

Haalbaarheidsonderzoek van het Ecovat warmtekoudesysteem

Provincie Zuid-Holland



 **ecovat**[®]



**provincie
Zuid-Holland**



**provincie
Zuid-Holland**

Algemeen

Organisatie	Ecovat Nederland B.V.
Kantoor	Poort van Veghel 4946
Telefoon	+31 (0)41 333 4141
Productie	Nieuwe Waterweg 1
KvK	59 541 091
Website	www.ecovat.eu

Verantwoording

Titel	Haalbaarheidsonderzoek van het Ecovat warmtekoudesysteem voor Zuid-Holland
Ondertitel	Technische en financiële haalbaarheid
Projectnaam	Ecovat voor Zuid-Holland
Projectnummer	P200901
Versie	1.0
Status	Definitief
Datum	15 april 2021

Inhoudsopgave

Begrippen en afkortingen	6
Samenvatting	8
1. Inleiding	10
1.1 Aanleiding en relevantie	11
1.2 Doel en opzet	13
1.3 Scope	14
1.4 Next step	14
1.5 Rol Ecovat	15
1.6 Leeswijzer	16
2. Omschrijving Ecovat warmtekoude-systeem	17
2.1 Warmte- en koudebronnen	19
2.2 Warmte- en koudeopslag	20
2.3 Infra	24
2.4 Aansluiting	26
3. Aanpak	28
3.1 Ophalen wijkdata	29
3.2 Selectie projectgebied	30
3.3 Heeft een wijk voldoende schaal?	31
3.4 Uitsluitingen in het projectgebied	31
3.5 Berekening casus	32
4. Technische uitgangspunten	33
4.1 Warmte- en koude vraag woningen en utiliteit	34
4.2 Warmtebronnen	36
4.3 Warmte- en koudeopslag	42
4.4 Infrastructuur	43
4.5 Aansluiting	44
4.6 Operationeel	45
4.7 Isolatiemaatregelen	45
4.8 CO ₂ -reductie	45

5. Financiële uitgangspunten	47
5.1 Belangrijkste financiële uitgangspunten	48
5.2 Investerings (CAPEX)	49
5.3 Operationele kosten (OPEX)	53
5.4 Inkomsten	55
5.5 Investering besparingsmaatregelen	56
5.6 Indexaties	57
5.7 Financiering	57
5.8 Vermeden systeemkosten	58
5.9 Subsidiemogelijkheden	58
6. Kansen en risico's	62
6.1 Kansen en prijsontwikkelingen	63
6.2 Risico's	66
7. Resultaten	68
7.1 Haalbaarheid Ecovat warmtekoudesysteem	69
7.2 Benodigde thermische opslagcapaciteit	73
7.3 CO ₂ -reductie	73
7.4 Investeren in energiebesparing	74
8. Conclusie	75
8.1 Hoofdonderzoeksvraag	76
8.2 Subvraag	76
Bijlage 1 Koeling: luxe of noodzaak?	79
Bijlage 2 Haalbaarheid	80

Begrippen en afkortingen

Begrip / afkorting	Toelichting
BAK	Bijdrage Aansluitkosten: de eenmalige kosten die een woningeigenaar/gebouweigenaar betaalt om de aansluiting aan het warmtekoude-net te bekostigen.
CAPEX	Investeringskosten.
Dunkelflaute	Duitse term voor het samenvallen van 'Dunkelheit' (duisternis) en 'Windflaute' (windstilte). Oftewel, een periode van donker en windstil weer. Een Dunkelflaute komt gemiddeld om de twee jaar voor en duurt een periode van circa 10 dagen. ¹
Ecovat warmtekoudesysteem	Het geheel van het Ecovat warmtekoudesysteem bestaande uit warmtebronnen, warmtenet, koudenet, opslag, afgifte, boosterwarmtepomp.
Ecovat warmtesysteem	Het geheel van het Ecovat warmtesysteem bestaande uit warmtebronnen, warmtenet, opslag, afgifte.
Ecovat buffer	Een stand alone oplossing van het Ecovat bestaande uit alleen het hoogwaardige kwaliteit thermische opslagsysteem.
LHD	Linear heat density.
OPEX	Kosten die tijdens de exploitatie moeten worden gemaakt.
ZLT	Zeer lage temperatuur: 10-30 °C
LT	Lage Temperatuur: 30-55 °C
MT	Midden Temperatuur: 55-75 °C
HT	Hoge Temperatuur: >75 °C

1. <https://www.ecovat.eu/nieuws/de-kwetsbaarheid-van-groene-stroom-de-dunkelflaute/>

Begrip / afkorting	Toelichting
Startmotorwijken	Wijken met een hoog corporatiebezit (>30%).
TEO	Thermische Energie Oppervlaktewater.
TEA	Thermische Energie Afvalwater.
WEQ	Woningequivalent. Rekeneenheid voor woningen + utiliteitsgebouwen. In deze studie staat een WEQ gelijk aan 120 m ² (gemiddelde woningoppervlak Zuid-Holland).
WKK	Warmte-krachtkoppeling.
IRR	Internal Rate of Return; De disconteringsvoet waarbij de som van de contante waarden van de toekomstige opbrengsten gelijk is aan de contante waarde van de toekomstige kosten
Warmtetransportleidingen	Dit zijn ondergrondse leidingen waarmee rest-warmte uit het Rotterdamse haven kan worden gebruikt om via lokale distributienetten huizen en utiliteitsbouw in Zuid-Holland te verwarmen. Ook wel bekend als de WarmtelinQ of Warmterotonde.
WP	Warmtepomp

Samenvatting

De centrale vraag van deze studie is: “Wat is de potentie van het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem en het Ecovat 70°C warmtesysteem voor iedere wijk in Zuid-Holland?”

In het klimaatakkoord is afgesproken dat gemeenten met betrokkenheid van stakeholders uiterlijk eind 2021 een Transitievisie Warmte hebben opgesteld. In deze visie moet staan WANNEER wijken van het aardgas af gaan en WAT de mogelijke alternatieve energiebronnen en -infrastructuren zijn voor de betreffende wijken. Een cruciale factor voor het vormen van rendabele én duurzame energie-infrastructuren voor warmte en koude, is opslag. Duurzame warmtebronnen leveren warmte die vaak niet direct inzetbaar is, omdat de warmtevraag bij de afnemers en het aanbod van warmte erg wisselend is door de seizoensinvloeden en dag- en nachtritme. Door de toepassing van opslag kunnen de investeringen in bronnen en transportleidingen worden verlaagd. Ook overtollige (groene) stroom kan worden gebufferd om verzwaring van lokale elektriciteitsnetten te voorkomen. Het resultaat is een flexibel systeem met betaalbare schone warmte (en koude) en gemiddeld een besparing van de CO₂ uitstoot van 85% tot 95%.

De unieke Ecovat buffer is hiervoor een uitgesproken oplossing. Het betonnen buffervat zit in de grond en is geschikt voor zowel piekbuffering als seizoensopslag en zowel warmte- als koudelevering. Door de zeer goede isolatie houdt het nagenoeg alle warmte vast en zijn de verliezen minimaal. Door het gebruik van *proven technology* en een veilige bouwmethode is het buffervat zowel bij de aanleg als gedurende de levensduur robuust en voorspelbaar. Het buffervat kan vanaf 750 woningequivalenten (WEQ) worden toegepast en is zeer goed schaalbaar. Het is flexibel in gebruik, zowel wat betreft de temperaturen (5-95°C) die gehanteerd worden als het ritme van laden en ontladen. Een bijkomend voordeel, met name voor de stedelijke omgeving waar ruimte schaars is, is de mogelijkheid om de ruimte boven het Ecovat weer te gebruiken nadat het vat is geïnstalleerd.

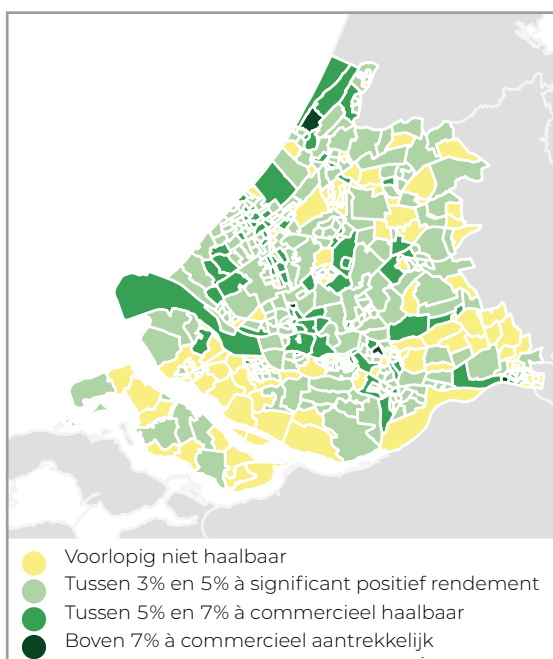
De Ecovat buffer is onderdeel van het Ecovat warmtekoudesysteem. Dit is het geheel van bronnen, opslag, distributie en afgifte, zie [Figuur 1](#). Door niet enkel naar opslag te kijken maar naar de integraal, wordt het warmtekoudesysteem optimaal ontworpen en wordt ook zichtbaar wat dit voor een geheel project kan betekenen.



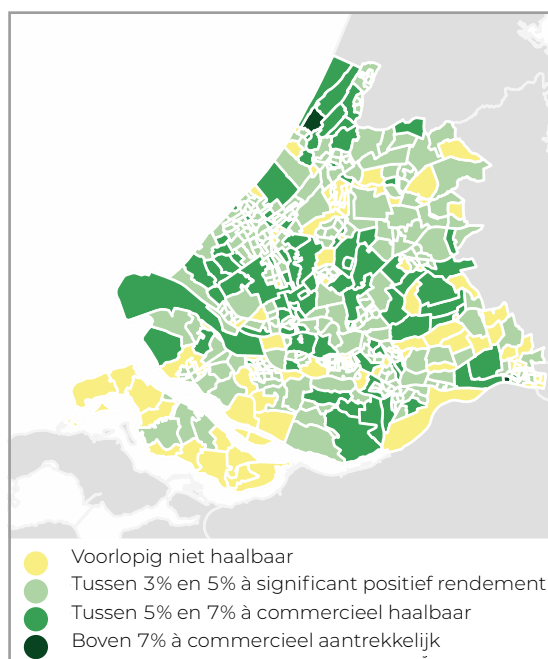
Figuur 1. Oplossingsroute Ecovat warmtekoudesysteem

Voor deze studie is er een methode opgezet waarmee de haalbaarheid van het Ecovot warmtekoude-systeem voor alle wijken in de provincie bepaald kan worden. In deze methode wordt gebruik gemaakt van de best beschikbare openbare data welke vervolgens gebruikt worden voor de berekening. Per wijk is o.a. berekend: het projectrendement, corporatiebezit, warmte- en koudebronnen, investering (in renovatie alsook het systeem). Het projectrendement geeft de haalbaarheid weer voor de leverancier van het Ecovot warmtekoudesysteem.

Voor 30% van alle WEQ blijkt het commercieel haalbaar of zelfs aantrekkelijk, rendement $\geq 5\%$, om deze aan te sluiten op een Ecovot 55°C warmtekoudesysteem. Voor de overige WEQ is er voor 65% nog een significant haalbaar rendement tussen 3% en 5% te realiseren en 5% is voorlopig niet haalbaar. Voor 29% van alle WEQ blijkt het commercieel haalbaar of zelfs aantrekkelijk, een rendement $\geq 5\%$, om deze aan te sluiten op een Ecovot 70°C warmtesysteem. Voor de overige WEQ is er voor 69% nog een significant haalbaar rendement tussen 3% en 5% te realiseren en 2% is voorlopig niet haalbaar. In [Figuur 2](#) en [Figuur 3](#) zijn de resultaten in de kaart van Zuid-Holland weergegeven.



Figuur 2. Haalbaarheid per wijk Ecovot 55°C route



Figuur 3. Haalbaarheid per wijk Ecovot 70°C route

Om het volloopriscio te mitigeren is het aantrekkelijk om te starten in wijken met een hoog corporatiebezit ($>30\%$), dit zijn de potentiële Startmotorwijken. Dan blijkt voor het Ecovot 55°C warmtekoude-systeem dat 14,4% van alle WEQ in Zuid-Holland in een Startmotorwijk te liggen. Voor de 70°C route blijkt 8% te liggen in een Startmotorwijk.

HOOFDSTUK 1

Inleiding

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en relevantie

De transitie naar een emissievrije samenleving is één van de grootste uitdagingen, ook voor Zuid-Holland, en vergt inspanningen op grootschalige, duurzame vernieuwing. De regio staat voor een enorme uitdaging om de bestaande bouw op grote schaal te verduurzamen. Hierbij gebruikt de bebouwde omgeving 30% van alle energie en het is de ambitie om in 2050 een betaalbare, betrouwbare, schone en veilige energievoorziening voor iedereen te hebben.

In het klimaatakkoord is afgesproken dat gemeenten met betrokkenheid van stakeholders uiterlijk eind 2021 een Transitievisie Warmte hebben opgesteld. In deze visie moet staan WANNEER wijken van het aardgas af gaan en WAT de mogelijke alternatieve energiebronnen en -infrastructuren zijn voor de betreffende wijken. Dit is een enorme uitdaging, met name ook in binnenstedelijk gebied, waarbij diverse bronnen een rol spelen, transport en distributie moeten worden georganiseerd en vraag en aanbod op elkaar moeten aansluiten. De locatie van bronnen en afnemers, de beschikbaarheid en vraag van warmte over de dag en over de seizoenen en de temperatuurniveaus die niet altijd op elkaar aansluiten zijn hierbij technische uitdagingen. Ook de betaalbaarheid, financiële risico's en ruimtelijke impact moeten hierbij worden meegenomen.

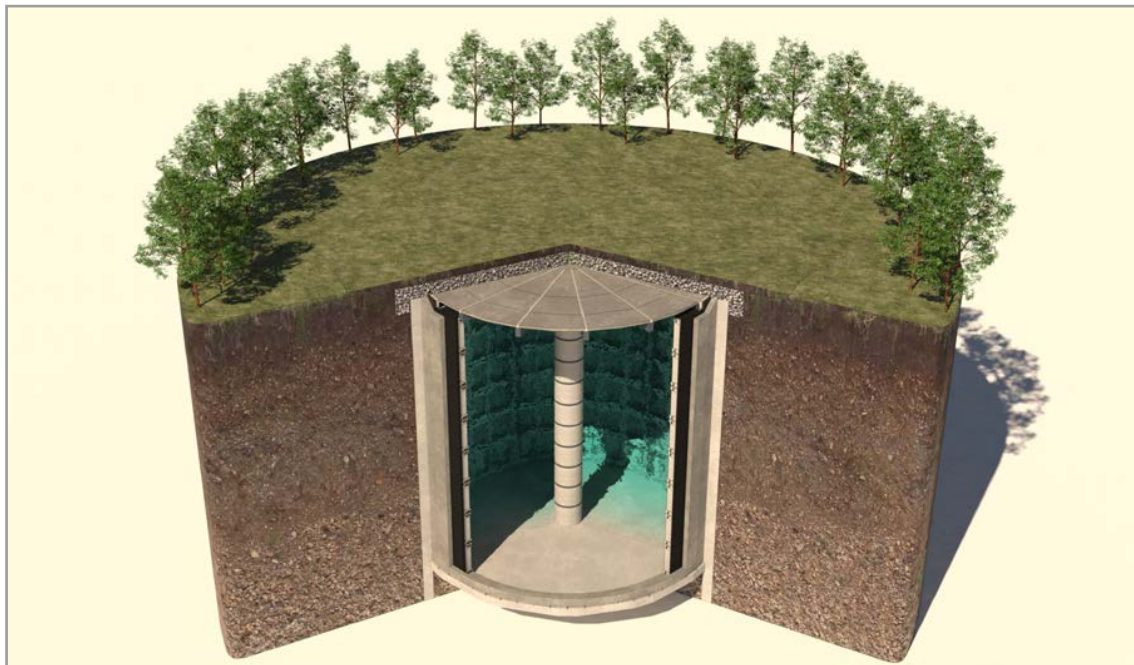
Om een uitvoerbare Transitievisie Warmte te maken en te weten welke wijken rendabel aardgasvrij kunnen worden verwarmd (en gekoeld) is in eerste instantie kennis nodig van de potentie van de aanwezige bronnen, karakteristieken van de warmtevraag (en koudevraag) en de mogelijkheden voor de aanleg van een warmtekoudesysteem.

Ecovat heeft deze kennis in huis en heeft vergelijkbare analyses gemaakt voor bijvoorbeeld de provincie Limburg. Een gestructureerde aanpak waarbij per wijk de kansen voor rendabele energie-infrastructuren in kaart zijn gebracht, heeft in een vervolgstap onder andere geleid tot de vorming van een gedetailleerde business case voor een specifieke locatie en een betrokken groep van lokale stakeholders, aangestuurd door Ecovat.

Een cruciale factor voor het vormen van rendabele én duurzame energie-infrastructuren voor warmte en koude, is opslag. Duurzame warmtebronnen leveren warmte die vaak niet direct inzetbaar is, omdat de warmtevraag bij de afnemers en het aanbod van warmte erg wisselend is door de seizoensinvloeden en dag- en nachtritme. Door de toepassing van opslag kunnen de investeringen in bronnen en transportleidingen worden verlaagd. Ook overtollige (groene) stroom kan worden gebufferd om verzwaaring van lokale elektriciteitsnetten te voorkomen. Het resultaat is een flexibel systeem met betaalbare schone warmte (en koude) en gemiddeld een besparing van de CO₂ uitstoot van 85% tot 95%.

