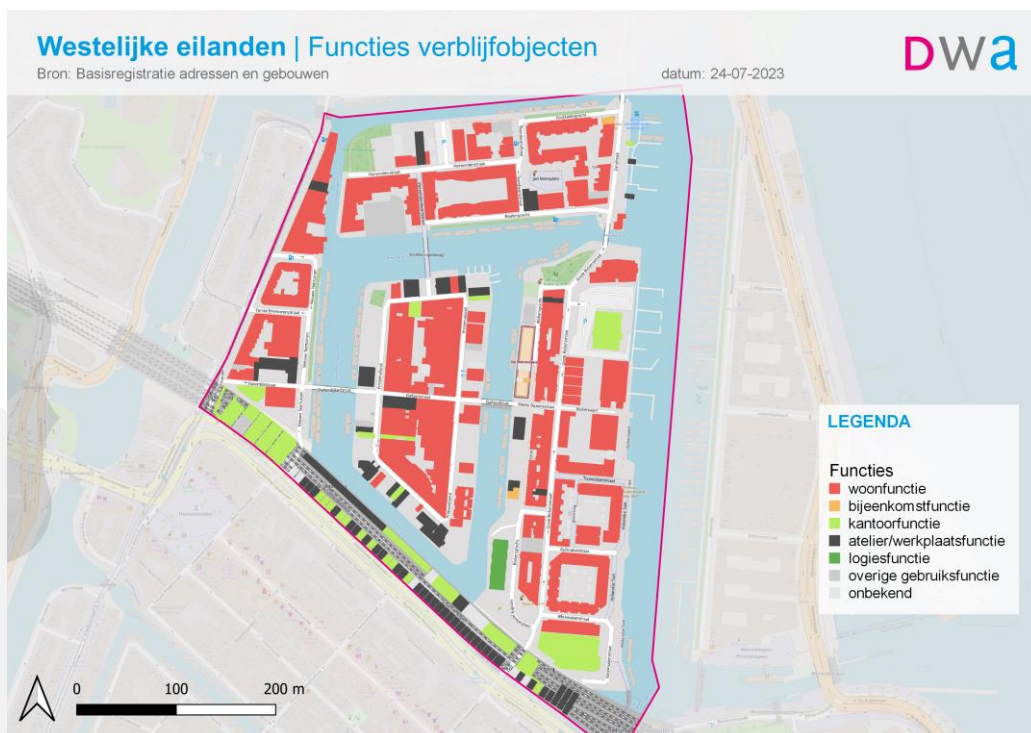
Daarnaast is een groot deel van de buurt beschermd stadsgezicht, waardoor het aanzicht van de gebouwen niet mag veranderen door verbouwingen.



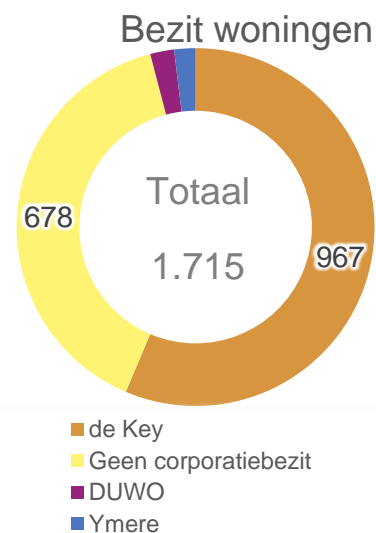
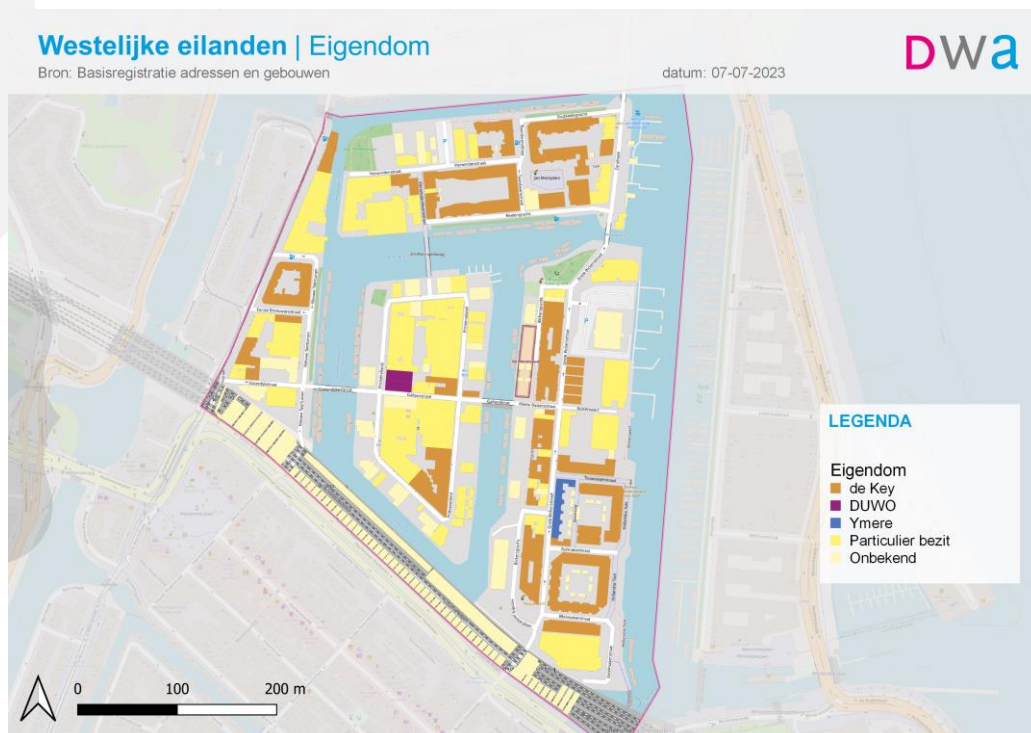
In dit document gebruiken we regelmatig de term verblijfsobjecten. Hiermee worden woningen, of adressen met andere functies (zoals kantoren of werkplaatsen) bedoeld. Een pand kan dus meerdere verblijfsobjecten bevatten.

1.2 Analyse van de panden en verblijfsobjecten

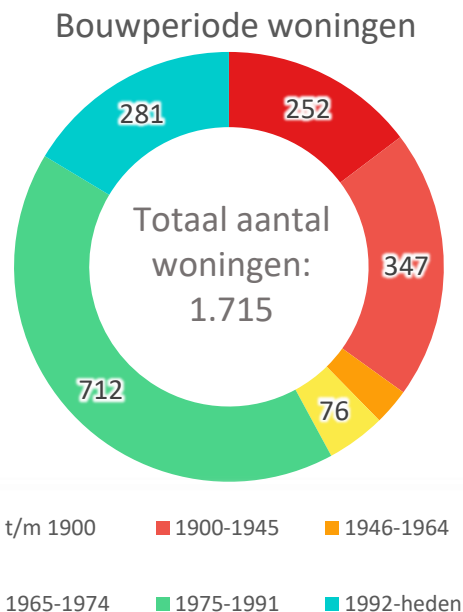
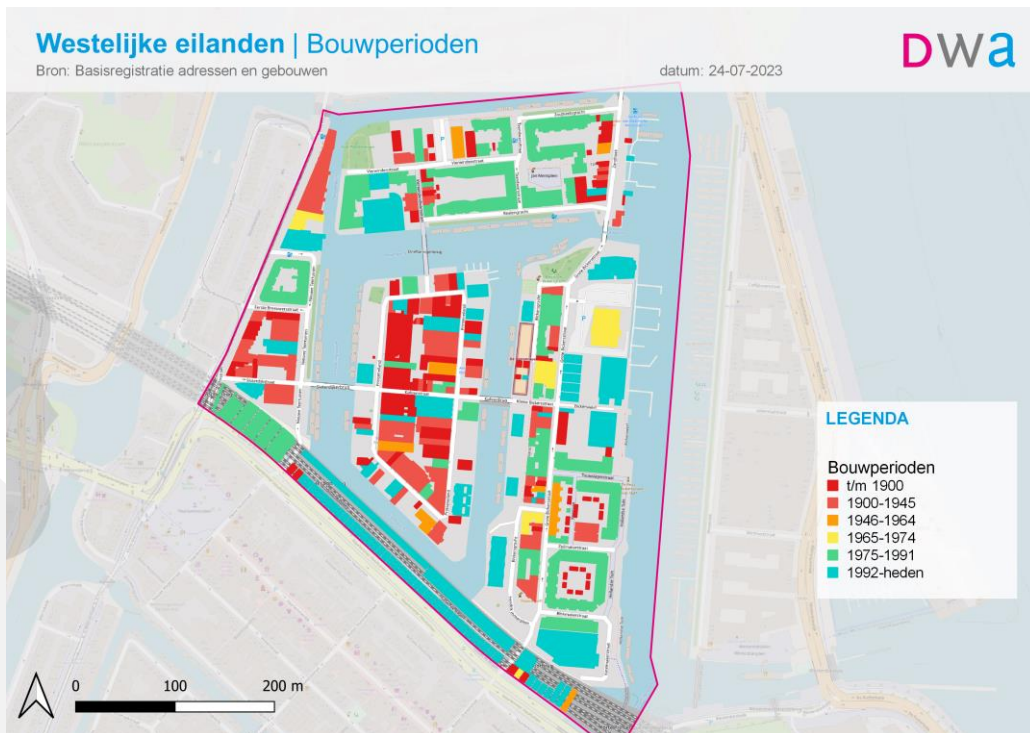
In de Westelijke Eilanden buurt staan 420 panden die 1.968 verblijfsobjecten bevatten. Van deze 1.968 verblijfsobjecten hebben 1.715 een woonfunctie. Het resterende deel van de verblijfsobjecten heeft voor het grootste deel een kantoor- of atelier/werkplaatsfunctie.



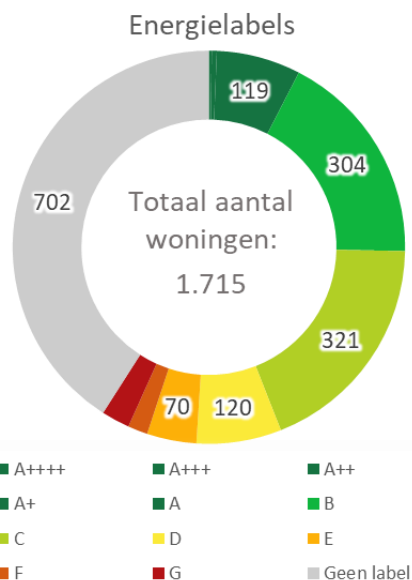
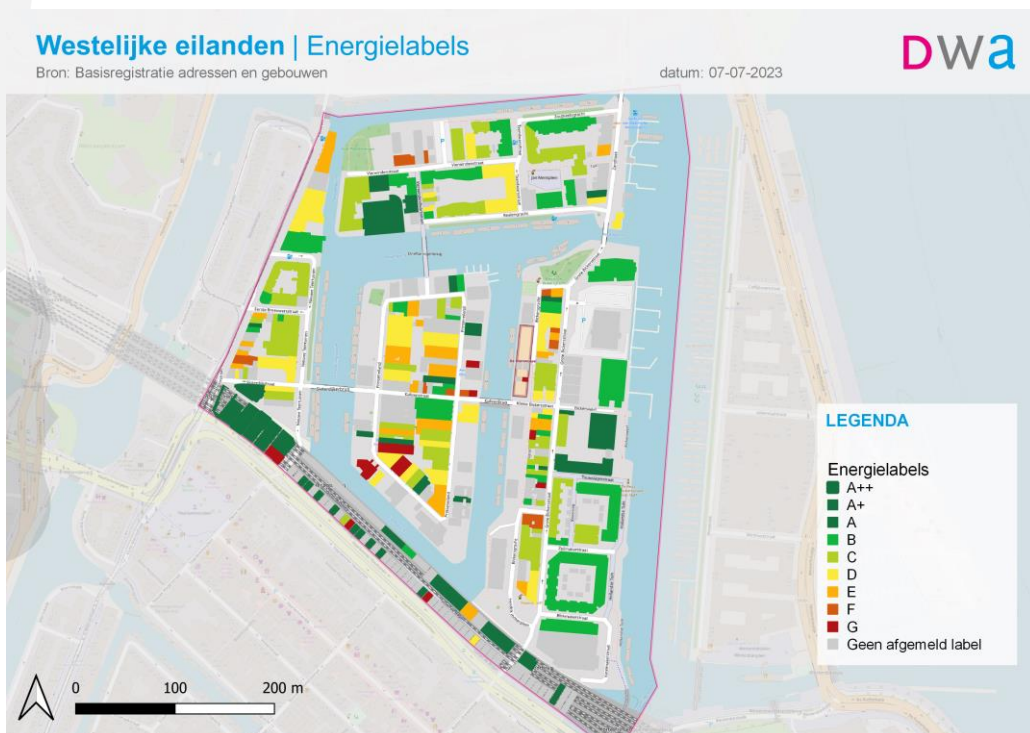
Meer dan de helft van alle verblijfsobjecten (967) is in beheer van woonstichting Lieve de Key, daarnaast zijn er nog een aantal verblijfsobjecten in bezit van Ymere en DUWO. De rest van de verblijfsobjecten is geen corporatiebezit (678).



