

De Groene Renovatie Sallandsweide

Welke duurzame warmteconcepten zijn kansrijk voor de Groene Renovatie Sallandsweide in Assendorp?

DWA

Haalbaarheidsstudie warmteconcepten voor de Groene Renovatie Sallandsweide

Kenmerken

Projectnummer	21453	**Datum**	12 april 2024
Auteur	Marieke Janssen	**Co-lezer**	Hans van der Heide
Onderwerp	Haalbaarheidsstudie warmteconcepten voor de Groene Renovatie Sallandsweide		
Kenmerk	21453-979388	**Status**	Definitief
Opdrachtgever	Stichting 50 Tinten Groen Assendorp T.a.v. de heer M. Epema Eendrachtstraat 1 8012 VV ZWOLLE	**Uitgevoerd door**	DWA B.V. Harderwijkweg 7 2803 PW GOUDA 088 - 163 53 00

Op al onze diensten en mededelingen is DNR 2011 van toepassing.
DNR 2011 is gepubliceerd op onze website onder www.dwa.nl/dnr.

Inhoudsopgave

1	**Advies**	**5**
1.1	**Advies en conclusies voor een warmteconcept voor de Groene Renovatie Sallandsweide in Assendorp**	**5**
1.2	**Vervolgstappen**	**5**
2	**Aanleiding van het haalbaarheidsonderzoek**	**6**
3	**De wijk in beeld**	**7**
3.1	**Algemene beschrijving van de wijk**	**7**
3.2	**Energiegebruik**	**8**
3.3	**Elektriciteitsnet in de wijk en omgeving**	**8**
4	**Alternatieven voor aardgas**	**10**
4.1	**Warmtebronnen**	**10**
4.2	**Warmteconcepten om warmte op te wekken**	**10**
4.2.1	Groslijst van warmteconcepten.	10
4.2.2	Verschillen op hoofdlijnen tussen de warmteconcepten	11
4.3	**Samenstelling van drie warmteconcepten**	**13**
4.3.1	Afwegingscriteria voor het kiezen van warmteconcepten	13
4.3.2	Keuzematrix	13
5	**Warmteconcepten en technische inpasbaarheid**	**15**
5.1	**Verduurzaming huidige woningen**	**15**
5.2	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C**	**16**
5.3	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C**	**17**
5.4	**Centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C**	**18**
5.5	**Technische uitwerking**	**19**
5.5.1	Beperkingen en aandachtspunten	19
5.5.2	Resultaten	19
5.5.3	Effecten van de concepten op netcongestie	20
5.6	**Warmtebuffering**	**20**
6	**Financiële haalbaarheid**	**22**
6.1	**Uitgangspunten bij alternatieve warmtevoorziening**	**22**

6.2	**Kostenplaatje voor de warmteconcepten**	**22**
6.2.1	Integrale maatschappelijke kosten (TCO) op wijkniveau	22
6.2.2	Exploitatiekosten warmtenet	24
6.2.3	Bewonerskosten warmtenet	25
6.2.4	Vergelijking van de kosten voor een bewoner	26
6.3	**Subsidiemogelijkheden**	**29**
6.4	**Financiële gevolgen van warmtebuffering**	**29**
6.5	**Vervolgstappen**	**30**
7	**Organisatievormen**	**32**
7.1	**Wet collectieve Warmte**	**32**
7.2	**Organisatievormen warmtenet de Groene Renovatie Sallandsweide**	**32**
7.3	**Noodzaak voor opschaling**	**33**
8	**Beoordeling warmteconcepten en advies**	**34**
8.1	**Afwegingskader**	**34**
8.2	**Advies**	**34**
8.3	**Vervolgstappen**	**35**
Bijlage 1 - De wijk in beeld		**37**
Bijlage 2 - Uitgangspunten		**41**
Bijlage 3 - Verduurzaming woningen		**44**
Bijlage 4 - Warmtebronnen		**48**

1 Advies

In dit haalbaarheidsonderzoek hebben we verschillende collectieve verwarmingsconcepten op hoofdlijnen vergeleken. Hierdoor kunnen we bepalen of een collectief verwarmingsconcept een haalbare optie lijkt voor het projectgebied Sallandsweide in Assendorp en of dit in een volgende fase verder en gedetailleerder uitgewerkt moet worden.

1.1 Advies en conclusies voor een warmteconcept voor de Groene Renovatie Sallandsweide in Assendorp

We zien potentie voor een collectief systeem, maar een uitbreiding van het aantal aansluitingen is nodig. Het gebied is nu nog te kleinschalig en daardoor kwetsbaar. Het systeem met luchtwarmtepompen scoort financieel het meest gunstig. Ook is gebleken dat een piekvoorziening de kosten sterk kan verlagen; piekgasketels nog meer dan een warmwaterbuffer. Daarnaast is een piekvoorziening gunstig in het kader van netcongestie.

Afhankelijk van de uitbreidingsmogelijkheden zijn er nog een aantal optimalisaties voor de techniek en financiën te maken. Als er veel afnemers worden gevonden met een grote koudevraag, wordt een systeem met een wko rendabeler. Systemen met een wko zijn efficiënter en rendabeler als de koelvraag meer in balans is met de warmtevraag. Als de warmtevraag flink groter blijft dan de koudevraag, is een systeem met collectieve luchtwarmtepompen op financieel gebied de beste keuze.

Woningeigenaren die wel ruimte hebben of willen maken voor een individueel systeem kunnen kiezen voor een (hybride) luchtwarmtepomp. Een hybride systeem is goedkoper in de aanschaf en kleiner, maar minder duurzaam en heeft hogere jaarlijkse lasten dan een all-electric warmtepompsysteem.

1.2 Vervolgstappen

We adviseren de volgende vervolgstappen.

- Zodra er concrete uitbreidingsmogelijkheden zijn gevonden, kan het meest kansrijke systeem in meer detail technisch en financieel uitgewerkt worden met een uitgebreide businesscase. Hiervoor moet er eerst overlegd worden met de wijkbewoners en andere stakeholders welk collectief systeem de voorkeur heeft.
  - Zodra het systeem in meer detail uitgewerkt is, kan de hoogte van de subsidiebedragen vastgesteld worden. Hierdoor kan de vraag of een collectief systeem robuust en rendabeler is in het projectgebied worden beantwoord.
- Onderzoeken van de inpassing van een warmtenet in de ondergrond.
- Als er een systeem met wko gekozen wordt, moet er bodemonderzoek worden gedaan naar de locatie en omvang van de bron.
- Zowel bij een collectief systeem als een planmatig individuele aanpak adviseren we om tijdig contact te zoeken met de netbeheerder om de plannen te bespreken in het kader van netcongestie.

2 Aanleiding van het haalbaarheidsonderzoek

Verkenning naar integrale verduurzamingsaanpak door buurtinitiatief

In de wijk Assendorp is in de buurt rond de **Sallandsweide** door Stichting 50 Tinten Groen Assendorp **(50TGA)** met bewoners en verschillende stakeholders een verkenning gestart naar een **integrale verduurzamingsaanpak** net als naar de Groene Renovatie Sallandsweide. Het komen tot een aardgasloos warmteconcept gecombineerd met oplossingen voor de waterhuishouding, vergroening en mobiliteit zijn hierbij de focus. De **warmtetransitie** is hierbij de backbone van het project. Initiatiefnemers zijn de bewoners en namens hen de **buurtstichting 50TGA**. Dit is een principieel ander vertrekpunt dan hoe de warmtetransitie in wijken wordt aangevlogen die door de gemeente zijn aangewezen als prioritair vanuit de warmtetransitievisie en waar de gemeente dus ook de initiatiefnemer is om tot een Wijk Uitvoeringsplan te komen.

Het betrekken van samenwerkingspartners

Gemeente Zwolle wil ook samenwerken met enkele buurtinitiatieven om te leren hoe vanuit bewonersinitiatief de warmtetransitie vorm kan krijgen. De gemeente heeft dit initiatief in Assendorp daarom ook prioriteit gegeven en ondersteuning toegezegd. Wij nodigen namens de bewoners de betrokken **stakeholders** uit om met het bewonersperspectief en -belang voor ogen mee te werken. Ook van professionele partners die in alle fasen van initiatief, ontwikkeling, realisatie en exploitatie een rol zullen gaan spelen, vragen we te opereren vanuit dit perspectief. Deze eerste aanzet voor een uitvraag voor een adviesbureau voor de vergelijkende haalbaarheidsstudie warmteconcepten, heeft dan ook niet de vorm van een juridisch dichtgetimmerd selectiedocument. Het is vooral een uitnodiging om mee te denken en te laten zien dat je een geschikte partner bent die kan helpen binnen de lokale context dit project van en voor bewoners - met de menselijke maat centraal - van een stevig fundament te voorzien ten aanzien van de selectie van de toekomstige, **duurzame en betaalbare warmtevoorziening**.

Eerste verkenning naar warmteconcepten de Groene Renovatie Sallandsweide door het buurtinitiatief

50TGA heeft al verschillende warmteconcepten doorgerekend voor het projectgebied. Daaruit kwam als kansrijk concept een **warmtenet** met centrale warmtepompen, wko en regeneratie met pvt-panelen die op het dak van de sporthal van Landstede geplaatst kunnen worden. Samen met de gemeente zijn voor dit concept de eerste TREX -berekeningen (transitie-exploitatie) uitgevoerd. Naast dit collectieve warmteconcept zijn er ook individuele concepten doorgerekend, namelijk de hybride warmtepomp en een all-electric scenario met een luchtwarmtepomp. **Woningcorporaties** Delta Wonen en SWZ maken plannen om hun bezit te verduurzamen. Zij hebben in concept plannen en wachten de resultaten van het traject af (meer toelichting in bijlage paragraaf 3.1).

Het haalbaarheidsonderzoek naar collectieve verwarmingsconcepten

In dit haalbaarheidsonderzoek worden verschillende collectieve verwarmingsconcepten op hoofdlijnen vergeleken. Hierdoor kan uiteindelijk bepaald worden of een collectief verwarmingsconcept een haalbare optie lijkt voor het projectgebied en of dit in een volgende fase verder en gedetailleerder uitgewerkt moet worden.

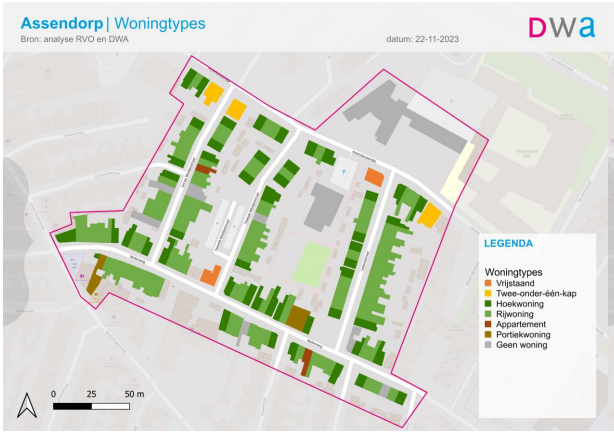
3 De wijk in beeld

In dit hoofdstuk gaan we in op de kaders van de wijk, de gebouwen, het energiegebruik, een eerdere verkenning naar warmteconcepten en het elektriciteitsnet in de wijk Assendorp.

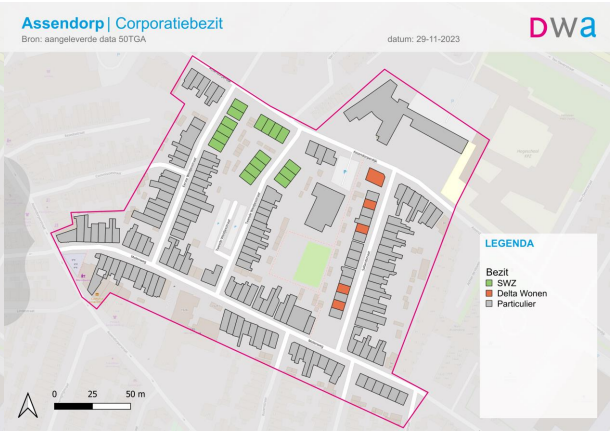
3.1 Algemene beschrijving van de wijk

Sallandsweide is een onderdeel van de wijk Assendorp nabij het centrum van Zwolle. In het projectgebied staan 172 woningen. Dit zijn voornamelijk rijwoningen in particulier bezit (zie figuur 3.1 en figuur 3.2). Het grootste deel is gebouwd tussen 1890 en 1938. Woningcorporatie Delta Wonen heeft vijf woningen uit dezelfde bouwperiode. Woningcorporatie SWZ heeft zeventien woningen gebouwd tussen 1975 en 1991. In het projectgebied staan ook een schoolgebouw en een sporthal van Landstede. Daarnaast zijn er nog een aantal garages in de wijk. Deze zijn in deze fase van het onderzoek uitgesloten. In figuur 3.3 zijn de bouwjaren van de panden in het projectgebied te zien. De figuren zijn in het groot te zien in bijlage paragraaf 1.1.

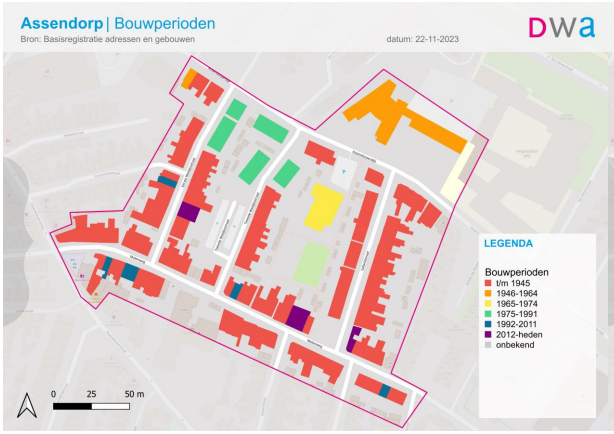
Ongeveer de helft van de woningen heeft een energielabel (zie figuur 3.4). Van die woningen heeft 34% een label A of B, 35% een label C of D en 44% een E-, F- of G-label. De woningcorporaties hebben verduurzamingsplannen. Deze plannen liggen nog niet definitief vast en zijn mede afhankelijk van de uitkomsten van dit onderzoek. Meer informatie over deze plannen staat in bijlage paragraaf 3.1.



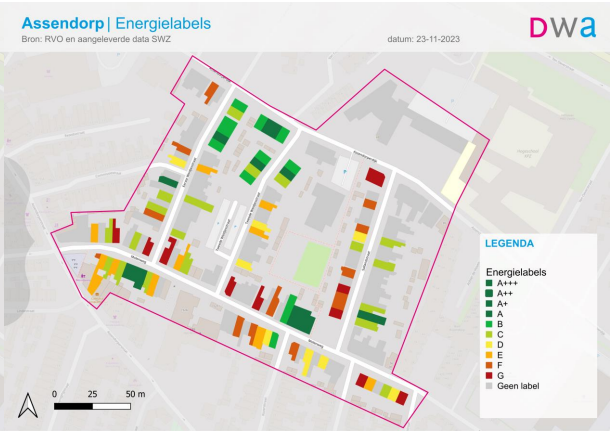
Figuur 3.1 Wijkgrens en woningtypes in het projectgebied



Figuur 3.2 Corporatiebezit in het projectgebied



Figuur 3.3 Bouwjaren van de panden in het projectgebied



Figuur 3.4 Energielabels

3.2 Energiegebruik

Om een beeld te krijgen wat de opgave is voor de wijk, is het belangrijk om te weten wat de totale warmtevraag van de wijk is. We hebben het huidige energiegebruik in de wijk bepaald op basis van openbare data van de netbeheerders op postcode-6 niveau voor de woningen. Van Landstede heeft voor het schoolgebouw en de sporthal gegevens aangeleverd over het gasgebruik in 2020. Dit gaat om het gasgebruik voor ruimteverwarming en warm tapwater.

De data op postcodeniveau is te vinden in bijlage paragraaf 1.2. Uit deze data blijkt dat de aardgasvraag voor de 172 woningen gemiddeld 1.343 m^3 per woning is. De woningen hebben gemiddeld 93 m^2 aan oppervlakte. Het gasgebruik van het schoolgebouw (1.618 m^2) en de sporthal (442 m^2) is respectievelijk 10.854 m^3 en 4.481 m^3.

Vanuit het aardgasgebruik hebben we de warmtevraag voor ruimteverwarming en tapwater per woning bepaald. De uitgangspunten voor deze berekening staan in bijlage paragraaf 2.1 omschreven. Gemiddeld is de jaarlijkse warmtevraag per woning 30,8 GJ voor ruimteverwarming en 6,6 GJ voor tapwater.

3.3 Elektriciteitsnet in de wijk en omgeving

Als de wijk van het aardgas af gaat, wordt er meer elektriciteit gebruikt dan nu. Daarom is het relevant om de status van het elektriciteitsnet rondom het projectgebied te bekijken, zie figuur 3.5. De oranje kleur in de kaartjes laat zien dat er beperkte mogelijkheden zijn. Meer inzicht in de beperkte mogelijkheden zijn af te leiden uit wachtlijsten. Enexis heeft recent wachtlijsten gepubliceerd, zie figuur 3.6. Deze kaart laat zien hoeveel aanvragen op de wachtlijst staan en wat de verwachte extra capaciteit is in 2030.

Wat kan er wel? Betrek de netbeheerder Enexis vroegtijdig

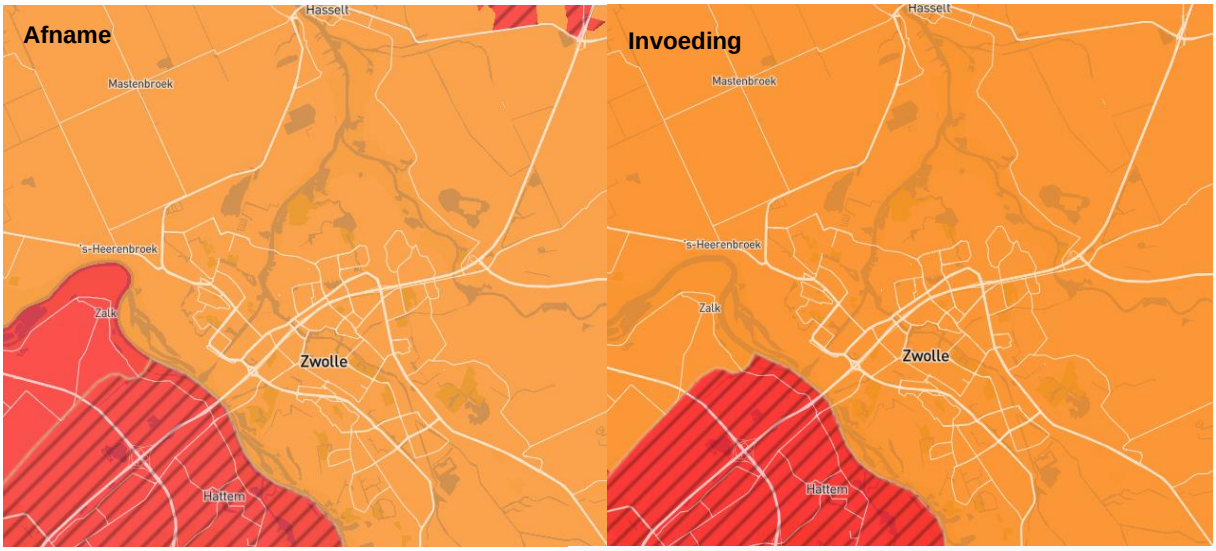
Uit figuur 3.5 en figuur 3.6 blijkt dat er in Zwolle voorlopig geen transportcapaciteit op het elektriciteitsnet beschikbaar is. Voorlopig kan er hierdoor geen grootverbruikersaansluiting worden verleend in het projectgebied voor een collectief verwarmingssysteem. Als uit dit haalbaarheidsonderzoek blijkt dat een collectief systeem kansrijk is, adviseren wij om contact te zoeken met Enexis om na te gaan wat de (on)mogelijkheden zijn en op welke termijn. Als uiteindelijk voor een collectief systeem voor het projectgebied wordt gekozen, is het ook belangrijk om zo snel mogelijk de grootverbruikersaansluiting aan te vragen, om zo hoog mogelijk op de wachtlijst te komen. Dit adviseren wij om de vertraging van verduurzaming van het projectgebied door het ontbreken van netcapaciteit te beperken. Op dit moment zijn er nog geen beperkingen voor individuele aansluiting, maar toch raden we aan om contact op te nemen met de netbeheerder[1] als er in het projectgebied voor individuele elektrische verwarmingsopties wordt gekozen. Ook dan moet de netbeheerder de capaciteit in de wijk uitbreiden.