De unieke Ecovat buffer is hiervoor een uitgesproken oplossing. Het betonnen buffervat ([Figuur 4](#)) zit in de grond en is geschikt voor zowel piekbuffering als seizoensopslag en zowel warmte- als koudelevering. Door de zeer goede isolatie houdt het nagenoeg alle warmte vast en zijn de verliezen minimaal. Door het gebruik van *proven technology* en een veilige bouwmethode is het buffervat zowel bij de aanleg als gedurende de levensduur robuust en voorspelbaar. Het buffervat kan vanaf 750 woningequivalenten

(WEQ) worden toegepast en is zeer goed schaalbaar. Het is flexibel in gebruik, zowel wat betreft de temperaturen (5-95 °C) die gehanteerd worden als het ritme van laden en ontladen. Een bijkomend voordeel, met name voor de stedelijke omgeving waar ruimte schaars is, is de mogelijkheid om de ruimte boven het Ecovat weer te gebruiken nadat het vat is geïnstalleerd.



Figuur 4. Ecovat buffer

De Ecovat buffer is onderdeel van het Ecovat warmtekoudesysteem. Dit is het geheel van bronnen, opslag, distributie en afgifte. Door niet enkel naar opslag te kijken maar naar de integraal, wordt het warmtekoudesysteem optimaal ontworpen en wordt ook zichtbaar wat dit voor een geheel project kan betekenen. Door de bewezen kennis van Ecovat op het vlak van warmtekoudesystemen en de unieke en veelzijdige Ecovat buffer, heeft de provincie Zuid-Holland een haalbaarheidsonderzoek laten doen door Ecovat. Met dit onderzoek wordt inzichtelijk gemaakt welke wijken in Zuid-Holland potentieel en kansrijk zijn voor een Ecovat warmtekoudesysteem en is het mogelijk om vergelijkingen te maken met andere vormen van warmtevoorziening en warmteopslag, zoals individuele oplossingen en warmteopslag in de diepere ondergrond. Daarmee is het ook mogelijk om meer gericht locaties en projecten te ondersteunen.

De resultaten in dit rapport zijn relevant voor div. partijen, waaronder:

- ▶ **De 52 gemeentes** in Zuid-Holland t.b.v. het opstellen van de Transitievisie Warmte, het prioriteren van wijken, en evt. het aanvragen van een subsidie Proeftuinen Aardgasvrije wijken.
- ▶ **De woningcorporaties** t.b.v. het selecteren van Startmotor Wijken, het evt. aanvragen van de subsidie Stimulering Aardgasvrije Huurwoningen, en het opstellen van de verduurzamingsstrategieën richting 2030 en 2050.
- ▶ **De netbeheerders** (TenneT, Liander, Stedin en Westland Infra) t.b.v. systeemintegratie, de net-impactanalyse, en haar rol in de toekomstige alternatieve energie-infrastructuur zoals het Ecovat warmtekoudesysteem.

- ▶ **De 7 regio's** (Rotterdam Den Haag, Drechtsteden, Alblasserwaard, Hoeksche Waard, Goeree-Overflakkee, Holland Rijnland en Midden-Holland) t.b.v. het verrijken van de Regionale Energiestrategieën.
- ▶ **De lokale energievooperaties** t.b.v. stimulering van, en evt. participatie in, duurzame warmte.
- ▶ **De klant/eindgebruiker** t.b.v. de voordelen van aardgasvrije duurzame warmte (en evt. koude).

1.2 Doel en opzet

Deze rapportage bepaalt de potentie per wijk door de financiële haalbaarheid van twee routes van het Ecovat warmtekoudesysteem te bekijken. Dit zijn het **Ecovat 55°C warmtekoudesysteem** en op verzoek van Zuid-Holland is een uitbreiding op de scope van het haalbaarheidsonderzoek toegevoegd, het **Ecovat 70°C warmtesysteem**. Belangrijkste reden hiertoe zijn de oude stadskernen waarvoor het niet reëel is om deze naar schillabel B te brengen, en de grote beschikbaarheid van HT en MT restwarmte. Een omschrijving van de systemen staat in hoofdstuk 2.

Aan het eind van deze rapportage zal antwoord worden gegeven op de volgende hoofdonderzoeksvraag:

Wat is de potentie van het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem en het Ecovat 70°C warmtesysteem voor iedere wijk in Zuid-Holland?

Naast de hoofdonderzoeksvraag geeft de rapportage een antwoord op de volgende subvraag:

- ▶ Hoe verhouden de warmtebronnen zich tot de warmtebronnen in de RES'en van Zuid-Holland?

Deze onderzoeksvraag wordt beantwoord vanuit het perspectief van het bedrijf Ecovat wanneer zij een project op zou pakken / gegund zou krijgen als integraal warmtebedrijf in de specifieke wijken.

De resultaten laten zien of een Ecovat warmtekoudesysteem een haalbaar alternatief energie-infrastructuur kan zijn om woningen en utiliteiten van het aardgas af te halen en duurzaam te verwarmen en koelen.



1.3 Scope

In deze studie is alleen de haalbaarheid van een Ecovat 55°C warmtekoudesysteem en een Ecovat 70°C warmtesysteem onderzocht. Er is geen analyse uitgevoerd m.b.t. tot de alternatieven die voor een wijk mogelijk zijn. Een Ecovat warmtekoudesysteem is opgebouwd uit diverse onderdelen. De onderdelen welke zijn meegenomen in de scope van deze haalbaarheidsstudie worden in [Tabel 1](#) weergegeven.

Tabel 1. Scope tabel

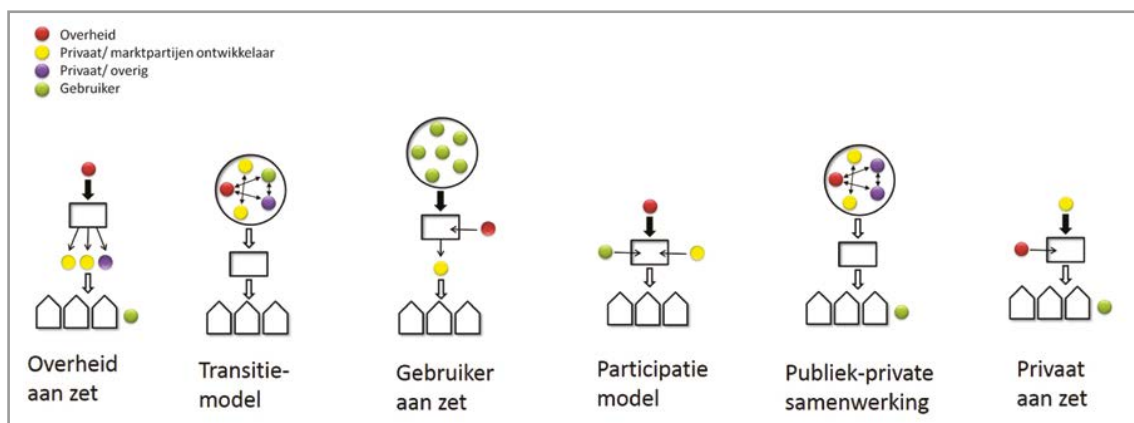
Onderdeel	Omschrijving	Dimensie	In of uit scope
Warmtebronnen	Lokale HT/MT-restwarmte		In scope
	Transportleiding		In scope
	Lokale geothermie		In scope
	Lokale LT restwarmte met warmtepomp		In scope
	Aquathermie		In scope
	Zonthermie		In scope
	Lucht warmtepomp		In scope
	E-boiler		Niet in scope
	Biomassa		Niet in scope
Het warmte en koude distributiesysteem	Warmte en koude leidingen	Minimaal 750 WEQ nodig	In scope
Energieopslag systeem	Het Ecovat inzetbaar als seizoensopslag	> 20.000 m ³ & < 98.000 m ³	In Scope
	Het Ecovat als dag/nachtbuffer		Niet in scope
Aansluiting	Afleverzet		In scope
	Booster warmtepomp		In scope
	Woning naar energielabel B brengen		In scope
	Woning naar energielabel D brengen		In scope

1.4 Next step

wanneer voor een wijk blijkt dat het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem of het 70°C warmtesysteem potentie heeft, dan kan een wijkstudie verricht worden waarbij de lokale situatie met meer nauwkeurigheid wordt geanalyseerd en waarbij met meer zekerheid de technisch/financiële haalbaarheid bepaald kan worden. Hier heeft Ecovat ervaring mee in onder andere Panningen².

In deze verdieping wordt een uitgebreide wijkanalyse gemaakt waarin het vastgoed in kaart gebracht wordt. Denk hierbij aan eigendom, functie, bouwjaar, energielabel en isolatiemogelijkheden. Vervolgens wordt de huidige en uiteindelijke warmte- en koudevraag bepaald. Daarna wordt een bronanalyse uitgevoerd. Tot slot wordt op basis van de wijkanalyse en bronpotentie een of meerdere systeemontwerpen gemaakt met hun eigen business case.

Als een project technisch financieel haalbaar is kan er samen de lokale stakeholders de eerste stappen worden gezet in de ontwikkeling. Hiervoor dient een kernteam gevorm te worden. De lokale stakeholders kunnen verschillen per wijk en gemeente maar zijn vaak: de gemeente, de woningcorporatie, de energiecoöperatie, andere afnemers, aanbieders. De manier waarop gemeente, Ecovat en de andere stakeholders zich organiseren is flexibel en kan organisch groeien in de tijd. In **Figuur 5** zijn verschillende organisatievormen weergegeven.



Figuur 5 Verschillende organisatievormen bij de ontwikkeling van warmtenetten³

In een project van Ecovat in Panningen is gekozen voor een participatiemodel waarbij lokale eigendom van inwoners mogelijk is. Dit kan met name van belang zijn voor de steun van de woningeigenaren en gebruikers.

1.5 Rol Ecovat

Ecovat heeft bewezen kennis over collectieve warmtekoude systemen in huis te hebben. Vanuit deze kennispositie helpt Ecovat vele provincies, gemeentes en andere partijen die bezig zijn met de warmtetransitie met het maken van haalbare en uitvoerbare plannen. Ecovat heeft daarnaast een uniek product in huis, een robuust en schaalbaar ondergronds buffervat met zeer goede energie-efficiënte en

2 <https://www.ecovat.eu/wp-content/uploads/2020/10/WarmteKoude-Panningen-Haalbaarheidsstudie-v1.0-gecomprimeerd.pdf>

3 Bron: TKI (2017), Slagvaardig ontwikkelen van lokale lage temperatuur warmtenetten

hoge mate van flexibiliteit voor zowel piekbuffering als seizoensopslag. Met de aanwezige kennis over collectieve warmtekoude systemen en dit unieke product kan Ecovat de ontwikkeling en realisatie van collectieve warmtekoude systemen aanjagen en indien gewenst ook zelf invullen door het oprichten van een warmtebedrijf per wijk. Dit warmtebedrijf fungeert dan als Special Purpose Company (SPC) en wordt extern en/of lokaal gefinancierd. Dat wil zeggen dat de investering/financiering van institutionele beleggers kan komen maar ook van publieke partijen of lokale bewoners. Ook Ecovat zelf kan mogelijk aandeelhouder zijn van het warmtebedrijf.

Per definitie zijn warmte- en koude projecten multidisciplinaire samenwerkingen, waarbij verschillende belangen en expertises worden gebundeld om succesvolle projecten te creëren. In deze studie is aangenomen dat Ecovat een lokaal warmtebedrijf opricht, in de praktijk zullen er verschillende samenwerkingsconfiguraties ontstaan waarbij de rol van Ecovat op verschillende manieren kan worden ingevuld: van het leveren van één of meerdere Ecovat buffers tot aan het integraal aansturen van de ontwikkeling, realisatie, financiering en beheer en exploitatie (DBFMO) van warmtekoudesystemen. Met deze studie hopen we dat belanghebbende partijen zich uitgenodigd voelen om samen met Ecovat, de provincie en andere belanghebbenden samenwerkingsverbanden te smeden waarbij alle partijen in hun kracht staan en een positieve inbreng hebben op de noodzakelijke Warmtetransitie in Zuid-Holland.

1.6 Leeswijzer

Deze rapportage geeft een onderbouwing en toelichting op de uitgevoerde haalbaarheidsstudie voor de provincie Zuid-Holland. Hierbij wordt in hoofdstuk 2 een korte omschrijving gegeven over de verschillende elementen van het Ecovat warmtekoudesysteem. De aanpak voor het bepalen van de potentie per wijk is toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 staan de technische uitgangspunten welke als input zijn gebruikt voor de berekeningen. Naast de technische uitgangspunten zijn de financiële uitgangspunten toegelicht. In hoofdstuk 5 worden de investeringen, operationele kosten, inkomsten, investeringen besparingsmaatregelen, vermeden systeemkosten en subsidiemogelijkheden beschreven. Voor zowel de technische uitgangspunten als de financiële uitgangspunten wordt onderscheid gemaakt in twee routes.

In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste kansen en risico's toegelicht voor de haalbaarheid van een Ecovat warmtekoudesysteem. Tot slot worden in de resultaten en conclusies gepresenteerd in respectievelijk hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8.

HOOFDSTUK 2

Omschrijving Ecovat warmte- koudesysteem



2 Omschrijving Ecovat warmtekoudesysteem

In deze studie zijn twee routes van het Ecovat systeem aangenomen, namelijk:

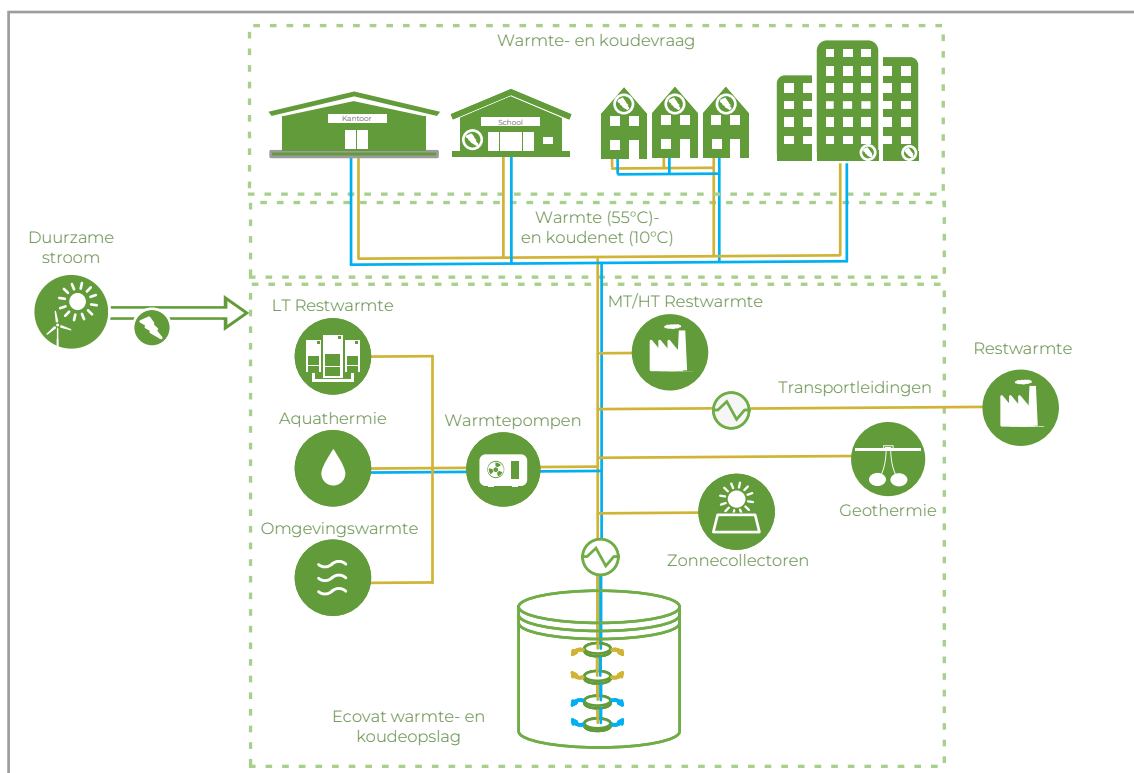
1. **De Ecovat 55°C route:** een lage temperatuur warmtekoudesysteem.
2. **De Ecovat 70°C route:** een midden temperatuur warmtesysteem.