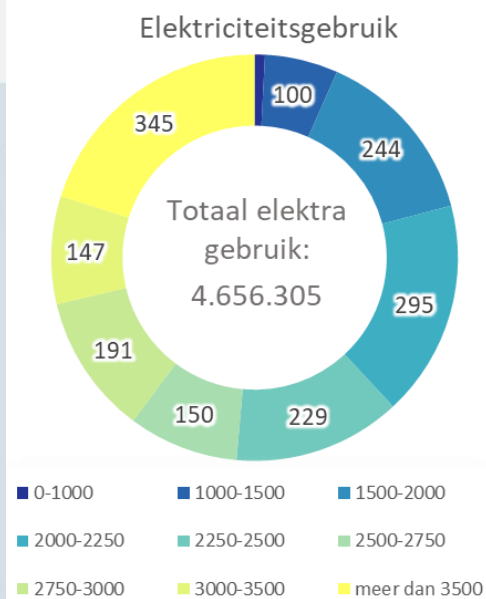
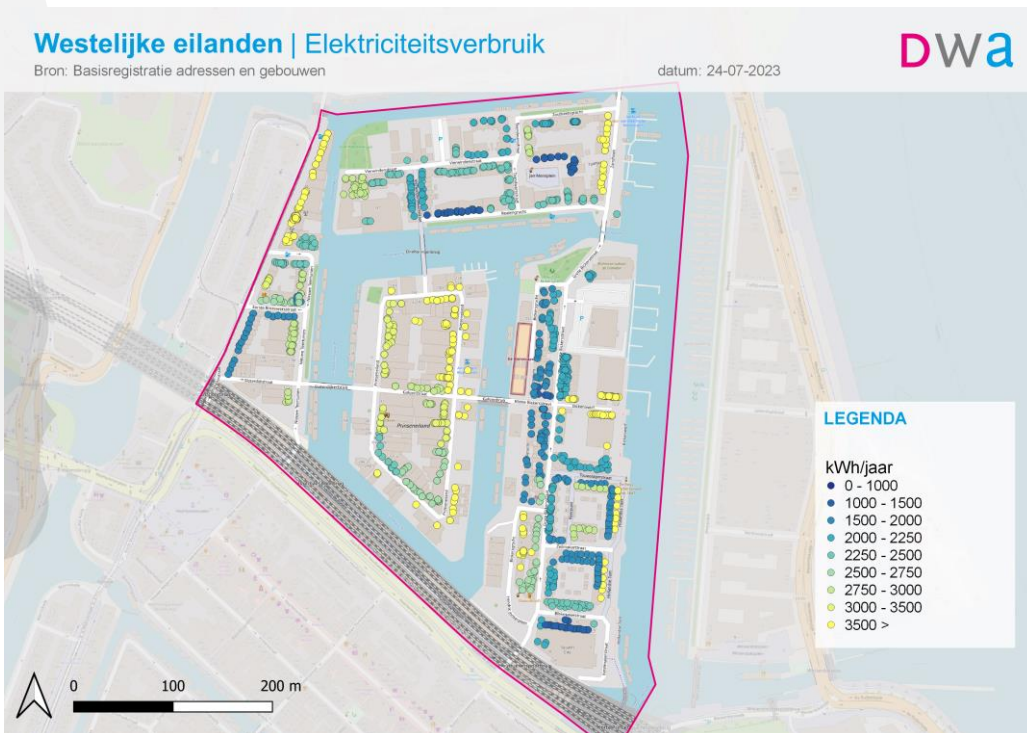
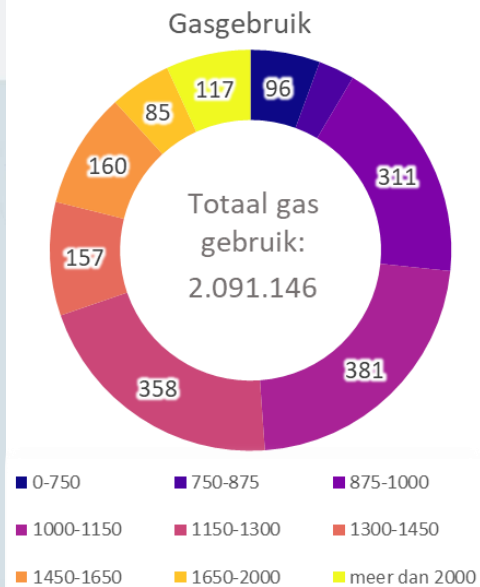
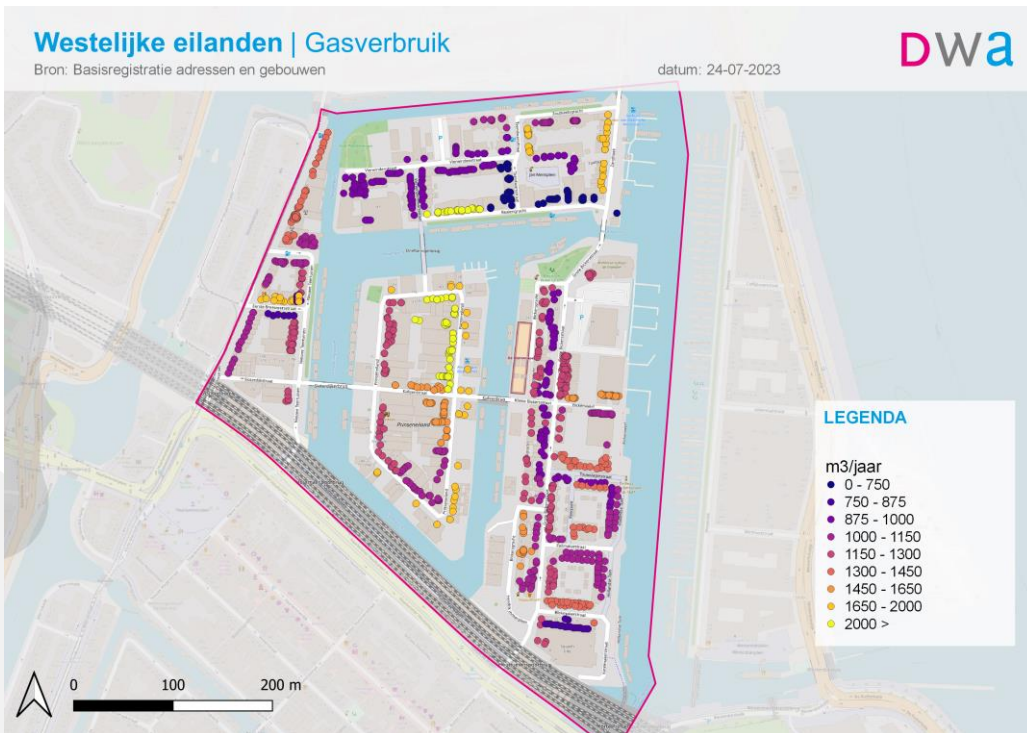
In de buurt staan panden uit verschillende bouwperiodes, de meeste van de panden zijn voor 1945 of tussen 1975 en 1991 gebouwd. Het is duidelijk te zien dat de panden onder het spoor er later, na 1992, bij zijn gebouwd. Ook valt op dat de panden van voor 1945 vooral op het centraal gelegen Prinseneiland staan.



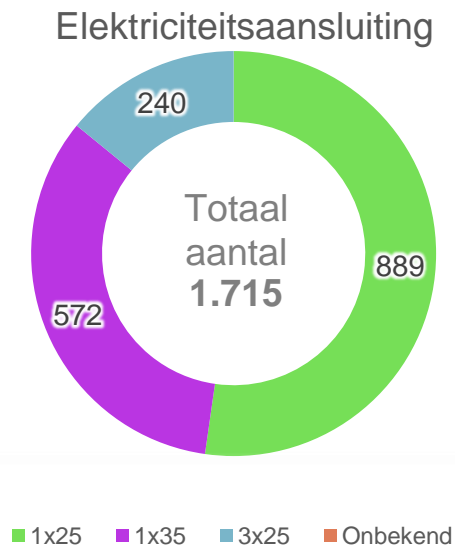
De leeftijd van de panden is ook goed terug te zien in de afgegeven energielabels, die vaak ook erg indicatief zijn voor de isolatiestaat van de panden. We zien dat waar de woningen het oudst zijn, op het Prinseneiland, doorgaans ook de slechtste energielabels zijn afgegeven.



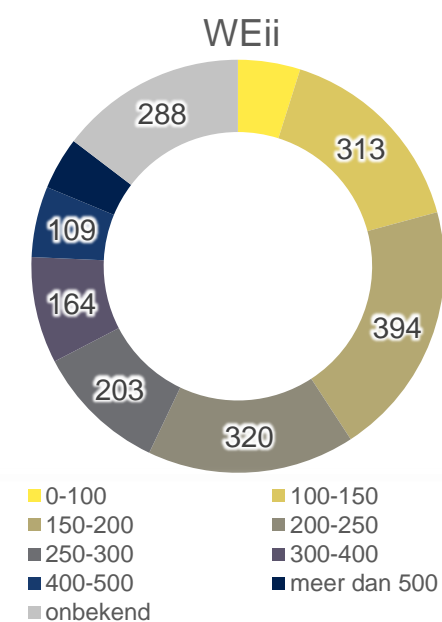
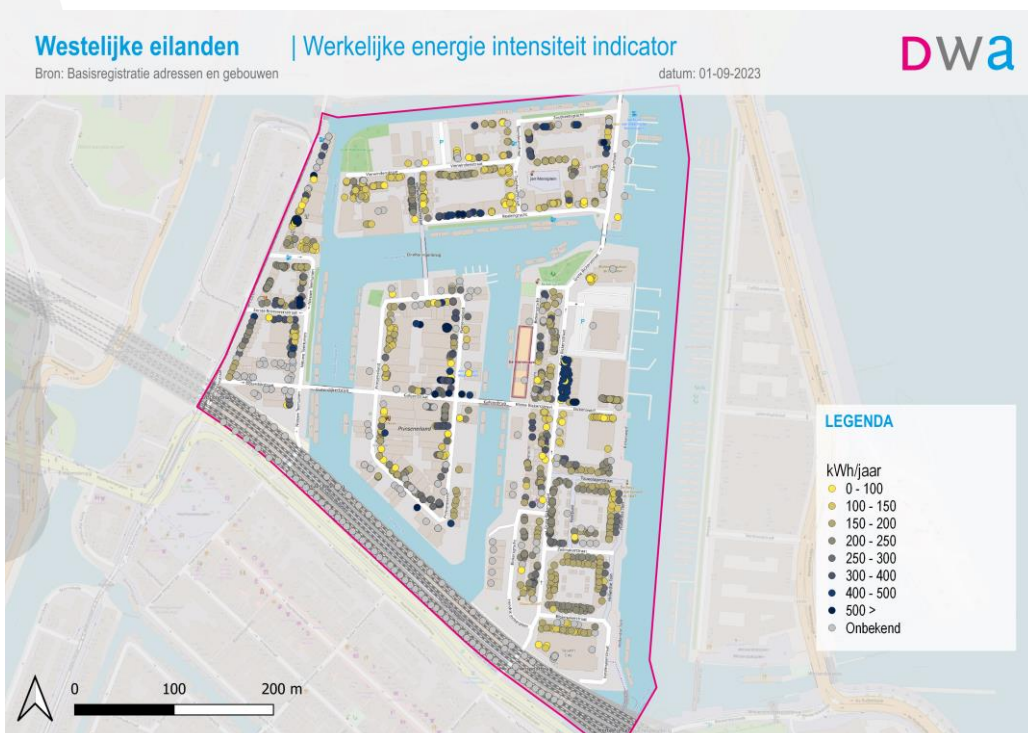
De leeftijd en energielabels van de panden zien we ook terug in het gas- en elektriciteitsverbruik van de verblijfsobjecten. Dit is overal hoger dan gemiddeld voor Nederland en piekt bij de oudste gebouwen in de buurt.