Sneller een aansluiting met capaciteitsbeperkingscontract

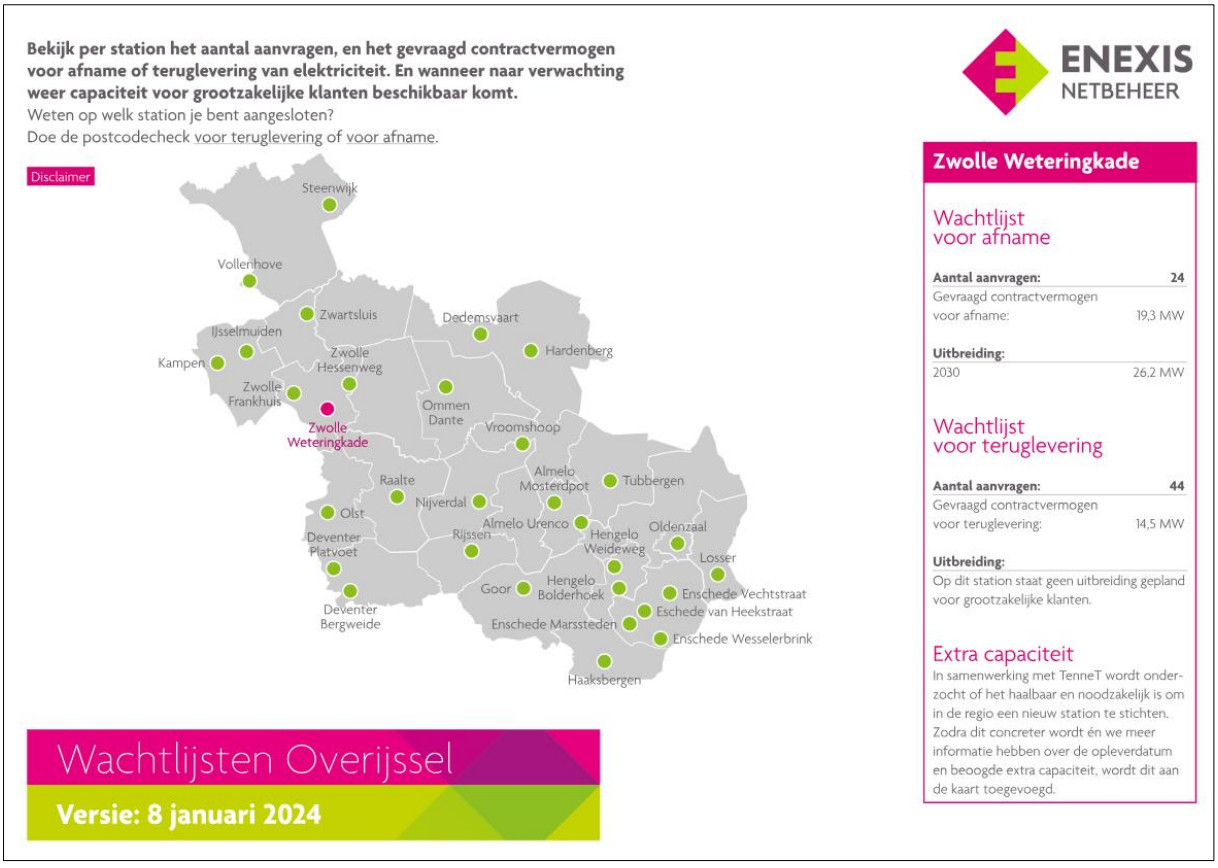
Zoals we in de vorige alinea beschreven, adviseren we om in overleg te gaan met de netbeheerder over de mogelijkheden. Een mogelijkheid om sneller een aansluiting te krijgen, is met een capaciteitsbeperkingscontract[2]. In deze overeenkomst met de netbeheerder wordt afgesproken dat het piekvermogen tijdens vaste tijdsvensters wordt beperkt totdat de netuitbreiding in het gebied klaar is. Door warmte te maken tijdens daluren en dit te bufferen voor piekuren, kan het piekvermogen tijdens de piekuren verlaagd worden. Een uitwerking van de impact en randvoorwaarden voor buffering staat in paragraaf 5.6.

[1] Wijkuitvoeringsplan | Netbeheer Nederland

[2] Capaciteitsbeperkingscontract voor congestiemanagement | Enexis Netbeheer



Figuur 3.5 Capaciteitskaart afname en invoeding situatie 15-02-2024 (bron: Netbeheer Nederland https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/)



Figuur 3.6 Wachtlijst station Zwolle Weteringkade (Update netcapaciteit december | Enexis Netbeheer)

4 Alternatieven voor aardgas

De beschreven wijk gaat van het aardgas af. Er bestaan verschillende warmtebronnen die kunnen worden gebruikt in plaats van aardgas, bijvoorbeeld warmte uit de lucht, de zon of de bodem. Deze warmtebronnen kunnen bijvoorbeeld samen met een warmtepomp gebruikt worden om woningen te verwarmen. Verwarmen kan per woning of collectief op een centrale plek in de wijk. In dit hoofdstuk lees je over de warmtebronnen, warmteconcepten en afwegingen die hebben geleid tot de samenstelling van drie warmteconcepten waarnaar we verder onderzoek hebben gedaan.

4.1 Warmtebronnen

In tabel paragraaf 4.1 staat een samenvatting van de warmtebronnen in de omgeving met een korte toelichting en de kansrijkheid in het projectgebied. Een uitgebreid overzicht staat in bijlage 4.

Tabel 4.1

Warmtebron	Toelichting	Kansrijk in het projectgebied?
Lucht	Voor warmte en/of koude. In combinatie met een warmtepomp.	Ja
Bodem	Voor warmte uit de ondiepe ondergrond en/of opslag van warmte en koude. In combinatie met bodemlussen en warmtepomp voor één of enkele woningen of in combinatie met wko en collectieve warmtepomp.	Ja
Aardwarmte	Voor warmte uit de diepe ondergrond. Alleen voor grootschalige projecten.	Nee, te kleine wijk.
Duurzaam gas	Biogas uit mestvergisting. Niet CO_2-neutraal door verbranding bij warmteopwek. Potentie te laag om alle gebouwen en industrie van duurzaam gas te voorzien. Er moeten keuzes gemaakt worden wie van het gas gebruik mag maken.	Nee, niet beschikbaar voor de wijk.
Zon	Zowel voor elektriciteit als warmte. In combinatie met pv(t)-panelen en een warmtepomp.	Ja

4.2 Warmteconcepten om warmte op te wekken

De aanwezigheid van warmtebronnen, kansen uit de omgeving en de eigenschappen van de woningen bepalen de kansrijke alternatieven voor aardgas. De combinatie van warmtebron, techniek en benodigde infrastructuur noemen we warmteconcepten. Vanuit het perspectief van de woningen maken we onderscheid tussen individuele en collectieve concepten. Waarbij de opwekking respectievelijk per woning of gezamenlijk plaatsvindt. De volgende paragraaf geeft een opsomming van mogelijke warmteconcepten en daarna worden de verschillen tekstueel toegelicht.

4.2.1 Groslijst van warmteconcepten.

Op basis van de beschikbare warmtebronnen hebben we gekeken naar warmteconcepten die mogelijk zijn om de woningen mee te verwarmen. Deze lees je hieronder in de groslijst met een korte omschrijving hoe het warmteconcept werkt.

Tabel 4.2 Groslijst van warmteconcepten

Warmteconcept	Individueel/ collectief	Uitleg
Warmtepomp met bodemlussen	Individueel	Elke woning krijgt een individuele warmtepomp die warmte uit de bodem haalt via bodemlussen.
Luchtwarmtepomp	Individueel	Elke woning krijgt een individuele warmtepomp die warmte uit de buitenlucht haalt.
Hybride luchtwarmtepomp	Individueel	Elke woning krijgt aanvullend naast de cv-ketel een individuele warmtepomp die warmte uit de buitenlucht haalt.
Ketel op duurzaam gas	Individueel	In plaats van aardgas stroomt er duurzaam gas door de gasleidingen in de wijk, de cv-ketel gebruikt dit gas om warmte te maken. De installatie in de woning blijft hetzelfde.
Hybride luchtwarmtepomp met gasketel met duurzaam gas	Individueel	In plaats van aardgas stroomt er duurzaam gas door de gasleidingen in de wijk, de cv-ketel gebruikt dit gas om warmte te maken. Aanvullend krijgt elke woning een individuele warmtepomp die warmte uit de buitenlucht haalt.
Pvt-warmtepomp	Individueel	Elke woning krijgt een individuele warmtepomp die warmte uit pvt-panelen haalt die op het dak liggen.
Warmtenet met luchtwarmtepompen	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt centraal opgewekt met warmtepompen die warmte uit de buitenlucht halen.
Warmtenet met wko en warmtepomp, regeneratie met pvt	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt centraal opgewekt met warmtepompen die warmte uit de bodem halen via een wko. De wko wordt geregenereerd met pvt-panelen.
Warmtenet met wko en warmtepomp, regeneratie met droge koelers	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt centraal opgewekt met warmtepompen die warmte uit de bodem halen via een wko. De wko wordt geregenereerd met droge koelers.
Warmtenet met ketels op duurzaam gas	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt centraal opgewekt met ketels op duurzaam gas.
Warmtenet met hybride luchtwarmtepomp met ketels op duurzaam gas	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt centraal opgewekt met warmtepompen die warmte uit de buitenlucht halen aangevuld met ketels op duurzaam gas.
Warmtenet met zonthermie en buffervat	Collectief	In de wijk wordt een warmtenet aangelegd. Iedere woning is via een afleverset op dit warmtenet aangesloten. De warmte wordt met zonnecollectoren opgevangen en opgeslagen in een warmwaterbuffer tot het moment dat de warmte nodig is.

4.2.2 Verschillen op hoofdlijnen tussen de warmteconcepten

In deze paragraaf lichten we de verschillen tussen de warmteconcepten toe op basis van de kernmerken: collectief versus individueel, beschikbaarheid warmtebron, isolatie woningen, temperatuur warmtenet en woningdichtheid.

Collectief versus individueel. De opwek van energie kan collectief worden geregeld waarbij warmte naar de woningen wordt geleverd. Ook kan de opwek individueel worden gedaan, waarbij elke woning zijn eigen opwekinstallatie heeft. Voor de collectieve variant is er ruimte in de wijk nodig voor een technische ruimte.

De aanwezige centrale groene ruimte in de wijk is (grotendeels) eigendom van de gemeente. Dit biedt wellicht mogelijkheden als locatie voor collectieve opwek. Voor beide varianten zijn voor- en nadelen.

Bij een **individueel systeem** kan elke bewoner zelf een systeem kiezen wat bij de persoonlijke situatie past. Ook kunnen bewoners kiezen om de investering die nodig is uit te smeren over meerdere jaren. Het isoleren, aanpassen van het ventilatiesysteem en het indien nodig aanpassen van de radiatoren kan over een langere periode uitgevoerd worden voordat de verwarmingsinstallatie wordt aangepast. Ook is een voordeel van een individueel systeem dat er alleen korte leidingen met warmte in de woning worden gebruikt en geen ondergrondse warmteleidingen door de wijk waarbij warmteverlies optreedt. Een aandachtspunt voor een individueel systeem is dat er vaak veel ruimte nodig is in een woning om techniek op te stellen, wat bij kleine woningen, zoals in Assendorp, soms een probleem is.

Het voordeel van een **collectief systeem** is dat de bewoners ontzorgd worden doordat het collectief georganiseerd wordt en niet iedereen apart van elkaar alles moet regelen. Daarnaast is er bij een collectief systeem maar één centrale elektriciteitsnetaansluiting nodig die kleiner kan zijn dan wanneer elke woning individueel van een warmtepomp zou worden voorzien en hiervoor een grotere elektriciteitsaansluiting nodig heeft. Een aandachtspunt bij een collectief systeem is het ruimtegebruik in de grond. De leidingen met warm water moeten onder de straten aangelegd worden. In wijken met een hoge bebouwingsdichtheid, zoals in Assendorp, wordt de grond onder de straten vaak al intensief gebruikt voor andere nutsvoorzieningen en is het inpassen van een warmtenet mogelijk lastig.

Beschikbaarheid warmtebron. In de directe omgeving van de wijk is geen warmtebron aanwezig met een hoge temperatuur, zoals restwarmte. De beschikbare warmtebron is dus van een lage temperatuur (bodem en lucht). Daarom, onafhankelijk van welke bron het wordt, zal de warmte opgewaardeerd moeten worden met een individuele of collectieve warmtepomp. Een aandachtspunt bij het gebruik van warmtepompen is de actuele netcongestie in de omgeving.

Temperatuur warmtenet. Een warmtenet is mogelijk met verschillende temperatuurtrajecten. Het temperatuurtraject heeft gevolgen voor de aanleg, kosten en techniek in de woning. Hieronder lichten we kort het verschil toe en schrijven we hoe daaruit de keuze voor het laagtemperatuurwarmtenet volgt.

Bij een zeerlaagtemperatuurwarmtenet wordt de warmte op 15°C in de woningen geleverd. Dit betekent dat elke woning een individuele warmtepomp heeft voor het opwaarderen van de warmte naar de gewenste temperatuur voor ruimteverwarming en tapwater. Er is weinig warmteverlies in het net. Bewoners kunnen zelf hun (elektriciteits)leverancier kiezen. Bewoners hebben een eigen warmtepomp nodig en bewoners hebben investeringskosten hiervoor.

Bij een middentemperatuurwarmtenet wordt warmte van 70°C in de woningen geleverd. Dit betekent dat de warmte direct beschikbaar is voor ruimteverwarming en tapwater. De hoogtemperatuurwarmte wordt gemaakt in een externe ruimte in de (buurt van de) wijk. Er is meer warmteverlies in het net door de hoge temperatuur. Bewoners moeten warmte afnemen van het warmtenet. Bewoners hebben geen eigen installatie meer en daardoor ook geen investeringskosten.

Het laagtemperatuurwarmtenet zit tussen beide temperatuurniveaus in. Vaak is het bij deze warmtenetten zo dat de ruimteverwarming direct geleverd wordt door het warmtenet. Het tapwater wordt in de woning nog opgewaardeerd met een individuele elektrische booster of warmtepomp. De warmte wordt dus deels afgerekend in warmte en deels in elektriciteit.

Isolatie woningen. Uit onderzoek van 50TGA is gebleken dat de woningen in het projectgebied al een redelijke of goede isolatiegraad hebben en verwarmd worden met 70°C watertemperatuur of lager.

Woningdichtheid en warmteverlies. Voor een warmtenet is het van belang dat er een hoge bebouwingsdichtheid is. Dit zorgt ervoor dat er voldoende afnemers van warmte of koude zijn zonder dat daarvoor lange (kostbare) leidingen nodig zijn. Assendorp is een wijk met veel grondgebonden woningen op een klein oppervlakte. Toch is ook hier het beperken van warmteverlies relevant voor het beperken van de kosten.

4.3 Samenstelling van drie warmteconcepten

Bovenstaande warmteconcepten zijn met 50TGA besproken. De kenmerken van de wijk en de voorkeuren in de wijk bepalen welk concept kansrijk is. In deze paragraaf lichten we de afwegingscriteria toe en eindigen we met de uit te werken energieconcepten die kansrijk lijken voor het projectgebied. De concepten die verder worden uitgewerkt, zijn in afstemming met 50TGA gekozen.

4.3.1 Afwegingscriteria voor het kiezen van warmteconcepten

50TGA heeft in overleg met de bewoners bepaald wat de belangrijkste criteria zijn voor een verwarmingsconcept voor de wijk. De bewoners vonden de betaalbaarheid van de warmte met een warmteprijs die lager is dan in de huidige situatie het belangrijkste. Daarnaast vonden ze het belangrijk dat iedereen mee moet kunnen doen. Om dit te bereiken, moeten de investeringskosten laag zijn, installaties moeten niet teveel ruimte innemen in de woning en flexibiliteit in het afgiftesysteem is belangrijk. Bewoners vonden het ook erg belangrijk om zeggenschap en eigenaarschap te houden in de exploitatiefase van een collectief warmtesysteem. Bewoners willen lokaal duurzame warmte en een systeem dat zo min mogelijk geluidsoverlast veroorzaakt.

Uit de overleggen met bewoners en 50TGA volgt deze lijst met afwegingscriteria waarop we de verschillende verwarmingsconcepten met elkaar vergelijken.

- Energierekening warmte.
- Investeringskosten warmtenet.
- Investeringskosten huiseigenaar.
- Energiegebruik.
- Ruimtegebruik woningen.
- Ruimtegebruik wijk.
- Geluidsproductie.
- Flexibiliteit afgiftesysteem.
- CO_2-impact.
- Lokale opwek.
- Impact elektriciteitsnet.
- Eigenaarschap bewoners.
- Mogelijkheid tot koelen.
- Marktrijpheid systeem.

4.3.2 Keuzematrix

De vergelijking met de genoemde afwegingscriteria lees je in tabel 4.3. We hebben voor elk warmteconcept een score per criterium toegekend. Deze scores zijn indicatief en niet op basis van een berekening. De voor bewoners belangrijkste afwegingscriteria zijn dikgedrukt. We maken in de tabel onderscheid tussen een goede score in groen, een gemiddelde score in geel, een slechte score in rood en als het nog onbekend is met een vraagteken in roze. Deze keuzematrix is de basis voor de keuze voor de door te rekenen concepten.

Tabel 4.3 Vergelijking van de warmteconcepten met de afwegingscriteria voor een eerste keuze

	Warmtepomp bodemlussen individueel	Luchtwarmtepomp individueel	Hybride luchtwarmtepomp individueel	Ketel duurzaam gas individueel	Hybride luchtwarmtepomp duurzaam gas individueel	Pvt warmtepomp individueel	Warmtenet luchtwarmtepompen	Warmtenet wko, warmtepomp, pvt	Warmtenet wko, warmtepomp, droge	Warmtenet duurzaam gas	Warmtenet hybride luchtwarmtepomp	Warmtenet zonthermie en buffervat
Energierekening warmte	+	+	+/-	?	?	+	+/-	-	-	?	?	+
Investeringskosten warmtenet	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	+/-	-	-	+	+/-	+
Investeringskosten huiseigenaar	-	-	+/-	+	+/-	-	+	+	+	+	+	+
Energiegebruik	+	+	+/-	-	+/-	+	+/-	+	+	-	+/-	+
Ruimtegebruik woningen	-	-	+/-	+	+/-	-	+	+	+	+	+	+
Ruimtegebruik wijk	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+/-	-	-
Geluidsproductie	+	-	-	+	-	+	+/-	+	+	+	+/-	+
Flexibiliteit afgiftesysteem	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CO_2-impact	+	+	+/-	-	+/-	+	+	+	+	-	+/-	+
Lokale opwek	+/-	+/-	-	-	-	+/-	-	+/-	+/-	-	-	+
Impact elektriciteitsnet	-	-	+/-	+	+/-	-	-	-	-	+	+/-	+
Eigenaarschap bewoners	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	?	?	?	?	?	?
Mogelijkheid tot koelen	+	+	+/-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	-	+/-	-
Marktrijpheid systeem	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-

Uit te werken concepten. Uit bovenstaande afwegingen komen de volgende concepten, die we verder hebben uitgewerkt.

- Warmtepomp, wko en pvt op 45°C.
- Warmtepomp, wko en pvt op 70°C met piekgasketels.
- Collectieve buitenluchtwarmtepompen op 45°C met piekgasketels.

50TGA heeft door een eerdere studie al een goed beeld van de mogelijkheden, voor- en nadelen en financiële kanten van individuele verwarmingssystemen, zoals een hybride warmtepomp en een luchtwaterwarmtepomp. Daarom hebben we ervoor gekozen om in dit haalbaarheidsonderzoek drie collectieve systemen door te rekenen.

In overleg met 50TGA hebben we gekozen voor twee technieken. Aan de ene kant een erg duurzame techniek met wko en pvt en aan de andere kant een relatief goedkope techniek met luchtwarmtepompen. Ook willen we de verschillen tussen een warmtenet op 45°C en 70°C inzichtelijk maken. We zien namelijk dat er bij een lagere temperatuur kleinere warmteverliezen zijn en bij een hogere temperatuur zijn er minder woningaanpassingen nodig en kan warm tapwater direct met het warmtenet gemaakt worden. We hebben twee concepten aangevuld met piekgasketels. Deze gaan aan op momenten dat er erg veel warmtevraag is, bijvoorbeeld op koude dagen of als iedereen tegelijk wil douchen. Door het toevoegen van de piekgasketels kunnen de warmtepompen kleiner en dus goedkoper zijn. Het nadeel is wel dat aardgas minder duurzaam is.

In het volgende hoofdstuk lichten we de concepten verder toe en worden ze meer uitgewerkt.

5 Warmteconcepten en technische inpasbaarheid

In dit hoofdstuk bespreken we de kansrijke alternatieven gekozen in het vorige hoofdstuk. Allereerst gaan we in op de verduurzaming van de woningen. Daarna bespreken we de kansrijke energieconcepten op technische en praktische haalbaarheid. Als laatste lichten we de toepassing van buffering toe. Specifieke uitgangspunten voor de warmteconcepten lees je in bijlage 2.