Het Ecovat warmtekoudesysteem bevat standaard vier elementen: warmte- en koudebronnen, opslag, infra en de aansluiting, zie [Figuur 6](#). De invulling van deze vier elementen kan verschillen per project en is afhankelijk van de lokale situatie (bijv. aanwezige warmtebronnen) en wensen/eisen (wil men wel of geen koeling?), in [Figuur 7](#) en [Figuur 8](#) worden schematische weergaves van een project weergegeven. In de volgende paragrafen wordt het systeem stapsgewijs toegelicht. Voor een uitgebreidere toelichting op de verschillende elementen verwijzen we naar openbare documenten zoals:

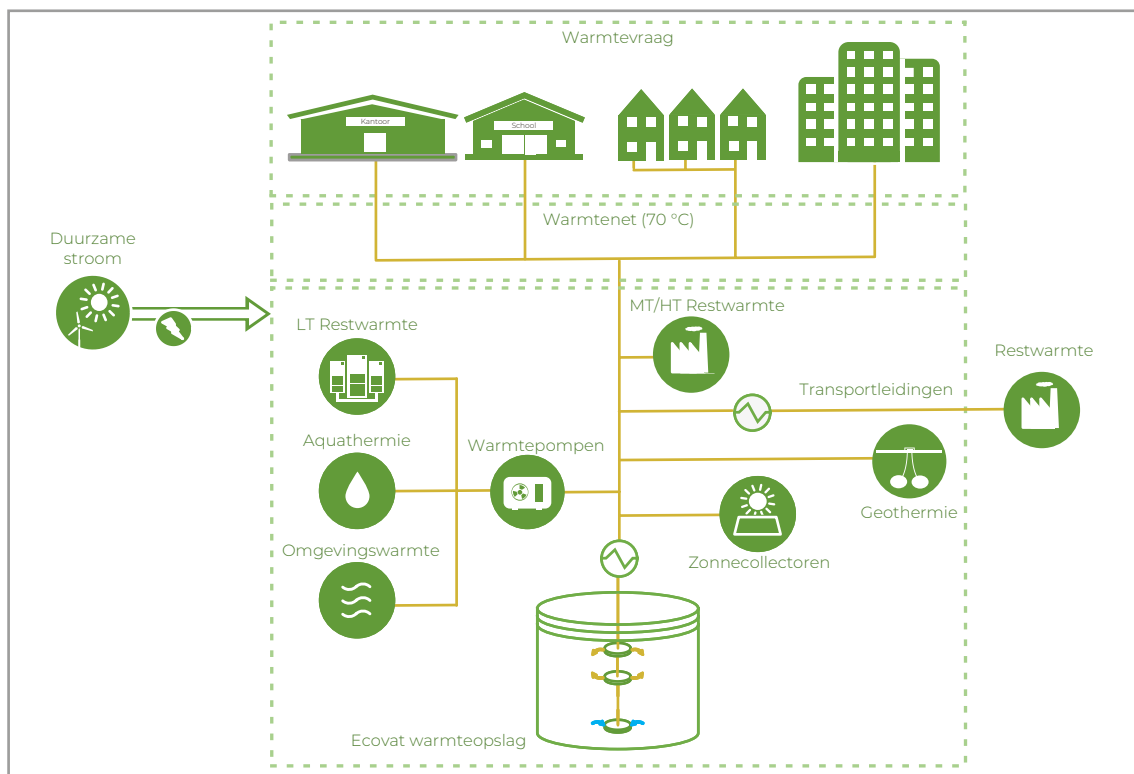
<https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/warmtenetten-ontrafeld-een-praktische-handleiding>



Figuur 6. Oplossingsroute Ecovat warmtekoudesysteem



Figuur 7. Schematische voorbeeldweergave van het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem



Figuur 8. Schematische voorbeeldweergave van het Ecovat 70°C warmtesysteem

2.1 Warmte- en koudebronnen

Een Ecovat warmtekoudesysteem kan gebruik maken van vrijwel alle warmte- en koudebronnen, hoewel er wel een prioritering is op basis van kosten (de zogeheten merit order), toepasbaarheid en duurzaamheid. In Tabel 2 staan de warmtebronnen waar een Ecovat systeem gebruik van kan maken. Er is een indeling gemaakt op basis van de temperatuur van de warmtebron, waarbij een typisch onderscheid tussen zeer lage temperatuur (ZLT: 10-30 °C), lage temperatuur (LT: 30-55 °C), midden temperatuur (MT: 55-75 °C) en hoge temperatuur (HT: > 75 °C) wordt gemaakt. Afhankelijk van het type warmtebron, de bijbehorende temperatuur, en de systeemvariant, kan de warmte direct gebruikt worden of dient het nog opgewaardeerd (verhoogd) te worden m.b.v. een warmtepomp.

De inzetbaarheid van de warmtebronnen is gelijk voor de Ecovat 55°C route (LT) en de Ecovat 70°C route (MT).

Daarnaast is ervan uitgegaan dat in de 70°C route geen gebruik gemaakt wordt van koeling. Belangrijkste reden hiervoor is dat bestaande afgiftesysteem (radiatoren) in de woning niet geschikt zijn voor levering van koude. Dit wil niet zeggen dat koude levering in deze route niet mogelijk is. Indien het afgiftesysteem in de woning geschikt gemaakt wordt voor koudelevering kan ook in deze route koeling geleverd worden.

Tabel 2. Duurzame warmtebronnen naar temperatuur bereik en inzetbaarheid

Warmtebron	Potentieel beschikbare temperatuur	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route
Aquathermie (RWZI en Rioolgemalen)	ZLT 10-30°C	Ja, upgrade nodig naar 55°C met wp	Ja, upgrade nodig met wp naar 70°C
Restwarmte uit datacenters	ZLT <30°C	Ja, upgrade nodig naar 55°C met wp	Ja, upgrade nodig met wp naar 70°C
"Condens" restwarmte uit koelprocessen	LT 30-45°C	Ja, upgrade nodig naar 55°C met wp	Ja, upgrade nodig met wp naar 70°C
Collectieve warmtepompen	LT 40-55°C	Ja, direct	Ja, upgrade nodig met wp naar 70°C
Restwarmte uit industriële processen	MT 45-80°C	Ja, direct	Ja, merendeel upgrade nodig naar 70°C
Restwarmte uit grote stookinstallaties (energiecentrales ⁴ en grote industrieën stoomketels, WKK's)	HT >80°C	Ja, direct	Ja, direct
Zonnecollectoren	HT/MT 90°C (zomer), 70°C (winter)	Ja, direct	Ja, direct
Geothermie	HT/MT/LT Afhankelijk van diepte	Ja, direct	Ja, direct
Biomassa	HT <120°C	Ja, direct	Ja, direct
Elektrische boiler (E-boiler)	HT Tot 300°C	Ja, direct	Ja, direct
Koeling	ZLT <30°C	Ja, direct	Nee

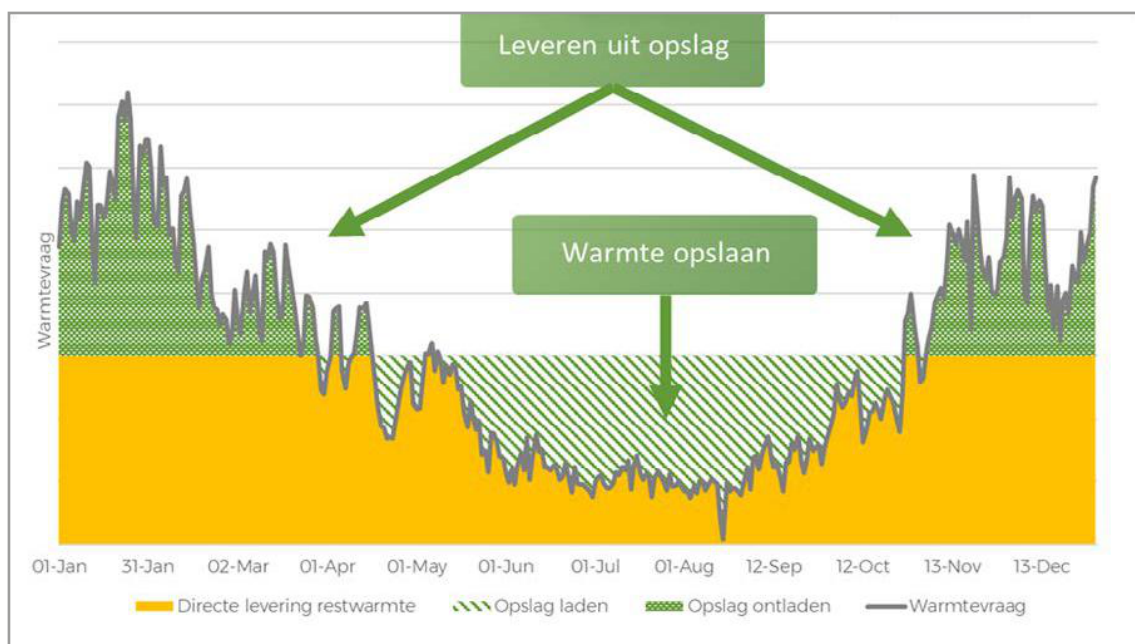
2.2 Warmte- en koudeopslag

Een Ecovat is een goed geïsoleerd, ondergronds, betonnen buffervat met een minimale levensduur van 50 jaar. Het Ecovat kan warmte en koude efficiënt opslaan, met enkel 13% verlies in twaalf maanden. Het Ecovat is gevuld met water dat kan opgeslagen worden tussen de 5 en 95°C onder atmosferische druk. Het kleinste Ecovat dat aangeboden wordt heeft een opslagvolume van ongeveer 20.000 m³,

⁴ Bij energiecentrales is er mogelijk sprake van elektriciteitsderving.

het grootste 98.000 m³. De diameter is dan 30 m en 48 m. resp. Bijbehorende opslagcapaciteiten zijn respectievelijk 1,7 en 8,0 GWh/cyclus.

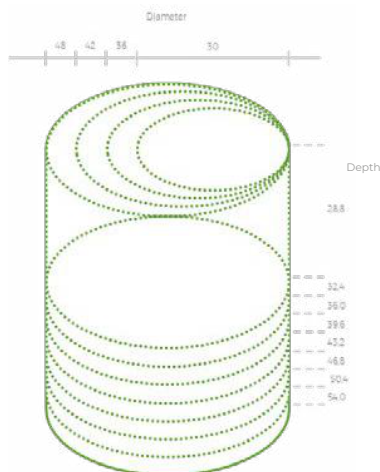
Een Ecovat kan worden ingezet in een warmte- en koudenet wanneer het productieprofiel van duurzame bronnen niet aansluit bij het vraagprofiel. Daarbij kan het Ecovat ingezet worden voor de winterpiek en kan het elektriciteitsnet worden ondersteund door lokale overschotten aan elektriciteit om te zetten naar warmte en op te slaan. Daarnaast kunnen de collectieve warmtepompen uitgeschakeld worden in periodes van duisternis en windstilte, de zogenaamde “dunkelflaute” waardoor ze geen gebruik hoeven te maken van stroom van fossiele elektriciteitsproductie. **Figuur 9** is een voorbeeld van de onbalans tussen productie en vraag wanneer restwarmte de enige warmtebron is.



Figuur 9. Voorbeeldinvulling van de warmtevraag met restwarmte en warmteopslag

2.2.1 Ruimtelijke inpassing

Ecovat is een buffer welke volledig ondergronds gerealiseerd kan worden. In het portfolio van Ecovat zijn verschillende afmetingen van buffers beschikbaar, zie **Figuur 10**.



Specificaties:

- ▶ Tank volumes van 20.000 tot 98.000 m³.
- ▶ Opslagcapaciteiten van 1,7 tot 8,0 GWh-thermisch.
- ▶ Laad en ontlad capaciteiten van 1,0 tot 30,0 MW (thermisch).
- ▶ In de basis volledig ondergronds maar ook gedeeltelijk bovengronds is mogelijk.
- ▶ 750 tot 8.000 woningen per Ecovat.

Figuur 10. Portfolio Ecovat

Naast het Ecovat is een pompkelder nodig die het water uit de buffer pompt, warmte uitgewisseld wordt in een warmtewisselaar en vervolgens retour de buffer ingepompt wordt. De afmetingen van de pompkelder zijn afhankelijk van de te leveren capaciteiten aan het warmte- en koudenet. Ter indicatie; voor een Ecovat van 20.000 m³ zijn de afmetingen van de pompkelder ca. 3,5 x 7,5 meter.

Omdat het Ecovat ondergronds gerealiseerd wordt blijft de ruimte op het Ecovat beschikbaar voor andere toepassingen. Enkele toepassingen die mogelijk zijn:

- ▶ Ruimte gebruiken om op het Ecovat parkeervoorziening / laadplein te realiseren, zie [Figuur 11](#).
- ▶ Ruimte gebruiken om een groenvoorziening (park) aan te leggen op het Ecovat.
- ▶ Ecovat heeft een schetsontwerp waarin het Ecovat wordt geïntegreerd met een ronde woontoren (Eco-stack), zie [Figuur 12](#).

Indien de ondergrond niet geschikt is om een volledig Ecovat ondergronds te realiseren, bestaat de mogelijkheid om een deel van het Ecovat bovengronds te realiseren. In [Figuur 13](#) een visual waarin een deel van een Ecovat bovengronds weergegeven en van PV-panelen voorzien is.



Figuur 11. Parkeervoorziening / laadplein



Figuur 12. Eco-stack



Figuur 13. Visual met een Ecovat deels bovengronds bij een tuinder in Duitsland

2.2.2 Alternatieve thermische opslagsystemen

Naast een Ecovat buffer zijn er andere thermische seizoenopslagsystemen die vergelijkbare functionaliteit bezitten. Hierbij heeft ieder alternatief zijn eigen sterke- en zwakke punten. Om duidelijk te maken waar de verschillen, gelijkenissen en sterke- en zwakke punten van elk liggen heeft Ecovat een onderzoek uitgevoerd waarin seizoenopslagsystemen op economisch en technisch vlak vergeleken worden. Hierbij wordt gekeken naar Aquifer Thermal Energy Storage (ATES), Borehole Thermal Energy Storage (BTES), Tank Thermal Energy Storage (TTES), Pit Thermal Energy Storage (PTES) als alternatieve seizoenopslagsystemen. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met onderzoeksinstituten en industrie experts en schetst een objectief beeld van de toepassingsmogelijkheden van ieder systeem.

Het gehele onderzoek is beschikbaar via: <https://www.ecovat.eu/ecovat-vergelijkt-zichzelf-met-alternatieve-opslagsystemen/>



2.3 Infra

De infraleidingen benodigd voor het leveren van de warmte en/of koude bestaan uit een 4-pijps distributiesysteem of een 2-pijps distributiesysteem in geval enkel warmtelevering.

2.3.1 Ecovat 55°C warmtekoudesysteem

De infrastructuur van het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem bestaat uit een 4-pijps warmte- en koude net.

De warmte wordt geleverd met een 2-pijps LT warmtenet en een aanvoertemperatuur die tussen de 55°C en de 35°C ligt o.b.v. een stooklijn. Hiermee wordt warmte geleverd voor ruimteverwarming en als bron gebruikt voor de booster warmtepomp waarmee het warm tapwater wordt geproduceerd.

Naast het laagtemperatuur warmtenet ligt een 2-pijps koude net t.b.v. koeling. Naast de bestaande vraag naar koeling (bijv. van kantoren en nieuwbouw) zal de vraag naar koeling naar alle verwachting gaan stijgen wanneer woningverbetering toegepast zijn.

2.3.2 Ecovat 70°C warmtesysteem

De infrastructuur van het Ecovat 70°C warmtesysteem bestaat uit een 2-pijps warmtenet.

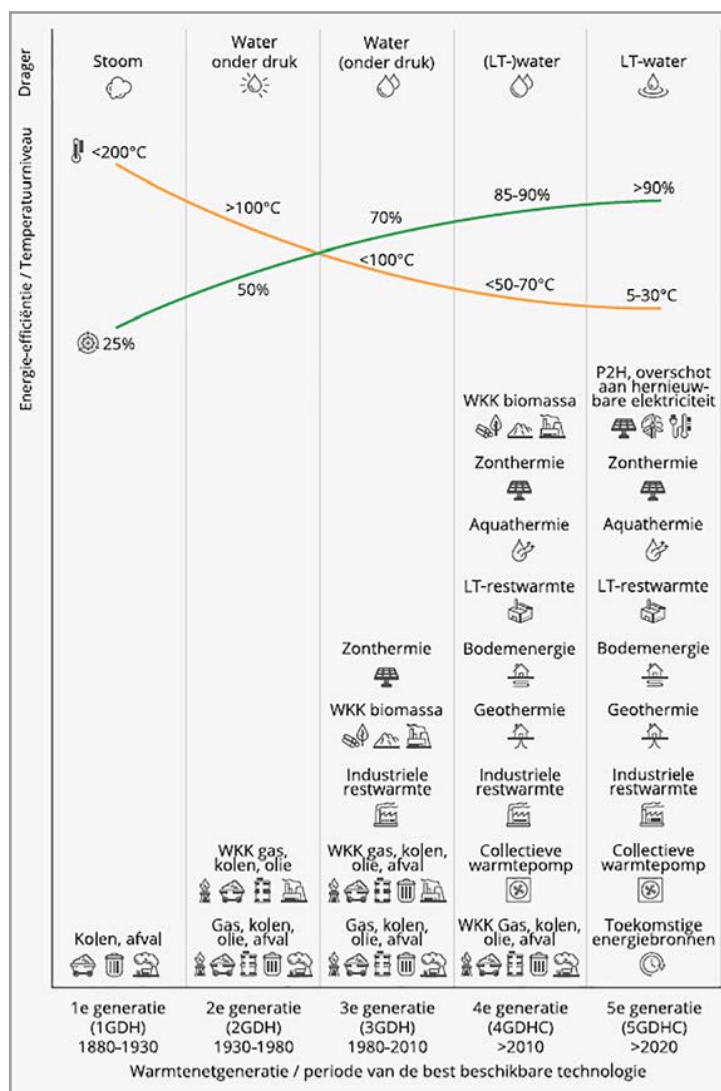
De warmte wordt geleverd met een 2-pijps MT warmtenet en een aanvoertemperatuur die tussen de 75°C en de 70°C ligt o.b.v. een stooklijn. Hiermee wordt warmte geleverd voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Het MT Ecovat warmtesysteem wordt ook wel een 4^e generatie warmtenet genoemd. Echter bevat het LT Ecovat warmte koude systeem ook elementen van een 5^e generatie warmtenet waar deze mogelijk zijn. Afhankelijk van de lokale karakteristieken past Ecovat de elementen toe van een 4^e en/of 5^e generatie warmtenet. Zie [Figuur 14](#) voor de eigenschappen van een 4^e en 5^e generatie warmtenet.

In [Tabel 3](#) worden de belangrijkste eigenschappen van de infraleidingen voor beide routes weergegeven.