Een groot deel van de panden in de buurt heeft een 1-fase aansluiting. Om een warmtepomp te kunnen plaatsen zal deze vervangen moeten worden voor een 3-fase aansluiting. Dit doen netbeheerders doorgaans voor een eenmalige, lage prijs en dit zal zeer waarschijnlijk dus geen probleem zijn. De extra capaciteit die sommige oplossingen van het elektriciteitsnet zullen vragen kan misschien moeilijk geleverd worden door de netbeheerder, gezien de huidige congestieproblemen. DWA adviseert om dit in een volgende fase te onderzoeken.



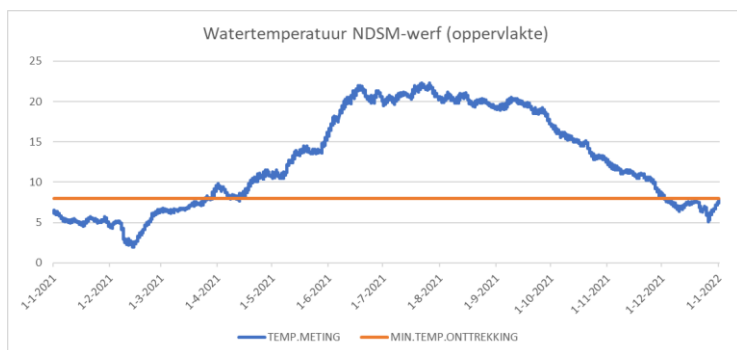
De werkelijke energie intensiteit indicator (WEii) geeft een goed beeld van het energieverbruik per vierkante meter in een verblijfsobject. De WEii neemt het elektriciteitsverbruik en gasverbruik (omgerekend naar kWh) en deelt dit door het oppervlakte. Met de WEii kunnen we een eerlijke vergelijking tussen de verblijfsobjecten maken, omdat de omvang van het verblijfsobject niet meer meespeelt.



1.3 Analyse van gebied en warmtebronnen

De Westelijke Eilanden worden omringt door water uit het IJ en de grachten van Amsterdam. De toepassing van aquathermie in de vorm van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is dan ook een voor de hand liggende optie. Uit onderzoek van Waternet blijkt dat er jaarlijks zo'n 134.700 GJ potentiële warmte beschikbaar is uit het water rond de Westelijke Eilanden. Dit is circa twee keer zoveel als de warmtevraag voor het hele gebied en zou dus ruim voldoende moeten zijn om alle panden te verwarmen.

Volgens gegevens van Rijkswaterstaat schommelt de temperatuur in het water rondom de Westelijke Eilanden jaarlijks tussen de 2,0°C en 22,3°C (gemeten bij meetpunt NDSM-werf). Voor een groot deel van het jaar is het water warm genoeg om warmte te onttrekken, hier is een minimale temperatuur van 8°C voor nodig. Voor de momenten dat de temperatuur niet hoog genoeg is zal er een vorm van warmteopslag, zoals bijvoorbeeld WKO, toegepast moeten worden om de buurt het hele jaar door van warmte te kunnen voorzien.



Figuur 2: Weergave data RWS

Andere vormen van aquathermie, zoals thermische energie uit afvalwater (TEA) en thermische energie uit drinkwater (TED), hebben volgens Waternet niet genoeg potentie om de buurt van warmte te voorzien.

Tijdens de rondwandeling door de buurt bij de kick-off is geconstateerd dat er veel plat dak beschikbaar is. Voor een dichtbebouwde buurt als de Westelijke Eilanden biedt dit mogelijkheden. Het dakoppervlak kan mogelijk ingezet worden voor:

- Zonnecollectoren;
- PV-panelen (3.850 MWh/jaar volgens Waternet);
- PVT-panelen.

De toepassing van WKO (warmte- en koudeopslag) is volgens de wkotool mogelijk en toegestaan in de buurt (wkotool.nl, bijlage 1). WKO kan toegepast worden om tijdens warme periodes warmte uit oppervlaktewater op te slaan om dit vervolgens op koude momenten als bron voor een warmtepomp te gebruiken. Hierdoor heeft de warmtepomp altijd een warmere bron beschikbaar wat tot een hogere efficiëntie en mogelijk tot een kleiner en goedkoper systeem leidt.

Er zijn geen stadswarmte of restwarmte bronnen of leidingen beschikbaar in of nabij de Westelijke Eilanden.



Algemeen	Woning	Utiliteit	
Gemiddeld bouwjaar	1922	1966	
Aantal verblijfsobjecten	1.578	335	
Totaal bruto vloeroppervlak (BVO)	120.068	45.491	m²
Gemiddeld BVO per woning	76	136	m²
Aandeel woningcorporatiebezit	47,99 %		%
Oppervlakte geselecteerd gebied		21,5	ha

Warmte aanbod		
TEO – oppervlaktewater	134.719	GJ/jaar
TEA – afvalwater	2.100	GJ/jaar
TED – drinkwater	3.200	GJ/jaar
Zon op dak - warmte	78.405	GJ/jaar
Datathermie	0 - 0	GJ/jaar
Industriële restwarmte	0	GJ/jaar
Warmtenet aanwezig	Nee	Ja/Nee

Figuur 1: Resultaten onderzoek Waternet

1.4 Groslijst van technieken

Er is een groslijst van technieken opgesteld, hierbij is nog geen rekening gehouden met beperkende factoren die gelden bij de specifieke situatie van de Westelijke Eilanden. Op deze manier worden alle enigszins gangbare technieken overwogen, en er dus geen kansen gemist. In de groslijst zijn de achttien onderstaande technieken opgenomen.

Referentie:

0. **HR++ ketel.** Aardgasnet in de buurt + HR++ ketel.

Warmtenet in de wijk:

1. **ZLT-net op TEO.** Aquathermie uit oppervlaktewater + ZLT-warmtenet (10-30°C) + warmtepomp in de woning voor verwarming op 55-75°C (met buffervat voor tapwater).
2. **ZLT-net op WKO en TEO.** Warmtelevering uit WKO (en optioneel koude) + regeneratie met aquathermie uit oppervlaktewater + ZLT-warmtenet (10-30°C) + warmtepomp in de woning voor verwarming op 55-75°C (met buffervat voor tapwater).
3. **LT-net op TEO.** Aquathermie uit oppervlaktewater + centrale warmtepomp (eventueel met piekvoorziening) + LT-warmtenet (30-55°C) + 55-75°C verwarming (met buffervat voor tapwater).
4. **LT-net op WKO en TEO.** Warmtelevering uit WKO (en optioneel koude) + regeneratie met aquathermie uit oppervlaktewater + MT-warmtenet (55-75°C) + 55-75°C verwarming (met buffervat voor tapwater).
5. **MT-net op TEO.** Aquathermie uit oppervlaktewater + centrale warmtepomp (eventueel met piekvoorziening) + MT-warmtenet (55-75°C) + 55-75°C verwarming.
6. **MT-net op WKO en TEO.** Warmtelevering uit WKO (en optioneel koude) + regeneratie met aquathermie uit oppervlaktewater + MT-warmtenet (55-75°C) + 55-75°C verwarming.
7. **MT-net buurtwarmtepomp.** Centrale luchtwarmtepomp (eventueel met piekvoorziening) + MT-warmtenet (75-90°C) + 75-90°C verwarming.

Individueel:

- 8 **Hybride warmtepomp op aardgas.** HR++ ketel + buitenunit + kleine luchtwarmtepomp op 55-75°C.
- 9 **Hybride warmtepomp op duurzaam gas.** HR++ ketel + buitenunit + kleine luchtwarmtepomp op 55-75°C.
- 10 **Luchtwarmtepomp.** Buitenunit + Luchtwarmtepomp op 55-75°C + buffervat voor tapwater (eventueel met PV-panelen).
- 11 **Bodemwarmtepomp.** Bodemlus + Waterwarmtepomp individueel op 55-75°C + buffervat voor tapwater.
- 12 **HT-luchtwarmtepomp.** Buitenunit + Luchtwarmtepomp op 75-90°C + buffervat voor tapwater.
- 13 **Zonnecollectoren.** Zonnecollectoren + Waterwarmtepomp individueel op 55-75°C + buffervat.
- 14 **PV-T warmtepomp.** PV-T panelen + warmtepomp in woning op 55-75°C + buffervat voor tapwater.
- 15 **Ventilatiewarmtepomp.** Verbeterde ventilatie + warmtepomp op ventilatielucht + buffervat voor tapwater.
- 16 **Waterstofketel.** Ketel geschikt voor waterstof + MT-radiatoren + 55-75°C verwarming.
- 17 **Hybride waterstofketel.** HR++ ketel op waterstof + Buitenunit + kleine luchtwarmtepomp op 55-75°C.
- 18 **Infraroodpanelen.** Elektrische boiler + Infraroodpanelen.

In bijlage 2 wordt toelichting gegeven op de hierboven genoemde technieken en temperatuurniveaus.

1.5 Kansrijke technieken

We kunnen een groot aantal van de bovengenoemde technieken al afschrijven op basis van simpele, logische randvoorwaarden of beperkingen. Voorbeelden hiervan zijn de verwachte isolatiestaat van de panden die niet toereikend is, ruimtetekort in de openbare ruimte en energetische onhaalbaarheid. Zo houden we twee kansrijke technieken, vijf kansrijke technieken onder voorwaarde en twee kansrijke tussentijdse oplossingen over.

Kansrijke technieken

- MT-net op WKO en aquathermie
- HT-luchtwarmtepomp

Kansrijk onder voorwaarde

- ZLT-net op WKO en aquathermie (veel extra isolatie en ruimte in de woning nodig)
- LT-net op WKO en aquathermie (extra isolatie nodig)
- Luchtwarmtepomp (extra isolatie en ruimte in de woning nodig)
- Zonnecollectoren (extra isolatie en ruimte in de woning nodig)
- PV-T warmtepomp (extra isolatie en ruimte in de woning nodig)

Kansrijk als tussentijdse oplossing

- Hybride warmtepomp op aardgas
- Hybride warmtepomp op duurzaam gas

Energetisch niet haalbaar

- ZLT-net op aquathermie
- MT-net op aquathermie
- Infraroodpanelen

Niet haalbaar in de meeste panden

- LT-net op WKO en aquathermie
- Ventilatiewarmtepomp

Niet haalbaar in de openbare ruimte

- MT-net met buurtwarmtepomp
- Bodemwarmtepomp

Niet ver genoeg ontwikkeld

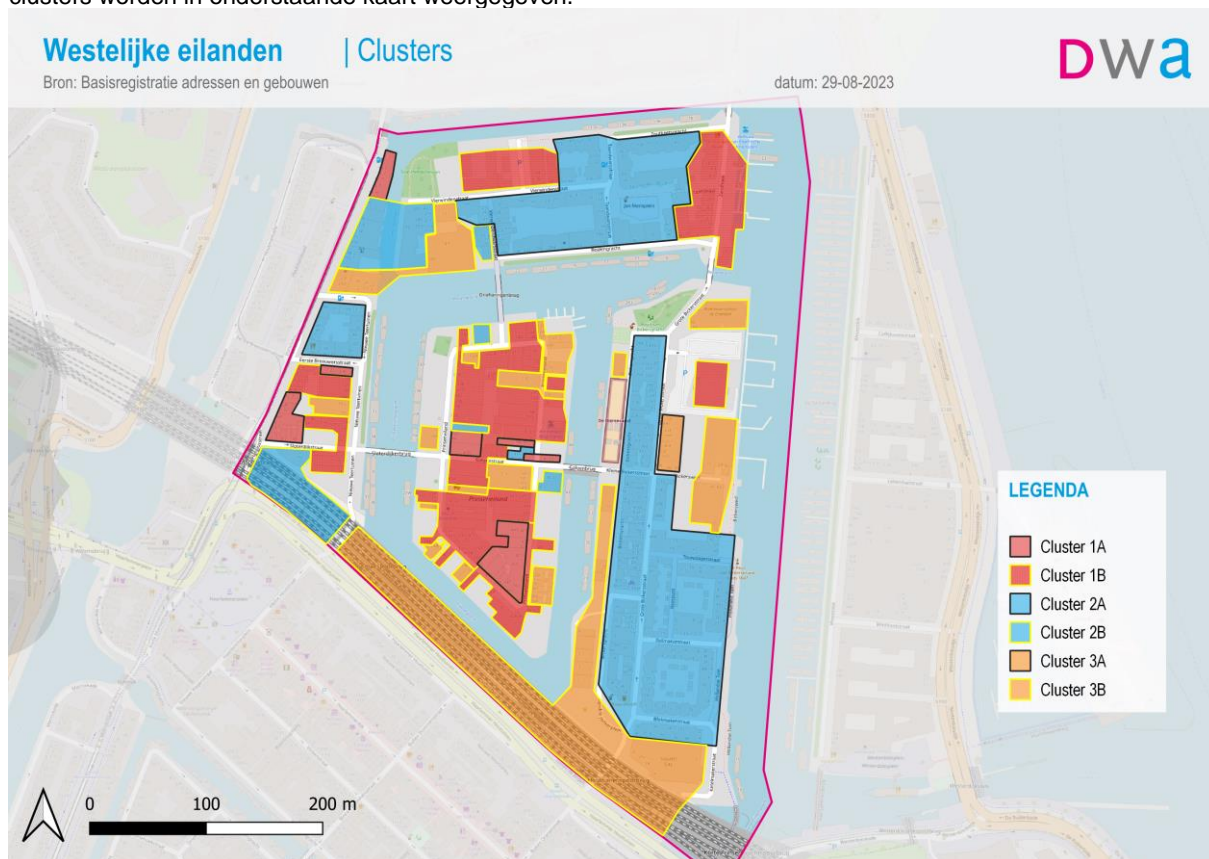
- (Hybride) waterstofketel

Voor het vervolg van dit verkennend onderzoek zijn in overleg met leden van de Warme Reus de volgende zeven technieken gekozen voor verdere uitwerking:

- 1 MT-net op WKO en aquathermie
- 2 HT-luchtwarmtepomp
- 3 LT-net op WKO en aquathermie
- 4 Luchtwarmtepomp
- 5 Zonnecollectoren
- 6 PV-T warmtepomp
- 7 MT-net met buurtwarmtepomp

2 Clustervorming

De analyse in hoofdstuk 1 is gemaakt om voor de Westelijke Eilanden een passende richting te vinden om aardgasvrij te worden. Deze richting is de basis voor de volgende fase, een haalbaarheidsonderzoek. Uit onze analyse blijkt duidelijk dat het niet mogelijk is om met één techniek de hele buurt aardgasvrij te maken. Hiervoor hebben de objecten een te grote variatie in kenmerken. Daarom adviseren wij om de buurt in te delen in clusters. Clusters worden gevormd door panden met vergelijkbare eigenschappen bij elkaar te groeperen. De gevormde clusters worden in onderstaande kaart weergegeven.



De clusters zijn opgesteld door te kijken naar de bouwperiode en het type eigenaar. De panden binnen het gebied zijn ingedeeld aan de hand van de onderstaande eigenschappen:

	Cluster 1A	Cluster 1B	Cluster 2A	Cluster 2B	Cluster 3A	Cluster 3B
Bouwjaar	< 1974	< 1974	1975 – 1991	1975 – 1991	1992 >	1992 >
Eigendom	Wooncorporatie	Particulier	Wooncorporatie	Particulier	Wooncorporatie	Particulier

We zien dat panden met vergelijkbare eigenschappen niet altijd bij elkaar liggen, en dat er dus verschillende clusters van hetzelfde type door de buurt heen ontstaan. Wel zien we dat er aan de zuidkant van de buurt er zich een groot cluster van type 3 bevindt, en dat er op het Prinseneiland vooral panden die binnen cluster 1 vallen staan. Ook ligt er een groot type 2 cluster aan de zuidoost van de wijk, op het Bickerseiland.

In het vervolg van dit verkenningsonderzoek onderzoeken we welke techniek het meest kansrijk is voor deze clusters. Zo lenen cluster 1 en 2 zich naar verwachting het beste voor een MT-net of HT-warmtepomp aangezien dit oudere panden zijn die over het algemeen minder geïsoleerd zijn. Voor cluster 3 zijn wellicht laag temperatuuroplossingen mogelijk.

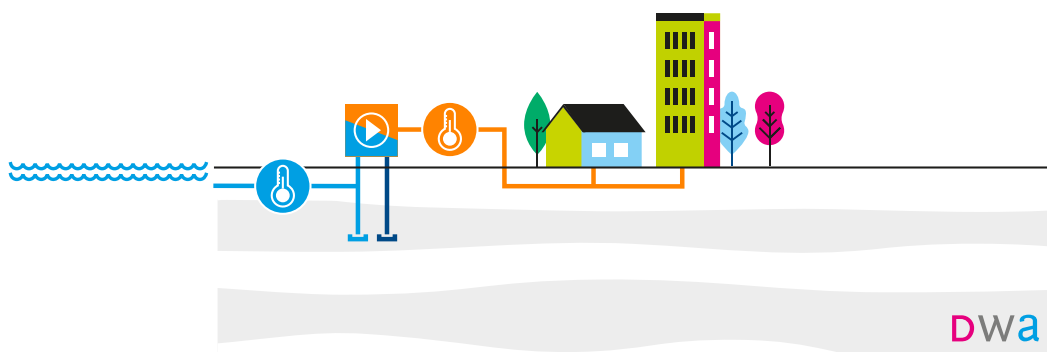
3 Toelichting concepten

In dit hoofdstuk worden de eerdergenoemde concepten op hoofdlijnen uitgelegd. Ook wordt voor ieder concept de impact in de buurt en binnen het verblijfsobject beschreven.

3.1 MT-net op WKO en aquathermie

Techniek

De temperatuur in het water in de grachten rondom de Westelijke Eilanden varieert tussen de 2,0 en 22,3°C. Wanneer het water warm genoeg is (boven de 8,0°C) wordt de warmte onttrokken aan het water en opgeslagen in een WKO (warmte- en koudeopslag). Dit is een watervoerende laag in de bodem waarin aan de ene kant warmte en aan de andere kant koude opgeslagen wordt. Omdat de warmte en koude van lage temperatuur zijn treedt hier vrijwel geen energieverlies bij op.



Wanneer er warmte aan de buurt geleverd moet worden wordt het water uit de warme put opgepompt. De temperatuur van dit water wordt vervolgens opgewaardeerd met een collectieve water/water warmtepomp naar middentemperatuurniveau (MT, 55-75°C). Ten slotte wordt het water op MT-niveau aan de verblijfsobjecten in de buurt geleverd middels een warmtenet. Dit water is direct geschikt voor gebruik voor zowel verwarming als warm tapwater. Vaak wordt de collectieve warmtepomp gecombineerd met een buffer zodat de warmtepomp minder vaak uit en aan hoeft te schakelen en het vermogen van de warmtepomp kleiner gedimensioneerd kan worden.

In de buurt

Om water uit de grachten te kunnen onttrekken moet er een pompinstallatie en leidingwerk gerealiseerd worden van het oppervlaktewater naar de WKO. Dit water moet bij de pompinstallatie gefilterd worden om verstopping en beschadiging te voorkomen. Er moet ook een WKO put aangelegd worden om het water op te slaan. Hier is tijdens aanleg enige ruimte voor nodig, eenmaal aangelegd is het ruimtebeslag van de WKO put minimaal. Daarnaast moet er een collectieve warmtepomp met buffer bij de WKO komen, afhankelijk van de omvang van de buffer en capaciteitsvraag vanuit de buurt is het ruimtebeslag hiervan vergelijkbaar met twee tot drie transformatorhuisjes (32 tot 48 m²). Ten slotte moet er een warmtenet vanaf de collectieve warmtepomp naar de verblijfsobjecten in de buurt komen.

In het verblijfsobject

Bij aansluiting op het warmtenet wordt er een afleverzet in de woning geplaatst, deze heeft ongeveer het formaat van een grote koffer en past vaak in de meterkast. Dit is het grenspunt tussen warmtenet en verblijfsobject.

Het huidige leidingwerk in de woning kan worden behouden. Afhankelijk van de isolatiegraad van het verblijfsobject moet deze aanvullend geïsoleerd worden, om op MT-niveau verwarmd te kunnen worden.



3.2 HT-luchtwarmtepomp

Techniek

In het verblijfsobject wordt een lucht/water warmtepomp geplaatst die warmte op hoge temperatuur (HT, 75-90°C) produceert. Dit doet de warmtepomp door warmte uit de buitenlucht te onttrekken en vervolgens elektrisch op te waarderen. De buitenlucht wordt aangezogen middels een buitenunit, een apparaat op bijvoorbeeld het dak of naast het verblijfsobject dat vergelijkbaar is met een ventilator qua omvang en geluidsproductie. Naast de warmtepomp wordt doorgaans een buffervat geplaatst dat ervoor zorgt dat de warmtepomp minder vaak aan en uit hoeft te gaan.



In de buurt

Omdat het bij deze oplossing over individuele warmtepompen gaat hoeft er geen warmtenet in de wijk aangelegd te worden. Wel zullen alle verblijfsobjecten een buitenunit moeten plaatsen. Deze wordt doorgaans op het dak, tegen de gevel of aan de gevel geplaatst. Het straatbeeld zal hierdoor veranderen. Daarnaast produceren de buitenunits ook geluid. Wetgeving stelt dat de buitenunits maximaal 40 dB geluid mogen produceren op de erfgrens. In de praktijk zal het op de Westelijke Eilanden vrijwel onmogelijk zijn om hieraan te voldoen, er zullen goede afspraken tussen de verschillende stakeholders gemaakt moeten worden om toch buitenunits te kunnen plaatsen.

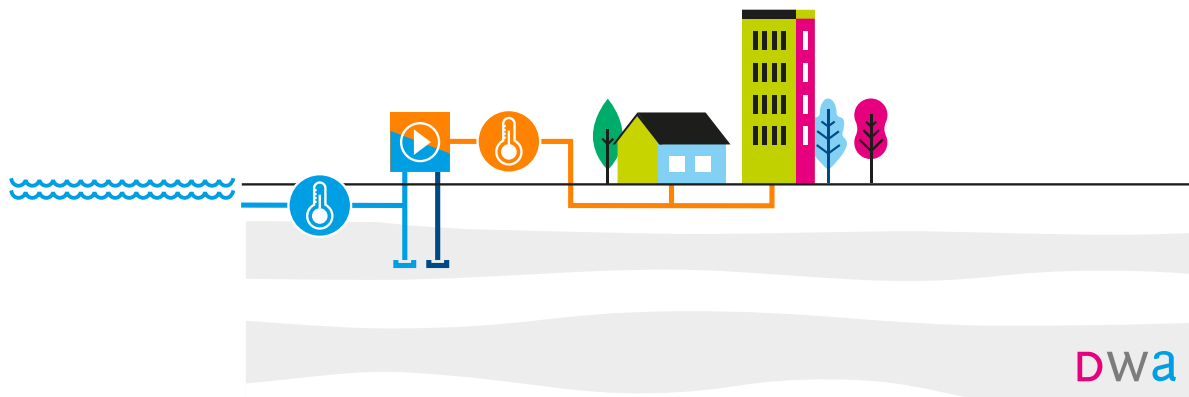
In het verblijfsobject

De warmtepomp wordt in de woning geplaatst, en aangesloten op het huidige leidingwerk. De warmtepomp heeft samen met het buffervat ongeveer het formaat van een grote koel/vriescombinatie. Omdat de warmte van hoge temperatuur is kan het huidige warmteafgiftesysteem behouden blijven. Er is verder ook geen extra isolatie van de woning nodig. Extra isolatie van de woning is wel aan te raden om energieverbruik te verlagen en zo nog verder te besparen op de jaarlijkse lasten.

3.3 LT-net op WKO en aquathermie

Techniek

Net als bij het MT-net wordt er warmte uit het water uit de grachten onttrokken wanneer het warm genoeg is (boven de 8,0°C). Dit water wordt opgeslagen in een WKO, een watervoerende laag in de bodem waarin aan de ene kant warmte en aan de andere kant koude opgeslagen wordt. Omdat de warmte en koude van lage temperatuur zijn treedt hier vrijwel geen energieverlies bij op.