5.1 Verduurzaming huidige woningen

In hoofdstuk 3 beschreven we de huidige woningen in de wijk. We zien in de wijk woningen van corporaties en van particulieren.

Corporatiewoningen

Van de 172 woningen in het projectgebied zijn er zeventien van woningcorporatie SWZ en vijf van woningcorporatie Delta Wonen. Beide corporaties willen de woningen goed gaan isoleren. Daarnaast is Delta Wonen van plan om de woningen te voorzien van individuele warmtepompen, maar dit is nog niet definitief. Als blijkt dat een collectief systeem haalbaar lijkt, is Delta Wonen ook geïnteresseerd om daar aan mee te doen. Een uitgebreide omschrijving van de plannen van de woningcorporaties staat in bijlage paragraaf 3.1

Particuliere eigenaren

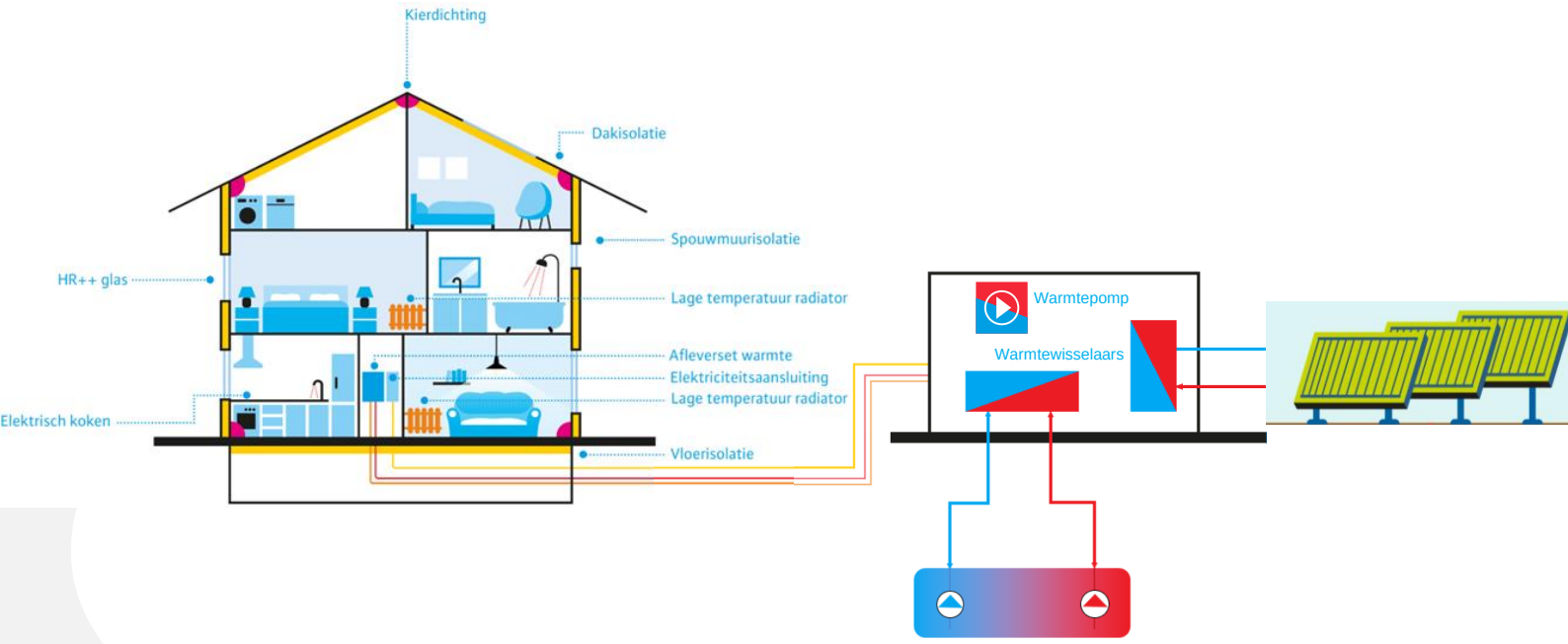
Particuliere eigenaren hebben allemaal zelf de regie over de verduurzaming van hun woning. Uit onderzoek van 50TGA blijkt dat de woningeigenaren in het projectgebied hun woning al (gedeeltelijk) geïsoleerd hebben en hun woning verwarmen met een watertemperatuur van 70°C of lager. Het is dus niet noodzakelijk om extra isolatiemaatregelen te nemen om met een warmtenet van 70°C te verwarmen. Wel raden we aan om voor extra comfort en energiebesparing minstens dakisolatie, vloerisolatie, HR^{++}-glas en verbeterde kierdichting aan te brengen, als dit nog niet is aangebracht. Ten opzichte van de huidige situatie verwachten we met dit pakket op basis van ervaringen in vergelijkbare wijken in eerdere DWA-projecten een besparing van 15-20% op de energievraag voor ruimteverwarming. Om op 45°C comfortabel en energiezuinig te kunnen verwarmen, raden we naast bovenstaande maatregelen geïsoleerde deuren en mechanische balansventilatie met warmteterugwinning aan, als dit nog niet is aangebracht. Ten opzichte van de huidige situatie verwachten we met dit pakket op basis van ervaringen in vergelijkbare wijken in eerdere DWA-projecten een besparing van 20-35% op de energievraag voor ruimteverwarming.

De huidige radiatoren zijn ontworpen voor het benodigde afgiftevermogen van een ongeïsoleerde woning voor het verwarmen met een hoge watertemperatuur van 90°C of 70°C. In de tijd tussen plaatsing en nu zijn de woningen beter geïsoleerd waardoor het benodigde verwarmingsvermogen lager is geworden en de radiatoren in de huidige situatie vaak overgedimensioneerd zijn. We zien wel dat het voor verwarmen op 45°C ondanks de isolatiemaatregelen in sommige gevallen ook nodig is om de huidige radiatoren (gedeeltelijk) te vervangen. Dit is afhankelijk van het type en de grootte van de huidige radiatoren en de gewenste temperatuur in huis en is per woning anders. Soms is het voldoende om één of enkele radiatoren te vervangen. Daarnaast is het ook mogelijk om laagtemperatuurconvectoren, vloerverwarming of boosterventilatoren te plaatsen.

Een uitgebreidere uitwerking van de maatregelenpakketten staat in paragraaf 3.2.

5.2 Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C

Het eerste warmteconcept is een wko met warmtepomp en pvt-panelen die een warmtenet op 45°C voeden. Een centrale warmtepomp maakt warmte die met een temperatuur van 45°C door de wijk wordt getransporteerd naar de woningen. In de woningen komt de warmte via een afleverset het huis binnen. In de afleverset zit een TE-booster die het water verder verwarmd voor hygiënisch warm tapwater. Het figuur laat dit schematisch zien.



Technische inpassing in de woning

De afleverset inclusief TE-booster is ongeveer 60 cm breed, 50 cm hoog en 30 cm diep en kan vaak in een meterkast of bergkast worden geplaatst, ook is het mogelijk de afleverset op de plek van de huidige cv-ketel te plaatsen. De warmte van 45°C is in sommige gevallen niet geschikt om in combinatie met de bestaande radiatoren het huis aangenaam warm te krijgen. Daarom zullen er in die woningen grotere radiatoren, laagtemperatuurconvectoren, vloerverwarming of boosterventilatoren geplaatst moeten worden.

Wko regenereren en back-up

De centrale warmtepompen halen warmte uit een wko, omdat er warmte wordt onttrokken, moet er ook warmte in worden gebracht, zodat de wko in balans blijft. Dit wordt gedaan met pvt-panelen die warmte en elektriciteit genereren. De warmte die in de zomer wordt opgewekt, wordt in de wko gestopt en in de winter door de warmtepomp weer uit de wko gehaald. De elektriciteit die de pvt-panelen opwekken, wordt gebruikt om de centrale warmtepompen te laten draaien. Er is aan dit concept een back-up-installatie op aardgas toegevoegd die in geval van nood de complete warmtevraag kan leveren. Deze installatie staat standaard uit, maar zal aangaan als de warmtepompen een storing hebben.

Praktische inpassing in de wijk

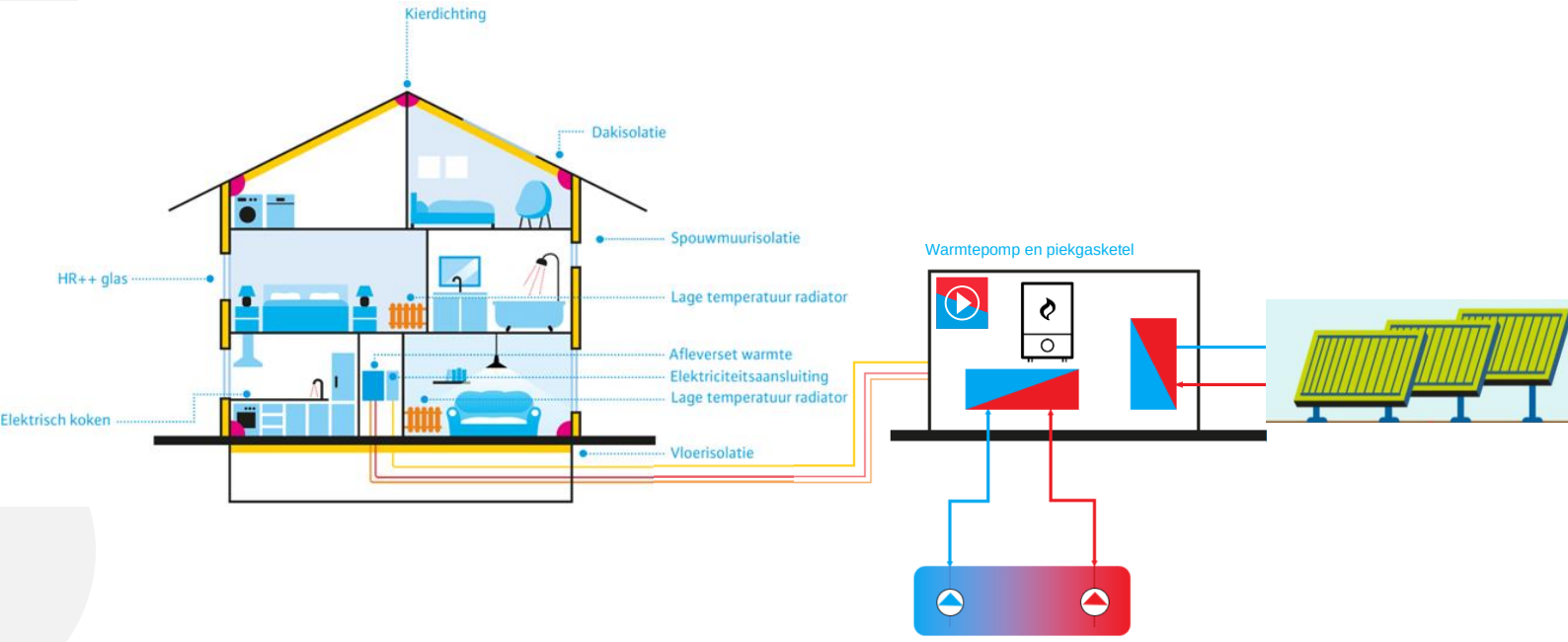
Voor dit concept is er een centrale technische ruimte nodig in de wijk waar de techniek opgesteld wordt. De beoogde locatie hiervoor wordt het grasveld centraal gelegen in de wijk, aan de achterkant van de sporthal van Landstede. De technische ruimte zal 100-200 m^2 groot worden. De pvt-panelen komen op het dak van de sporthal.

5.3 Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C

Het tweede warmteconcept is ook een wko met warmtepomp en pvt-panelen, maar dan aangevuld met piekgasketels. Deze voeden een warmtenet op hogere temperatuur, namelijk 70°C. Centrale warmtepompen maken warmte die met een temperatuur van 70°C door de wijk wordt getransporteerd naar de woningen. In de woningen komt de warmte via een afleverset het huis binnen voor ruimteverwarming en warm tapwater. Het figuur laat dit schematisch zien.

Technische inpassing in de woning

De afleverset is iets kleiner dan de afleverset inclusief booster, ongeveer 60 cm breed, 50 cm hoog en 30 cm diep. Deze kan vaak in een meterkast of bergkast worden geplaatst, ook is het mogelijk de afleverset op de plek van de huidige cv-ketel te plaatsen. De warmte van 70°C is in combinatie met woningisolatie in de meeste gevallen geschikt om in combinatie met de bestaande radiatoren het huis aangenaam warm te krijgen. Uit onderzoek van 50TGA is gebleken dat de woningen in het projectgebied al een redelijke of goede isolatiegraad hebben en verwarmd worden met 70°C watertemperatuur of lager. De warmte van 70°C is dus direct geschikt voor ruimteverwarming. Voor extra comfort en energiebesparing kan er wel aanvullend geïsoleerd worden.



Wko regenereren en piekvoorziening

De centrale warmtepompen halen warmte uit een wko, omdat er warmte wordt onttrokken, moet er ook warmte in worden. Dit wordt gedaan met pvt-panelen, hetzelfde als beschreven is bij “Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C”. Als piekvoorziening zijn er naast de centrale warmtepompen ook gasketels. De piekvoorziening springt bij op erg koude dagen en andere momenten waarop er veel warmte tegelijk nodig is. Hierdoor kan het vermogen van de warmtepomp laag blijven (ongeveer 35% van het totale benodigde vermogen) waardoor het concept goedkoper wordt. Daarnaast is de piekvoorziening groot genoeg gemaakt om in geval van nood de warmtevoorziening over te nemen.

Praktische inpassing in de wijk

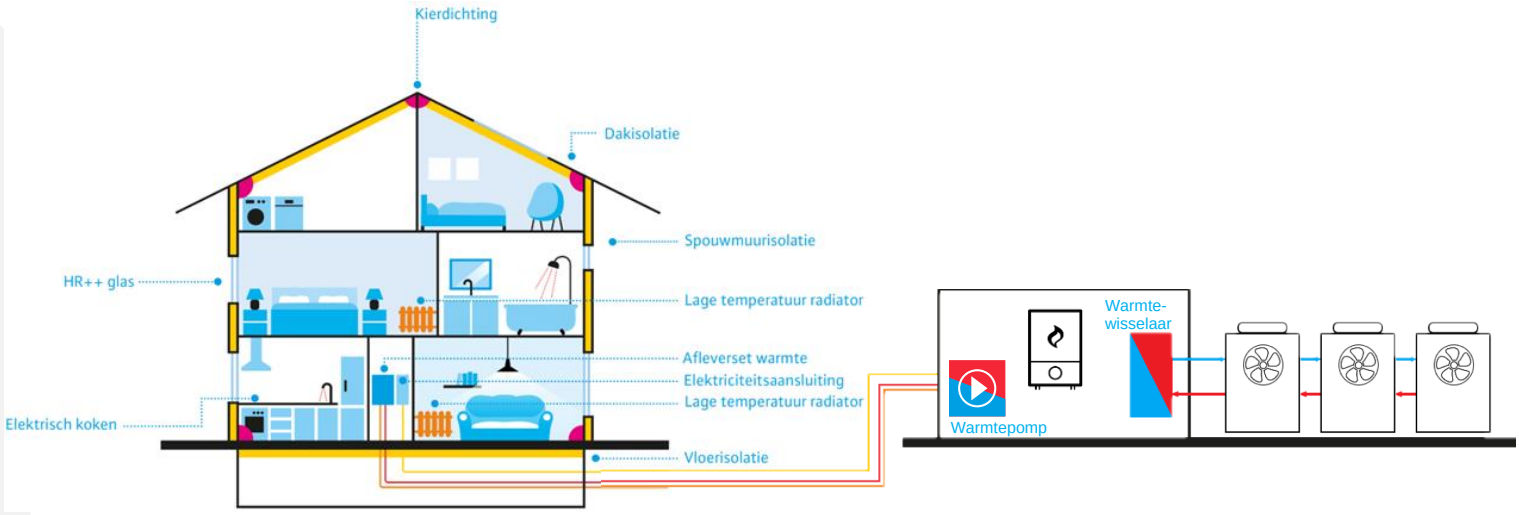
Voor dit concept is er een centrale technische ruimte nodig in de wijk waar de techniek opgesteld wordt. De beoogde locatie hiervoor wordt het grasveld centraal gelegen in de wijk, aan de achterkant van de sporthal van Landstede. De technische ruimte zal 100-200 m^2 groot worden. De pvt-panelen komen op het dak van de sporthal.

5.4 Centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C

Het derde warmteconcept is een laagtemperatuurwarmtenet (45°C) dat wordt gevoed door centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels. Een centrale luchtwarmtepomp maakt warmte die met een temperatuur van 45°C door de wijk naar de woningen wordt getransporteerd. In de woningen komt de warmte via een afleverset het huis binnen. In de afleverset zit een TE-booster die het water verder verwarmd voor hygiënisch warm tapwater. Het figuur laat dit schematisch zien.

Technische inpassing in de woning

De afleverset inclusief TE-booster is hetzelfde als beschreven bij “Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C”. Te plaatsen in een meterkast, bergkast of op de plek van de huidige cv-ketel. De warmte van 45°C is in sommige gevallen niet geschikt om in combinatie met de bestaande radiatoren het huis aangenaam warm te krijgen. Daarom zullen er in die woningen grotere radiatoren, laagtemperatuurconvectoren, vloerverwarming of boosterventilatoren geplaatst moeten worden.



Collectieve warmtepomp

De centrale luchtwarmtepomp onttrekt warmte uit de buitenlucht. Dit gebeurt door middel van één of meerdere buitenunits. Dit zijn de onderdelen die de buitenlucht onttrekken. Bij een collectieve warmtepomp zijn dit grote kasten met ventilatoren die de lucht naar binnen trekken. Vervolgens wordt bij een warmtewisselaar de warmte uit de lucht gehaald. Daarna wordt deze warmte door middel van een warmtepomp tot een hoger temperatuurniveau gebracht en vervolgens naar de woningen gedistribueerd. Het systeem kan warmte maken bij buitentemperaturen tot -20°C. In Nederland kunnen de woningen dus het hele jaar door op deze manier verwarmd worden. Als piekvoorziening zijn er naast de centrale warmtepompen ook gasketels. De piekvoorziening springt bij op erg koude dagen en andere momenten waarop er veel warmte tegelijk nodig is. Hierdoor kan het vermogen van de warmtepomp laag blijven (ongeveer 35% van het totale benodigde vermogen) waardoor het concept goedkoper wordt. Daarnaast is de piekvoorziening groot genoeg gemaakt om in geval van nood de warmtevoorziening over te nemen.

Praktische inpassing in de wijk

Voor dit concept is er een centrale technische ruimte nodig in de wijk waar de techniek opgesteld wordt. De beoogde locatie hiervoor wordt het grasveld centraal gelegen in de wijk, aan de achterkant van de sporthal van Landstede. De technische ruimte zal 100-200 m^2 groot worden.

5.5 Technische uitwerking

We hebben de drie beschreven warmteconcepten technisch uitgewerkt. In bijlage paragraaf 2.2 staan de technische uitgangspunten waarmee we de drie warmteconcepten hebben doorgerekend. De volgende paragraaf besteed aandacht aan aandachtspunten bij de berekening en daarna volgen de resultaten. Als laatste besteden we aandacht aan de gevolgen voor netcongestie.

5.5.1 Beperkingen en aandachtspunten

Tijdens het doorrekenen is gebleken dat er niet genoeg pvt-panelen op het dak van de sporthal passen voor de twee concepten met pvt-panelen. Daarom is in overleg met 50TGA besloten om deze concepten aan te passen. De pvt-panelen worden gebruikt om de wko-bron te regenereren. Om minder regeneratie nodig te hebben, is er voor gekozen dat alle woningen in deze concepten doorgerekend worden met koeling. Op die manier wordt de warmte in de zomer uit de huizen weggekoeld en in de wko gestopt. Daarnaast worden er aanvullende luchtwarmtepompen geplaatst waardoor er minder warmte vanuit de wko wordt gemaakt waardoor er minder geregenereerd hoeft te worden.

Een aandachtspunt bij alle drie de concepten is de ruimte die nodig is voor de centrale technische ruimte. Deze zal 100-200 m^2 groot worden en zal dus een aanzienlijk deel van het speelveld achter de sporthal beslaan.

5.5.2 Resultaten

In tabel 5.1 staan de resultaten van de technische uitwerking van de concepten, zoals hierboven omschreven.

De tabel laat zien dat de koudevraag in de wijk veel lager is dan de warmtevraag. Dit is ongunstig voor een wko-systeem. Een wko moet jaarrond in balans zijn. Als er meer warmtevraag is dan koudevraag, wordt er teveel warmte uit de bron gehaald waardoor deze afkoelt. In dat geval moet de bron geregenereerd worden. Regeneratie is over het algemeen relatief duur en vraagt veel aanvullende energie. Het is daarom energetisch en financieel beter als de warmte- en koudevraag meer in balans zijn.