Tabel 3. Eigenschappen van de infraleidingen

Omschrijving	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route
Levering warmte en temperatuur	Ja, 55°C in winter met stooklijn naar 35°C in zomer	Ja, 75°C in winter met stooklijn naar 70°C in zomer.
Levering koude en temperatuur	Ja, 10°C in zomer.	Nee
Aantal infra leidingen	4-pijps voor warmte en koude	2-pijps voor alleen warmte
Generatie warmtenet	4de en 5de	4de



Figuur 14. Indeling warmtenetten in generaties over de tijd

2.3.3 Toelichting temperatuurwaardes

Deze rapportage bekijkt de financiële haalbaarheid van twee routes van het Ecovat warmtekoudesysteem, het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem en een Ecovat 70°C warmtesysteem. Bij voorkeur heeft het Ecovat warmtekoudesysteem een temperatuur van 55°C vanwege een verminderde totale warmtevraag en een relatieve schaarste aan hoge temperatuur warmtebronnen. Hierbij is voornamelijk een kostenafweging gemaakt tussen de extra kosten voor het isoleren van gebouwen en het installeren van booster warmtepompen tegenover de kosten van een hogere warmtevraag, hogere warmteverliezen in het warmtenet en meer op te stellen bronvermogen. Echter, in de provincie Zuid-Holland bevinden zich meerdere oude stadskernen waarvoor het niet reëel is om deze woningen naar schillabel B te brengen en daarnaast is er een grotere beschikbaarheid van HT en MT restwarmtebronnen. Hierdoor is er een uitbreiding op de scope van het haalbaarheidsonderzoek toegevoegd. Aangezien deze haalbaarheidsstudie geen optimaliseringsprobleem oplost maar puur kijkt naar de technische en financiële haalbaarheid per wijk is er gekozen om een temperatuur te kiezen die representatief is voor een MT warmtenet, in dit geval dus 70°C.

2.3.4 Bron-net optie

Een bron-net is een zeer laagtemperatuur net (ZLT) waarbij de temperatuur niet hoog genoeg is om ruimteverwarming te leveren. In de woning wordt een combi-warmtepomp met buffer geplaatst die de temperatuur verhoogt voor ruimteverwarming en warm tapwater. Het bron-net is een 2 pijps-aansluiting dat in de zomer ook gebruikt kan worden om te koelen.

Deze optie kan aan het Ecovat systeem gekoppeld worden. Dit kan een aantrekkelijke optie zijn voor woningen met een lage "linear heat density"-aansluiting, oftewel woningen met een hele lage warmtevraag en/of een lange afstand tot het warmtenet.

Deze optie is niet doorgerekend in deze studie en wordt meegenomen indien er een next step volgt.

2.4 Aansluiting

2.4.1 Aansluiting LT warmtekoudesysteem

De warmte wordt geleverd via een afleverset in de woning met een aanvoertemperatuur tussen de 55°C (winter piek) en 35°C (zomerbedrijf). De afleverset bestaat uit een warmtewisselaar, een cv-pomp, motor gestuurde afsluiters, een warmtemeter en een debietmeter voor registratie warm tapwaterverbruik.

De koeling wordt ook geleverd via deze afleverset in de woning.

Warm tapwater wordt in de woning bereid tot de gewenste temperatuur (legionellapreventie) met een booster-warmtepomp + voorraadvat die bron-zijdig door het warmtenet gevoed wordt. [Figuur 15](#) geeft een voorbeeld van zo'n booster-warmtepomp met voorraadvat.



Figuur 15. Voorbeeld van een booster-warmtepomp met voorraadvat

Het ontwerp van de levering (afleverset en booster-warmtepomp) in de woning is afhankelijk van de situatie en wensen van de woning-/gebouweigenaar. Voor de realisatie in een standaard rijwoning stellen we het volgende voor:

- ▶ Woning dient geschikt te zijn voor max 55°C verwarming. Woningmaatregelen die hiertoe leiden dienen eerst te zijn uitgevoerd (en getoetst door validerende instantie) voordat er een warmtenet aansluiting komt.
- ▶ De demontage van de huidige gasketel en het installeren van de afleverset met booster-warmtepomp gaat naadloos. Wel zal de verwarming in de woning minder dan 1 dag niet beschikbaar zijn.

De aansluiting van het warmte- en koudenet kan op verschillende manieren en is maatwerk. Zo zijn er alleen voor rijwoningen al verschillende mogelijkheden. Zo kan de leiding kan via de gevel buitenom, maar ook via de zolder of kruipruimte.

2.4.2 Aansluiting MT warmte-systeem

De warmte wordt geleverd via een afleverset in de woning met een aanvoertemperatuur van 70°C. De afleverset bestaat uit een warmtewisselaar, een cv-pomp, motor gestuurde afsluiters en warmte- en debietmeters.

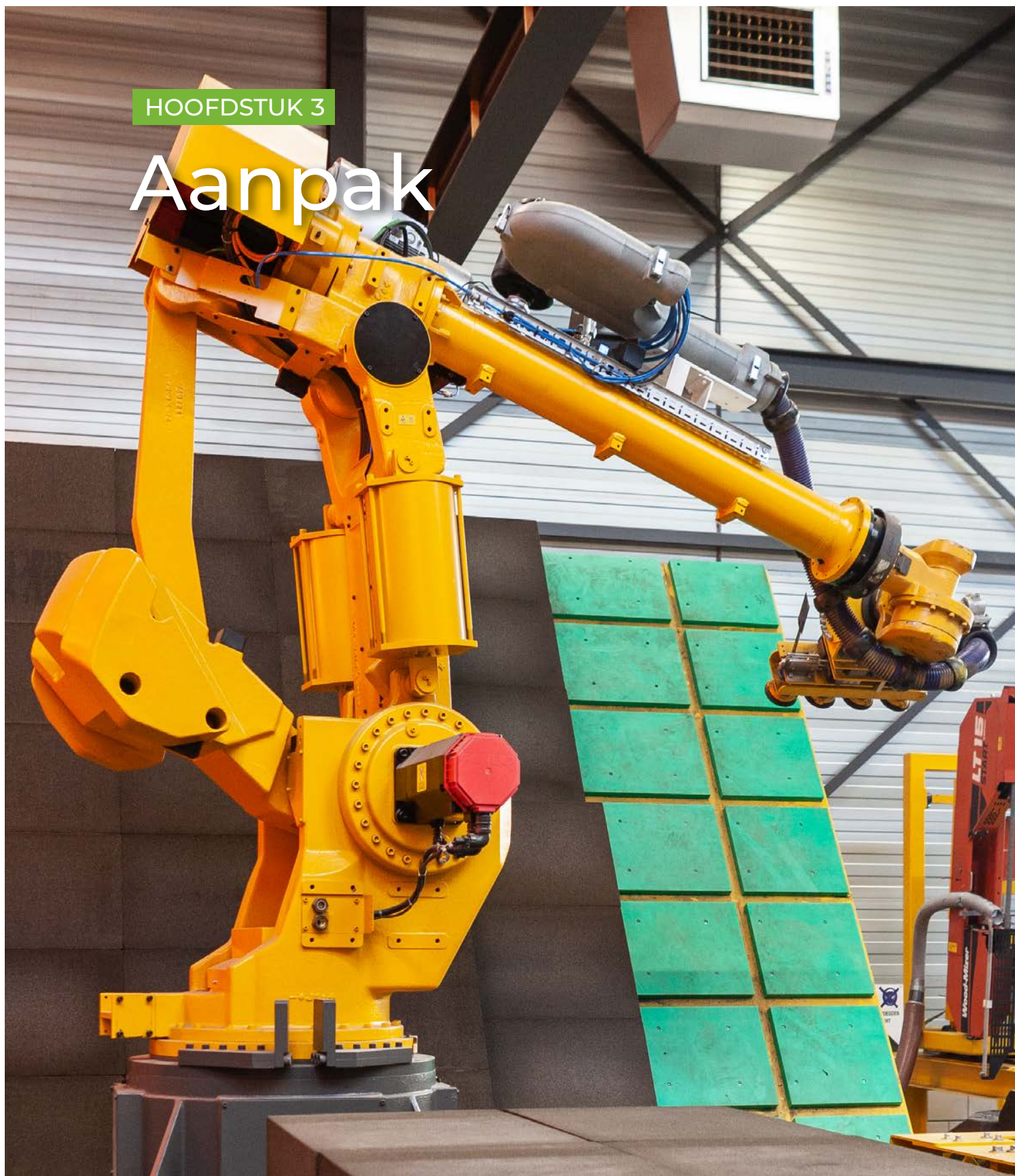
Warm tapwater wordt ook door de afleverset in de woning bereid tot de gewenst temperatuur voor legionellapreventie. [Figuur 16](#) geeft een voorbeeld van een afleverset.



Figuur 16. Afleverset

HOOFDSTUK 3

Aanpak



3 Aanpak

De aanpak in het project is in een aantal stappen uitgevoerd, een weergaven van de stappen wordt weergegeven in [Figuur 17](#).



Figuur 17. Aanpak voor berekening haalbaarheid van de wijken

3.1 Ophalen wijkdata

Per wijk is de onderstaande data opgehaald uit openbare databronnen. Ook is er gebruik gemaakt van aangeleverde data door de provincie. In hoofdstuk 4 Technische uitgangspunten worden de uitgangspunten verder toegelicht.

3.1.1 Bouwobjecten

Onderstaande bouwobject informatie is openbaar en wordt opgehaald.

- ▶ Woningen:
 - Locatie;
 - Energielabel;
 - Woningcorporatie eigendom: j/n;
 - Type: Grondgebonden, gestapeld;
 - Oppervlakte (m²).
- ▶ Overige gebouwen:
 - Locatie;
 - Functie: Kantoor, winkel, gezondheidszorg, logies, onderwijs, industrie, bijeenkomst, sport, overig, cel;
 - Oppervlakte (m²).

3.1.2 Restwarmteobjecten

- ▶ Locatie;
- ▶ Grootte (MWh/jaar);
- ▶ Type: HT/MT warmtebronnen, datacenter (LT), condens warmte (LT), aquathermie rioolwaterzuivering, aquathermie rioolgemalen.

3.1.3 Geothermie

- ▶ Potentieel (GJ/m²/jaar).

3.1.4 Bestaande warmtenetten

- ▶ Gebouwen (BAG elementen) die zijn aangesloten op een bestaand warmtenet worden eruit gefilterd. Deze elementen zijn niet meegenomen in de haalbaarheidsstudie. Dit betekent dat wanneer een wijk nu gedeeltelijk een warmtenet heeft en de rest nog niet, dat dan alleen een casus wordt berekend voor de woningen die nog geen warmtenet hebben. Er wordt in deze berekeningen dus geen aansluiting gezocht bij bestaande warmtedistributienetten.

3.1.5 Warmtetransportleidingen

- ▶ Bestaande warmtetransportleidingen;
- ▶ Geplande nieuwe warmtetransportleidingen.

3.1.6 Overige

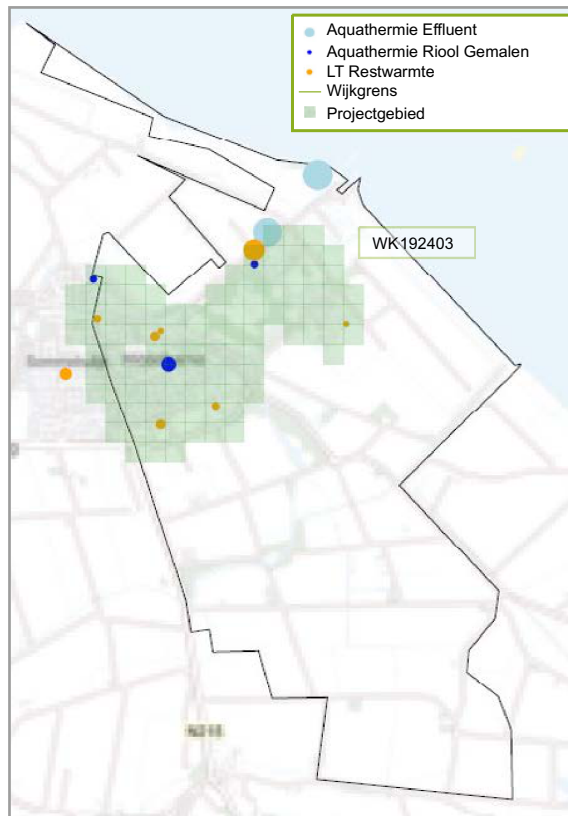
- ▶ Gemiddeld aantal inwoners per woning;
- ▶ Stratenpatroon.

3.2 Selectie projectgebied

De bebouwingsdichtheid van een gebied is bepalend voor de haalbaarheid van een Ecovat systeem. Deze dichtheid kan binnen een wijk sterk variëren. Zo zijn er wijken die slechts één enkele kern hebben met daaromheen een groot landelijk gebied. Binnen de grenzen van een wijk dient daarom een haalbaar projectgebied geselecteerd te worden.

Hiervoor is het principe "linear heat density" (LHD) gebruikt. De LHD is de totale warmtevraag gedeeld door de totale buislangte en wordt uitgedrukt in eenheid (MWh/m/jaar). In deze methode wordt bepaald wat de minimale hoeveelheid energie is die door een meter leiding getransporteerd moet worden om financieel haalbaar te zijn. Dit betekent dat er door een kortere leiding minder energie getransporteerd hoeft te worden dan bij een langere leiding om deze rendabel te krijgen.

Het resultaat is een projectkader waarbij alle gebouwen binnen dat kader aangesloten worden. In [Figuur 18](#) is een voorbeeld weergegeven van de bepaling van het projectgebied binnen de wijkgrens.



Figuur 18. Voorbeeld selectie projectgebied binnen een wijk

3.3 Heeft een wijk voldoende schaal?

Als het projectgebied minder dan 750 WEQ bevat wordt de wijk niet doorgerekend aangezien een dergelijk project op dit moment te klein is voor een haalbare business case.

N.B. In deze haalbaarheidsstudie worden wijken niet samengevoegd om tot een minimale schaal van 750 WEQ te komen.

3.4 Uitsluitingen in het projectgebied

In deze haalbaarheidsstudie zijn kassen en bestaande warmtenetten uitgesloten.

3.4.1 Kassen

De warmtevraag binnen Zuid-Holland, met name in het Westland, wordt op verschillende plaatsen grotendeels beïnvloed door de aanwezigheid van kassen. Deze studie is gericht op de gebouwde omgeving dus om deze beïnvloeding uit te sluiten is besloten om de kassen niet mee te nemen in deze haalbaarheidsstudie.

3.4.2 Bestaande warmtenetten

Zuid-Holland heeft al meerdere warmtenetten in gebruik. Na een korte analyse is geconcludeerd dat ongeveer 6% van alle woningen reeds aangesloten is op een warmtenet. In deze haalbaarheidsstudie zijn de woningen welke aan een warmtenet liggen eruit gefilterd en niet meegenomen in de warmtevraag.

3.5 Berekening casus

Op basis van de lokale data, van de wijk en het projectgebied, en de technische en financiële uitgangspunten van het Ecovat systeem zijn er twee routes berekend:

1. De Ecovat 55°C route;
2. De Ecovat 70°C route.

De resultaten welke uit de berekeningen volgen per wijk:

- ▶ Projectrendement (IRR);
- ▶ Aantal woningen binnen projectgebied;
- ▶ Utiliteit m² binnen projectgebied;
- ▶ Investering in systeem;
- ▶ Percentage restwarmte;
- ▶ Percentage geothermie;
- ▶ Percentage zonthermie;
- ▶ Percentage warmtepompen (o.b.v. LT-warmtebronnen);
- ▶ Warmte- en koudevraag;
- ▶ Percentage corporatiebezit;
- ▶ Benodigde investering in renovatie (tot energielabel B);
- ▶ Benodigde investering in renovatie (tot energielabel D).

HOOFDSTUK 4

Technische uitgangspunten



4 Technische uitgangspunten

In dit hoofdstuk staan de technische uitgangspunten welke als input zijn gebruikt voor de berekeningen. De uitgangspunten voor de twee routes worden in dit hoofdstuk nader omschreven. Het verschil tussen beide routes:

De Ecovat route is de “standaard” waarbij uitgegaan wordt van een maximale aanvoertemperatuur van 55°C in het warmtenet voor de winter. In de zomer wordt de aanvoertemperatuur op basis van een stooklijn naar 35°C terug geregeld. De woningen en utiliteiten dienen in deze casus te voldoen aan minimaal schillabel B. Woningen kunnen in de zomer gekoeld worden met het koudenet.

De 70°C route is een uitbreiding van de scope op verzoek van Zuid-Holland toegevoegd aan de haalbaarheidsstudie. In de 70°C route wordt uitgegaan van een maximale aanvoertemperatuur van 70°C in het warmtenet voor de winter en zomer. Het energielabel voor de woningen is in deze casus volgens labelsprong o.b.v. de [warmteprofielenkaart](#) van Zuid-Holland.

De technische uitgangspunten zijn onderverdeeld in de volgende secties: warmte- en koudevraag, warmte- en koudebronnen, warmte- en koudeopslag, infrastructuur, aansluiting en operationeel.

De financiële uitgangspunten worden in [hoofdstuk 5](#) verder toegelicht.

4.1 Warmte- en koude vraag woningen en utiliteit

De warmtevraag voor ruimteverwarming in een woning of in utiliteit wordt bepaald door: de oppervlakte (m²) van de woning/utiliteit te vermenigvuldigen met de warmtevraag (kWh/m²).

De warmtevraag warmtapwater in een woning wordt bepaald door: het gemiddeld aantal inwoners per woning te vermenigvuldigen met het verbruik warm tapwater per inwoner (GJ/jaar).

De totale warmtevraag van de woning is het verbruik ruimteverwarming (GJ) plus warm tapwater (GJ). In [Tabel 4](#) wordt weergegeven welke openbare data er gebruikt is als input voor de rekenmodellen om de warmtevraag van woningen en utiliteit te bepalen.