Wanneer er warmte aan de buurt geleverd moet worden wordt het water uit de warme put opgepompt. De temperatuur van dit water wordt vervolgens opgewaardeerd met een collectieve water/water warmtepomp naar laagtemperatuurniveau (LT, 30-55°C). Vaak wordt de collectieve warmtepomp gecombineerd met een buffer zodat de warmtepomp minder vaak uit en aan hoeft te schakelen en het vermogen van de warmtepomp kleiner gedimensioneerd kan worden. Als laatste wordt het water op LT-niveau aan de verblijfsobjecten in de buurt geleverd. Dit water is direct geschikt voor gebruik voor verwarming van het verblijfsobject. Hiervoor moet het verblijfsobject wel goed geïsoleerd zijn. Om de warmte geschikt te maken voor warm tapwater wordt het lokaal verder opgewaardeerd in de afleverzet.

In de buurt

Om water uit de grachten te kunnen onttrekken moet er een pompinstallatie en leidingwerk gerealiseerd worden van het oppervlaktewater naar de WKO. Dit water moet bij de pompinstallatie gefilterd worden om verstopping en beschadiging te voorkomen. Er moet ook een WKO-put aangelegd worden om de warmte in op te slaan. Hier is tijdens aanleg enige ruimte voor nodig, eenmaal aangelegd is het ruimtebeslag van de WKO put minimaal. Daarnaast moet er een collectieve warmtepomp met buffer bij de WKO komen, afhankelijk van de omvang van de buffer en capaciteitsvraag vanuit de buurt is het ruimtebeslag hiervan vergelijkbaar met twee tot drie transformatorhuisjes (32 tot 48 m²). Ten slotte moet er een warmtenet vanaf de collectieve warmtepomp naar de verblijfsobjecten in de buurt komen.

In het verblijfsobject

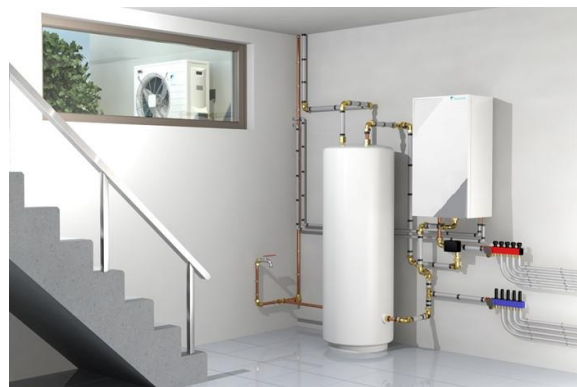
Bij aansluiting op het warmtenet wordt er een afleverzet in de woning geplaatst, deze heeft ongeveer het formaat van een grote koffer en past vaak in de meterkast. Hierin wordt de aangeleverde warmte opgewaardeerd naar een geschikt niveau voor warm tapwater, wanneer dit nodig is. Het huidige leidingwerk in de woning kan worden behouden. Afhankelijk van de isolatiegraad van het verblijfsobject moet deze aanvullend geïsoleerd worden, om op LT-niveau verwarmd te kunnen worden.



3.4 Luchtwarmtepomp

Techniek

In het verblijfsobject wordt een lucht/water warmtepomp geplaatst die warmte op middeltemperatuurniveau (MT, 55-75°C) produceert. Dit doet de warmtepomp door warmte uit de buitenlucht te onttrekken en vervolgens elektrisch op te waarden. De buitenlucht wordt aangezogen middels een buitenunit, een apparaat op bijvoorbeeld het dak dat vergelijkbaar is met een ventilator qua omvang en geluidsproductie. Naast de warmtepomp wordt doorgaans een buffervat geplaatst zodat de warmtepomp minder vaak aan en uit hoeft te gaan.



In de buurt

Omdat het bij deze oplossing over individuele warmtepompen gaat hoeft er geen warmtenet in de wijk aangelegd te worden. Wel zullen alle verblijfsobjecten een buitenunit moeten plaatsen. Deze wordt doorgaans op het dak, tegen de gevel of aan de gevel geplaatst. Het straatbeeld zal hierdoor veranderen. Daarnaast produceren de buitenunits ook geluid. Wetgeving stelt dat de buitenunits maximaal 40 dB geluid mogen produceren op de erfgrens. In de praktijk zal het op de Westelijke Eilanden vrijwel onmogelijk zijn om hieraan te voldoen, er zullen goede afspraken tussen de verschillende stakeholders gemaakt moeten worden om toch buitenunits te kunnen plaatsen.

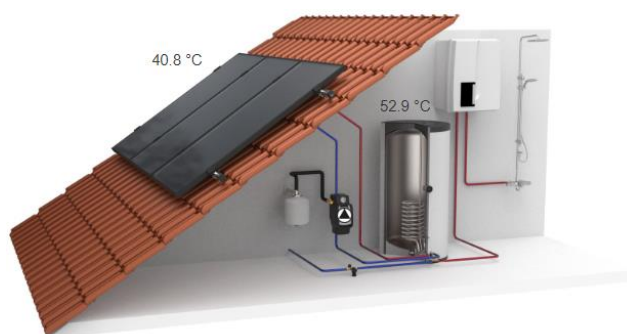
In het verblijfsobject

De warmtepomp wordt in de woning geplaatst. Deze heeft samen met het buffervat ongeveer het formaat van een koel/vriescombinatie. Omdat de warmte van hoge temperatuur is kan het huidige warmteafgiftesysteem behouden blijven. Er is verder ook geen extra isolatie of aanpassingen aan de waterleidingen nodig. Extra isolatie is wel aan te raden om energieverbruik te verlagen en zo nog verder te besparen op de jaarlijkse lasten.

3.5 Zonnecollectoren

Techniek

Bij ieder verblijfsobject worden zonnecollectoren geplaatst op een plek waar veel zonlicht komt, bijvoorbeeld op het dak. De vloeistof in de zonnecollectoren wordt door de zon verwarmt. Met de warmte uit de zonnecollectoren kan het verblijfsobject verwarmd worden en in de warm tapwatervraag worden voorzien. Overtollige zonnewarmte wordt opgeslagen in een buffervat. Wanneer er niet genoeg zonnewarmte is en de buffer leeg is schakelt een gasketel of elektrisch element aan om warmte te leveren.



In de buurt

Er hoeft geen collectieve warmtepomp, WKO of warmtenet gerealiseerd te worden. Het effect in de buurt is dus zeer beperkt, alleen het straatbeeld kan veranderen door de zonnecollectoren op de daken. Daarbij moet er gekeken worden hoe zich dit verhoudt tot de regels rondom beschermd stadsgezicht. Volgens de zonatlas is het overgrote deel van de daken op de Westelijke Eilanden zeer geschikt voor het plaatsen van zonnecollectoren.

In het verblijfsobject

Op het dak van het verblijfsobject moeten zonnecollectoren geplaatst worden. Daarnaast moet er een buffervat komen, het buffervat is nodig om warmte te kunnen leveren wanneer er tijdelijk niet genoeg zonnewarmte beschikbaar is. Er is ook een gasketel of elektrisch element nodig voor wanneer er over een langere periode niet genoeg zonnewarmte beschikbaar is. Ook is het aan te raden om het verblijfsobject goed te isoleren. Hoe beter de isolatie, hoe minder zonnecollectoren er nodig zijn, hoe kleiner het buffervat kan zijn en hoe minder vaak het elektrisch element gebruikt zal moeten worden.

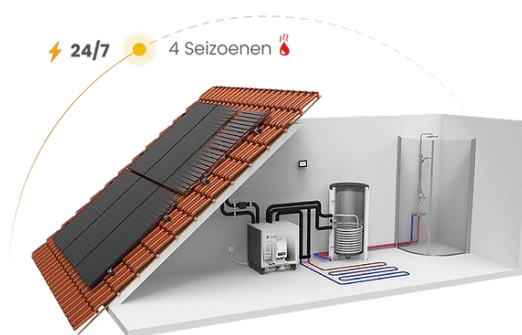


bron: www.zonatlas.nl/amsterdam/

3.6 PV-T warmtepomp

Techniek

Een PV-T warmtepomp is vergelijkbaar met de situatie met zonnecollectoren. Met PV-T panelen wordt aan de bovenzijde elektriciteit opgewekt op dezelfde manier als bij zonnepanelen. Onder de panelen bevinden zich zonnecollectoren die warmte onttrekken aan de panelen en de omgevingslucht. Met PV-T panelen wordt dus zowel warmte als elektriciteit opgewekt. Deze warmte en elektriciteit wordt vervolgens gebruikt om warmte op middeltemperatuurniveau (MT, 55-75°C) te bereiden in een warmtepomp. Met de MT-warmte kan de woning van verwarming en warm tapwater worden voorzien.



In de buurt

Er hoeft geen collectieve warmtepomp, WKO of warmtenet gerealiseerd te worden. Het effect in de buurt is dus zeer beperkt, alleen het straatbeeld kan veranderen door de PV-T panelen op de daken. Daarbij moet er gekeken worden hoe zich dit verhoudt tot de regels rondom beschermd stadsgezicht. Net als bij de zonnecollectoren is volgens de zonatlas het overgrote deel van de daken op de Westelijke Eilanden zeer geschikt voor het plaatsen van PV-T panelen.

In het verblijfsobject

Op het dak van het verblijfsobject worden PV-T panelen geplaatst. Deze zijn qua omvang en uiterlijk vergelijkbaar met normale zonnepanelen. Er moeten naast elektriciteitskabels ook leidingen vanuit de PV-T panelen naar de warmtepomp aangelegd worden om het verwarmde water te transporteren. De warmtepomp wordt samen met een buffervat in het verblijfsobject geplaatst, samen nemen ze ongeveer evenveel ruimte in als een vries/koel combinatie. Het verblijfsobject moet mogelijk geïsoleerd worden om op MT-niveau verwarmd te kunnen worden. Verdere isolatie is niet nodig maar wel aan te raden, om minder PV-T panelen en een kleiner buffervat mogelijk te maken.

3.7 MT-net op buurtwarmtepomp

Techniek

Er wordt warmte opgewekt op middeltemperatuurniveau (MT, 55-75°C) bij een buurtwarmtepomp. Deze collectieve warmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht. Vervolgens wordt de warmte in een grote, collectieve warmtepomp opgewaardeerd. Daarna wordt de warmte via een warmtenet naar de verblijfsobjecten getransporteerd waar het direct gebruikt kan worden voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater. Vaak wordt de buurtwarmtepomp gecombineerd met een buffervat zodat de warmtepomp minder vaak uit en aan hoeft te schakelen en het vermogen van de warmtepomp kleiner gedimensioneerd kan worden.



In de buurt

De buurtwarmtepomp komt op een centraal punt in de buurt te staan. Afhankelijk van de omvang van de buffer en capaciteitsvraag vanuit de buurt is het ruimtebeslag van de buurtwarmtepomp vergelijkbaar met drie tot vier transformatorhuisjes (48 tot 64 m²). Op het dak van de buurtwarmtepomp komen grote droge koelers, dit zijn een soort ventilatoren die de buitenlucht drogen en de warmte eraan onttrekken zodat deze in de warmtepomp opgewaardeerd kan worden. Deze droge koelers hebben een aanzienlijke geluidsproductie.

In het verblijfsobject

De isolatie en het warmteafgiftesysteem (de radiatoren) moeten geschikt zijn om het verblijfsobject op MT-niveau te verwarmen. Voor de verblijfsobjecten op de Westelijke Eilanden betekent dit vaak dat er inwendige isolatiemaatregelen uitgevoerd moeten worden en dat het warmteafgiftesysteem mogelijk uitgebreid of vervangen moet worden.