Tabel 5.1 Resultaten van de technische uitwerking

	Eenheid	**Wko met warmtepomp en pvt- panelen, warmtenet 45°C**	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C**	**Centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C**
Aantal woningen	-	172	172	172
Warmtevraag woningen	GJ/jaar	5.108	5.504	5.108
Koudevraag woningen	GJ/jaar	576	576	-
Andere gebouwen	-	School en sporthal Landstede	School en sporthal Landstede	School en sporthal Landstede
Warmtevraag andere gebouwen	GJ/jaar	450	450	450
Koudevraag andere gebouwen	GJ/jaar	116	116	-
Warmteverlies distributienet	GJ/jaar	874	1.165	874
Vermogen waterwaterwarmtepomp	kW	684	285	-
Vermogen luchtwarmtepomp	kW	1.269	449	684

Vermogen piekgasketel (ook voor back-up)	kW	1.953	2.097	1.953
Warmtelevering door waterwaterwarmtepomp	GJ/jaar	2.149	2.350	-
Warmtelevering door luchtwarmtepomp	GJ/jaar	3.990	3.702	5.218
Warmtelevering door piekgasketel	GJ/jaar	-	1.068	921
Warmtelevering door TE-booster in woning	GJ/jaar	293	-	293

5.5.3 Effecten van de concepten op netcongestie

Tabel 5.1 laat zien dat het toevoegen van een piekvoorziening op gas een erg gunstig effect heeft op het benodigde elektrische aansluitvermogen. Een piekvoorziening levert maar een klein deel van de warmtevraag, maar heeft wel een groot vermogen. Dit komt omdat als het niet zo koud is er relatief weinig vermogen nodig is ten opzichte van wanneer het wel koud is. Op deze erg koude momenten schakelt de piekvoorziening in.

5.6 Warmtebuffering

Bij elk van de warmteconcepten kan aanvullend warmtebuffering toegepast worden. In dit hoofdstuk besteden we aandacht aan het effect van warmtebuffering en aan onze aanvullende berekening voor het toepassen van warmtebuffering. We hebben gekeken naar warmtebuffering gedurende enkele uren tot dagen, niet naar seizoensbuffering.

Effecten van warmtebuffering

We zien diverse voordelen van het toevoegen van warmtebuffering. Door op momenten van weinig warmtevraag warmte op te slaan in een warmwaterbuffer is er op piekmomenten een lager piekvermogen nodig. Een voorbeeld hiervan is om in de nacht alvast warmte te bufferen om de ochtendpiek wanneer er veel wordt gedoucht op te vangen. Dit heeft als voordeel dat een kleinere en goedkopere installatie gebruikt kan worden en dat de impact op het elektriciteitsnet kleiner is. Een warmtebuffer kan dus gezien worden als een piekvoorziening en is daarom bij de twee concepten met piekgasketels niet in te zetten om het piekvermogen van de elektrische warmtepomp te verlagen, omdat er al een andere piekvoorziening is. Omdat de piekvoorziening ook ingezet wordt als back-up kan het vermogen van de gasketels niet kleiner worden.

Een ander voordeel is dat er warmte gebufferd kan worden als de stroom goedkoop is. Dit kan ook voor de concepten met piekgasketels. Een aandachtspunt bij buffering is dat de buffervaten veel ruimte in beslag nemen in de centrale technische ruimte. Dit moet passen op de beoogde locatie voor deze centrale technische ruimte.

Rekenen aan toepassing van warmtebuffering

De benodigde buffergrootte staat in tabel 5.2 voor verschillende piekvermogens. Als er 10% of 20% gebufferd wordt, kan nog gewerkt worden met bovengrondse buffervaten die in een centrale technische ruimte geplaatst kunnen worden als er genoeg ruimte beschikbaar is. Met deze percentages is de positieve impact op netcongestie echter nog klein. Als er 40% gebufferd wordt, is het volume zo groot dat het om een ondergrondse buffer gaat.

Tabel 5.2 Inschatting benodigde buffergrootte

	Concept waaraan buffer wordt toegevoegd: wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C		
Reductie in elektrisch piekvermogen warmtepompen	40%	20%	10%
Buffervolume	1.654 m^3	62 m^3	22 m^3
Omschrijving	Ondergronds buffervat, 5 m diep, 18 m breed en 18 m lang	7 buffervaten van 2,5 meter hoog en 2,1 meter diameter	3 buffervaten van 2,5 meter hoog en 1,9 meter diameter
Reductie elektrisch piekvermogen	789 kW	391 kW	195 kW

6 Financiële haalbaarheid

In dit hoofdstuk beschrijven we de financiële haalbaarheid van de drie collectieve concepten en twee individuele concepten. De twee individuele concepten zijn opgenomen in de figuren. De achterliggende berekeningen zijn gemaakt door 50TGA. We hebben de effecten van warmtebuffering aan het einde van dit hoofdstuk in kaart gebracht.

6.1 Uitgangspunten bij alternatieve warmtevoorziening

We hebben verschillende concepten doorgerekend en met elkaar vergeleken. Het gaat hierbij om het energiegebruik voor verwarmen en/of koelen. Overig huishoudelijk energiegebruik hebben we buiten beschouwing gelaten. Bij het doorrekenen is het van belang dat er gerekend wordt met de juiste uitgangspunten. Het veranderen van de uitgangspunten kan de conclusies veranderen. Daarom zijn de meest relevante uitgangspunten vooraf afgestemd en opgenomen in de bijlage vanaf paragraaf 2.4. Voor de keuze die bewoners moeten gaan maken voor hun eigen woning, is de vergelijking met de individuele varianten erg relevant. Zoals genoemd zijn de twee individuele concepten berekend door 50TGA. Eén hybride situatie met een combinatie tussen een cv-ketel en een warmtepomp en één all-electric situatie met alleen een warmtepomp.

Het is belangrijk om te weten dat wij rekenen met de cijfers van 2024. De cijfers veranderen echter snel. We verwachten niet dat het voorkeursalternatief wijzigt, maar de berekende investeringen en jaarlijkse lasten kunnen anders uitpakken in de toekomst. Daarnaast kunnen de kosten per individu sterk verschillen, omdat dit geen maatwerkadvies per huishouden is. Ook is het belangrijk om te weten dat alle genoemde kosten inclusief btw zijn tenzij anders vermeld en exclusief subsidies.

6.2 Kostenplaatje voor de warmteconcepten

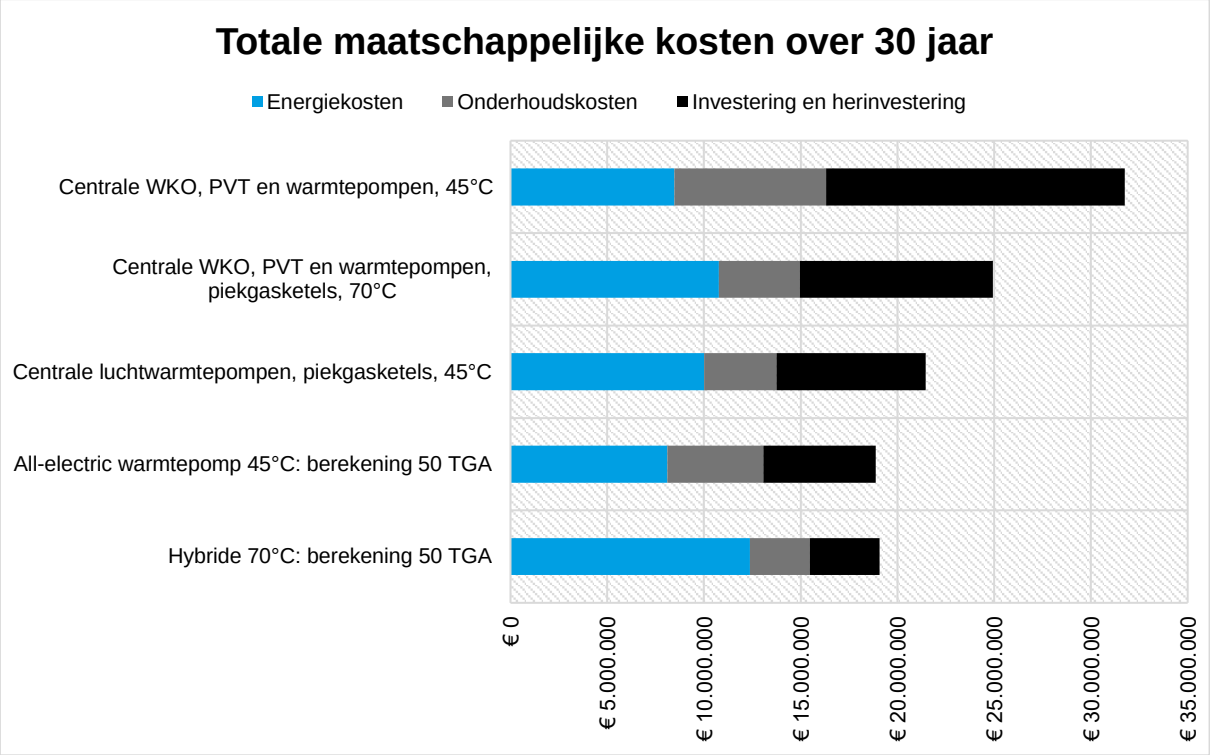
We bekijken het kostenplaatje voor de warmteconcepten vanuit verschillende perspectieven: integrale maatschappelijke kosten, exploitatiekosten en bewonerskosten. We beginnen met een vergelijking van de integrale maatschappelijke kosten. Dit zijn de totale kosten onafhankelijk van door wie ze betaald worden. De tweede vergelijking is die van de exploitatiekosten. Dit zijn de kosten voor een collectief systeem die worden betaald door de exploitant die warmte verkoopt aan de woningeigenaren. Als laatste vergelijken we de kosten voor de bewoner. Alle doorgerekende kosten zijn nog zonder subsidie. We hebben de subsidiemogelijkheden in paragraaf 6.3 omschreven.

6.2.1 Integrale maatschappelijke kosten (TCO) op wijkniveau

Alle kosten samen, onafhankelijk van door wie ze betaald worden, noemen we maatschappelijke kosten. Deze kosten worden ook wel de total cost of ownership (TCO) genoemd. Bij een warmtenet zijn er bijvoorbeeld investeringskosten voor het warmtenet die niet direct bij de bewoners of verhuurder komen te liggen. De totale, jaarlijkse, maatschappelijke lasten over een looptijd van dertig jaar, zoals die uit onze berekeningen zijn gekomen, laten we zien in figuur 6.1. Dit figuur laat zien dat een warmtenet met luchtwarmtepompen over de gehele looptijd het goedkoopste is. De (her)investeringskosten zijn relatief laag terwijl de energiekosten juist weer wat hoger zijn dan voor de andere collectieve concepten.

In het figuur is te zien dat de investerings- en onderhoudskosten voor het warmtenet zonder piekgasketels hoger zijn dan voor de warmtenetten met piekgasketels. De jaarlijkse energiekosten zijn juist weer lager zonder piekgasketels dan met piekgasketels.

Ook zien we in het figuur dat de totale maatschappelijke kosten voor de collectieve concepten hoger zijn dan voor de individuele concepten. In tabel 6.1 staan de investeringskosten per onderdeel van het warmtenet.



Figuur 6.1 Totale maatschappelijke kosten (TCO) op wijkniveau exclusief subsidies

Tabel 6.1 Overzicht investeringskosten inclusief btw en exclusief subsidies

	Centrale wko, pvt en warmtepompen, 45°C	**Centrale wko, pvt en warmtepompen, piekgasketels, 70°C**	**Centrale luchtwarmtepompen, piekgasketels, 45°C**
Warmtepomp water (uit wko)	€ 682.000,-	€ 325.000,-	-
Warmtepomp lucht	€ 1.629.000,-	€ 576.000,-	€ 877.000,-
Piekvoorziening gas (ook voor back-up)	€ 348.000,-	€ 374.000,-	€ 348.000,-
Wko-bron	€ 436.000,-	€ 252.000,-	-
Regeneratie met pvt	€ 391.000,-	€ 394.000,-	-
Distributienet warmte[3]	€ 775.000,-	€ 664.000,-	€ 775.000,-
Distributienet koude	€ 554.000,-	€ 554.000,-	-
Woningaansluitingen	€ 692.000,- (inclusief TE-booster)	€ 484.000,-	€ 692.000,- (inclusief TE-booster)
Onvoorzien (8%) en projectkosten (8%)	€ 881.000,-	€ 580.000,-	€ 431.000,-
Totaal	**€ 6.387.000,-**	**€4.202.000,-**	**€ 3.123.000,-**

[3] De kosten van distributieleidingen voor warmte zijn afhankelijk van de benodigde diameters en de materiaalkeuze. Voor een 70°C warmtenet zijn duurdere materialen nodig (staal) dan voor een 45°C net (kunststof). Tegelijk kan er in een 70°C net worden volstaan met kleinere diameters dan een 45°C warmtenet, doordat het temperatuurverschil tussen aanvoer- en retourleiding groter is. Hierdoor zijn de totale kosten voor een 70°C net wat lager dan voor een 45°C net.

6.2.2 Exploitatiekosten warmtenet

Het plaatje hierboven laat de totale maatschappelijke kosten zien. Dit geeft nog geen inzicht in de exploitatiekosten voor de exploitant bij een collectief systeem. Woningeigenaren investeren meestal niet zelf in een warmtenet. De investering wordt vaak gedaan door een externe partij. Dit kan een publieke partij zijn, zoals een gemeente of waterbedrijf, een commercieel (warmte)bedrijf of een combinatie tussen publieke en commerciële partijen. De BAK en de jaarlijkse inkomsten door verkoop van warmte en het jaarlijkse vastrecht zijn de inkomsten voor de exploitant. De energiekosten en de kosten voor beheer en onderhoud zijn de jaarlijkse uitgaven voor de exploitant. Deze inkomsten en uitgaven moeten met elkaar in balans zijn, zodat de exploitant alle kosten kan betalen om over een periode van dertig jaar quitte te spelen. Om dit beeld te kunnen schetsen, hebben we een aantal aannames gemaakt. We rekenen met 90% van de woningen die in de eerste twee jaar aansluiten op het warmtenet[4]. We rekenen ook met een rendementseis van 4,5%. Als het niet lukt om over een periode van dertig jaar quitte te spelen, dan spreken we over een onrendabele top. Dit is het deel van het warmtenet wat niet gefinancierd kan worden.

De jaarlijkse inkomsten door het verkopen van warmte zijn sterk afhankelijk van de tarieven die gerekend worden. We rekenen met de maximale tarieven voor 2024 die door de ACM[5] zijn vastgesteld. We zien dat grote warmteleveranciers op dit moment deze of vergelijkbare tarieven vragen. Per GigaJoule mag maximaal € 46,69 inclusief btw worden gevraagd in 2024, zoals bepaald door de ACM. We rekenen met een vastrecht van € 600,- per jaar per woning zonder koeling en € 800,- per jaar met koeling, beiden inclusief de huur van een afleverset. Dit is iets lager dan de maximale tarieven van de ACM. Zoals we ook hebben besproken in paragraaf 5.5.1 gaan we bij de twee collectieve concepten met wko uit van koeling voor alle woningen en bij het collectieve concept met luchtwarmtepompen niet.

De jaarlijkse kosten en inkomsten voor een exploitant in jaar 30 staan in tabel 6.2. Hierbij hebben we nog geen rekening gehouden met subsidies. Een overzicht van de subsidiemogelijkheden staat in paragraaf 6.3.

Tabel 6.2 Inkomsten en uitgaven voor een exploitant

OPEX		**Centrale wko, pvt en warmtepompen, 45°C**	**Centrale wko, pvt en warmtepompen, piekgasketels, 70°C**	**Centrale luchtwarmtepompen, piekgasketels, 45°C**
Kosten in jaar 30	Energiekosten	€ 315.900,-	€ 469.200,-	€ 382.900,-
	Kosten beheer en onderhoud	€ 370.800,-	€ 177.200,-	€ 154.100,-
Inkomsten in jaar 30	Vastrecht energie	€ 278.300,-	€ 278.300,-	€ 215.300,-
	Verkoop GigaJoules	€ 466.200,-	€ 526.300,-	€ 466.200,-
	Inkomsten – uitgaven	**+ € 57.800,-**	**+ € 158.100,-**	**+ € 144.500,-**
	Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	**+ € 2.800,-**	**+ € 1.900,-**	**+ € 4.200,-**

[4] We hebben gerekend met een optimistisch percentage van 90% van de woningen die aangesloten worden op het warmtenet. Dit percentage is aan de hoge kant, maar omdat het systeem erg klein is, is er voor gekozen om een optimistisch percentage te gebruiken voor een positieve exploitatiebegroting.

[5] Tarieven warmte en koude | ACM.nl De BAK voor een bestaand warmtenet is door de ACM vastgesteld op € 5.250,24 inclusief btw voor 2024. Als de woning meer dan 25 meter van het warmtenet af ligt, betaalt de bewoner maximaal € 361,83 inclusief btw extra. Voor een nieuw warmtenet mogen de ontwikkelaars extra geld vragen als de warmtetarieven niet kostendekkend zijn voor de aanleg: de kostendekkingsbijdrage of projectbijdrage. Hiervoor is geen maximaal tarief vastgelegd. Onze ervaring leert dat deze kosten sterk afhankelijk zijn van het specifieke project.

Wat als we rekenen met andere tarieven: gevoeligheidsanalyse exploitatiekosten

We hebben een aantal gevoeligheidsscenario's doorgerekend. Hieronder in tabel 6.3 hebben we de resultaten van een aantal veranderingen in uitgangspunten weergegeven. Als resultaat hebben we de cumulatieve inkomsten minus de uitgaven berekend. Als het getal onder de € 0,- uitkomt, betekent dat dat er een gat in de begroting is ontstaan door de verandering. Dit is de onrendabele top. Als het getal boven de waardes van de basissituatie uitkomt, betekent dit dat de situatie gunstiger is dan de basissituatie. De eerste verandering is een lager GJ-tarief, de jaarlijkse kosten voor bewoners worden hierdoor lager, maar omdat er minder inkomsten zijn, ontstaat er een gat in de begroting. De tweede en derde veranderingen gaan over de ingekochte energie voor het warmtenet voor de warmtepompen en gasketels. Het is moeilijk om de toekomst van energietarieven te voorspellen, daarom is de invloed van veranderingen hier weergegeven. Gedurende de exploitatieduur is het inkopen van energie een grote kostenpost. Dit is ook terug te zien in de resultaten. Een lager gemiddeld energietarief is bijvoorbeeld mogelijk door op goedkope momenten stroom in te kopen en om op die momenten warmte te bufferen. De vierde verandering is een hogere rendementseis van de investeerder. Een commerciëlere investeerder heeft over het algemeen een hogere rendementseis dan een publieke partij. Op dit moment is het nog onbekend wat voor een partij mogelijk zou gaan investeren. Daarom laat onderstaande tabel zien wat de invloed is van een hogere eis.

Tabel 6.3 Verandering in de cumulatieve inkomsten minus uitgaven bij andere uitgangspunten

	Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C**	**Centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C**
1. Basissituatie			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	+ € 2.800,-	+ € 1.900,-	+ € 4.200,-
2. Laag GJ-tarief van € 40/GJ in plaats van € 46,69/GJ			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	- € 701.000,-	- € 729.100,-	- € 699.600,-
3. 10% lagere energietarieven voor de centrale warmte-opwekking			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	+ € 335.900,-	+ € 496.700,-	+ € 408.000,-
4. 10% hogere energietarieven voor de centrale warmte-opwekking			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	- € 330.300,-	- € 492.900,-	- € 399.600,-
5. Rendementseis van 6% in plaats van 4,5%			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	- € 89.800,-	- € 237.400,-	- € 137.400,-
6. Investeringssubsidie voor het warmtenet van € 6.000,- per woning (WIS-subsidie genoemd in paragraaf 6.2.3)			
Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	+ € 975.200,-	+ € 974.300,-	+ € 979.400,-

6.2.3 Bewonerskosten warmtenet

Zoals we hierboven hebben uitgelegd, bestaan de inkomsten voor een exploitant uit de BAK en de jaarlijkse inkomsten door verkoop van warmte en vastrecht. Dit zijn de kosten voor de bewoners. We rekenen met de tarieven, zoals we in paragraaf 6.2.2 hebben uitgelegd. Hiermee hebben we de BAK berekend die in tabel 6.4 staat. In tabel is te zien dat het warmtenet zonder piekgasketels veel duurder is dan de warmtenetten met.

Dit is logisch te verklaren, omdat een piekgasketel vele malen goedkoper is dan een warmtepomp. Een piekgasketel wordt alleen ingezet voor de piekmomenten waardoor er weinig aardgas wordt verbruikt. Dit is verder toegelicht in hoofdstuk 5. Een vergelijking van de investeringen en jaarlasten tussen de verschillende concepten hebben we in paragraaf 6.2.4 omschreven.