Tabel 4. Gebruikte openbare bronnen als input voor rekenmodel

Onderwerp	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route	Eenheid	Bron
Aantal woningen	Op basis van openbare data	Op basis van openbare data		https://www.cbs.nl/-/media/cbs/dossiers/nederland-regionaal/wijk-en-buurtstatistieken/_exel/kwb-2019.xls
Verbruik Ruimteverwarming Woningen	70	84	kWh/m ² /jaar	Aanname kengetal
Oppervlakte Per Woning	Op basis van openbare data	Op basis van openbare data	m ²	https://geodata.nationaal-georegister.nl/bag/wfs
Verbruik Warm Tapwater Per Inwoner	3	3	GJ/inwoner/jaar	Aanname kengetal
Gemiddeld Aantal Inwoners Per Woning	Op basis van openbare data	Op basis van openbare data	Inwoner	https://www.cbs.nl/-/media/cbs/dossiers/nederland-regionaal/wijk-en-buurtstatistieken/_exel/kwb-2019.xls
Koudevraag woningen	16,7	0	kWh/m ² /jaar	Aanname kengetal
Verbruik Ruimteverwarming Utiliteit (gebouwtype en bouwjaar afhankelijk)	Tabel 5	Tabel 5	kWh/m ² /jaar	pbl-2015-ce-delft-energie-kentallen-utiliteitsgebouwen-vesta-2.0
Oppervlakte Utiliteit	Op basis van openbare data	Op basis van openbare data	m ²	https://geodata.nationaal-georegister.nl/bag/wfs
Koude vraag utiliteit	13,9	0	kWh/m ² /jaar	Aanname kengetal

Tabel 5. Energieverbruik voor ruimteverwarming naar type utiliteit (kWh/m²)⁵

Utiliteit type	Bouwjaar						Eenheid
	0<= 1920	1920<= 1975	1975<= 1990	1990<= 1995	1995<= 2015	Onbekend	
Kantoor	281	221	113	104	85	141	kWh/m ²
Winkel	142	113	58	55	48	83	kWh/m ²
Gezondheidszorg	320	235	132	130	108	178	kWh/m ²
Logies	208	167	93	87	74	115	kWh/m ²
Onderwijs	148	112	60	58	45	81	kWh/m ²
Industrie	119	93	48	44	36	61	kWh/m ²
Bijeenkomst	161	231	175	178	125	181	kWh/m ²
Sport	208	156	94	93	79	112	kWh/m ²
Overig	65	48	26	25	20	32	kWh/m ²
Cel	337	229	136	135	109	183	kWh/m ²

Voor het warmteverbruik voor ruimteverwarming in de utiliteit is een onderverdeling gemaakt naar type conform (BAG). In [Tabel 5](#) wordt het energieverbruik naar type utiliteit en het warmteverbruik in kWh/m² per bouwjaar weergegeven.

4.2 Warmtebronnen

Een Ecovat warmtekoudesysteem maakt gebruik van zowel hoog als laag temperatuur warmtebronnen die lokaal aanwezig zijn. In de meeste situaties zal dit een combinatie van meerdere bronnen worden omdat veel van de bronnen individueel onvoldoende warmte leveren gedurende het jaar om aan de warmtevraag te kunnen voldoen. De warmtebronnen worden op basis van een merit order ingezet.

4.2.1 Inzetvolgorde van warmtebronnen (Merit order)

Er is een breed scala aan warmtebronnen beschikbaar in Zuid-Holland. Hierdoor is het gewenst om een inzetvolgorde aan te brengen, de zogenaamde merit order. Een merit order is een manier van ordenen van warmtebronnen gebaseerd op de kostprijs. Het bepalen van de warmteproductie waardes gebeurt volledig binnen het rekenmodel. De gehanteerde merit order wordt in [Tabel 6](#) weergegeven.

5 Bron: CE Delft (2015). 3.E51.1, Energiekennallen utiliteitsgebouwen Vesta 2.0, Delft: CE Delft.

Tabel 6. Inzetvolgorde van de warmtebronnen (merit order)

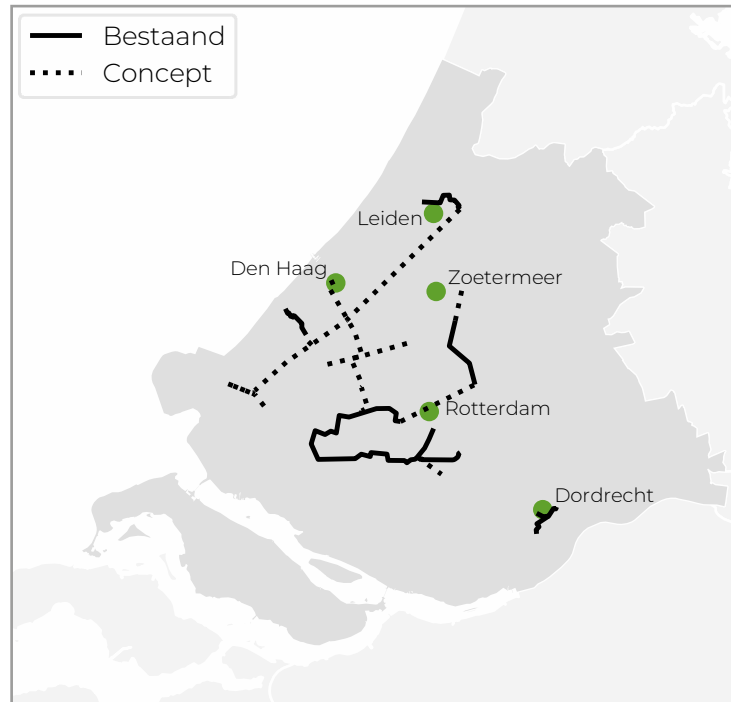
Bron	
1	Lokale HT/MT restwarmte
2	Transportleiding (gevoed door HT/MT restwarmte)
3	Lokale geothermie
– Als bronnen 1 t/m 3 minder dan 30% van de totale vraag dekken. Vul aan tot 30% met zonthermie. –	
4	Lokale LT restwarmte met warmtepompen
5	Aquathermie met warmtepompen (enkel TED en TEA)
6	Zonthermie
7	Lucht warmtepompen

4.2.2 Restwarmte

Het theoretisch potentieel van restwarmte wordt bepaald door het ophalen van de potentie van de warmteatlas. De opgehaalde type restwarmte bronnen zijn: HT/MT warmtebronnen, LT Datacenters en LT Condens warmte uit koelprocessen.

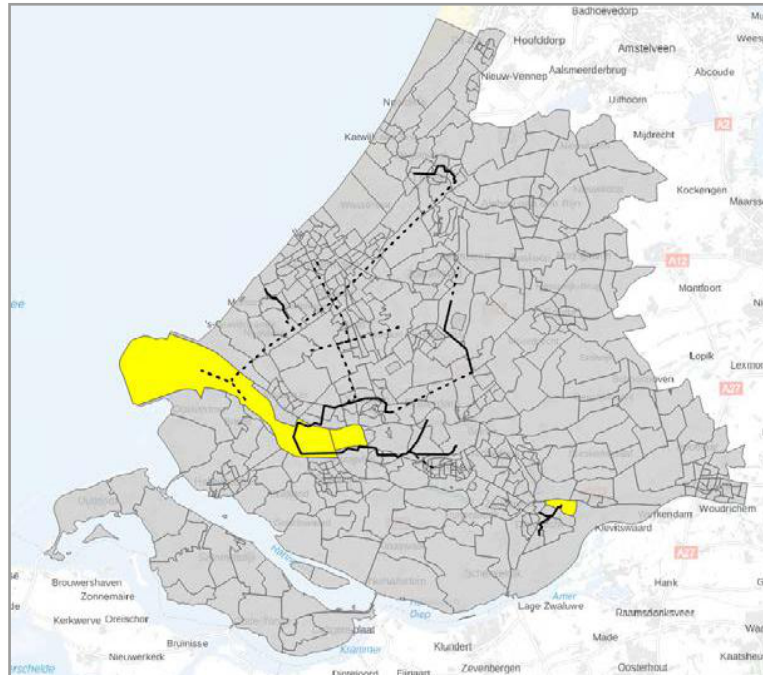
Na het ophalen van de openbare data wordt de volgende rekenmethode gehanteerd:

- ▶ Lokale restwarmte wordt alleen meegenomen in de berekening van de wijk waarin deze bron ligt. Indien er in een wijk lokale HT/MT-restwarmte over is wordt deze later verdeeld over aangrenzende wijken, zie hoofdstuk 4.2.8.
- ▶ In Zuid-Holland is veel restwarmte beschikbaar vanuit het Rotterdams havengebied. Zuid-Holland is in samenwerking met de GasUnie bezig om een backbone warmtetransportleiding aan te leggen om de grote potentie van restwarmte over een groot gebied te transporteren en verspreiden. Er is nog geen definitief ontwerp van het daadwerkelijke toekomstige tracé. Na meerdere gesprekken met Zuid-Holland en de GasUnie is het tracé in [Figuur 19](#) aangenomen.



Figuur 19. Tracé van bestaande en nieuw te leggen warmtetransportleidingen

- ▶ Om wijken aan te sluiten op de backbone is eerst gekeken of een wijk wel of niet aangesloten kan worden. Om dit te realiseren wordt een buffer met een straal van 5 (km) om het tracé getekend en gekeken of een wijk meer dan 10 (%) overlap heeft met de buffer op het tracé. Als dit het geval is, wordt aangenomen dat het mogelijk is om de desbetreffende wijk aan te sluiten op het transportnet.
- ▶ Voor de studie is uitgegaan van een vermogen van 1,5 (kW/WEQ) en een aantal vollasturen van 5.500 (uur). Deze potentie wordt vervolgens meegenomen in het bepalen van de bronverdeling.
- ▶ HT/MT-restwarmte is direct bruikbare warmte (behoeft geen opwaardering met warmtepompen).
- ▶ LT-restwarmte wordt met warmtepompen opgewaardeerd tot max. 55°C in de Ecovat "standaard" route en tot max. 75°C in de Ecovat 70°C route.
- ▶ HT/MT-restwarmte vult in de berekening indien deze aanwezig is 100% van de jaarlijkse warmtevraag. Dit zorgt wel voor een bronrisico. Het daadwerkelijke risico is afhankelijk van het type restwarmte en hoelang die zou kunnen blijven leveren. 100% restwarmte betekent meestal een hoger rendement maar brengt dus ook risico's met zich mee.
- ▶ Om te voorkomen dat bronnen dubbel worden meegenomen doordat een warmtebron zowel aan de transportleiding levert als aan een lokaal warmtenet, wordt de HT/MT-restwarmte van diverse wijken enkel via de transportleiding geleverd, zie [Figuur 20](#). Deze restwarmtebronnen worden dus niet meegenomen als lokale warmtebron in die wijken. Deze actie wordt uitgevoerd aangezien dit de voornaamste bron zal worden voor de warmtetransportleidingen en aangezien deze warmte slechts één keer gebruikt kan worden.



Figuur 20. De gele wijken waar de restwarmte niet als lokale warmtebron wordt meegenomen maar enkel als bron voor de warmtetransportleiding

4.2.3 Geothermie

Zuid-Holland heeft vergeleken met andere provincies een hoge potentie vanuit geothermie. Hierbij heeft de provincie meerdere studies laten uitvoeren om deze potenties in kaart te brengen. De onderstaande studies en bronnen zijn gebruikt voor het bepalen van de geothermie potentie:

VestaMAIS model;

- ▶ Expertise Centrum Warmte;
- ▶ Berenschot - Studie WARM⁶;
- ▶ IF Technologie – Potentieel geothermie in Zuid-Holland⁷;
- ▶ IF Technologie – Potentiëstudie geothermie Midden-Holland⁸;
- ▶ IF Technologie – Potentiëstudie geothermie Holland Rijnland⁹.

Op basis van de kennis van de eerdergenoemde studies en bronnen is een manier bepaald om de geothermie potentie mee te nemen in de haalbaarheidsstudie. Hiervoor zijn de technische potentie kaarten uit de ThermoGIS (v2.1) database (<https://www.thermogis.nl/beschikbaarheid-data>) gebruikt als uitgangspunt.

De technische potentie geeft echter een ruime overschatting van de daadwerkelijk potentie. Om een realistischere waarde voor de geothermie potentie mee te nemen worden verschillende stappen ondernomen. Allereerst wordt gekeken of een wijk onderdeel is van een gemeente waarvoor nauwkeurige

6 Bron: Berenschot (2020), Waarde van Aardwarmte en Regionale Mogelijkheden.

7 Bron: IF Technologie (2016), 66141/SB/20161129, Potentieel geothermie in Zuid- Holland.

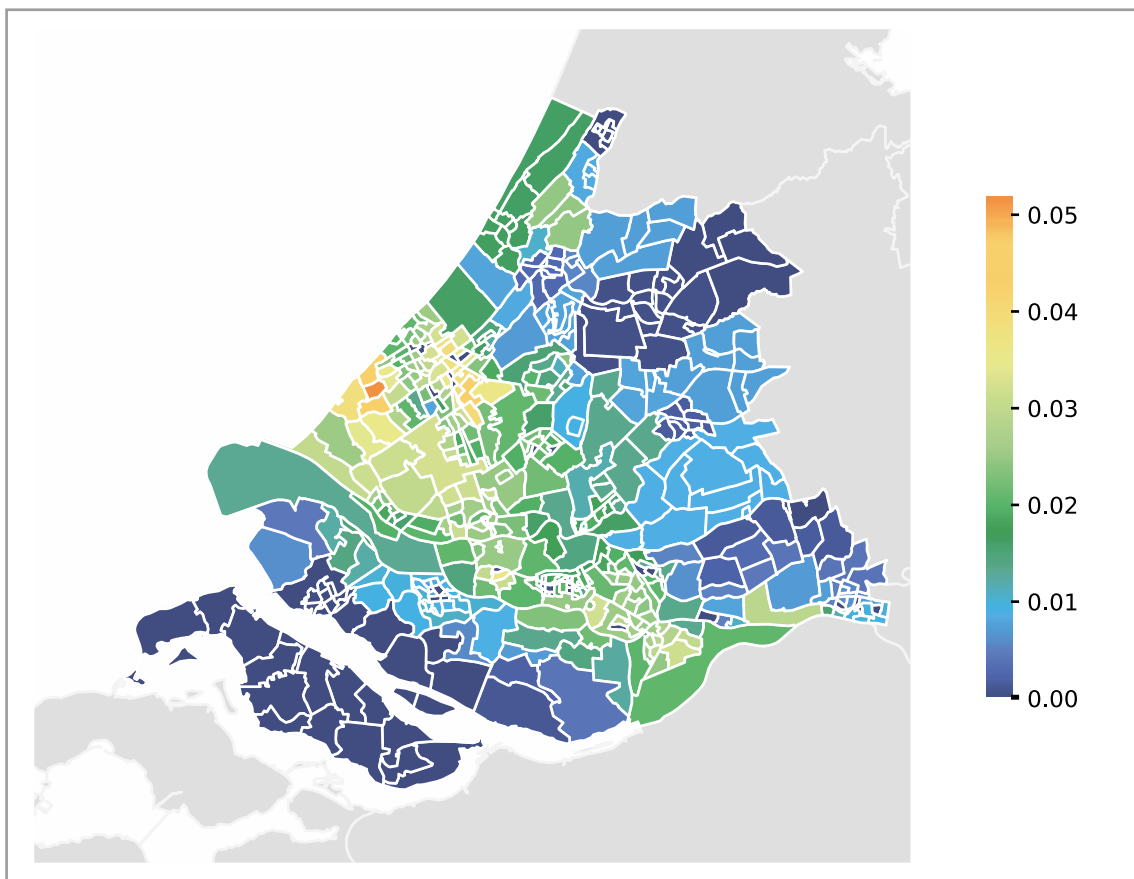
8 Bron: IF Technologie (2020), 69408/RDx/20200529, Potentie geothermie Midden-Holland.

9 Bron: IF Technologie (2020), 69376/RDx/20200221, Potentie geothermie Holland Rijnland.

data beschikbaar is vanuit diverse studies (bijv. in regio Midden-Holland). Als dat het geval is wordt deze nauwkeurige data gebruikt. Hierbij wordt de potentie per ($\text{GJ}/\text{m}^2/\text{jaar}$) vermenigvuldigd met het oppervlak van de desbetreffende wijk. Echter, als er geen nauwkeurige data beschikbaar is, wordt er een extra aanname nodig om tot de economische potentie te komen. Om dit te realiseren zijn de onderstaande stappen nodig:

- ▶ Er wordt eerst bepaald welke grondlaag de hoogste potentie heeft. Hiervoor rekt de studie voor alle relevante lagen de technische potentie in ($\text{GJ}/\text{m}^2/\text{jaar}$) uit.
- ▶ Daarna moet de vertaalslag worden gemaakt om van de technische potentie terug te schalen naar een realistischere economische potentie. Aangezien Ecovat geen geologie studie doet maar een haalbaarheidsstudie worden er geen doubletten ingetekend maar wordt de technische potentie vermenigvuldigd met een factor $\alpha = 0.17$. Deze factor is gebaseerd op de verschillen tussen de technische potenties uit de ThermoGIS database en de nauwkeurige waarden uit de detailstudies..

Dit levert een aangenomen geothermie potentie per wijk in Zuid-Holland zoals wordt weergegeven in [Figuur 21](#).



Figuur 21. Geothermie potentie (GJ/m^2) Zuid-Holland

4.2.4 Aquathermie

De opgehaalde data is gecategoriseerd in: rioolwaterzuivering en rioolgemalen.