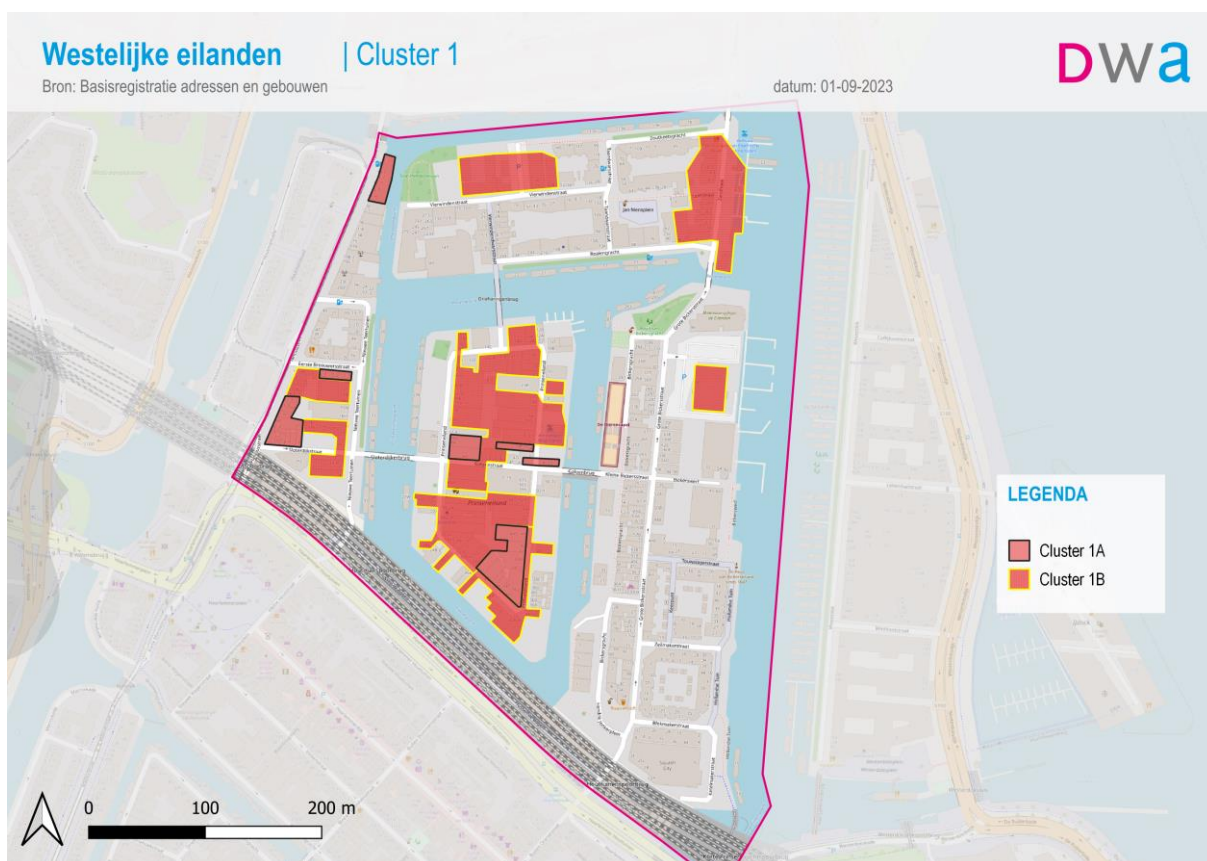
4 Verwachte kenmerken clusters

In dit hoofdstuk staat beschreven welke kenmerken we bij de verblijfsobjecten in de clusters verwachten. Aan de hand van deze verwachte kenmerken is later in dit onderzoek bepaald welke concepten haalbaar zijn voor ieder cluster.

4.1 Cluster 1

Cluster 1 bevat de oudste panden in de buurt (< 1974). De meeste van deze panden staan op het centraal gelegen Prinseneiland, dat bijna helemaal vol staat met panden uit cluster 1. Het grootste deel van cluster 1 is in particulier bezit (cluster 1B). We verwachten dat de isolatiegraad van deze verblijfsobjecten zeer gevarieerd is omdat het over de jaren heen door particuliere partijen onderhouden is, en er dus geen gezamenlijk onderhoudsplan gehanteerd is. Ook bij het corporatiebezit (cluster 1A) verwachten we verouderde isolatie, gezien de bouwperiode van de verblijfsobjecten. Daarnaast geldt dat een groot deel van de verblijfsobjecten in cluster 1 monumentale panden zijn, wat het uitvoeren van isolatiemaatregelen complexer en kostbaarder maakt. We gaan voor de verblijfsobjecten in cluster 1 uit van de volgende eigenschappen:

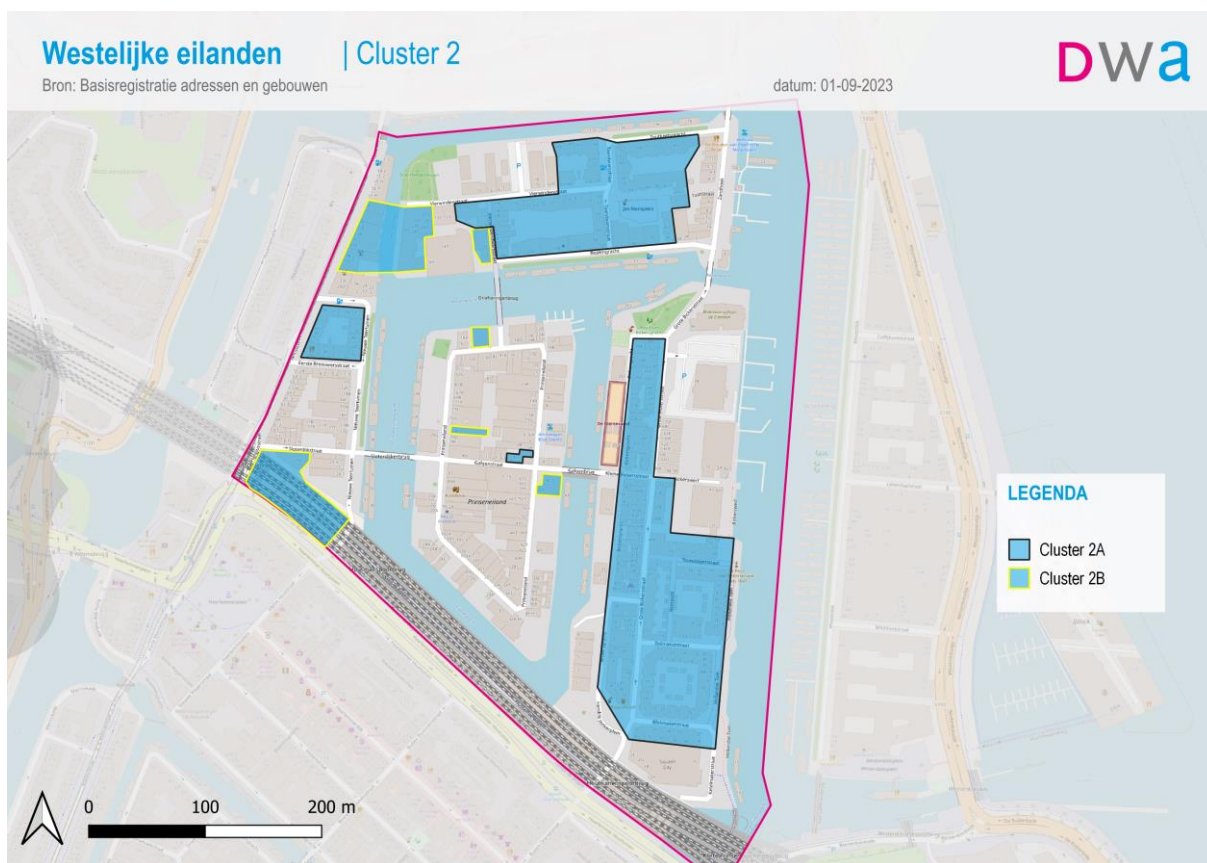
- (Sterk) verouderde isolatiegraad;
 - Geen spouwmuurisolatie;
 - Geen gevelisolatie;
 - Geen bodemisolatie;
 - Enkel of dubbel glas;
- Hoge warmtevraag door slechte isolatie, hoog gasverbruik;
- Verwarming en warm tapwater op gas;
- Koken op gas;
- (Sterk) verouderde warmteafgiftesystemen die niet geschikt zijn voor verwarming op MT-niveau of LT-niveau.



4.2 Cluster 2

Cluster 2 bevat panden gebouwd in de periode van 1975 tot en met 1991. De meeste panden staan in het noorden en zuidoosten van de Westelijke Eilanden, en zijn in bezit van een woningcorporatie. Omdat woningcorporaties hun portefeuille vaak gelijkmatig onderhouden en isoleren verwachten we dat de isolatiegraad van deze panden redelijk gelijk en ietwat verouderd is. Voor de particulieren verblijfsobjecten in cluster 2 verwachten we een vergelijkbare ietwat verouderde isolatie, gezien de bouwperiode van de panden. We gaan voor de verblijfsobjecten in cluster 2 uit van de volgende eigenschappen:

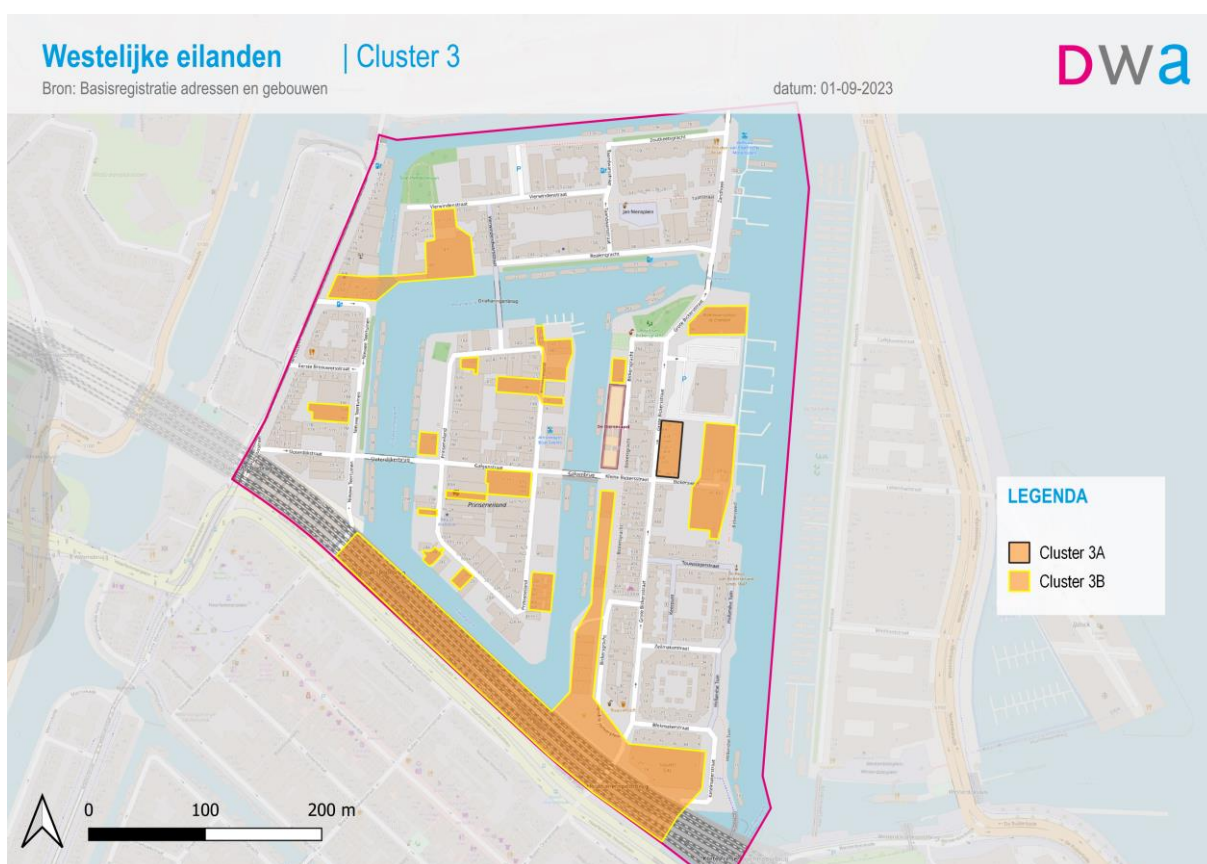
- Ietwat verouderde isolatiegraad;
 - Verouderde spouwmuurisolatie;
 - Verouderde gevelisolatie;
 - Bodemisolatie;
 - Geen interne dakisolatie;
 - Dubbel glas;
- Verwarming en warm tapwater op gas;
- Koken op gas;
- Mogelijk verouderde warmteafgiftesystemen. Mogelijk geschikt voor verwarming op MT-niveau of LT-niveau maar misschien moeten de warmteafgiftesystemen wel uitgebreid worden.



4.3 Cluster 3

De panden in cluster 3 zijn de nieuwste panden in de buurt, ze zijn in 1992 of later gebouwd. Dit betekent dat ze bij de bouw allemaal aan het bouwbesluit van 1992 hebben moeten voldoen, en dat de isolatiegraad dus redelijk goed moet zijn. Het grootste deel van de panden uit cluster 3 bevinden zich in het zuiden van de buurt, onder de verhoogde spoorweg en zijn voor het overgrote deel particulier bezit. We gaan voor de verblijfsobjecten in cluster 3 van de volgende eigenschappen:

- Redelijke goede isolatiegraad;
 - Spouwmuurisolatie;
 - Gevelisolatie;
 - Bodemisolatie;
 - Interne dakisolatie;
 - Dubbel of HR++ glas;
- Verwarming en warm tapwater op gas;
- Koken op gas;
- Recente warmteafgiftesystemen. Waarschijnlijk geschikt voor verwarming op MT-niveau, mogelijk ook voor verwarming op LT-niveau.