We hebben voor verschillende situaties de bijdrage aansluitkosten berekend. In de basissituatie hebben we berekend wat de bewonerskosten worden om over een periode van dertig jaar quitte te spelen, er is dus geen onrendabele top. Daarnaast hebben we ook berekend wat de bewonerskosten worden als de investering even hoog is als die van een (hybride) warmtepomp. Dit levert in de meeste gevallen een onrendabele top op. Bij het concept met de centrale luchtwarmtepompen en een bijdrage aansluitkosten vergelijkbaar met een all-electric warmtepomp is er geen onrendabele top. In die situatie is er ruimte om de jaarlijkse lasten voor bewoners te verlagen.

Tabel 6.4 Inschatting bijdrage aansluitkosten voor woningeigenaren per warmteconcept inclusief btw en exclusief subsidies

Eenheid	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C**	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C**	**Centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C**
1. Basissituatie			
GJ-tarief	€ 46,69	€ 46,69	€ 46,69
Jaarlijks vastrecht per woning	€ 800,-	€ 800,-	€ 600,-
Bijdrage aansluitkosten	€ 39.200,-	€ 14.200,-	€ 11.450,-
Exploitant: Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	+ € 2.800,- (Er is geen onrendabele top)	+ € 1.900,- (Er is geen onrendabele top)	+ € 4.200,- (Er is geen onrendabele top)
2. Bijdrage aansluitkosten even hoog als investering in hybride warmtepomp en het vastrecht voor elk concept hetzelfde			
GJ-tarief	€ 46,69	€ 46,69	€ 46,69
Jaarlijks vastrecht per woning	€ 600,-	€ 600,-	€ 600,-
Bijdrage aansluitkosten	€ 8.100,-	€ 8.100,-	€ 8.100,-
Exploitant: Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	- € 5.770.300,- (Dit is de onrendabele top)	- € 1.719.500,- (Dit is de onrendabele top)	- € 540.300,- (Dit is de onrendabele top)
3. Bijdrage aansluitkosten even hoog als investering in all-electric warmtepomp en het vastrecht voor elk concept hetzelfde			
GJ-tarief	€ 46,69	€ 46,69	€ 46,69
Jaarlijks vastrecht per woning	€ 600,-	€ 600,-	€ 600,-
Bijdrage aansluitkosten	€ 13.000,-	€ 13.000,-	€ 13.000,-
Exploitant: Inkomsten – uitgaven cumulatief over jaar 1 tot en met 30	- € 4.976.200,- (Dit is de onrendabele top)	- € 925.400,- (Dit is de onrendabele top)	+ € 256.200,- (Er is geen onrendabele top)

6.2.4 Vergelijking van de kosten voor een bewoner

De bewonerskosten bestaan voor particuliere woningeigenaren uit:

- investeringskosten isolatie, afgiftesysteem en andere woningaanpassingen;
- investeringskosten warmteopwekking:
  - bij een collectief systeem is dit de BAK en benodigde woningaanpassingen;
- jaarlijkse energiekosten bestaande uit:
  - vastrecht voor warmte inclusief huur afleverset;
  - variabele warmtekosten;

  - eventuele elektriciteitskosten voor een TE-booster;
- jaarlijkse onderhoudskosten.

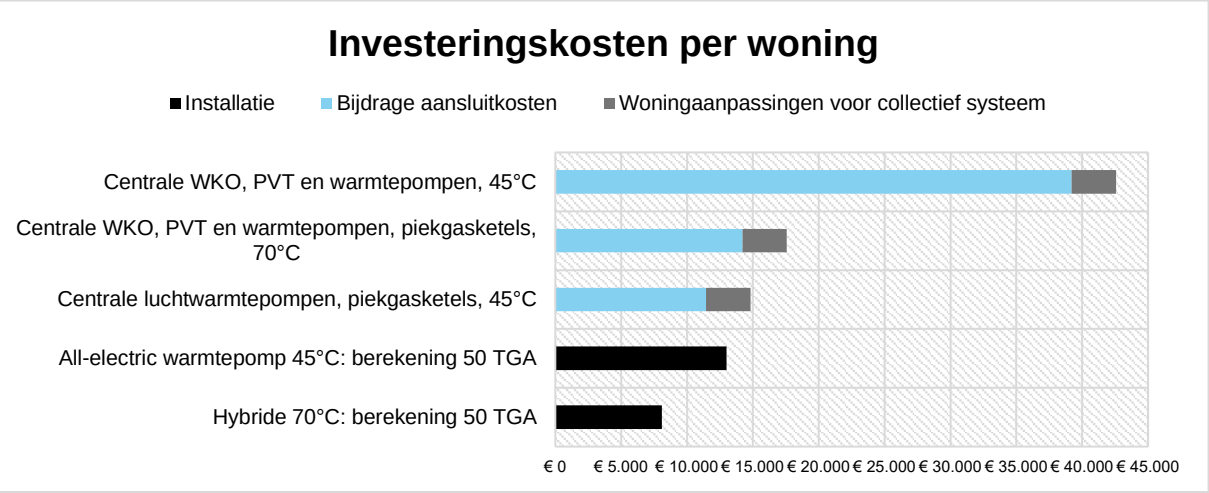
De huurder heeft dezelfde jaarlijkse energiekosten, maar de jaarlijkse onderhoudskosten en investeringen liggen bij de verhuurder. In deze paragraaf laten we eerst de investeringskosten zien en daarna de jaarlijkse kosten.

De aansluiting op een toekomstig warmtenet in de wijk is geheel vrijwillig. In de berekeningen zijn we ervan uitgegaan dat 90% van de totale hoeveelheid woningen in de wijk aansluiten, net als in de berekening voor de BAK hierboven. Daarnaast gaan we uit van een gemiddelde woning in de wijk.

Investeringskosten

In figuur 6.2 zijn de investeringskosten voor de gemiddelde particuliere bewoner of verhuurder per energieconcept inzichtelijk gemaakt. Voor de investeringen van de concepten met het warmtenet zijn we ervan uitgegaan dat bewoners hun afleverset (eventueel met TE-booster) huren en hier jaarlijks vastrecht voor betalen. Dit is dus geen onderdeel van de investering, maar wel onderdeel van de jaarlijkse energielasten. Voor de collectieve concepten hebben we een kostenpost opgenomen voor woningaanpassingen, bijvoorbeeld het verleggen van cv-leidingen en het opnieuw inregelen van het systeem. De kosten hiervoor zijn erg afhankelijk van bijvoorbeeld de locatie van de huidige cv-ketel en zullen daardoor per woning verschillen. Deze kosten kunnen vaak gedekt worden door de ISDE-subsidie die we hebben beschreven in paragraaf 6.3.

Het figuur laat zien dat investeringskosten voor een collectief systeem hoger zijn dan een investering in de individuele installatie. Het goedkoopste collectieve systeem, met luchtwarmtepompen, is niet veel duurder dan een individuele all-electric warmtepomp.



Figuur 6.2 Bewonerskosten: investeringskosten per woning inclusief btw en exclusief subsidies

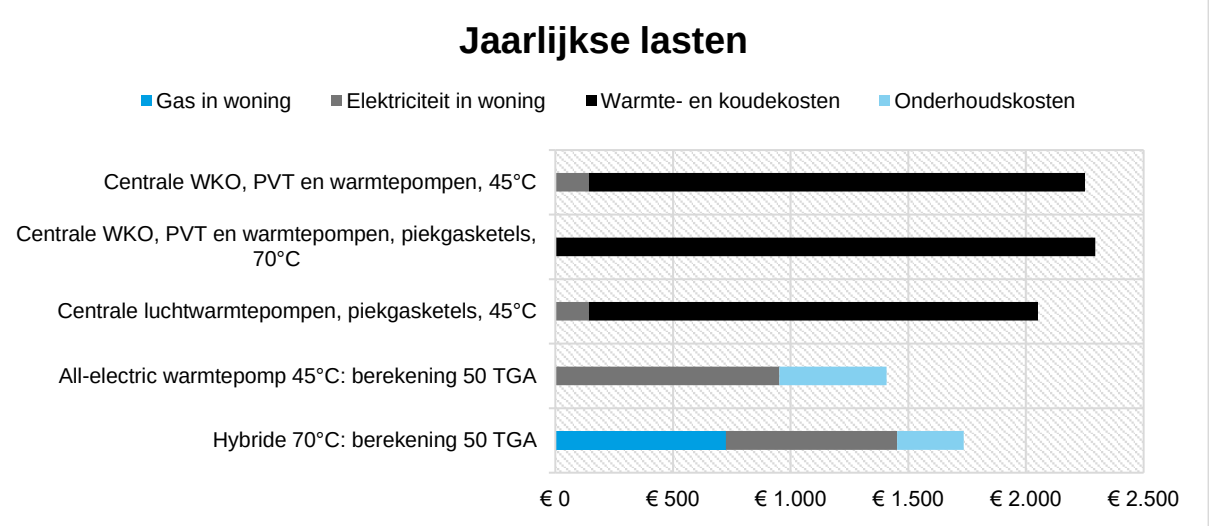
Bovenop de investeringskosten komen nog de kosten voor isolatie, kierdichting, verbeterde ventilatie en een aanpassing aan het afgiftesysteem indien nodig. In tabel 6.5 hebben we kort inzichtelijk gemaakt aan hoeveel bijkomende kosten woningeigenaren moeten denken afhankelijk van de startsituatie, omdat niet elke woningeigenaar nog alle isolatiemaatregelen zal hoeven te treffen. Deze bedragen zijn nog exclusief subsidie. In bijlage paragraaf 3.2 hebben we uitgebreid omschreven welke maatregelen in welke situatie wel of niet van toepassing zijn.

Tabel 6.5 Aanvullende investeringskosten voor isolatie, kierdichting, verbeterde ventilatie en afgiftesysteem

	Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 45°C	**Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 70°C**
Startsituatie: nog geen maatregelen uitgevoerd	€ 26.800,- Dak- en vloerisolatie, HR^{++}-glas, geïsoleerde voordeur, kierdichting, ventilatie, laagtemperatuurafgifte	€ 13.500,- Dak- en vloerisolatie, HR^{++}-glas, kierdichting
Startsituatie: woning heeft al dak- en vloerisolatie en HR^{++}-glas	€ 14.300,- Geïsoleerde voordeur, kierdichting, ventilatie, laagtemperatuurafgifte	€ 1.000,- Kierdichting

Jaarlijkse lasten

Behalve de investeringskosten, heeft een woningeigenaar of huurder ook jaarlijkse lasten. De energiekosten en onderhoudskosten samen zijn de jaarlijkse lasten. De energiekosten bestaan uit vastrecht en het betalen voor het verbruik. Verder zijn er jaarlijkse onderhoudskosten opgenomen. Deze zijn alleen van toepassing op de woningeigenaar of verhuurder. Ieder concept brengt een ander energiegebruik en -kosten met zich mee. In figuur 6.3 zijn de energielasten per concept weergegeven, voor een gemiddelde woning in de wijk zoals omschreven in paragraaf 3.2. Het figuur toont dat de jaarlijkse kosten voor een collectief systeem hoger zijn dan voor de individuele systemen.

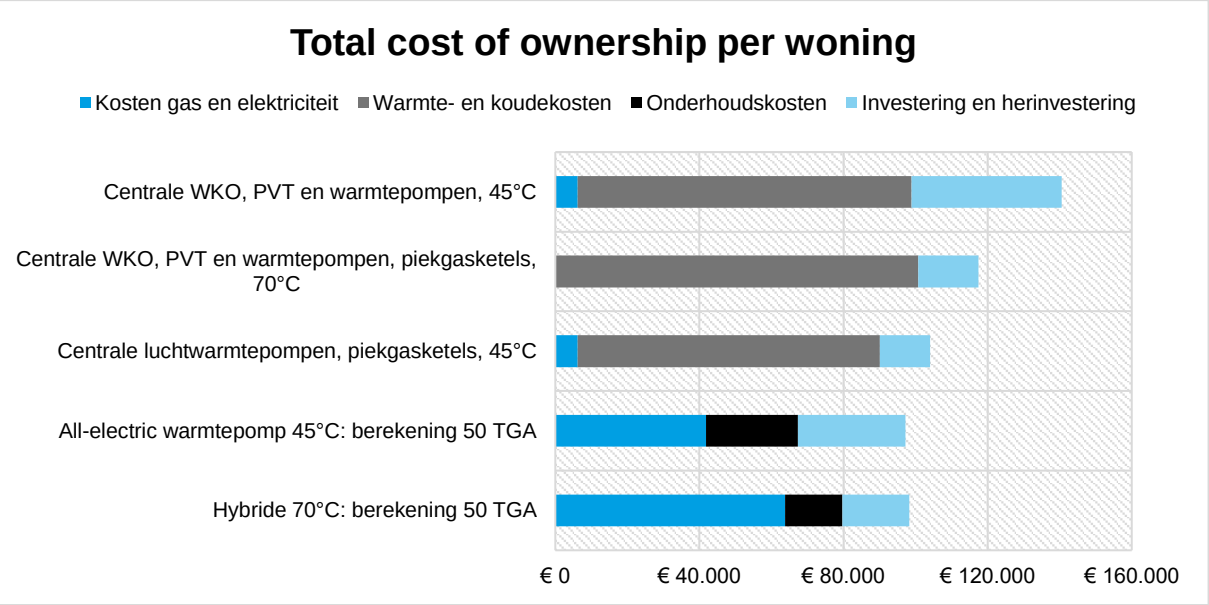


Figuur 6.3 Bewonerskosten: jaarlijkse lasten per woning

Total cost of ownership

Om de energieconcepten met elkaar te vergelijken, kijken we naar de totale kosten voor de bewoner over een periode van dertig jaar, de total cost of ownership (TCO). In de TCO voor bewoners houden we rekening met de levensduur van de verschillende onderdelen, zo gaat isolatie langer mee dan een warmtepomp. Kosten voor herinvestering in een warmtepomp rekenen we daarom mee.

Deze TCO-vergelijking laten we zien in figuur 6.4. Deze vergelijking is gemiddeld per woning. Zoals in de figuur te zien is, hebben de energiekosten de grootste impact op de TCO. De individuele concepten hebben de laagste kosten over een periode van dertig jaar, omdat de kosten voor warmte en koude bij de collectieve concepten veel hoger zijn dan de individuele energiekosten. Het goedkoopste collectieve concept, met luchtwarmtepompen, komt over een periode van dertig jaar niet veel duurder uit dan de individuele concepten.



Figuur 6.4 Bewonerskosten: TCO per woning over dertig jaar

6.3 Subsidiemogelijkheden

Er zijn verschillende subsidiemogelijkheden, zowel voor individuen als voor collectieven. Voor woningeigenaren is er de ISDE-subsidie[6] (investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing). Een woningeigenaar kan subsidie aanvragen voor de investering in een (hybride)warmtepomp, isolatiemaatregelen of bijvoorbeeld voor een warmtenetaansluiting. Woningeigenaren kunnen € 3.775,- aan ISDE-subsidie[7] krijgen. Vaak is een groot deel van dit bedrag nodig om aanpassingen in de woning te realiseren, bijvoorbeeld het verleggen van cv-leidingen en het opnieuw inregelen van het systeem. De kosten hiervoor zijn erg afhankelijk van bijvoorbeeld de locatie van de huidige cv-ketel en zullen daardoor per woning verschillen.

Voor warmtenetten is er de WIS-subsidie[8], een investeringssubsidie voor de onrendabele top van de investerings- en projectkosten van nieuw aan te leggen warmtenetten voor kleinverbruikers in de bestaande bouw. De investering is alleen voor het warmtenet zelf, niet voor de warmte-opwekking. Met deze subsidie is er tot € 6.000,- subsidie per aansluiting mogelijk met een maximum van € 20,- miljoen per project. Een voorwaarde is dat er tenminste 250 kleinverbruikersaansluitingen zijn. Met de subsidie kan de onrendabele top van het warmtenet gefinancierd worden. De WIS-subsidie is projectspecifiek. Het bedrag geeft alleen een indicatie en kan gespecificeerd worden als er meer details bekend zijn over het project.

6.4 Financiële gevolgen van warmtebuffering

In deze paragraaf bespreken we de financiële gevolgen van warmtebuffering. De resultaten van de technische doorrekening staan in paragraaf 5.6. In tabel 6.6 staat het financiële voordeel van het toevoegen van warmtebuffering. Deze tabel laat zien dat bij kleine volumes de kosten van buffervaten relatief veel lager zijn dan de reductie in kosten van de warmtepomp. De positieve impact op netcongestie is bij deze kleine volumes echter nog wel klein, hiervoor moet een buffer veel groter zijn, maar wordt hierdoor duur. Er is in deze eerste vergelijking nog geen rekening gehouden met de warmteverliezen van de buffers en het feit dat er een grotere technische ruimte gebouwd moet worden. In de tabel zien we dat een buffer tot ongeveer 40% van het elektrische piekvermogen voordeliger is dan een warmtepomp.

[6] ISDE: Subsidie voor verduurzaming van uw woning (rvo.nl)

[7] ISDE: Aansluiting op een warmtenet woningeigenaren (rvo.nl)

[8] Warmtenetten Investeringssubsidie (WIS) (rvo.nl)

Een ander bijkomend voordeel is dat er slim gebruikgemaakt kan worden van dynamische energieprijzen. Op goedkope momenten kan de buffer gevuld worden om op dure momenten te gebruiken. Piekmomenten voor netcongestie en energieprijzen vallen vaak op hetzelfde moment, daarom kan buffering makkelijk voor beide doeleinden ingezet worden.

Tabel 6.6 Inschatting kostenbesparing door een buffer

	Concept waaraan buffer wordt toegevoegd: wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C		
Reductie in elektrisch piekvermogen warmtepompen	40%	20%	10%
Volume	1.654 m^3	62 m^3	22 m^3
Reductie kosten warmtepomp	€ 933.600,-	€ 462.200,-	€ 231.100,-
Kosten voor de buffer	€ 931.500,-	€ 33.200,-	€ 11.600,-
Totale reductie in kosten door toevoegen buffer	**€ 2.100,-**	**€ 429.000,-**	**€ 219.500,-**

Vergelijking kosten buffer als piekvoorziening met piekgasketels

Een warmwaterbuffer kan worden ingezet als piekvoorziening, net als gasketels. Daarom hebben we in tabel 6.7 de impact van het toevoegen van piekgasketels getoond voor de concepten die piekgasketels hebben. 65% van het elektrische vermogen kan gereduceerd worden door de gasketels. De kosten van de ketels zijn zeer laag in vergelijking met de kosten van de warmtepompen. Zoals we in hoofdstuk 5 omschreven, is voor alle concepten gekozen om back-up gasketels toe te voegen, dus de werkelijke kosten van de piekgasketels zijn hoger omdat deze 100% van het verwarmingsvermogen moeten hebben.

Piekgasketels zijn in vergelijking met warmwaterbuffers goedkoper en nemen minder ruimte in. Het voordeel van warmwaterbuffers is dat als deze door de warmtepomp gevuld worden, het duurzamer is dan het gas voor de piekgasketels.

Tabel 6.7 Kostenbesparing door piekgasketels

	Concept: wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C	**Concept: centrale luchtwarmtepompen met piekgasketels, warmtenet 45°C**
Reductie in elektrisch piekvermogen warmtepompen	65%	65%
Reductie kosten warmtepomp	€ 1.674.000,-	€ 1.629.000,-
Kosten voor de piekgasketels	€ 243.000,-	€ 226.000,-
Totale reductie in kosten door toevoegen buffer	**€ 1.431.000,-**	**€ 1.403.000,-**

6.5 Vervolgstappen

In deze financiële uitwerking hebben we op basis van een aantal uitgangspunten een inschatting van de exploitatiekosten berekend. Dit is een versimpelde berekening die een eerste indicatie geeft. Voor het maken van een businesscase moeten er meer dingen in detail berekend en uitgezocht worden, zowel op technisch als financieel vlak.

- Hoeveel interesse is er in de wijk om aan te sluiten op een collectief warmtenet? Op hoeveel woningen kan grofweg gerekend worden?
- Welk collectief concept is het meest kansrijk in de wijk? Zowel technisch, financieel als qua draagvlak onder de wijkbewoners en andere warmte-afnemers.
- Een schets van het leidingnet om te bepalen hoeveel leidinglengte en welke diameters er moeten komen.
- Kan de centrale technische ruimte goed op het grasveld achter de sporthal van Landstede worden geplaatst?

- Standaard meenemen van buffering van warmte in het concept.
- Het voorkeursconcept moet gedetailleerder doorgerekend worden. In dit rapport hebben we gerekend op kentalniveau op basis van aannames. De resultaten geven een eerste indicatie en zijn ook bedoeld om de concepten met elkaar te kunnen vergelijken. Een deel van de aannames kan verder uitgewerkt worden waardoor de doorrekening exacter wordt.
- Een uitgebreidere gevoeligheidsanalyse.
  - Verschillende volloopscenario's, hoeveel woningen verwachten we in welk jaar te kunnen aansluiten? En wat gebeurt er als dit niet gehaald wordt?
  - Verschillende financieringsscenario's.