Na het ophalen van de openbare data wordt de volgende rekenmethode gehanteerd:

- ▶ Aquathermie wordt alleen meegenomen in de berekening van de wijk waarin deze bron ligt.
- ▶ De warmte wordt met warmtepompen opgewaardeerd tot max. 55°C in de Ecovat 55°C route.
- ▶ In de Ecovat 70°C route wordt de warmte met warmtepompen opgewaardeerd tot max 70°C, wat resulteert in een lagere COP oftewel een hoger elektraverbruik door de warmtepompen.
- ▶ Aquathermie heeft een baseload profiel.

4.2.5 Zonthermie

Zuid-Holland heeft verkennend onderzoek van zonthermie laten uitvoeren door CE Delft¹⁰. Hieruit volgt de potentie van zonthermie per RES. In overleg met de provincie Zuid-Holland is besloten om geen rekening te houden met potentie zonthermie per RES en het rekenmodel de vrijheid te geven om het aandeel zonthermie te bepalen. Hierbij kan vervolgens in de next step kan getoetst worden waar er ruimte beschikbaar is voor de zonnecollectoren in de wijk.

Rekenmethode:

- ▶ De inzet van zonthermie wordt bepaald op basis van de merit order, zie [Tabel 6](#).
- ▶ De opbrengst van zonthermie is aangenomen op 470 kWh/m²/jaar.
- ▶ Zonthermie produceert in de zomer 90°C en in de winter 70°C.
- ▶ De maximale zonnefractie (aandeel zonthermie van de totale productie) is 50%.

De uitkomst is het benodigde collector oppervlakte.

4.2.6 Collectieve warmtepompen

Voor collectieve warmtepompen wordt er geen data opgehaald. Feitelijk zijn de warmtepompen zelf geen (nauwelijks een) warmtebron maar zorgen ze enkel voor een temperatuurstep van LT-bronnen. Bijkomend voordeel is dat er ook koeling geleverd kan worden en de warmte kan worden opgeslagen.

Rekenmethode:

- ▶ Collectieve warmtepompen worden ingezet om LT-warmtebronnen op te waarderen naar de benodigde temperatuur. Hierbij wordt de COP van de warmtepompen bepaald door de temperatuurstep en een performance factor van 63% van het theoretisch Carnot-cyclus limiet.
- ▶ Het leveren van koeling aan gebouwen is ook een LT-warmtebron voor de collectieve warmtepompen. Het systeemrendement wordt dus hoger door het leveren van koeling, met name bij supermarkten en datacenters welke ook in de winter leveren.
- ▶ De warmtepompen in combinatie met LT-restwarmte worden gedimensioneerd op 6.000 vollasturen.
- ▶ De warmtepompen in combinatie met aquathermie worden gedimensioneerd op 3.500 vollasturen.

10 Bron: CE Delft (2020), 20.200260.148, Verkennend onderzoek zonthermie Zuid-Holland.

- De luchtwarmtepompen worden gedimensioneerd op 3.500 vollasturen. In combinatie met het Ecovat bieden de warmtepompen flexibiliteit. Ze zijn dunkelflaute proof. Dit wil zeggen dat ze twee weken in de winter achtereen uitgeschakeld kunnen worden wanneer er nauwelijks duurzame energie is. Ook kan het vermogen aangepast worden om duurzame overschotten op te vangen om zo het systeem in balans te houden, of door bij lokale congestie af- of op te regelen.

4.2.7 Andere warmtebronnen

In deze studie zijn de volgende warmtebronnen niet meegenomen in de doorrekeningen: Biomassa en E-boiler:

Biomassa: Biomassa zou een ook een gunstige duurzame bron kunnen zijn, zowel vanwege de kosten alsook vanwege de regelbaarheid. Echter, de potentie is wel gelimiteerd door de eisen van lokaal gebruik. Daarbij is de weerstand momenteel groot en heeft de inzet van biomassa niet de voorkeur van de provincie. Hier kan in de lokale wijkanalyse verder op worden als deze bron al wel aanwezig is.

E-boiler: Een E-boiler is m.n. interessant als er (lokale) overschotten van duurzame stroom voorkomen. Dat vindt in de komende jaren in Zuid-Holland echter nog nauwelijks plaats. Tot die tijd gebruikt een E-boiler dus vooral extra fossiele stroom en kan het nog niet als duurzame bron beschouwd worden.

4.2.8 Potentieverdeling over wijken

Het kan zijn dat een bepaalde wijk een overschot heeft aan duurzame warmte en dat een aanliggende wijk een tekort in potentie aanwezig is. Is dit het geval dan wordt de warmte verdeeld over aanliggende wijken. Om dit te realiseren wordt er tijdens de berekening een potentieoverschot berekend op basis van het overschot aan HT/MT-restwarmte, wat later wordt verdeeld over de wijken met een warmtetekort. Het warmtetekort van een wijk wordt bepaald op basis van de benodigde warmte en de lokale warmtebronnen die beschikbaar zijn.

4.3 Warmte- en koudeopslag

Om de winterpiek op te vangen wordt het Ecovat gebruikt. Daarbij wordt het Ecovat gebruikt om de mismatch tussen vraag en aanbod over langere periodes (tot seizoen) op te vangen. Het Ecovat is seizoenbuffering en het vat is gevuld met water dat op temperatuur gebracht wordt door beschikbare warmtebronnen.

Het benodigde volume voor opslag is de benodigde opslagcapaciteit maal het temperatuurverschil tussen de laadtemperatuur, 90°C, en de ontladtemperatuur, 20°C. De opslagcapaciteit wordt bepaald door de mismatch tussen de productie en vraagprofielen (op uurbasis). Bij het vraagprofiel wordt het verlies aan warmte in het warmtenet en het Ecovat opgeteld.

Het jaarlijkse warmteverlies van het Ecovat in de “standaard” 55°C route bedraagt 4,0% van de warmtevraag¹¹, zie [Tabel 7](#). Dat is ongeveer 10% verlies van de warmteopslagcapaciteit.

Het warmteverlies in de 70°C route bedraagt 6% van de warmtevraag. In deze route is het warmteverlies hoger omdat de gemiddelde temperatuur over een jaar in het Ecovat hoger is dan in de 55°C route.

11 Deze aanname is in 2019 gevalideerd door DNV-GL.

Tabel 7. Warmteverlies Ecovat

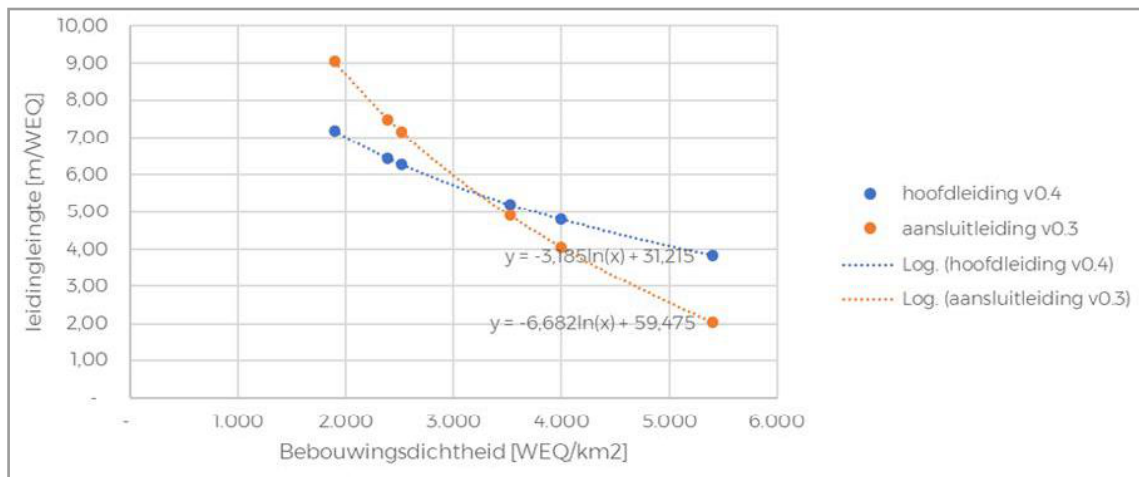
Omschrijving	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route
Jaarlijkse warmteverlies Ecovat	4%	6%

4.4 Infrastructuur

De warmte en koude worden geleverd via een distributienet welke onderverdeeld zijn in hoofdleiding en aansluitleiding. Het aantal meters per woningequivalent wordt bepaald op basis van onderstaande trendlijn.

- ▶ Hoofdleiding = $-3,185 \cdot \ln(x) + 31,215$, waarbij x = bebouwingsdichtheid (WEQ/km²).
- ▶ Aansluitleiding = $-6,682 \cdot \ln(x) + 59,475$, waarbij x = bebouwingsdichtheid (WEQ/km²).

De bebouwingsdichtheid is aangenomen tussen de 1.800 en 5.500 WEQ/km², zie [Figuur 22](#).



Figuur 22. Trendlijn hoofdleiding en aansluitleiding op basis van bebouwingsdichtheid

Het warmteverlies voor het warmtenet is vastgesteld op 10% voor de Ecovat 55°C route met een winterpiek van 55°C bij -10°C buitentemperatuur. Het warmtenet is voorzien van een stooklijn naar 35°C bij 20°C. In de zomer is het warmtenet in bedrijf voor het leveren van warmte aan de booster-warmtepompen die voorzien in de warmtapwater behoefte.

De retourtemperatuur van het warmtenet bedraagt 35°C in de winterpiek voor de Ecovat 55°C route, wat een DT van 20°C te gevolg heeft tussen de aanvoer- en retourleiding, in [Tabel 8](#) worden gehanteerde uitgangspunten weergegeven.

Voor het koudenet zijn geen energieverliezen aangenomen.

Het warmteverlies voor het warmtenet is vastgesteld op 20% voor de Ecovat 70°C route met een winterpiek van 70°C bij -10°C buitentemperatuur. In de zomer wordt het gehele warmtenet op temperatuur gehouden om warm tapwater te produceren met de afleverset. Het warmteverlies van het warmtenet in de Ecovat 70°C route ligt ca. 10% hoger.

De retourtemperatuur van het warmtenet bedraagt 40°C in de winterpiek voor de Ecovat 70°C route, wat een DT van 30°C te gevolg heeft tussen de aanvoer en retourleiding.

Tabel 8. Temperaturen in het warmte- en koudenet

Omschrijving	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route
Jaarlijkse warmteverlies warmtenet	10%	20%
Aanvoertemperatuur warmtenet winter	55°C	70°C
Retourtemperatuur warmtenet winter	35°C	40°C
Temperatuur warmtenet zomer	35°C	70°C
Aanvoertemperatuur koudenet	10°C	-
Retourtemperatuur koudenet	20°C	-

4.5 Aansluiting

Iedere woning en utiliteit krijgt een aansluiting.

Voor de woningen in de Ecovat 55°C route wordt de warmte geleverd via een afleverset met een aanvoertemperatuur tussen de 55°C (winter piek) en 35°C (zomerbedrijf). Warmtapwater wordt in de woning bereid tot de gewenste temperatuur (legionellapreventie) met een booster-warmtepomp + voorraadvat die bronzijdig door het warmtenet gevoed wordt. Koeling wordt ook geleverd via de afleverset in de woning.

De COP van de booster-warmtepomp (o.b.v. aanvoertemperatuur tussen de 35 en 55°C) is 5,0.

Voor de utiliteit komt er een afleverset die warmte en koeling levert.

Voor de woningen in de Ecovat 70°C route wordt de warmte geleverd via een afleverset met een aanvoertemperatuur van 70°C. De afleverset is tevens geschikt voor bereiding van warmtapwater in de woning.

4.6 Operationeel

Pompenenergie

Het water in het systeem moet rondgepompt worden door verschillende delen van het systeem:

- ▶ Het warmte koude-net;
- ▶ Het Ecovat;
- ▶ Warmtebronnen.

Beheer

Voor beheer zijn geen technische uitgangspunten. De financiële uitgangspunten van het beheer staan in hoofdstuk 5.3.2.

4.7 Isolatiemaatregelen

Het warmtenet in de Ecovat "standaard" route levert maximaal 55°C in de winterpiek. Niet alle woningen kunnen met deze temperatuur de woning warm houden in de winter waardoor er (isolatie)maatregelen getroffen moeten worden. Dit is zonder meer verstandig omdat hiermee ook energie bespaard wordt en direct CO₂ uitstoot wordt gereduceerd. Ecovat gaat uit van een set van prestatie-indicatoren (luchtdichtheid, verbruik per m², etc.) waarmee aan die 55°C voldaan kan worden. In hoofdstuk 5.5 wordt ingegaan op de investeringen.

Milieu Centraal heeft onlangs de 50 graden test gelanceerd, waarmee bewoners kunnen toetsen of hun woning al geschikt is voor laag temperatuur verwarming (LTV). <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/wonen-zonder-aardgas/50-gradentest/>

Het warmtenet in de 70°C route levert maximaal in de winterpiek. Deze temperatuur is voor een groot deel van de woningen geschikt om de woningen mee te verwarmen. Een woning met schillabel D kan zonder isolerende maatregelen met deze temperatuur verwarmd worden.

4.8 CO₂-reductie

Een groot deel van de CO₂ uitstoot wordt eerst gereduceerd door isolatiemaatregelen ten opzichte van de huidige situatie. Dit kan al ca. 25% CO₂-reductie opleveren afhankelijk van de wijk.

De CO₂ uitstoot van het huidige aardgasverbruik wordt teruggebracht naar 0. Echter, zal er nog wel een tijd CO₂ uitgestoten worden als gevolg van het extra elektriciteitsgebruik door warmtepompen en distributiepompen. We nemen een CO₂ intensiteit aan van 0,128 ton CO₂/MWh elektrisch (zie kader hieronder).

De totale reductie hangt af van het resterende elektriciteitsverbruik. Wanneer de collectieve warmtepompen een groot deel van de jaarlijkse warmtevraag voorzien zal er meer uitstoot zijn dan wanneer een groot deel wordt ingevuld door restwarmte.

De CO₂-reductie zal daarom variëren per project tussen de 85% en 95%.

Wanneer het aardgas in Nederland tijdelijk vervangen gaat worden door buitenlands aardgas (bijv. uit Rusland) of LNG leidt dit tot meer uitstoot van broeikasgassen. Dat betekent dat de vermeden uitstoot van dit duurzame warmtesysteem feitelijk groter wordt.

Het systeem levert ook koeling en bespaart daarmee inefficiënt elektraverbruik van airco's uit in woningen en utiliteit. Hoeveel dit bespaart is lastig te bepalen want dit hangt af van de aanname hoeveel woningen in potentie een airco zouden installeren.

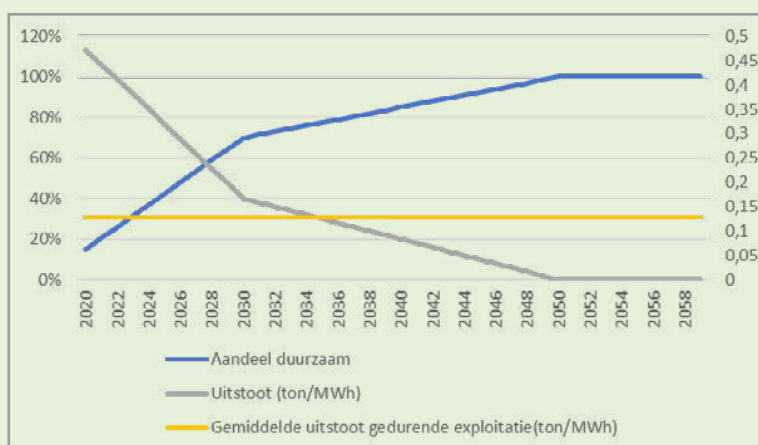
CO₂ intensiteit elektra

De CO₂ intensiteit van het elektriciteitsverbruik is enigszins lastig vast te stellen. Immers, de warmtepompen zullen zoveel mogelijk op basis van een duurzame stroommix flexibel aangestuurd worden. Dat wil zeggen dat ze zoveel mogelijk aan staan wanneer er veel windstroom is in Nederland en juist uit staan wanneer deze uitsluitend van kolen/gascentrales komt.

Aan de andere kant kan gesteld worden dat er de komende 10 jaar altijd een mix is van opwekkers op het elektriciteitsnet en dat iedere toename van verbruik maar door grofweg twee oplossingen opgevangen kan worden, namelijk import en gascentrales. Een kleine nuance is dat meer vraag ook een betere markt creëert voor nog te bouwen windparken en dat daardoor toch niet al het extra verbruik door import en gascentrales wordt opgevangen.

We hanteren daarom de volgende conservatieve, vereenvoudigde, berekening:

- ▶ Het aandeel groene stroom is in 2020 15%, in 2030 70%, en in 2050 100%;
- ▶ Grijze stroom heeft uitstoot van 0,556 ton CO₂/MWh en groene stroom 0,00 ton/CO₂/MWh;
- ▶ De gemiddelde uitstoot over de levensduur van het warmtesysteem is dan 0,128 ton CO₂/MWh.



HOOFDSTUK 5

Financiële uitgangspunten



5 Financiële uitgangspunten

Dit hoofdstuk licht toe hoe de business case met bijbehorend rendement in een wijk is opgebouwd. De uitgangspunten zijn onderverdeeld in de volgende hoofdstukken: investeringen, operationele kosten, inkomsten, investeringen besparingsmaatregelen, vermeden systeemkosten en subsidiemogelijkheden.