5 Welke warmtevoorziening past bij welk cluster?

5.1 Cluster 1

In cluster 1 staan de oudste panden, we verwachten hier de hoogste warmtevraag en slechtste isolatiegraad. Dit betekent dat oplossingen op hoge temperatuur hier vrijwel direct toegepast kunnen worden. Na isolatie is verwarming op midden temperatuur haalbaar, voor lage temperatuur verwarming is vergaande isolatie nodig. Voor cluster 1 zien we de volgende warmtevoorzieningen als mogelijk passend:

- MT-net op WKO en aquathermie;
- HT-luchtwarmtepomp;
- LT-net op WKO en aquathermie;
- Luchtwarmtepomp;
- Zonnecollectoren;
- PV-T warmtepomp;
- MT-net op buurtwarmtepomp.

Per mogelijke warmtevoorziening zijn de volgende aanpassingen aan de verblijfsobjecten in cluster 1 nodig, in hoofdstuk 7 wordt een inschatting van de isolatiekosten gemaakt op basis van deze aanpassingen:

	MT-net met WKO	HT-lucht warmtepomp	LT-net met WKO	Lucht warmtepomp	Zonne collectoren	PV-T warmtepomp	MT-net buurt warmtepomp
Dakisolatie buitenkant	1	1	1	1	1	1	1
Dakisolatie binnenkant	2	1	2	2	2	2	2
Gevelisolatie buitenkant	3	1	2	3	3	3	3
Gevelisolatie binnenkant	1	1	1	1	1	1	1
Spouwmuurisolatie	1	1	2	1	1	1	1
Vloerisolatie	2	1	2	2	2	2	2
Glaswerk	4	5	4	4	4	4	4
Kierdichting	2	2	2	2	2	2	2
Warmteafgiftesysteem	6	6	6	6	6	6	6
Kookvoorziening	7	7	7	7	7	7	7
Ventilatie	1	1	1	1	1	1	1

Legenda	Betekenis
1	Geen aanpassingen nodig
2	Noodzakelijk
3	Niet noodzakelijk, wel aan te raden
4	Vervangen noodzakelijk, HR++ plaatsen
5	Dubbelglas voldoende, HR++ aan te raden
6	Uitbreiden of vervangen
7	Elektrische kookplaat plaatsen

5.2 Cluster 2

In cluster 2 staan panden gebouwd tussen 1975-1991, we verwachten dat de isolatie hier redelijk goed onderhouden is. Dit betekent dat oplossingen met hoge- en middentemperatuursverwarming hier vrijwel direct toegepast kunnen worden. Na isolatie is verwarming op lage temperatuur haalbaar. Voor cluster 2 zien we voorafgaande aan de keuzematrix de volgende warmtevoorzieningen als mogelijk passend:

- MT-net op WKO en aquathermie;
- HT-luchtwarmtepomp;
- LT-net op WKO en aquathermie;
- Luchtwarmtepomp;
- Zonnecollectoren;
- PV-T warmtepomp;
- MT-net op buurtwarmtepomp.

Per mogelijke warmtevoorziening zijn de volgende aanpassingen aan de verblijfsobjecten in cluster 2 nodig, in hoofdstuk 7 wordt een inschatting van de isolatiekosten gemaakt op basis van deze aanpassingen:

	MT-net met WKO	HT-luchtwarmtepomp	LT-net met WKO	Luchtwarmtepomp	Zonne collectoren	PV-T warmtepomp	MT-net buurt warmtepomp
Dakisolatie buitenkant	1	1	1	1	1	1	1
Dakisolatie binnenkant	3	3	2	3	3	3	3
Gevelisolatie buitenkant	3	1	3	3	3	3	3
Gevelisolatie binnenkant	1	1	1	1	1	1	1
Spouwmuurisolatie	1	3	2	1	1	1	1
Vloerisolatie	2	3	2	2	2	2	2
Glaswerk	4	5	4	4	4	4	4
Kierdichting	2	2	2	2	2	2	2
Warmteafgifte systeem	6	1	6	6	6	6	6
Kook voorziening	7	7	7	7	7	7	7
Ventilatie	1	1	1	1	1	1	1

Legenda	Betekenis
1	Geen aanpassingen nodig
2	Noodzakelijk
3	Niet noodzakelijk, wel aan te raden
4	Vervangen noodzakelijk, HR++ plaatsen
5	Dubbelglas voldoende, HR++ aan te raden
6	Uitbreiden of vervangen
7	Elektrische kookplaat plaatsen

5.3 Cluster 3

In cluster 3 staan de nieuwste panden uit de buurt, gebouwd in 1992 of later. De isolatiegraad is hier naar verwachting goed. Dit betekent dat hoge- en middentemperatuursverwarming hier direct toegepast kan worden. Na isolatie is verwarming op lage temperatuur haalbaar. Voor cluster 3 zien we voorafgaande aan de keuzematrix de volgende warmtevoorzieningen als mogelijk passend:

- MT-net op WKO en aquathermie;
- HT-luchtwarmtepomp;
- LT-net op WKO en aquathermie;
- Luchtwarmtepomp;
- Zonnecollectoren;
- PV-T warmtepomp;
- MT-net op buurtwarmtepomp.

Per mogelijke warmtevoorziening zijn de volgende aanpassingen aan de verblijfsobjecten in cluster 3 nodig, in hoofdstuk 7 wordt een inschatting van de isolatiekosten gemaakt op basis van deze aanpassingen:

	MT-net met WKO	HT-lucht warmtepomp	LT-net met WKO	Lucht warmtepomp	Zonne collectoren	PV-T warmtepomp	MT-net buurt warmtepomp
Dakisolatie buitenkant	1	1	1	1	1	1	1
Dakisolatie binnenkant	1	1	1	1	1	1	1
Gevelisolatie buitenkant	1	1	1	1	1	1	1
Gevelisolatie binnenkant	1	1	1	1	1	1	1
Spouwmuurisolatie	1	1	1	1	1	1	1
Vloerisolatie	1	1	1	1	1	1	1
Bodem isolatie	3	3	3	3	3	3	3
Glaswerk	1	1	1	1	1	1	1
Kierdichting	2	2	2	2	2	2	2
Warmteafgifte systeem	1	1	6	1	1	1	1
Kookvoorziening	7	7	7	7	7	7	7
Ventilatie	1	1	1	1	1	1	1

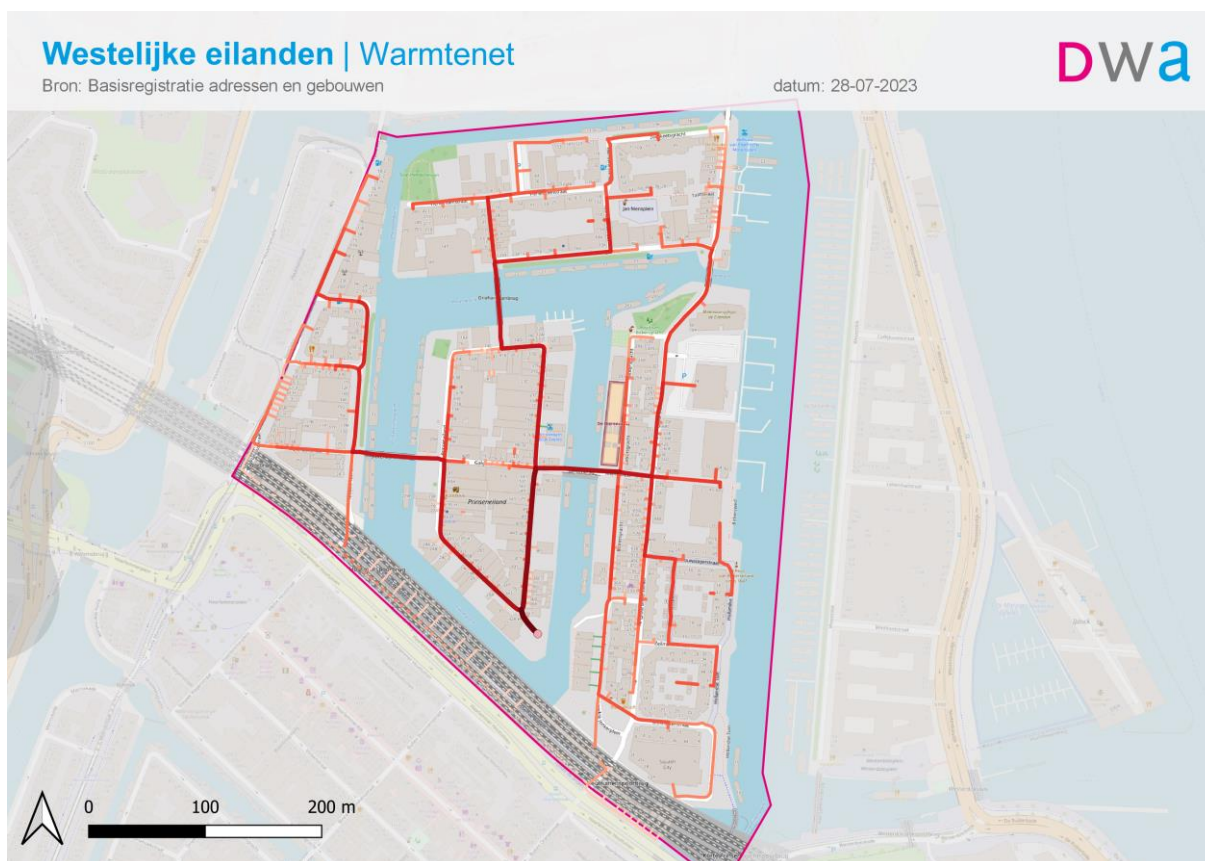
Legenda	Betekenis
1	Geen aanpassingen nodig
2	Noodzakelijk
3	Niet noodzakelijk, wel aan te raden
4	Vervangen noodzakelijk, HR++ plaatsen
5	Dubbelglas voldoende, HR++ aan te raden
6	Uitbreiden of vervangen
7	Elektrische kookplaat plaatsen

6 Warmtenet varianten

Bij een aantal van de concepten wordt de warmte gedistribueerd via een warmtenet (zie onderstaande afbeelding). Voor de kosten van een warmtenet geldt doorgaans: hoe meer aansluitingen, hoe lager de kosten per aansluiting. Daarom is het verstandig om in de buurt één warmtenet uit te rollen en daar zoveel mogelijk verblijfsobjecten op aan te sluiten. De temperatuur van het warmtenet bepaalt de effectiviteit daarvan voor de aan te sluiten verblijfsobjecten. Als voorbeeld: een oud, slecht geïsoleerd verblijfsobject aansluiten op een lage temperatuur warmtenet is minder efficiënt. In het verblijfsobject moet de lage temperatuur van de aangevoerde warmte dan met een warmtepomp aanzienlijk verhoogd worden om de temperatuur te bereiken die noodzakelijk is om het verblijfsobject comfortabel te verwarmen. Dit gaat gepaard met een hoog elektriciteitsverbruik door de warmtepomp. Voor dit type verblijfsobject is een warmtenet op midden- of hoge temperatuur dan efficiënter.

Daarom is het ook een optie om een deel van de verblijfsobjecten niet aan te sluiten zodat het warmtenet op een ander temperatuur niveau gedimensioneerd kan worden. Voor de Westelijke Eilanden zouden bijvoorbeeld de verblijfsobjecten in cluster 1 met individuele (HT-) luchtwarmtepompen verwarmd kunnen worden, zodat de verblijfsobjecten in cluster 2 en 3 met een MT-warmtenet van warmte kunnen worden voorzien. Dit is vaak een afweging van investeringskosten, jaarlijkse lasten en energieverbruik (uitstoot).

Bij de concepten met een MT-net moet de afweging gemaakt worden of het nuttig is om de verblijfsobjecten uit cluster 1 aan te sluiten. Het kan voordeliger zijn om hier individuele (HT-) luchtwarmtepompen toe te passen.



Indicatieve weergave van de ligging van een warmtenet op de Westelijke Eilanden.