7 Organisatievormen

Naar verwachting wordt per 1 januari 2025 de nieuwe Warmtewet, Wet collectieve Warmte, van kracht. Deze wet stelt eisen aan de ontwikkeling en exploitatie van warmtenetten. In dit hoofdstuk wordt hierop ingegaan en wat dit voor mogelijkheden biedt voor de Groene Renovatie Sallandsweide.

7.1 Wet collectieve Warmte

De WcW beoogt het draagvlak voor warmte en de bereidheid om te investeren in duurzame collectieve warmte te vergroten, door het:

1 vergroten van publieke sturing op (realisatie en exploitatie van) collectieve warmte, waar dat de gewenste verduurzamingsstrategie is;
2 ontwikkelen van collectieve warmte die bij productie geen broeikasgassen meer uitstoot in 2050;
3 introduceren van transparante en kostengebaseerde tariefregulering voor de gebonden afnemers van collectieve warmte;
4 zekerstellen van de leveringszekerheid van collectieve warmte.

In de WcW wordt dit als volgt geregeld.

- De gemeente krijgt de taak en bevoegdheid om door middel van een warmtekavel aan te geven door wie, waar en wanneer een collectieve warmtevoorziening wordt aangelegd.
- Een collectieve warmtevoorziening moet worden geëxploiteerd door een bedrijf met een publiek meerderheidsbelang.
- De opt-out regeling. In de nieuwe WcW wordt elke afnemer aangesloten op het warmtenet, tenzij zij besluiten aan te sluiten op een gelijkwaardig of duurzamer alternatief.
- De warmtetarieven worden niet meer gekoppeld aan de gasprijs, maar worden bepaald op basis van de kostprijs met redelijke winstmarge (kostprijs+ model).
- Borging van duurzaamheid door het opnemen van een CO_2-norm.

Het bovenstaande betekent concreet dat de ontwikkeling, realisatie en exploitatie van warmtenetten gedaan moet worden door een publiek warmtebedrijf. Gemeente Zwolle denkt om die reden na over de oprichting van een warmtebedrijf waarin de gemeente een meerderheidsbelang heeft.

7.2 Organisatievormen warmtenet de Groene Renovatie Sallandsweide

In de vorige paragraaf is aangegeven dat de ontwikkeling en exploitatie van warmtenet door een publiek warmtebedrijf zal moeten worden gedaan. Hierop zijn enkele uitzonderingen, waaronder de realisatie en exploitatie van klein-collectieve warmtenetten. Een warmtenet wordt als klein-collectief aangemerkt wanneer deze minder dan 1.500 aansluitingen heeft. Gezien de omvang van het projectgebied kan dit initiatief onder de nieuwe WcW worden aangemerkt als klein-collectief.

Voor de realisatie en exploitatie van het warmtenet zijn er daarmee drie mogelijkheden.

1 Zelfstandig aanvraag indienen bij ACM en ontheffing bij college voor realisatie en exploitatie in eigen beheer.
2 Samenwerking met Warmtebedrijf Zwolle voor de levering van diensten, waarbij het warmtenet in eigendom blijft van Stichting 50 Tinten Groen Assendorp.
3 Realisatie en exploitatie van het warmtenet door Warmtebedrijf Zwolle of een andere (marktpartij).

7.3 Noodzaak voor opschaling

Op donderdag 1 februari 2024 is er een sessie over de mogelijke organisatievormen geweest met de werkgroep van 50TGA, Nienke van Keimpema van de gemeente Zwolle, Gerwin Verschuur van Energie Samen en DWA. Tijdens deze sessie zijn mogelijke organisatievormen besproken met verschillende mate van eigenaarschap en zeggenschap voor de bewoners, publieke en commerciële partijen.

Tijdens de sessie is de conclusie getrokken dat de huidige schaalgrootte te kwetsbaar is voor een zelfstandig warmtenet om de volgende redenen.

- Er moet een bestuur komen dat alles regelt omtrent het warmtenet, hoe minder aansluitingen, hoe duurder per aansluiting. Dit geldt ook voor de administratie. Ook is het voor een klein bestuur lastiger om voldoende kennis in huis te halen om het warmtenet te besturen.
- Bij storing moet er een monteur komen om dit op te lossen. Voor een klein warmtenet moet dit extern ingehuurd worden.
- Een klein warmtent is voor een investeerder risicovoller, omdat de kosten met een beperkt aantal afnemers betaald moeten worden. Als er minder gebruikers aansluiten dan verwacht of als deze minder warmte afnemen komt er een gat in de begroting.

Voor een gezonde bedrijfsvoering van het warmtenet moet er dus gezocht worden naar meer afnemers van warmte en/of koude. Hiervoor zijn al een aantal partijen in beeld.

- Huize Assendorp.
  - Een complex met 150 (zorg)appartementen van 30-45 m^2. Het gebouw wordt verwarmd met centrale gasketels met een jaarlijks verbruik van 95.000 m^3. Dit complex grenst aan de achterkant van de woning aan de Sallandstraat en ligt dus direct naast het projectgebied. Deze partij is al benaderd en heeft aangegeven mee te willen doen in het onderzoek. In dit pand is warmte van 70°C nodig.
- Hogeschool KPZ (verkenning).
  - Een onderwijscomplex van 7.000 m^2 dat naast het gebouw van Landstede ligt. Deze uitbreidingsmogelijkheid zit nog in de verkennende fase.
- Woningen aan de Ten Oeverstraat.
  - 59 grondgebonden woningen die ten westen en oosten van Landstede en Hogeschool KPZ liggen. Deze uitbreidingsmogelijkheid zit nog in de verkennende fase.
- Woningen aan de Van Cuylenburchstraat.
  - 40 appartementen tussen Landstede en de Ten Oeverstraat. Deze uitbreidingsmogelijkheid zit nog in de verkennende fase.
- Woningen aan de Hardesteinstraat.
  - 41 appartementen ten oosten van de Ten Oeverstraat. Deze uitbreidingsmogelijkheid zit nog in de verkennende fase.
- Woningen aan de Commissiestraat en Resedastraat.
  - 40 woningen ten westen van het projectgebied. Deze uitbreidingsmogelijkheid zit nog in de verkennende fase.

Deze toevoegingen zouden zorgen voor 99 extra grondgebonden woningen, 231 appartementen en 7.000 m^2 aan utiliteit. Het huidige projectgebied beslaat 172 woningen en 2.060 m^2 utiliteit. Dit betekent dus een flinke uitbreiding.

8 Beoordeling warmteconcepten en advies

In hoofdstuk 5 hebben we de technische haalbaarheid omschreven en in hoofdstuk 6 de financiële haalbaarheid. In dit hoofdstuk vergelijken we de resultaten uit die hoofdstukken met elkaar en trekken we een conclusie. Ook geven we een advies op basis van de afwegingscriteria die in paragraaf 4.3.1 staan.

8.1 Afwegingskader

Onderstaand afwegingskader hebben we ingevuld op basis van de resultaten van de technische en financiële doorrekening.

Tabel 8.1 Vergelijking van de warmteconcepten met de afwegingscriteria (kosten inclusief btw, exclusief subsidies)

	Luchtwarmte-pomp individueel	**Hybride luchtwarmtepomp individueel**	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen, warmtenet 45°C**	**Wko met warmtepomp en pvt-panelen met piekgasketels, warmtenet 70°C**	**Centrale luchtwarmtepomp en met piekgasketels, warmtenet 45°C**
Niet duurder dan de huidige situatie (TCO)	**+**	**+**	**-**	**+/-**	**+**
Energiegebruik	+	+/-	+	+/-	+/-
Ruimtegebruik woningen	**-**	**+/-**	**+**	**+**	**+**
Ruimtegebruik wijk	+	+	-	-	-
Geluidsproductie	**-**	**-**	**+**	**+**	**+/-**
Flexibiliteit afgiftesysteem	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**
CO_2-impact per woning per jaar	+	+/-	+	**+/-**	**+/-**
Lokale opwek	**+/-**	**-**	**+**	**+/-**	**+/-**
Impact elektriciteitsnet	-	+/-	-	+/-	+/-
Eigenaarschap bewoners	Niet van toepassing	Niet van toepassing	**?**	**?**	**?**
Mogelijkheid tot koelen	+	+/-	+	+	+/-
Marktrijpheid systeem	+	+	+	+	+

8.2 Advies

We zien potentie voor een collectief systeem, maar een uitbreiding van het aantal aansluitingen is nodig. Het gebied is nu nog te kleinschalig en daardoor kwetsbaar. Het systeem met luchtwarmtepompen scoort financieel het meest gunstig. Ook is gebleken dat een piekvoorziening de kosten sterk kan verlagen, piekgasketels nog meer dan een warmwaterbuffer. Daarnaast is een piekvoorziening gunstig in het kader van netcongestie.

Afhankelijk van de uitbreidingsmogelijkheden zijn er nog een aantal optimalisaties voor de techniek en financiën te maken. Als er veel afnemers worden gevonden met een grote koudevraag wordt een systeem met een wko rendabeler. Systemen met een wko zijn efficiënter en rendabeler als de koelvroeg meer in balans is met de warmtevraag. Als de warmtevraag flink groter blijft dan de koudevraag is een systeem met collectieve luchtwarmtepompen op financieel gebied de beste keuze.

Woningeigenaren die wel ruimte hebben of willen maken voor een individueel systeem kunnen kiezen voor een (hybride) luchtwarmtepomp. Een hybride systeem is goedkoper in de aanschaf en kleiner, maar minder duurzaam en heeft hogere jaarlijkse lasten dan een all-electric warmtepompsysteem.

8.3 Vervolgstappen

Alleen op basis van deze rapportage kan er nog geen keuze worden gemaakt voor een toekomstig verwarmingssysteem. Om wel te kunnen kiezen, adviseren we de volgende vervolgstappen.

Bewoners informeren en mee laten beslissen

De bewoners moeten ingelicht worden over de mogelijkheden. Ook moet worden gepeild hoe de bewoners over de verschillende concepten denken op basis van de technische en financiële resultaten in deze rapportage. De bewonersavond om hier voor het eerst over te spreken is geweest op maandag 25 maart 2024.

Opschalen

In paragraaf 7.3 staat de noodzaak om op te schalen omschreven met een aantal concrete uitbreidingsmogelijkheden. Deze toevoegingen zouden zorgen voor 99 extra grondgebonden woningen, 231 appartementen en 7.000 m^2 aan utiliteit. Het huidige projectgebied beslaat 172 woningen en 2.060 m^2 utiliteit. Dit zou dus een flinke uitbreiding zijn.

Als deze uitbreidingsmogelijkheden concreter zijn, kan ook een betere keuze gemaakt worden voor een geschikte techniek. Als de uitbreiding betekent dat de warmte- en koudevraag min of meer in balans komen, is een collectief systeem met wko rendabeler. Een systeem met luchtwarmtepompen is een logischere keuze als de warmtevraag flink groter blijft dan de koudevraag, zoals ook in de huidige doorrekening. Als de techniek verder is uitgewerkt, kan ook in meer detail worden gekeken wat de subsidiemogelijkheden zijn.

Praktische stappen

Als onder bewoners de interesse is gepeild voor het verder uitwerken van een collectief systeem en als er concrete mogelijkheden zijn gevonden voor opschaling kan zowel op technisch als financieel vlak het meest kansrijke systeem in meer detail uitgewerkt worden. De berekeningen in deze rapportage hebben we op hoofdlijnen en met een aantal aannames gedaan, die aannames kunnen in een vervolgstap verder uitgewerkt worden. Ook moet een businesscaseberekening worden gemaakt, zoals ook omschreven in paragraaf 6.5.

Als er concrete mogelijkheden zijn gevonden voor opschaling, moet ook uitgezocht worden hoe een warmtenet ingepast kan worden in de straten onder de grond. Het is bekend dat de ondergrond in Assendorp vol is. Dit zal in meer detail uitgezocht moeten worden om te checken op welke manier een warmtenet hier bij past.

Als in een volgende fase een voorkeur is voor een collectief systeem met wko, moet een uitgebreider bodemonderzoek gedaan worden. Momenteel zijn er geen beperkingen te vinden (zie bijlage paragraaf 4.2). Een bodemonderzoek moet dit bevestigen en kan daarnaast inzichtelijk maken waar een bron precies kan komen en hoe groot deze kan worden.

In hoofdstuk 6 hebben we de kosten zonder eventuele subsidies berekend. Als de plannen concreter worden, kunnen in de volgende fase de subsidiekosten meegenomen worden. De mogelijke hoogte van de WIS-subsidie

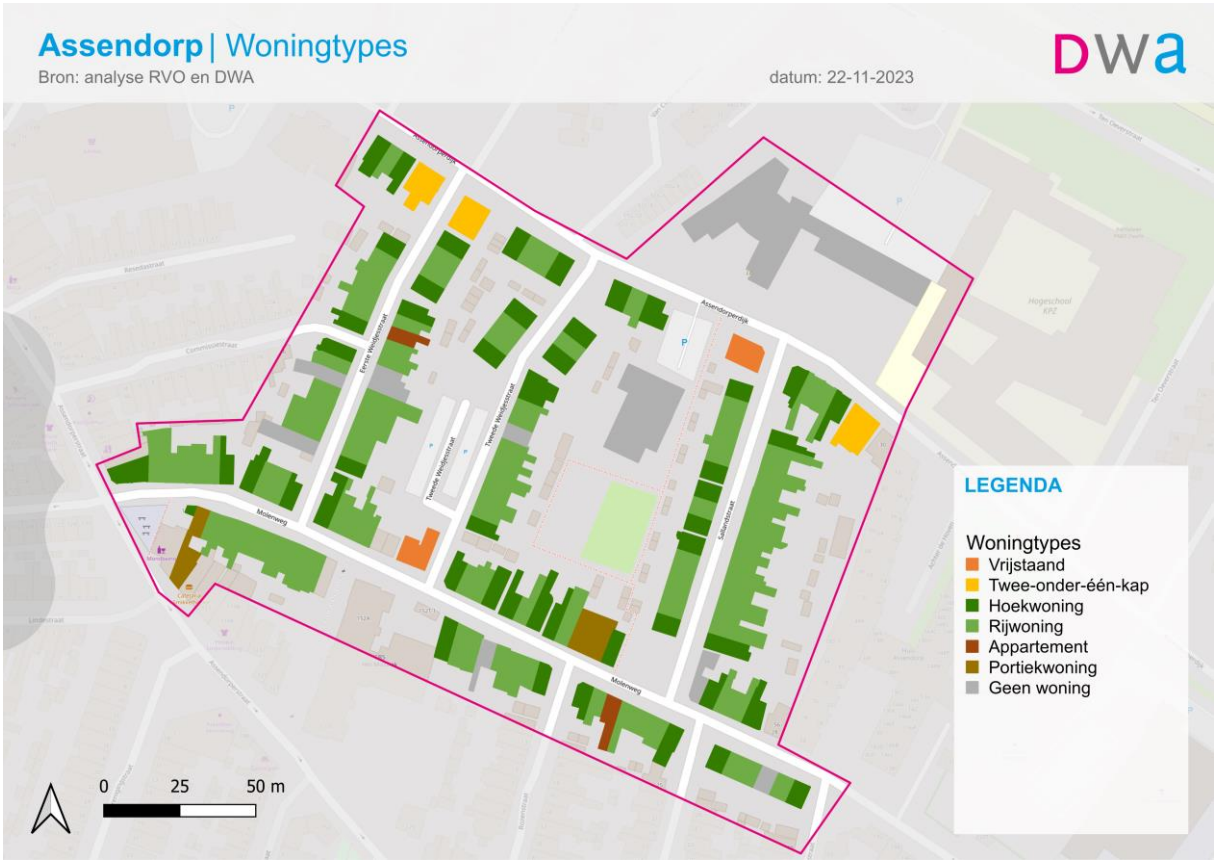
kan beter inzichtelijk worden gemaakt als meer projectdetails bekend zijn. Hierdoor kan ook beter beoordeeld worden of een collectief systeem rendabel en robuust is voor het projectgebied.

In paragraaf 3.3 zijn de (on)mogelijkheden met betrekking tot netcongestie geschetst. Als een collectief systeem haalbaar blijkt, is het van belang om zo snel mogelijk een grootverbruikersaansluiting aan te vragen en om met de netbeheerder in gesprek te gaan over de mogelijkheden. Als er plannen zijn voor een grootschalige aanpak van individuele oplossingen is het ook van belang om de netbeheerder te betrekken, zodat er op tijd begonnen kan worden met het verbeteren van de infrastructuur.

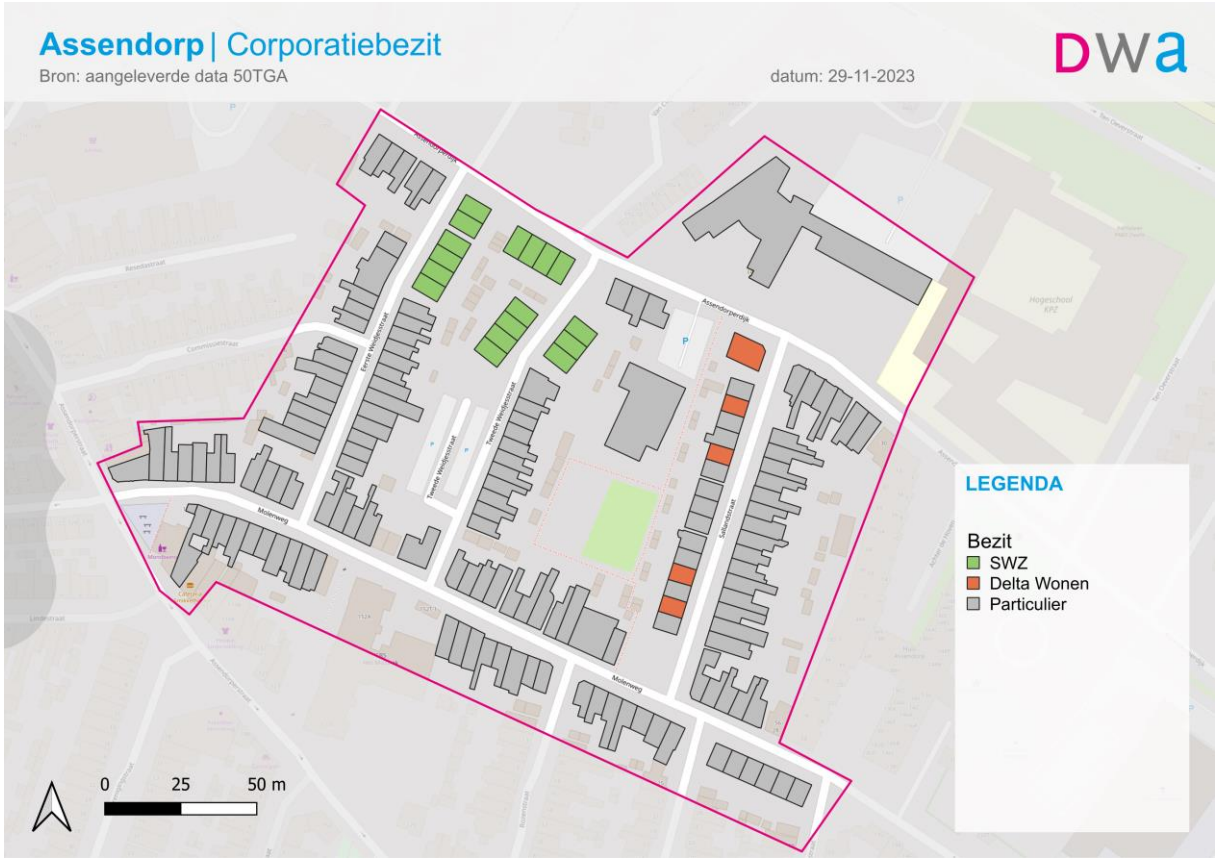
Bijlage 1 - De wijk in beeld

1.1 Kaarten van de wijk

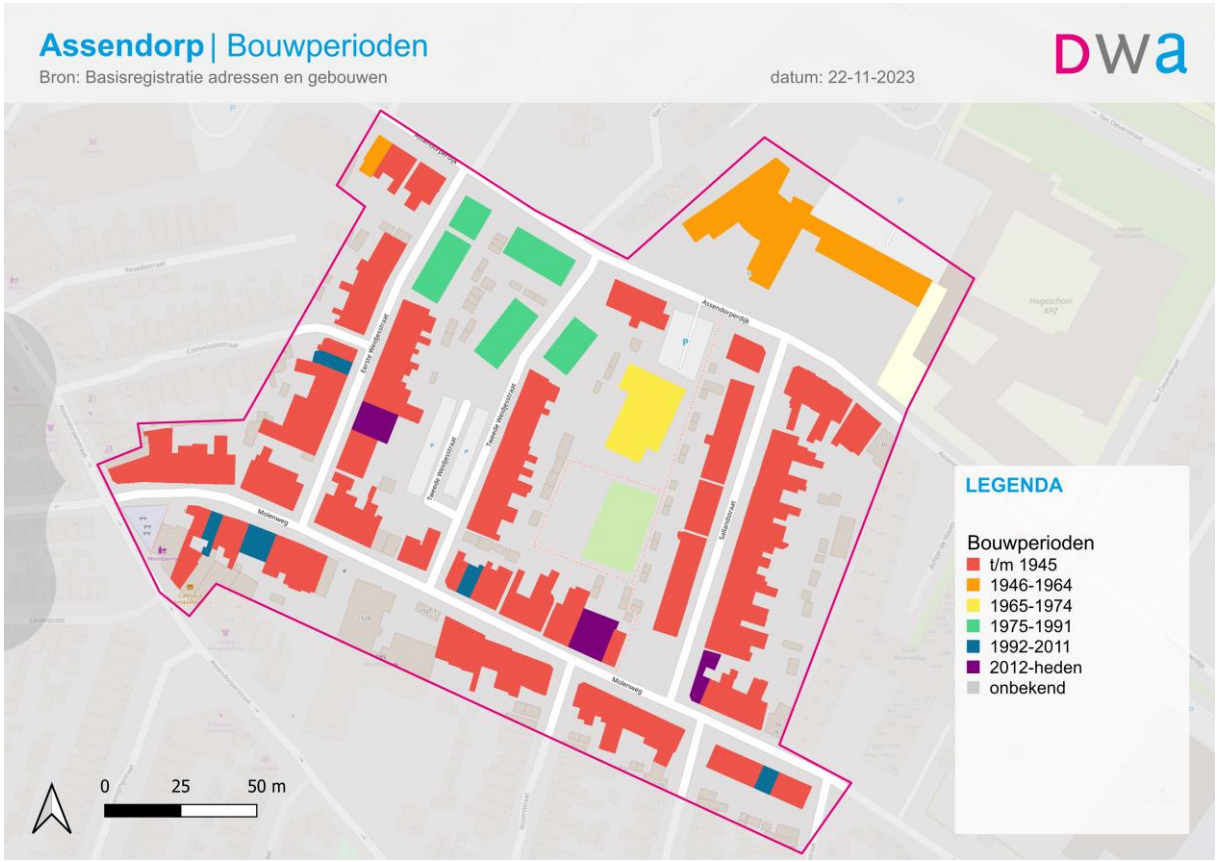
Figuur 8.1, figuur 8.2, figuur 8.3 en figuur 8.4 zijn de vergrote versies van de figuren in paragraaf 3.1.