5.1 Belangrijkste financiële uitgangspunten

De belangrijkste uitgangspunten zijn:

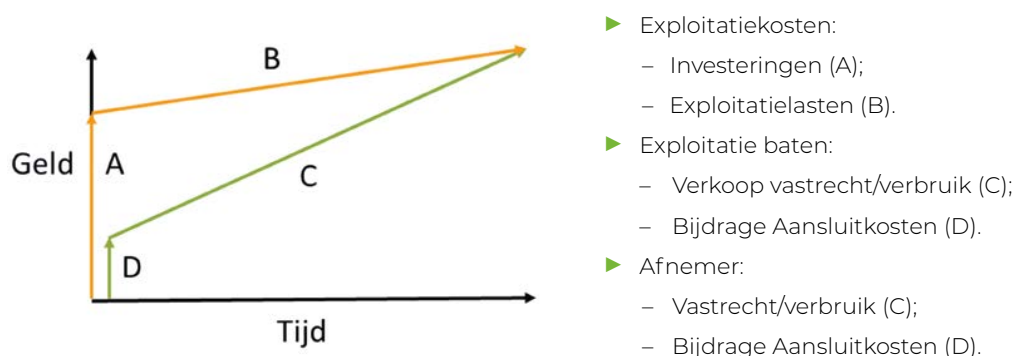
- ▶ Alle genoemde bedragen en tarieven zijn excl. BTW.
- ▶ Alle investeringen zijn een eerste raming o.b.v. kentallen.
- ▶ Alle investeringen zijn prijspeil 2021.
- ▶ De exploitatieperiode is 40 jaar.
- ▶ Levering van warmte én koude in de Ecovat 55°C route.
- ▶ Levering van alleen warmte in de Ecovat 70°C route.
- ▶ De vollooptijd is 2 jaar vanaf de investeringsbeslissing met een volloopgraad van 100%.
- ▶ Jaarlijkse en variabele tarieven warmte en koude volgens warmtewet.
- ▶ Jaarlijkse indexatie van warmtetarieven 2,00% per jaar (gelijk aan aangenomen inflatie).
- ▶ Bijdrage aansluitkosten (BAK) per woning is € 4.031,44.

Niet meegenomen in de business case:

- ▶ Programma aardgasvrije wijken subsidie (PAW).
- ▶ Subsidieregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH).
- ▶ Vermeden systeemkosten, zie hoofdstuk 5.6.

De gebruiker betaalt via het NMDA-systeem een bepaalde kost voor warmte (€/GJ). Daarnaast wordt per aansluiting met een vaste bijdrage aansluitkosten (BAK) gerekend conform de vastgestelde warmtewet tarieven 2021. Binnen de NMDA is ook deze aansluitkosten aan een limiet gebonden.

In [Figuur 23](#) wordt het kosten principe van warmtenetten weergegeven.



Figuur 23. Kosten principe van warmtenetten

Uiteindelijk kunnen de cases verschillen in schaal, woningtypologie en bronnen.

5.2 Investerings (CAPEX)

De investeringen in het systeem zijn onderverdeeld in: opwekking, opslag, infra en aansluiting. Welke weer verdeeld zijn in deelsystemen. Zie onderstaande lijst:

- ▶ Opwekking:
 - MT/LT restwarmte;
 - Warmtetransportleidingen;
 - Geothermie;
 - LT-restwarmte;
 - Aquathermie;
 - Zonnecollectoren;
 - Technische ruimte centraal incl. luchtwarmtepompen;
 - Elektra aansluiting (incl. trafo).
- ▶ Opslag:
 - Ecovat;
 - Pompkelder.
- ▶ Infra:
 - Warmte- en koudenet.
- ▶ Aansluiting:
 - Afleverset / meters ed.;
 - Boosterwarmtepomp;
 - Tijdelijke voorzieningen.

Bovenop bovenstaande investeringen zijn nog de volgende posten opgenomen:

- ▶ Onvoorzien (5%);
- ▶ Indirecte kosten (21%): onderzoek, engineering, projectmanagement, algemene kosten. Deze indirecte kosten gelden voor alle investeringen, behalve het Ecovat. In de investering van het Ecovat zitten deze indirecte kosten al opgenomen.



5.2.1 Opwekking

De gehanteerde investeringskosten voor warmtebronnen zijn voor zowel de Ecovat 55°C route als de 70°C route gelijk, zie [Tabel 9](#).

Tabel 9. Investeringskosten warmtebronnen

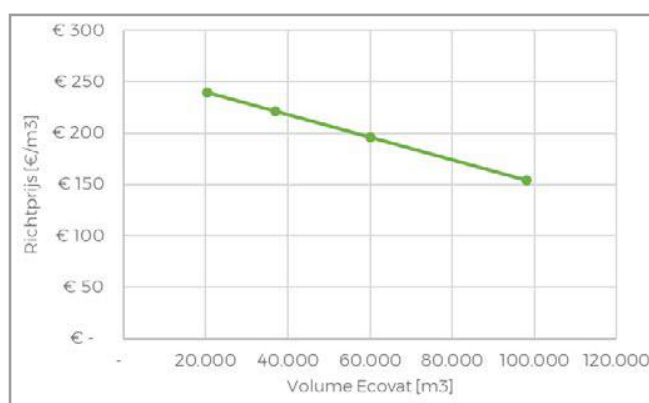
Onderdeel	Investeringskosten	Eenheid
Zonnecollectoren	€300	m ²
Technische ruimte centraal met warmtepompen	€950	kWth
Restwarmte (enkel uitkoppeling)	€450	kWth
Backbone (warmtelinQ)	€2.000	kWth
Geothermie	€1.360	kWth
LT-restwarmte met warmtepompen (enkel TEO en TEA)	€1.004	kWth
Aquathermie	€1.000	kWth

5.2.2 Opslag (Ecovat)

De richtprijs van het Ecovat per m³ is afhankelijk van de grootte. Het kleinste vat is 20.300 m³ en kost €240/m³, en het grootste vat van 98.000 m³ kost €160/m³, zie [Figuur 24](#). Er is momenteel geen kostendaling aangenomen bij volumes boven de 98.000 m³. Deze richtprijzen zijn inclusief:

- ▶ Volledig ondergronds (Indien (deels) bovengronds, dan dalen de kosten).
- ▶ Diffusers.
- ▶ Temperatuursensoren.
- ▶ Indirecte kosten (Algemene kosten, winst en risico, verzekering, leges (kan verschillen per gemeente), engineering, ruimtelijke onderbouwing, sonderingen).

N.B. Dit zijn richtprijzen van 2021. Reductie van kosten en grondstoffen zijn twee zeer belangrijke doelstellingen in de groeistrategie van Ecovat. Zie ook hoofdstuk 6.1 Kansen. De kostenreductie is vooralsnog niet meegenomen bij de haalbaarheidsberekeningen van het Ecovat warmtekoudesysteem.



Figuur 24. Richtprijs Ecovat

De pompkelder is onderdeel van de opslag en afhankelijk van de grootte van het Ecovat. In [Tabel 10](#) zijn de investeringen de pompkelder, voor beide routes zijn de waardes gelijk.

Tabel 10. Investeringskosten pompkelder

Onderdeel	Investeringskosten	Eenheid
Pompkelder	=€606,13*(volume Ecovat) ^(-0,322)	m ³ Ecovat
Elektra aansluiting (incl. trafo)	€200	kWel

5.2.3 Infra

De investeringen in het warmte- en koudenet voor beide routes zijn gepresenteerd in [Tabel 11](#).

Tabel 11. Investeringskosten warmte- en koudenet

Onderdeel	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route	Eenheid
Hoofdleiding (4-pijps of 2-pijps)	€720	€490	Meter
Aansluitleiding (4-pijps of 2-pijps)	€301	€264	Meter
Inpandig leidingwerk woningen	€2.000	€1.350	Woning
Inpandig leidingwerk utiliteit	€150	€150	kW

5.2.4 Aansluiting

In [Tabel 12](#) staan de investeringen van de aansluiting voor beide routes.

Tabel 12. Investeringskosten voor een individuele woningaansluiting

Onderdeel	Ecovat 55°C route	Ecovat 70°C route	Eenheid
Afleverzet	€1.457	€1.390	Woning
Booster warmtepomp	€2.500	€0	Woning
Tijdelijke voorzieningen	€250	€250	Woning

5.2.5 Afschrijvingen en herinvesteringen

In Tabel 13 staan de afschrijvingen en gehanteerde percentages voor herinvesteringen van de assets zijn voor beide routes gelijk aan elkaar.

Tabel 13. De gehanteerde afschrijving en herinvestering termijnen

Onderdeel	Afschrijving (jaar)	Herinvestering (%)	Jaar herinvestering (jaar)
Opwekking (bronnen)			
Zonnecollectoren	40	50%	20
Technische ruimte centraal met warmtepompen	40	40%	20
Restwarmte (enkel uitkoppeling)	20	50%	20
Backbone (warmtelinQ)	20	0%	40
Geothermie	40	50%	20
LT-restwarmte	20	50%	20
Aquathermie	20	50%	20
Opslag			
Ecovat	50	1% ¹²	20
Pompkelder	40	40%	20
Elektra aansluiting (incl. trafo)	40	-	-
Infra			
Warmtenet	50	20%	40
Aansluiting			
Afleverset	40	100%	20
Booster warmtepompen	40	50%	20
Tijdelijke voorzieningen	-	-	-

12 Voor vervanging van sensoren en over/onderdrukventiel

5.3 Operationele kosten (OPEX)

5.3.1 Onderhoud

In Tabel 14 staan de percentages aan onderhoudskosten van de assets, deze zijn voor beide routes gelijk aan elkaar.

Tabel 14. Onderhoudskosten

Onderdeel	Percentage (op CAPEX per jaar)
Opwekking (bronnen)	
Zonnecollectoren	1,20%
Technische ruimte centraal met warmtepompen	2,20%
Restwarmte (enkel uitkoppeling)	2,20%
Backbone (warmtelinQ)	0%
Geothermie	6,70%
LT-restwarmte	3,60%
Aquathermie	2,30%
Opslag	
Ecovat	0,12%
Pompkelder	2,20%
Elektra aansluiting (incl. trafo)	0%
Infra	
Warmtenet	2,00%
Aansluiting	
Meters ed.	2,20%
Booster warmtepompen	2,20%
Tijdelijke voorzieningen	2,20%

5.3.2 Inkoop en beheer

In [Tabel 15](#) staan de inkoop en beheer kosten van de assets, deze zijn voor beide routes gelijk aan elkaar.

Tabel 15. Inkoop energie en beheer kosten van de assets

Omschrijving	Eenheid	Grootte	Toelichting
Elektriciteit t.b.v. warmtepompen	€/MWh	€34	Flexibele inkoop op lage prijzen, vermijden hoge prijzen.
Elektriciteit t.b.v. pompenergie	€/MWh	€41	Gem. APX-prijs
Energiebelasting + opslag duurzame energie (ODE)	€/MWh	Tussen ca. €26 en €42	Gestaffeld o.b.v. het verbruik
Netwerkkosten	€/MWh	€26	Gemiddelde kost over diverse projecten o.b.v. vast en variabele netwerktarieven.
Facturatie, incasso, klantadministratie, datacollectie, callcenter	€/aansluiting/ jaar	€62	
Dienst inkoop elektra	€/MWh	€4	Via programmaverantwoordelijke partij
EPIC (Ecovat power in control)	€/1000WEQ/ jaar	€30.000	SCADA-systeem (Asset management, slimme energie-inkoop, sturing, rapportage)
Verzekeringen	% van CAPEX / jaar	0,40%	
Accountant	€/jaar	€3.800	Jaarrekening

5.4 Inkomsten

In Tabel 16 staan de inkomsten uit de levering van warmte en koude, deze zijn in beide routes gelijk aan elkaar.

Tabel 16. Inkomsten uit levering van warmte en koude

Omschrijving	Eenheid	Prijs	Toelichting
Levering warmte	€/GJ	€ 21,08	
Levering koude	€/GJ	€ 20,00	Enkel voor utiliteiten
Vastrecht warmte	€/WEQ/jaar	€ 395,54	https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven
Vastrecht koude	€/WEQ/jaar	€ 197,07	https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven
Huur afgifte set CW4	€/WEQ/jaar	€ 103,27	https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven
Meettarief	€/aansluiting/jaar	€ 22,17	https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven
Bijdrage aansluitkosten (BAK) kleinverbruik/woningen	€/aansluiting	€ 4.031,44	https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven
Bijdrage aansluitkosten grote utiliteiten	€/m ²	€ 18,75	Voor warmte en koude
Stimulering Duurzame Energietransitie (SDE++) zonthermie	€/MWh	€ 64	Looptijd 15 jaar
Investeringsubsidie duurzame energie (ISDE)	€/booster warmtepomp	€ 800	Eenmalige

5.4.1 Energielasten eindgebruiker

De energielasten voor wat betreft het verbruik van warmte en koude en de vastrechtstarieven voor warmte en koude zijn in alle business case varianten meegenomen volgens het NMDA-principe van 2021.

De vastrechtbedragen zijn gedetailleerd uitgewerkt aan de hand van de laatste informatie/publicaties in het kader Warmtewet en de beleidsvoornemens Warmtewet 2.0 door de Autoriteit Consument & Markt (ACM). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de huidige warmtewet en de concept warmtewet 2.0, vooralsnog, het beoogde duurzame energiesysteem niet volledig beschrijven.

Uitgangspunt is dat de uiteindelijke energielasten voor de gebruiker/afnemer gelijk en of lager zijn dan in een vergelijkbare uitwerking voor het leveren van warmte en koude met fossiele energie, zoals gas en elektriciteit.

5.5 Investering besparingsmaatregelen

De kosten van de isolatiemaatregelen voor grondgebonden en gestapelde woningen worden in [Tabel 17](#) en [Tabel 18](#) weergegeven. De kosten voor isoleren van een slecht rood label G naar een groen A+ label zijn gebaseerd op de Voorbeeldwoningen 2011 van RVO (Bron CE Delft – Een klimaat neutrale warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving – update 2015)

Tabel 17. Investering in isolatiestappen van grondgebonden woningen in €/m²

Schil	A	B	C	D	E	F
Van G	141	116	102	80	57	30
Van F	138	107	89	61	30	-
Van E	132	96	75	43	-	-
Van D	110	80	34	-	-	-
Van C	99	72	-	-	-	-
Van B	84	-	-	-	-	-

Tabel 18. Investering in isolatiestappen van gestapelde woningen in €/m²

Schil	A	B	C	D	E	F
Van G	170	140	123	96	66	33
Van F	166	128	106	72	35	-
Van E	147	107	85	49	-	-
Van D	122	76	49	-	-	-
Van C	95	69	-	-	-	-
Van B	70	-	-	-	-	-

- ▶ De kosten voor de labelsprong naar label B, van een grondgebonden woning van 120m² variëren tussen de € 13.920,-/woning (wanneer je van G-label komt) en € 9.600,-/woning (wanneer je van D-label komt).
- ▶ De kosten voor de labelsprong naar label B, van een gestapelde woning van 100m² variëren tussen de € 14.000,-/woning (wanneer je van G-label komt) en € 7.600,-/woning (wanneer je van D-label komt).



5.5.1 Financiering van besparingsmaatregelen

Woningeigenaren kunnen via het Nationaal Warmtefonds een voordelige lening afsluiten om de kosten voor het isoleren van de woning te financieren. Dit is een lening met gunstige voorwaarden, veel van de leningen hebben een lage rente en kunnen op ieder moment boetevrij afgelost worden. In [Tabel 19](#) worden de bruto maandlasten bij een bepaalde investering weergegeven.

Tabel 19. Bruto maandlasten isoleren woning woningeigenaren bij afsluiten en lening

Hoofdsom	Bruto maandlasten	Looptijd in maanden	Rente	Totale kosten lening	Jaarlijkse kostenpercentage
€ 15.000,-	€ 76,60	240	2,10%	€ 18.384,00	2,12%
€ 15.000,-	€ 96,53	180	2,00%	€ 17.375,40	2,02%
€ 15.000,-	€ 136,69	120	1,80%	€ 16.402,80	1,82%
€ 10.000,-	€ 91,13	120	1,80%	€ 10.935,60	1,82%
€ 4.999,-	€ 62,95	84	1,60%	€ 5.287,80	1,61%

5.6 Indexaties

Er wordt een standaard inflatie gehanteerd van 2,0% per jaar.

Op de meeste kosten en inkomsten wordt een indexatie aangehouden van 2,0% per jaar, gelijk aan de inflatie. De enige component waarop géén 2,0% per jaar wordt aangehouden is de inkoop van elektriciteit t.b.v. de collectieve warmtepompen.

5.6.1 Inkoop elektriciteit warmtepompen

Hier is een negatieve indexatie van -2,0% per jaar aangenomen. Dit komt omdat de warmtepompen flexibel ingezet worden i.c.m. met het Ecovat. Op momenten van hoge elektriciteitsprijzen worden ze afgeregeld en vice versa. De prijs van elektriciteit op de spotmarkt wordt steeds volatieler de komende jaren/decennia door het groeiende aandeel (niet regelbare) duurzame energie. Hierdoor zullen de collectieve warmtepompen van een Ecovat warmtekoudesysteem richting te toekomst steeds gunstiger kunnen inkopen.

5.7 Financiering

Deze studie berekent het projectrendement per wijk. De financieringslast is dus geen input voor de berekening. Wanneer een project commercieel aantrekkelijk is, zou een financiering er als volgt uit kunnen zien:

- ▶ Senior lening 70% (rentelast ca. 2,50%).
- ▶ Junior lening 15% (rentelast ca. 6,00%).
- ▶ Eigen vermogen 15% (rendement afhankelijk van project).