7 Keuzematrix

Om de concepten goed te kunnen vergelijken is een keuzematrix opgesteld. Hierin worden alle concepten op financiële, praktische en organisatorische kenmerken vergeleken. Voor het concept met het MT-net en een buurtwarmtepomp zijn twee varianten doorgerekend. Hiermee kan een betere afweging gemaakt worden over het wel of niet aansluiten van cluster 1 op een warmtenet, zoals beschreven in hoofdstuk 6. In de keuzematrix zijn beide varianten opgenomen, waarmee de volgende concepten dus in de keuzematrix komen:

- 1 MT-net op WKO en aquathermie;
- 2 HT-luchtwarmtepomp;
- 3 LT-net op WKO en aquathermie;
- 4 Luchtwarmtepomp;
- 5 Zonnecollectoren;
- 6 PV-T warmtepomp;
- 7A MT-net op buurtwarmtepomp (alle clusters);
- 7B Combinatie luchtwarmtepomp (cluster 1) en MT-net op buurtwarmtepomp (clusters 2 en 3).

De financiële resultaten zijn uit de volgende onderdelen opgebouwd:

- Integrale kosten (TCO) over 30 jaar, bestaande uit:
 - Eenmalig de investeringskosten;
 - De jaarlijkse kosten vermenigvuldigd met een geïndexeerde waarde om tot een periode van 30 jaar te komen;
- De investeringskosten, bestaande uit:
 - Kosten voor aanschaf en installatie van een individuele warmtepomp;
 - Bijdrage aansluitkosten (BAK) voor een warmtenet, vastgesteld aan de hand van:
 - Kosten voor aanleg van de warmtebron;
 - Kosten voor aanleg van de regeneratievoorziening;
 - Kosten voor aanleg van het distributienet van de bron naar de panden;
 - Bouwkundige kosten voor het gebouw rondom de warmtebron en regeneratievoorziening;
 - Kosten voor een afleverset per woning;
 - Uitgaande van 100% aansluiting in de buurt, een lagere aansluitingsgraad leidt tot hogere kosten per aansluiting;
- De jaarlijkse lasten, bestaande uit:
 - Energieverbruik, bestaande uit:
 - Variabele kosten voor elektriciteitsverbruik;
 - Vastrecht voor elektriciteitsafname;
 - Variabele kosten voor gasverbruik;
 - Vastrecht voor gasafname;
 - Variabele kosten voor warmteverbruik;
 - Vastrecht voor warmteafname;
 - Kosten voor onderhoud en herinvestering na einde levensduur.

In de vergelijking wordt ook de huidige situatie met een gasketel weergegeven, hierbij moet vermeld worden dat een groot deel van de kosten die we onder investeringskosten zouden noemen voor gaslevering door de Nederlandse overheid worden betaald (landelijke infrastructuur). De vergelijking met andere concepten is dus niet helemaal fair. Voor jaarlijkse kosten geldt dit niet, hier is de vergelijking dan ook het meest nuttig.

De financiële en energetische kenmerken van de concepten zijn vastgesteld aan de hand van kentallen. Praktische en organisatorische kenmerken zijn ingevuld aan de hand van ervaring van DWA. Omdat de keuzematrix in deze (verkennde) fase alleen dient om concepten voor het haalbaarheidsonderzoek vast te stellen is dit detailniveau voldoende.

Totaal per concept		Huidig: Gasketel	MT-net WKO	HT-Lucht WP	LT-net WKO	Lucht WP	Zonne collector	PV-T WP	MT-net Buurt WP	Combi LWP en MT-net Buurt WP
Financieel (excl. btw)										
Integrale kosten (TCO) 30 jaar per woning	[€/30 jaar]	€ 47.930	€ 54.780	€ 93.650	€ 59.030	€ 80.510	€ 67.200	€ 103.360	€ 58.090	€ 64.330
Investering in de woning	[€]	€ 5.500	€ 17.800	€ 23.100	€ 27.100	€ 29.000	€ 19.000	€ 39.000	€ 21.100	€ 21.500
- warmtevoorziening	[€]	€ 5.500	€ 3.800	€ 19.000	€ 3.100	€ 15.000	€ 5.000	€ 25.000	€ 7.100	€ 7.460
- woningaanpassingen	[€]	€ 0	€ 14.010	€ 4.050	€ 23.980	€ 14.010	€ 14.010	€ 14.010	€ 14.010	€ 14.010
Jaarlijkse kosten per woning	[€/jaar]	€ 2.110	€ 1.830	€ 3.310	€ 1.580	€ 2.450	€ 2.200	€ 3.120	€ 1.830	€ 2.280
- energiekosten	[€/jaar]	€ 1.770	€ 1.830	€ 1.880	€ 1.580	€ 1.170	€ 1.770	€ 990	€ 1.830	€ 1.930
- onderhoud en herinvestering	[€/jaar]	€ 340	€ 0	€ 1.430	€ 0	€ 1.280	€ 430	€ 2.130	€ 0	€ 350
Milieu effecten										
CO2-emissie	[kg/woning/jaar]	2210	644	1624	390	896	1506	718	947	939
Geluidsoverlast woningen		Niet	Niet	Groot	Niet	Groot	Niet	Niet	Niet	Groot
Geluidsoverlast wijk		Niet	Niet	Niet	Niet	Niet	Niet	Niet	Groot	Niet
Veiligheid		Gas in de woning	Veilig	Veilig	Veilig	Veilig	Veilig	Veilig	Veilig	Veilig
Praktische aspecten										
Aanpassingen aan de woningen		Geen	Minimaal	Geen	Groot	Groot	Groot	Groot	Minimaal	Groot
Extra ruimtebeslag in de woning		Geen	Minimaal	Groot	Groot	Groot	Groot	Groot	Minimaal	Groot
Ruimtebeslag in de openbare ruimte		Geen	Groot	Op daken	Groot	Op daken	Op daken	Op daken	Groot	Groot
Afhankelijkheid en organisatie										
Deelname nodig gehele buurt		Geen	Groot	Geen	Groot	Geen	Geen	Geen	Groot	Groot
Externe exploitant warmtelevering		Eigen beheer	Nood zakelijk	Eigen beheer	Nood zakelijk	Eigen beheer	Eigen beheer	Eigen beheer	Nood zakelijk	Nood zakelijk
Flexibiliteit tijdstip overstap		n.v.t.	Niet	Vrij	Niet	Vrij	Vrij	Vrij	Niet	Niet
'Lokale' warmtebron		Nee	Deels	Deels	Deels	Deels	Deels	Deels	Deels	Deels
Aardgasvrij binnen 10 jaar		Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Zie de bijlage 4 voor een keuzematrix per cluster.

8 Wat zijn de bevindingen?

8.1 Conclusie

Als we naar de keuzematrix kijken kunnen we het volgende concluderen:

- Collectieve systemen zorgen voor lagere jaarlijkse kosten per verblijfsobject dan de individuele concepten. Deze jaarlijkse kosten zijn lager dan de jaarlijkse kosten in de huidige situatie, behalve bij concept 7B.
- Collectieve systemen zorgen voor lagere jaarlijkse CO₂-uitstoot per verblijfsobject dan de individuele concepten.
- Alle systemen zorgen voor lagere jaarlijkse CO₂-uitstoot dan de huidige situatie met een gasketel.
- Concept 7B, met combinatie van individuele luchtwarmtepompen en een MT-warmtenet, is niet voordeliger dan concept 7A, dat uitgaat van een MT-warmtenet voor de hele buurt.

Zoals in de inleiding wordt vermeld is de optie van groen gas, die in de warmtevisie Amsterdam 2040 als oplossing voor het gebied wordt genoemd, buiten beschouwen gelaten. Wanneer over deze optie in de toekomst concretere informatie beschikbaar komt moet dit naast de bovenstaande conclusies worden gelegd.

8.2 Bevindingen

Naast de bovenstaande conclusies zijn er aan de hand van het onderzoek een aantal bevindingen opgesteld:

- De panden op de Westelijke Eilanden zijn moeilijk te clusteren, dit heeft ertoe geleid dat er een aantal kleinere clusters van hetzelfde type in de buurt zijn opgesteld.
- Gezien de leeftijd van de panden in de buurt zullen veel panden tussentijds gerenoveerd zijn. Dit is niet terug te zien in openbare data. Daarom verwachten we dat de daadwerkelijke situatie afwijkt van de situatie die nu geschetst is aan de hand van openbare data.
- Naar verwachting is er weinig ruimte in de straten voor een warmteleiding, dit kan de haalbaarheid van warmtenetten beïnvloeden.
- De status van beschermd stadsgezicht die geldt voor alle panden op de Westelijke Eilanden maakt het plaatsen van individuele warmtevoorzieningen met een buitenunit, PV-T panelen of zonnecollector op het dak gecompliceerd. Er zal verder onderzoek naar de mogelijkheden binnen dit kader gedaan moeten worden. Daarnaast hebben een aantal panden de monumentale status, het toepassen van isolatiemaatregelen zal hierdoor moeilijker zijn.
- De Westelijke Eilanden is een buurt met een grote diversiteit, zowel qua gebouwen als qua bewoners. Dit maakt het vinden van een systeem dat voor alle situaties passend is een grotere uitdaging dan het al was. Het is belangrijk om vroegtijdig de buurtbewoners mee te nemen in het proces, beginnend in het haalbaarheidsonderzoek.

8.3 Vervolgadvies

De volgende fase van het onderzoek naar een aardgasvrije warmtevoorziening voor de Westelijke Eilanden is een haalbaarheidsonderzoek. Hierin wordt een selectie van concepten verder en gedetailleerder onderzocht. DWA adviseert de Warme Reus om hierin in ieder geval de volgende concepten te onderzoeken:

- LT-net op basis van WKO met regeneratie middels aquathermie;
- MT-net op basis van WKO met regeneratie middels aquathermie;
- MT-net op basis van buurtwarmtepompen.

Deze concepten komen met de laagste jaarlijkse kosten uit de vergelijking, daarnaast brengen ze een aanzienlijk lagere CO₂-uitstoot met zich mee dan het concept met zonnecollectoren. Daarbij komen wel een aantal organisatorische aspecten die in het haalbaarheidsonderzoek verder onderzocht moeten worden.

Mocht de Warme Reus graag nog een individuele optie open willen houden dan zijn de luchtwarmtepomp en de zonnecollectoren volgens DWA de meest logische opties. De zonnecollectoren bieden een mooi systeem zonder geluidsoverlast, maar waarbij wel aanzienlijk dakoppervlak nodig is. Bij de luchtwarmtepomp is dit benodigde dakoppervlak kleiner, maar daar staat de bijbehorende geluidsproductie van de buitenunit tegenover.

Ook kan het interessant zijn om in het haalbaarheidsonderzoek een concept met warmtenet op LT-niveau voor cluster 2 en 3, en een individuele oplossing voor cluster 1 door te rekenen. Uit de resultaten lijken we af te kunnen lezen dat dit concept mogelijk minimale (extra) investering vereist en tegelijkertijd het energieverbruik nog verder terugdringt. Een van de vragen hierbij zal dan zijn of het warmtenet betaalbaar blijft wanneer er minder verblijfsobjecten worden aangesloten.

8.4 Haalbaarheidsonderzoek

Na dit verkennend onderzoek volgt het haalbaarheidsonderzoek, DWA adviseert om in dit onderzoek in ieder geval dieper in te gaan op de volgende onderwerpen:

- De daadwerkelijke isolatiegraad in de buurt. Hiervoor zijn woningbezoeken aan te raden.
- De participatie in de buurt. Voor een warmtenet is een aansluitingsgraad van minimaal 80% van de verblijfsobjecten in de wijk gewenst.
- De definitieve vormgeving van de concepten. Hierbij zou ook extra aandacht besteed kunnen worden aan de energiepotentie uit het oppervlaktewater rondom de Westelijke Eilanden. Dit is nu gebaseerd op data van een meetpunt op enige afstand van de buurt (NSDM-werf). Waternet zou over data van dichterbij gelegen meetpunten moeten beschikken, maar het is tot nu toe niet gelukt om deze te krijgen.
- Mogelijke exploitatievormen van de collectieve concepten. Deze exploitatie kan ingevuld worden door een commerciële partij, daarnaast zijn er oplossingsvormen in ontwikkeling voor coöperaties om de exploitatie zelf te beheren. Hier valt dus nog een keuze te maken.

9 Bijlagen

Bij dit document zijn de volgende bijlagen opgenomen:

- 1 Uitkomst analyse wkotool.nl
- 2 Toelichting temperatuurniveaus bij warmtenetten
- 3 Toelichting genoemde technieken
- 4 Keuzematrix per cluster