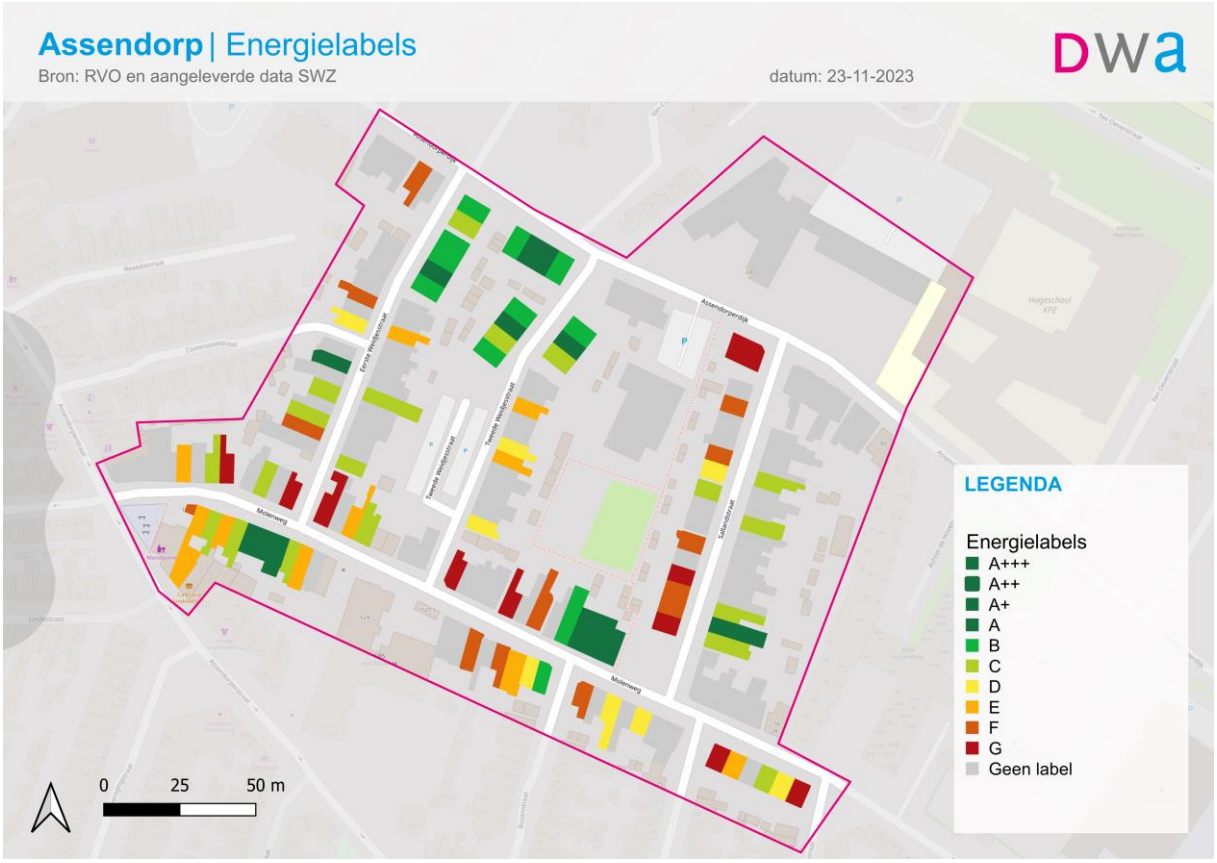
Figuur 8.1 Wijkgrens en woningtypes in het projectgebied



Figuur 8.2 Corporatiebezit in het projectgebied



Figuur 8.3 Bouwjaren van de panden in het projectgebied



Figuur 8.4 Energielabels

1.2 Energiegebruik in de wijk op postcode-6 niveau

Een overzicht van het gasgebruik op postcode-6 niveau voor de woningen in het projectgebied staat in tabel 8.2. Het gasgebruik van het schoolgebouw en de sporthal van Landstede staat in tabel 8.3.

Tabel 8.2 Gasgebruik woningen in projectgebied (bron: CBS en BAG)

Postcode	Straten	Sjv_gas woningen [m^3]	Aantal woningen	Gemiddeld oppervlak woningen [m^2]	Aantal panden met overige functie
8012 DW	Rozenstraat 17	1.464	1	74	0
8012 DX	Irisstraat 27	1.329	1	114	0
8012 EG	Schoolgebouw Landstede	Niet van toepassing – geen woning	0		1
8012 EH	Assendorperdijk 74 tot en met 82	1.770	5	78	0
8012 EJ	Assendorperdijk 84 tot en met 128	1.634	14	106	1
8012 WE	Molenweg oneven 137 tot en met 169	1.299	19	93	0
8012 WG	Molenweg oneven 171 tot en met 211	1.129	20	91	0
8012 WR	Molenweg even	1.340	34	90	1

8012 WV	Eerste Weidjesstraat	1.318	31	85	4
8012 WX	Tweede Weidjesstraat	1.174	17	84	0
8012 XA	Sallandstraat oneven	1.207	15	95	0
8012 XB	Sallandstraat even	1.615	15	123	0
		Gemiddeld: 1.343	**Totaal: 172**	**Gemiddeld: 93**	**Totaal: 7**

Tabel 8.3 Gasgebruik Landstede in het projectgebied in 2020

Gebouw	**Gasgebruik [m^3/jaar]**	**Oppervlakte [m^2]**
Landstede schoolgebouw	10.854	1.618
Landstede sporthal	4.481	442

Bijlage 2 - Uitgangspunten

In deze bijlage is een overzicht gemaakt van technische en financiële uitgangspunten.

2.1 Warmtevraag

In paragraaf 3.2 omschreven we kenmerken van de woningen in de wijk. Het gemiddelde gasverbruik voor ruimteverwarming, tapwater en koken in de wijk is 1.343 m^3/jaar. Het gemiddeld vloeroppervlak is 93 m^2. We hebben met deze gemiddelde woning de warmtevraag als volgt uitgerekend. Dit is het uitgangspunt voor de vervolgberekeningen.

- We berekenen de tapwatervraag volgens de NTA8800. Deze methode berekent dat er gemiddeld 2,15 bewoners wonen in een woning van 93 m^2. De methode rekent met 856 kWh/jaar aan warmtapwaterverbruik per bewoner. Dit zorgt voor een tapwatervraag van 6,6 GJ/jaar per woning. We rekenen met een ketelrendement voor tapwater van 68%. Omgerekend naar aardgasgebruik is dit 277 m^3 aardgas voor tapwater.
- We schatten het gasgebruik voor koken op 37 m^3/jaar[9].
- Voor ruimteverwarming blijft er dan 1.343 – 277 – 37 = 1.029 m^3/jaar over. Omgerekend naar GJ is de warmtevraag voor ruimteverwarming 30,8 GJ/jaar. We rekenen hierbij met een ketelrendement van 85%.
- Daarom komen we voor een gemiddelde woning in de wijk uit op een totale warmtevraag van 37,4 GJ/jaar.
- Voor het omrekenen van gas naar GJ gebruiken we de calorische bovenwaarde van gas van 0,03517 GJ/m^3.

2.2 Efficiëntie

In paragraaf 5.5 hebben we de warmteconcepten technisch uitgewerkt. Hiervoor hebben we met onderstaande uitgangspunten gerekend. Deze kentallen zijn gemiddelden op basis van ervaringen met vorige projecten van DWA.

- Leidingverlies warmtenet.
  - Grondebonden woningen 6 GJ/jaar bij 70°C, 5,3 GJ/jaar bij 45°C per woning.
- Efficiëntie van een collectieve warmtepomp die warmte uit een wko haalt.
  - Voor verwarmen bij 70: COP = 3,5.
  - Voor verwarmen bij 45: COP = 4,5.
- Efficiëntie van een collectieve warmtepomp die warmte uit de buitenlucht haalt.
  - Voor verwarmen bij 45: COP = 3,5.
- Efficiëntie van een warmtewisselaar van een wko: 20.
- Efficiëntie van een collectieve piekgasketel: 85%
- Elektrische TE-booster in een woning voor het verder opwarmen van tapwater: 1.

2.3 Onderhoud en herinvestering

Om de onderhoudskosten en herinvesteringen te berekenen, hebben we gebruikgemaakt van de volgende uitgangspunten. Deze kentallen zijn gemiddelden op basis van ervaringen met vorige projecten van DWA.

Collectieve systemen.

- Warmtepomp bij wko: 75% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 3-3,5% van de investeringskosten per jaar.

[9] Energiegebruik koken | Milieu Centraal

- Luchtwarmtepomp: 75% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 3-3,5% van de investeringskosten per jaar.
- Wko: 25% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 1% van de investeringskosten per jaar.
- Piekgasketel: 60% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 4% van de investeringskosten per jaar.
- Distributienet: 15% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 0,5% van de investeringskosten per jaar.
- Woningaansluiting: 50% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 1,5% van de investeringskosten per jaar.

Individuele systemen.

- Lucht/water-warmtepomp: 75% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 2,5% van de investeringskosten per jaar. Dit geldt ook voor het warmtepompdeel van een hybride opstelling.
- Cv-ketel bij hybride: 75% van oorspronkelijke kosten voor herinvestering in jaar 15. Onderhoud 5% van de investeringskosten per jaar.

2.4 Energietarieven en indexering

We hebben een analyse gedaan naar het verloop van de energietarieven op basis van de energieprijs op de spotmarkt (energiebeurs voor energielevering voor morgen) en op de ICE ENDEX markt (energiebeurs voor energielevering over 1 jaar of langer). Op basis hiervan hebben we een voorspelling gedaan voor de energietarieven vanaf 2025. Dit zijn de tarieven waarmee we de financiële doorrekening hebben gedaan.

- Aardgas (verbruik 0 - 170.000 m^3): € 1,52/m^3 inclusief btw.
- Elektriciteit consumenten (verbruik 0 - 10.000 kWh): € 0,34 inclusief btw.
- Elektriciteit grootverbruikers (verbruik 10.001 - 50.000 kWh): € 0,30 inclusief btw.

Het vastrecht voor aardgas bestaat uit de vaste leveringskosten van de energieleverancier en de kosten van de netbeheerder. Voor 2024 is dit € 95,88 bij leverancier Eneco en € 223,48 bij netbeheerder Enexis, inclusief btw.

Voor de warmtetarieven houden we de maximumtarieven van de ACM voor 2024 aan, zoals ook in paragraaf 6.2.2 staat.

- GJ-tarief: € 46,69/GJ inclusief btw.

Dit zijn de maximale vastrechttarieven van de ACM die gevraagd mogen worden. We hebben gekozen om te rekenen met iets lagere tarieven dan dit, zoals ook vermeld in de paragraaf.

- Meettarief warmte: € 31,68/jaar, inclusief btw.
- Huur afleverset: € 145,38/jaar, inclusief btw.
- Vaste kosten: € 618,82/jaar, inclusief btw.
- Vaste kosten koude: € 281,69/jaar, inclusief btw.

We rekenen met de volgende indexeringspercentages.

- Stijging bouwkosten en installatietechniek: 4%
- Stijging energieprijzen: 2,5%

2.5 Hoe hebben we gerekend met de resultaten van de berekeningen van 50TGA?

De individuele concepten staan ook in de vergelijking. Hiervoor hebben we de resultaten van de berekeningen van 50TGA gebruikt.

In tabel 8.4 staan de waardes die we hebben gebruikt om deze concepten door te kunnen rekenen. Om het onderhoud, de herinvestering en de jaarlijkse energielasten te berekenen, hebben we de gegevens in de tabel gebruikt in combinatie met de uitgangspunten in de voorgaande paragrafen.

Tabel 8.4 Gebruikte gegevens voor de individuele concepten, resultaten van berekening door 50TGA

	All-electric warmtepomp	**Hybride warmtepomp**
Investeringskosten	€ 13.000,-	€ 8.100,-
Jaarlijkse gebruik elektriciteit	2.810 kWh	2.147 kWh
Jaarlijkse gebruik aardgas	0 m^3	266 m^3

Bijlage 3 - Verduurzaming woningen

3.1 Verduurzaming woningen van woningcorporaties

Woningcorporaties Delta Wonen en SWZ hebben woningen in het projectgebied (zie figuur 8.2). In dit hoofdstuk lees je de verduurzamingsplannen van deze corporaties.

3.1.1 Delta Wonen

Het voorlopige plan van Delta Wonen is om de vijf woningen te isoleren en te voorzien van individuele warmtepompen. Dit plan is echter nog niet definitief. Als uit het traject blijkt dat een collectief warmtesysteem haalbaar lijkt, heeft Delta Wonen de mogelijkheid om de plannen aan te passen.

3.1.2 SWZ

Woningcorporatie SWZ heeft verduurzamingsplannen gemaakt voor de zeventien woningen in de wijk. Het plan is om het dak, de gevel, ramen en deuren te isoleren. Daarnaast verbeteren ze de kierdichting en passen ze ventilatie met warmteterugwinning toe. In tabel 8.5 staat een overzicht van de huidige situatie en het verduurzamingsplan. Met deze verduurzamingsplannen is het mogelijk om aan te sluiten op een collectief verwarmingssysteem in de wijk zonder al te grote aanpassingen, omdat de woningen al goed zijn geïsoleerd. Ook is het mogelijk om met deze isolatie over te stappen op een individueel duurzaam verwarmingssysteem.

Tabel 8.5 Huidige staat van woningen SWZ en verduurzamingsplannen

		Huidig	**Verduurzamingsplan**
Isolatie	Dak	30 of 40 mm isolatiemateriaal	260 mm isolatiemateriaal
	Vloer	Onbekende isolatie	Onbekende isolatie
	Gevel	40 mm isolatiemateriaal	80 mm isolatiemateriaal
	Ramen	Dubbel glas	HR^{++}
	Deuren	Ongeïsoleerde deur	Geïsoleerde deur
Kierdichting		Niet gemeten	Verbeterde kierdichting (qv;10 = 0,7 dm^3/s)
Ventilatie		Centrale mechanische afvoerventilatie met standenschakelaar	Centrale mechanische balansventilatie met warmteterugwinning en CO_2-sturing.
Warmteopwekking voor ruimteverwarming en tapwater		Gasgestookte HR107-ketel	Gasgestookte HR107-ketel
Zonnepanelen		14 woningen met 15 m^2 zonnepanelen	14 woningen met 15 m^2 zonnepanelen
Energielabel		**2x A** **9x B** **3x C**	**9x A++** **6x A+** **2x A**

3.2 Verduurzaming van de particuliere woningen in het projectgebied

Huidige staat van de woningen

De vooroorlogse woningen in het projectgebied hebben van oorsprong ongeïsoleerde muren, daken, vloeren en enkelglas. Uit onderzoek van 50TGA blijkt dat de woningeigenaren in het projectgebied hun woning al (gedeeltelijk) geïsoleerd hebben en hun woning verwarmen met een watertemperatuur van 70°C of lager. De meeste woningen heb inmiddels isolerend glas. Dit laat tabel 8.6 ook zien.

Woningen die gebouwd zijn vanaf 1975 werden tijdens de bouw matig geïsoleerd met dak- en muurisolatie. Vanaf 1982 kregen woningen standaard dak-, vloer- en spouwisolatie en mechanische ventilatie. De enkele woningen in de wijk die vanaf 2012 zijn gebouwd zijn al goed genoeg geïsoleerd voor verwarming op lage temperaturen.

Per woning zal bekeken moeten worden wat er nog geïsoleerd moet worden om comfortabel en energiezuinig op lage of midden temperaturen te kunnen verwarmen. Particuliere woningeigenaren maken hier zelf de keuzes over, gebaseerd op tabel 8.8.

Tabel 8.6 Glastypes in de woningen in de wijk op basis van observatie 50TGA

Enkelglas	Mix enkel- en dubbelglas	Dubbelglas	HR- of HR^{++}-glas
6%	11%	66%	17%

Voorstel isolatiepakketten

Omdat de woningen in het projectgebied al verwarmen met een watertemperatuur van 70°C of lager, is het niet noodzakelijk om extra isolatiemaatregelen te nemen om met een warmtenet van 70°C te verwarmen. Wel raden we aan om voor extra comfort en energiebesparing minstens dakisolatie, vloerisolatie, HR^{++}-glas en verbeterde kierdichting aan te brengen, als dit nog niet is aangebracht. Om op 45°C comfortabel en energiezuinig te kunnen verwarmen, raden we naast bovenstaande maatregelen geïsoleerde deuren en mechanische balansventilatie met warmteterugwinning aan, als dit nog niet is aangebracht. In tabel 8.7 staan de details van de maatregelen.

Belangrijk punt is wel dat elke woning anders is en sommige woningen meer isolatie en sommige woningen minder isolatie nodig hebben om op lage temperaturen verwarmd te kunnen worden. Een groot onderdeel hiervan is ook het gedrag en de wensen van de bewoners. De ene bewoner wil een hogere temperatuur in huis dan de ander en niet alle bewoners verwarmen bijvoorbeeld een bovenverdieping waardoor dakisolatie of HR^{++}-glas op de bovenverdieping minder belangrijk is.

Het voorstel voor 45°C is gebaseerd op de Standaard. De Standaard is een theoretisch berekende waarde en geeft aan wanneer een woning goed genoeg geïsoleerd is om aardgasvrij verwarmd te worden, zoals ook beschreven in de rapportage van Nieman[10]. In 2050 moeten alle huurwoningen in Nederland voldoen aan de Standaard. De woningcorporaties zullen dus de Standaard moeten volgen. Particuliere woningeigenaren kunnen zelf kiezen of ze aan de Standaard willen voldoen of op een andere manier willen isoleren om hun woning comfortabel en energiezuinig te kunnen verwarmen, ook op lage temperaturen.

De meeste woningen in het projectgebied hebben geen spouwmuur. Om de gevel te isoleren, zouden gevelplaten aan de binnen- of buitenzijde nodig zijn. Omdat dit een erg ingrijpende maatregel is, is gekozen om deze niet op te nemen in het pakket. Wel is ventilatie met warmteterugwinning opgenomen in het pakket, omdat dit zorgt voor een grote verlaging van de warmtevraag. Voor dit ventilatiesysteem moeten aan- en afvoerkanalen door de woning worden aangelegd en moet een ventilatiebox geïnstalleerd worden.

[10] Nieman: Rapport standaard en streefwaardes bestaande woningbouw

De huidige radiatoren zijn ontworpen voor het benodigde afgiftevermogen van een ongeïsoleerde woning voor het verwarmen met een hoge watertemperatuur van 90°C of 70°C. In de tijd tussen plaatsing en nu zijn de woningen beter geïsoleerd waardoor het benodigde verwarmingsvermogen lager is geworden en de radiatoren in de huidige situatie vaak overgedimensioneerd zijn. We zien wel dat het voor verwarmen op 45°C ondanks de isolatiemaatregelen in sommige gevallen ook nodig is om de huidige radiatoren (gedeeltelijk) te vervangen. Dit is afhankelijk van het type en de grootte van de huidige radiatoren en de gewenste temperatuur in huis en is per woning anders. Soms is het voldoende om één of enkele radiatoren te vervangen. Daarnaast is het ook mogelijk om laagtemperatuurconvectoren, vloerverwarming of boosterventilatoren te plaatsen.

Tabel 8.7 Aan te raden isolatiepakketten om comfortabel en energiezuinig te kunnen verwarmen

	Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 45°C	**Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 70°C**
Dak	Rc = 3,5 m^2*K/W	Rc = 3,5 m^2*K/W
Vloer	Rc = 3,5 m^2*K/W	Rc = 3,5 m^2*K/W
Gevel	Geen aanpassing noodzakelijk	Geen aanpassing noodzakelijk
Ramen	HR^{++}-glas	HR^{++}-glas
Deuren	Geïsoleerde deuren	Geen aanpassing noodzakelijk
Kierdichting	Verbeterde kierdichting	Verbeterde kierdichting
Ventilatie	Mechanische balansventilatie op toe- en afvoer met warmteterugwinning	Geen aanpassing noodzakelijk
Afgiftesysteem	Laagtemperatuurconvectoren of grotere radiatoren	Geen aanpassing noodzakelijk

In tabel 8.8 is aangegeven wat de verschillende isolatiemaatregelen kosten. De kosten zijn inclusief plaatsing door een externe partij. Bij kierdichting is het uitgangspunt dat bewoners dit grotendeels zelf kunnen. In de tabel zijn ook de kosten voor gevelisolatie opgenomen. Dit is geen onderdeel van één van de twee pakketten, maar zou wel toegepast kunnen worden voor energiebesparing. Voor het 45°C pakket komen de totale kosten uit op € 26.800,-, als er in een woning al wel dak- en vloerisolatie is en HR++-glas zakken deze kosten naar € 14.300,-. Voor het 70°C pakket komen de totale kosten uit op € 13.500,-, als er in een woning al wel dak- en vloerisolatie is en HR^{++}-glas zakken deze kosten naar € 1.000,- voor kierdichting.

Tabel 8.8 Gemiddelde kosten isolatiemaatregelen (inclusief btw, exclusief ISDE-subsidie)

	Maatregel	**Kosten**
Dak	Rc = 3,5 m^2*K/W	Binnenzijde dak: € 5.500,-
Vloer	Rc = 3,5 m^2*K/W	€ 3.000,-
Ramen	HR^{++}-glas	€ 4.000,- (boven- en benedenverdieping)
Deuren	Geïsoleerde voordeur	€ 1.800,-
Kierdichting	Verbeterde kierdichting	Zelf aangebrachte kierdichting: tot € 1.000,-
Ventilatie	Mechanische toe- en afvoer met warmteterugwinning	€ 6.000,-
Afgiftesysteem	Lagetemperatuur convectoren of grotere radiatoren	€ 5.500,- (gehele woning)
Gevel		Spouwmuurisolatie bij naoorlogse woningen: € 2.000,- Binnengevelisolatie bij vooroorlogse woningen: € 8.500,- (boven- en benedenverdieping)

Mogelijke energiebesparing

Hoeveel energie er bespaard kan worden, is afhankelijk van de huidige isolatiestaat van de woning. In tabel 8.9 hebben we een indicatie gegeven van de hoeveelheid energie voor ruimteverwarming die bespaard kan worden ten opzichte van de huidige situatie. De percentages hebben we gebaseerd op eerdere DWA-projecten in vergelijkbare wijken. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een woning waar nog weinig is gedaan en woningen waar al enkele isolatiemaatregelen zijn uitgevoerd. Als de woning al is geïsoleerd, zoals bovenstaande maatregelenpakketten in tabel 8.7, is de besparing 0%.

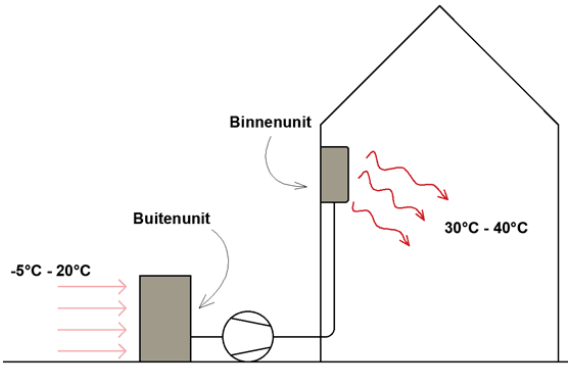
Tabel 8.9 Gemiddelde besparing op energievraag voor ruimteverwarming ten opzichte van de huidige situatie

	Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 45°C	**Maatregelen om comfortabel en energiezuinig te verwarmen met een watertemperatuur van 70°C**
Uitgangspunt: woning waar nog weinig is geïsoleerd (alleen oud dubbelglas)	30-35%	20%
Uitgangspunt: woning waar al enkele isolatiemaatregelen zijn uitgevoerd (HR^{++}-glas en dak- en/of vloerisolatie)	20%	15%

Bijlage 4 - Warmtebronnen

4.1 Warmte of koude uit de lucht

Buitenlucht kan worden gebruikt om warmte of koude te onttrekken. Dit kan met een warmtepomp die de warmte afgeeft aan lucht (airco) of die warmte afgeeft aan water via radiatoren of vloerverwarming. Een nadeel is het geluid dat een buitenunit maakt bij het onttrekken van warmte of koude aan de buitenlucht. De lucht kan gebruikt worden als energiebron, mits de buitenunits niet te veel geluidsoverlast veroorzaken.

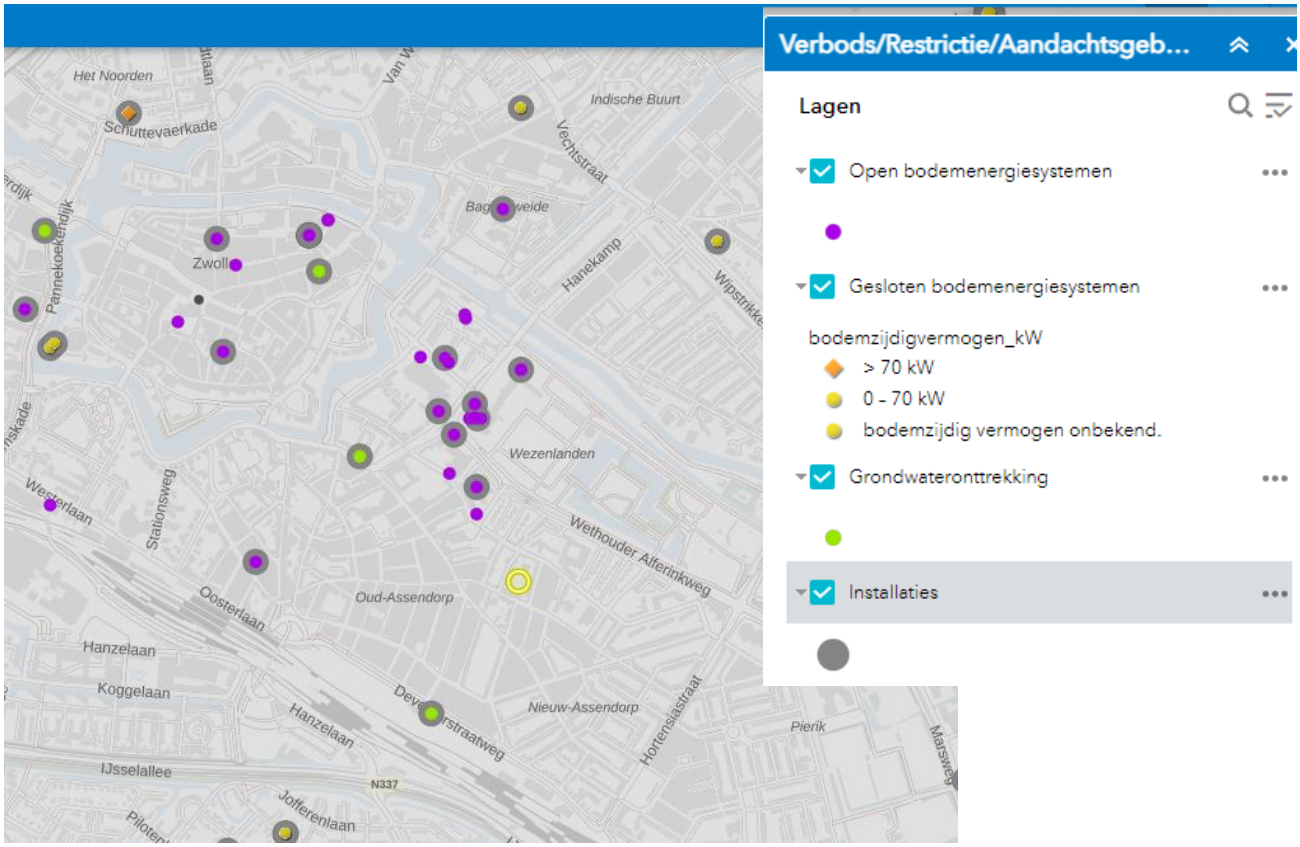


Figuur 8.5 Warmtepomp op buitenlucht

4.2 Bodem

Bij een bodemwarmtesysteem wordt er warmte uit de bodem gehaald. Een ondiep bodemsysteem, zoals een warmte- en koudeopslag (wko) of bodemlussen, maken gebruik van een diepte tot 250 m. De bodem is hier jaarrond 10-15°C. Een wko is een open systeem waarbij in de winter warmte uit water uit de grond wordt gehaald wat gebruikt wordt als bron voor een warmtepomp. Door de warmtepomp wordt dit water afgekoeld en weer terug in de grond gestopt. In de zomer kan dat koudere water gebruikt worden om te koelen of als dat niet gebeurt, moet de warmte geregenereerd worden om in de winter weer te kunnen gebruiken. Een systeem met bodemlussen is een gesloten systeem waarbij er warmteoverdracht plaatsvindt tussen vloeistof in buizen in de grond met de grond er omheen. Ook hierbij wordt er in de winter warmte aan de grond onttrokken. De bodemenergie dient als bron voor een warmtepomp die comfortabele warmte maakt. Het voordeel is dat de bodem het hele jaar rond niet echt koud is in tegenstelling tot buitenlucht. Hierdoor werkt een warmtepomp efficiënter.

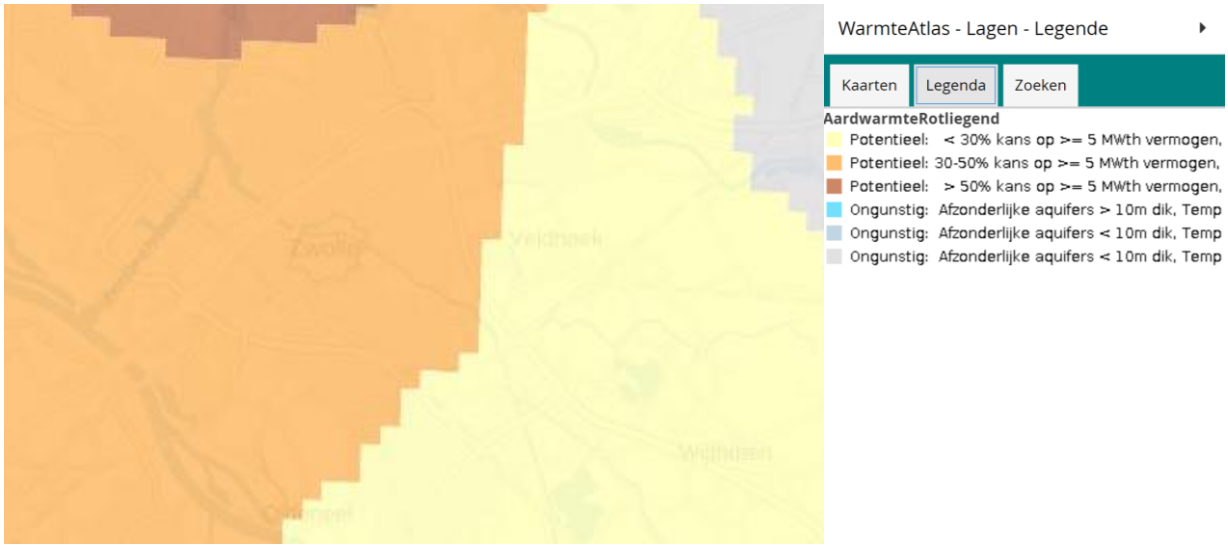
De wko-tool van RVO, zie figuur 8.6, laat zien dat er in de omgeving al verschillende bodemenergiesystemen bestaan. Het is hierdoor aannemelijk dat er ook in het projectgebied gebruik kan worden gemaakt van een bodemenergiesysteem. Als uit dit onderzoek blijkt dat een warmteconcept met een bodemenergiesysteem kansrijk is voor het projectgebied, zal nader bodemonderzoek moeten worden uitgevoerd om de exacte (on)mogelijkheden van een bodemenergiesysteem vast te stellen.



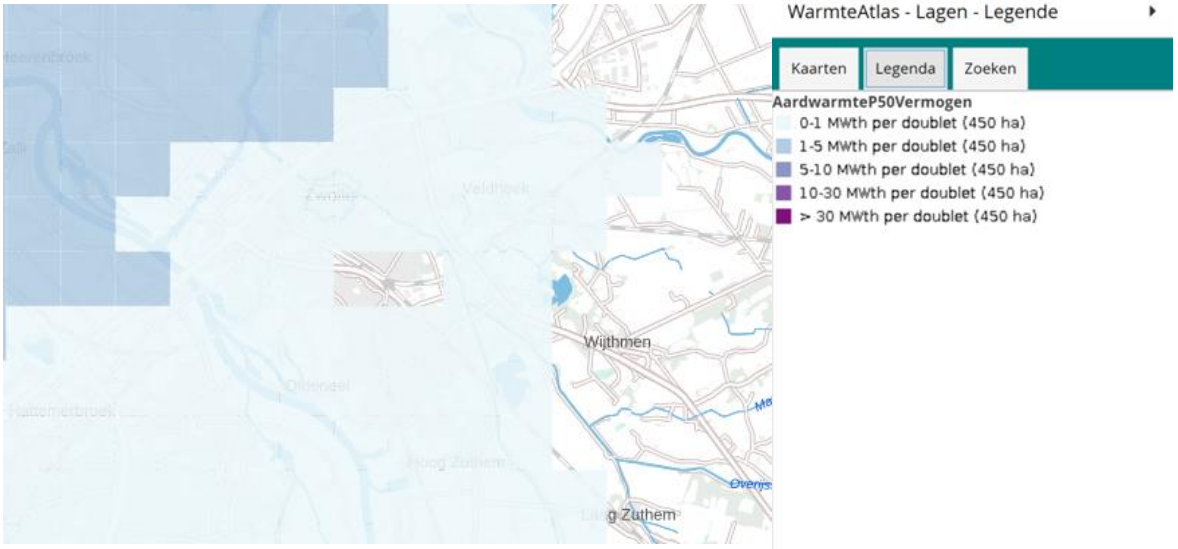
Figuur 8.6 Bestaande bodemwarmtesystemen in de buurt van het projectgebied (https://wkotool.nl/)

4.3 Aardwarmte

Om aardwarmte te gebruiken, moet er diep in de grond geboord worden op minstens 500 meter diep. De bodem moet hier echter wel geschikt voor zijn. Figuur 8.7 en figuur 8.8 laten het potentieel zien in de regio waarin Zwolle ligt. Er is een 30-50% kans dat er in de Rotliegend aardlaag meer dan 5 MW warmte vermogen wordt gerealiseerd. De P50 vermogen kaart laat ook niet veel vermogen zien voor Zwolle. Aardwarmteprojecten zijn echter risicovol en de initiële investeringen zijn hoog en de expert opinion is dat het projectgebied te klein is om een boring financieel te kunnen verantwoorden.



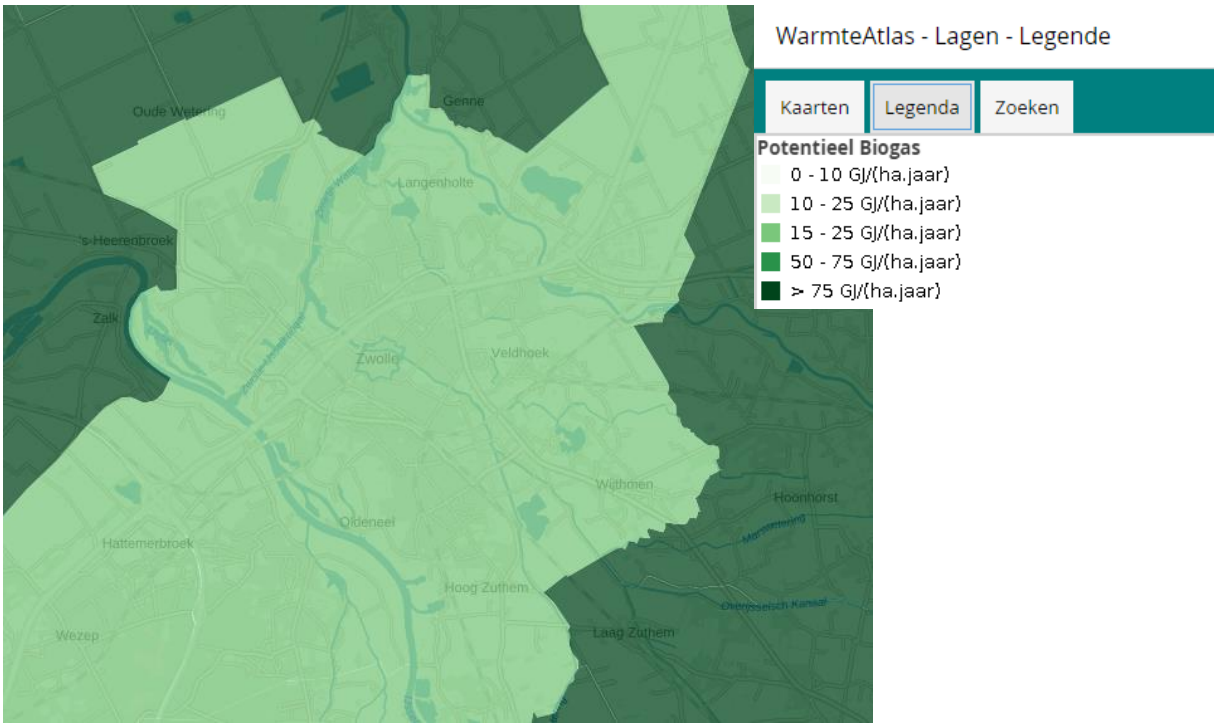
Figuur 8.7 Potentieel aardwarmte van de aardlaag Rotliegend (https://www.warmteatlas.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2)



Figuur 8.8 Potentieel aardwarmte van de aardlaag Rotliegend (https://www.warmteatlas.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2)

4.4 Duurzaam gas

Biogas wordt geproduceerd door vergisting van mest en kan ingezet worden als vervanging van aardgas. Ook al komt biogas van een niet fossiele bron, er wordt nog steeds CO_2 uitgestoten bij de verbranding, hierdoor is biogas niet duurzaam. In figuur 8.9 wordt het potentieel van biogas voor de regio Zwolle getoond. Deze kaart laat een potentie van 15-25 GJ/jaar per hectare zien. Aangezien een gemiddelde woning 25-40 GJ/jaar aan warmte nodig heeft, is de potentie te laag om een stedelijk gebied van warmte te voorzien.



Figuur 8.9 Potentieel biogas (https://www.warmteatlas.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2)

4.5 Zon: elektriciteit en warmte

Met de zon als bron kan zowel warmte als elektriciteit gemaakt worden. Een zonnepaneel levert ongeveer 200 kWh/m^2 elektriciteit op jaarbasis (afhankelijk van het paneel en de positionering). Een zonthermisch systeem levert ongeveer 1,5 GJ/m^2 aan warmte op jaarbasis.

Daarnaast zijn er gecombineerde systemen die zowel elektriciteit als warmte opwekken, pvt-panelen. Deze panelen leveren ongeveer 185 kWh/m^2 elektriciteit en 2,5 GJ/m^2 warmte op jaarbasis.

De elektriciteit kan gebruikt worden om warmtepompen op te laten draaien en de warmte kan direct gebruikt worden, of als warmtebron voor de warmtepomp. De warmte kan ook opgeslagen worden in bijvoorbeeld een wko als warmtebron voor een warmtepomp op een later moment.