5.8 Vermeden systeemkosten

Door een Ecovat warmtekoudesysteem te implementeren in een gebied leidt dit tot een kostenbesparing voor een lokale netbeheerder t.o.v. het alternatief van individuele warmtepompen. Ten opzichte van een warmtevoorziening met elektrische warmtepompen, vermijdt het Ecovat warmtekoudesysteem substantiële kosten van verzwaringen in het elektriciteitsnet. Dit is het gevolg van een verminderde piekvraag naar elektriciteit, waardoor minder back-up centrales en een minder verzaamd elektriciteitsnet nodig is. Berenschot heeft in twee onderzochte scenario's deze effecten als volgt gekwantificeerd wanneer het volledige marktpotentieel van Ecovat (66 PJ) wordt ingevuld ten koste van elektrische warmtepompen.

<https://www.ecovat.eu/wp-content/uploads/2018/07/Ecovat-Vermeden-systeemkosten.pdf>

Een vaak gestelde vraag over bovenstaande studie is: *“Moet het elektriciteitsnet uiteindelijk niet toch verzaamd moet worden t.g.v. individuele zon-pv en elektrisch rijden? En zijn er dus minder vermeden systeemkosten zijn dan in deze studie is aangenomen.”* Dit is niet het geval want de ontwikkelingen van zon-pv en elektrisch rijden zijn opgenomen in de systeemstudie van Berenschot dus hiervoor is gecorrigeerd.

5.9 Subsidiemogelijkheden

Er zijn meerdere subsidiemogelijkheden bij implementatie van een Ecovat warmtekoudesysteem. In **Tabel 20** de subsidiemogelijkheden. Een aantal mogelijkheden worden hieronder verder toegelicht.

Tabel 20. Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Al opgenomen in business case?
Stimulering Duurzame Energietransitie (SDE++)	Ja, voor geothermie, LT-restwarmte, aquathermie en zonthermie.
Investeringssubsidie duurzame energie (ISDE)	Ja, voor de booster warmtepomp met voorraadvat
Programma Aardgasvrije Wijken (PAW)	Nee
Subsidieregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH)	Nee
Subsidie energiebesparing eigen huis	Nee

5.9.1 Stimulering Duurzame Energietransitie (SDE++)

<https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde/aanvragen>

Deze subsidieregeling is bedoeld voor bedrijven en profit-instellingen in sectoren als: industrie, mobiliteit, elektriciteit, landbouw en de gebouwde omgeving. Subsidie kan worden aangevraagd indien er hernieuwbare warmte wordt geproduceerd of er een CO₂-arme warmte wordt toegepast. SDE++ kan in een project aangevraagd worden in de volgende 2 hoofdcategorieën met subcategorie:

- ▶ Hernieuwbare warmte, zonthermie;
- ▶ Hernieuwbare warmte, geothermie (ultra)diep;
- ▶ CO₂-arme warmte, aquathermie (TEO en TEA);
- ▶ CO₂-arme warmte, restwarmte;
- ▶ CO₂-arme warmte, warmtepomp.

Als na aanvraag een SDE++ beschikking wordt ontvangen, dan wordt de subsidie toegekend voor een periode van 12 of 15 jaar. Het aantal jaren is afhankelijk van de toegepaste techniek.

SDE++ voor de zonnecollectoren is voor een periode van 15 jaar meegenomen in de businesscase. SDE++ voor het toepassen van restwarmte is nog niet in de huidige business case verwerkt. De hoogte hiervan is afhankelijk van het aandeel en zal een positief effect op het projectrendement hebben.

5.9.2 Investeringssubsidie Duurzame Energie (ISDE)

<https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/isde/woningeigenaren/voorwaarden-woningeigenaren/isolatiemaatregelen>

Deze Subsidieregeling stimuleert het treffen van energiebesparende maatregelen in bestaande koopwoningen. Woningeigenaren kunnen in aanmerking komen Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing voor woningeigenaren (ISDE) Voorwaarde is dat er 2 of meer maatregelen zijn uitgevoerd en betaald.

Daarnaast kan gecombineerd door het uitvoeren van 1 isolatiemaatregel met een warmtepomp, zonneboiler of een aansluiting op een warmtenet.

De energiebesparende isolatiemaatregelen waaruit men uit kan kiezen, zijn:

- ▶ Spouwmuurisolatie: het isoleren van bestaande spouwmuren in de thermische schil.
- ▶ Dakisolatie: het isoleren van het bestaande dak in de thermische schil, of van de bestaande zolder- of vlieringvloer (als de zolder onverwarmd is).
- ▶ Vloerisolatie en/of bodemisolatie: het isoleren van de bestaande vloer en/of de bestaande bodem (ofwel de kruipruimte) in de thermische schil.
- ▶ Gevelisolatie: het isoleren van de bestaande binnen- of buitengevel met isolatiemateriaal.
- ▶ Hoog-rendementsglas: het vervangen van glas in de thermische schil door HR++-glas of door triple glas.

Tabel 21. Subsidiebedrag SEEH per energiebesparende maatregel

Maatregel	Uitvoering	Subsidie per m ²
Spouwmuur		€ 5
Dak of zolder-/vlieringvloer	Dak	€ 20
	Zolder- of vlieringvloer	€ 5
Gevel	Binnen- of buitengevel	€ 25
Vloer en/of bodem	Vloer	€ 7
	Bodem (eventueel gecombineerd met vloerisolatie)	€ 4
Hoog- rendementsglas	HR++-glas	€ 35
	Triple glas in combinatie met (nieuw) isolerend kozijn	€ 100
	Panelen in combinatie met HR++-glas	€ 15
	Panelen in combinatie met triple glas en (nieuw) isoleren kozijn	€ 75

Daarnaast is het mogelijk met deze subsidieregeling om een deel van de aanschafkosten van de booster-warmtepomp terug te vragen. De booster-warmtepompen worden door de warmte-en koude bedrijf geleverd. Deze partij is verantwoordelijk voor het terugvragen van een deel van de aanschafkosten.

De subsidieregeling loopt tot 2030, hierbij dient rekening gehouden te worden met tussentijdse wijzigingen op subsidiebedragen die doorgevoerd kunnen worden.

- ▶ De ISDE vergoedt €800 per booster-warmtepomp.

Deze subsidie is in de huidige business case verwerkt.

Tevens is met deze subsidieregeling mogelijk om subsidie te ontvangen voor de aansluiting op een warmtenet.

- ▶ De ISDE vergoedt €3.325 voor een aansluiting op een warmtenet.

Deze subsidie is niet in de huidige business case verwerkt.

5.9.3 Programma Aardgasvrije Wijken (PAW)

<https://aardgasvrijewijken.nl/default.aspx>

De subsidieregeling proeftuinen is voor gemeenten om wijken los te koppelen van het aardgas. De proeftuinen zijn bedoeld om ervaring op te doen met het aardgasvrij maken van wijken, zodat andere gemeenten daar in de toekomst van kunnen leren. In de proeftuinwijken werken gemeenten vaak samen met corporaties.

De subsidieregeling is alleen bestemd voor gemeenten en dienen deze ook aan te vragen. De subsidie valt binnen het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW). De subsidie is ook bestemd voor corporatiewoningen. Veel corporaties zijn dan ook samenwerkingspartners bij de proeftuinen en hebben duidelijke afspraken gemaakt over een gezamenlijke aanpak van de wijken.

Het subsidiebedrag bedraagt gemiddeld € 4 miljoen en is bedoeld voor bestaande wijken met een omvang van ongeveer 500 woningen.

Proeftuinwijken moeten binnen acht jaar zijn losgekoppeld van het aardgas.

Deze subsidie is nog niet in de business case verwerkt en zal een positief effect op het projectrendement hebben.

5.9.4 Subsidieregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH)

<https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimuleringsregeling-aardgasvrije-huurwoningen-sah-voor-verhuurders>

Deze subsidieregeling is voor woningcorporaties die hun bestaande huurwoning aardgasvrij willen maken. Deze subsidie kan aangevraagd worden bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Met de SAH kan subsidie verkregen worden voor de aansluiting van huurwoningen op een extern warmtenet. De subsidie is zowel voor aanpassingen in de woningen als voor de aansluitkosten op het warmtenet.

De SAH is voor alle bestaande huurwoningen die binnen 5 jaar van het aardgas af gaan en op een warmtenet zijn aangesloten.

Een woningcorporatie kan per huurwoning maximaal €5.000 subsidie ontvangen.

- ▶ De SAH vergoedt 40% van de aanpassingen in de woning (in pandige woningkosten). Er kan maximaal € 1.200 per woning voor de in pandige woningkosten ontvangen worden.
- ▶ De SAH vergoedt 30% van de aansluitkosten van een woning op een warmtenet. Er kan maximaal € 3.800 per woning voor aansluitkosten ontvangen worden.

Deze subsidie is nog niet in de business case verwerkt en zal een positief effect op het projectrendement hebben.



HOOFDSTUK 6

Kansen en risico's

6 Kansen en risico's

In hoofdstuk 6.1 worden de belangrijkste kansen toegelicht en in hoofdstuk 6.2 worden de belangrijkste risico's beschreven voor de haalbaarheid van een Ecovat warmtekoudesysteem.

6.1 Kansen en prijsontwikkelingen

In Tabel 22 worden de belangrijkste kansen toegelicht.

Tabel 22. Kansen

Kans	Toelichting
Duurzame warmte en koude/ CO ₂ -reductie	Het Ecovat warmtekoudesysteem zorgt voor ca. 90% CO ₂ reductie (afhankelijk van de wijk) en levert een grote bijdrage aan de doelstellingen van het klimaatakkoord.
Koeling	Koeling wordt steeds belangrijker en kan integraal meegenomen worden. Hiermee kan worden voorkomen dat er in de toekomst veel airco's geplaatst worden die veel energie verbruiken en de gebouwde omgeving extra opwarmen. Zie bijlage 1 voor een uitgebreide toelichting over koeling.
Prijsontwikkeling Ecovat buffer	<p>Er liggen diverse kansen voor standaardisatie, industrialisering en opschaling van de Ecovat buffer:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ De productielijn voor het maken van het Ecovat is in 2020 grotendeels gerobotiseerd en Ecovat werkt aan verdere industrialisering van de productielijn én bouwmethode.▶ De bouwmethode en het materiaalgebruik voor de bouw van het Ecovat kan verder geoptimaliseerd worden wanneer de eerste systemen operationeel zijn.▶ Indien het Ecovat niet (volledig) ondergronds hoeft, zijn de kosten lager.▶ Grotere Ecovaten zijn goedkoper per m³. Op dit moment is het grootste Ecovat 98.000 m³ (diameter 48 meter). Ecovat onderzoekt de mogelijkheden voor grotere systemen en werkt hierin samen met een Europese expertgroep (naam onderzoek: IEA ECES Annex39 LTES for DH, https://iea-ec.es.org/annex-39/).▶ De standaard projectaanpak van engineering en financiering, naar bouw tot beheer en onderhoud is uitgewerkt in "product breakdowns" conform de Prince2 methodiek. Hierdoor wordt controle gehouden op het gehele proces.

Kostendaling door standaardisatie, industrialisering en opschaling	<p>Er liggen diverse kansen voor standaardisatie, industrialisering en opschaling:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ De kosten van grote zon-thermische systemen in Nederland kunnen nog sterk dalen wanneer wordt gekeken naar de kostprijs van installaties in Duitsland en Denemarken.▶ De boosterwarmtepomp met buffervat is inmiddels één standaardproduct maar een paar jaar geleden waren dit nog 2 losse producten. Een volgende stap, die al in ontwikkeling is, is de industrialisering van de afleverset met boosterwarmtepomp in één standaardproduct.▶ Innovatieve aansluitingen zoals het aansluiten van woningen via de buitengevel (in plaats van inpandig) of via de zolder of kruipruimte biedt kansen voor snelheid en kostendaling ten opzichte van inpandig leidingwerk.▶ De energiecentrale met collectieve warmtepompen wordt een standaardproduct m.b.v. skids.▶ Ecovat heeft een standaard contract-structuur gereed voor het oprichten, bouwen en beheren van een warmte-koude bedrijf in iedere gemeente/wijk met bijbehorende afname.
--	---

Lage operationele kosten	Het Ecovat warmtekoudesysteem is vooral CAPEX-intensief met een lange levensduur waardoor de operationele kosten laag zijn. Wanneer het systeem eenmaal operationeel is, zijn er weinig risico's voor de financiële stabiliteit.
--------------------------	--

Coöperatie van burgers	De financiële structurering van het lokale Ecovat warmtekoudesysteem biedt de mogelijkheid voor burgers om te investeren in het lokale systeem.
------------------------	---

Koppelkansen	<ul style="list-style-type: none">▶ Koppeling met diverse gemeentelijke beleidsambities en -programma's in de wijk en bovenwijken, zoals klimaat, riolering, wegen en groenbeheer, sociale programma's, etc.▶ Koppeling met herinrichting van de wijk, het verlagen van de maximale snelheid in de wijk en groenvoorzieningen.▶ Het drinkwaterbedrijf heeft informatie over hun investerings- en vervangingsplanning.▶ De netbeheerder (elektriciteit en gas) heeft informatie over hun afschrijving gasleiding, investerings- en vervangingsplanning.
--------------	---

Flexibiliteit voor het elektriciteitsnet/ vermeden systeemkosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ In hoofdstuk 5.6 is het principe van vermeden systeemkosten toegelicht¹³. ▶ Lokale overschotten van duurzame stroomproductie kunnen opgevangen worden met warmtepompen (en evt. e-boilers) waardoor er geen congestie optreedt. ▶ De warmtepompinstallatie kan afgeregeld worden wanneer het elektriciteitsnet overbelast wordt door een hoge vraag, bijvoorbeeld op een koude dag. Hierdoor is er ook minder behoefte aan (fossiele) piekcentrales op nationaal niveau en wordt er minder CO₂ uitgestoten. ▶ Nationale overschotten van duurzame energie kunnen lokaal opgeslagen worden. ▶ Systeembalansdiensten kunnen geleverd worden aan de TSO (TenneT).
Nieuwbouw	Nieuwbouwontwikkelingen kunnen aangesloten worden op het systeem en daardoor voldoen aan de BENG-eisen.
Restwarmte	<p>De potentie van restwarmte is mogelijk groter, want:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ De openbare data over restwarmte uit de warmteatlas is niet volledig. Uit eerdere studies is gebleken dat een restwarmtebronnen met 0 GJ/jaar potentie toch potentie blijken te hebben.
Subsidies	<p>Afhankelijk van de locatie en het ontwerp zijn er diverse subsidie-mogelijkheden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Op dit moment zijn er kansrijke subsidies zoals de Proeftuin Aardgasvrije Wijken, ISDE voor warmtenetaansluiting voor woning-eigenaren, de Subsidieregeling Aardgasvrije Huurwoningen, Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie, en Europese subsidies. ▶ Er kunnen nieuwe subsidieregelingen ontstaan voor bijv. energie-opslag, vermeden systeemkosten.

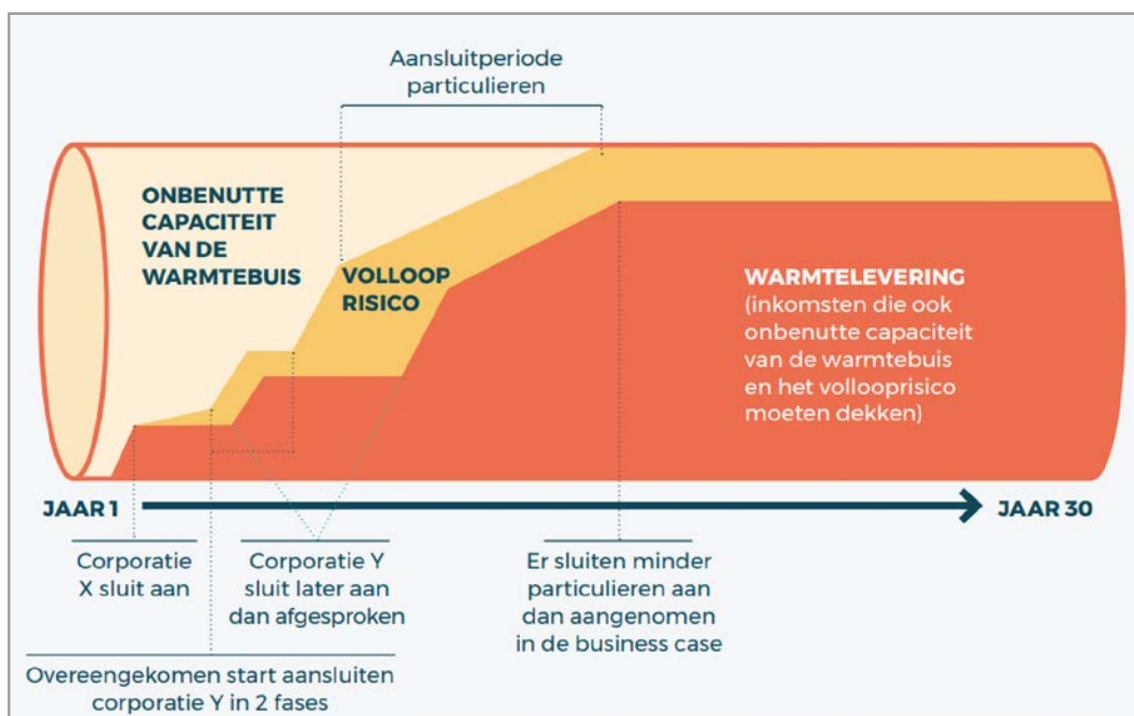
13 Meer informatie over de systeemstudie van berenschot staat hier: <https://www.ecovat.eu/nieuws/minder-kosten-netver-zwaring-en-piekcentrales-per-ecovat-project-a-17-tj-eeen-jaarlijkse-besparing-tussen-de-e-97-000-en-e-167-000/>

6.2 Risico's

6.2.1 Volloopriscio

Een van de voornaamste risico's en tevens knelpunten in het proces tot het komen van een warmtenet, is het volloopriscio. Hierdoor is er sprake van overcapaciteit in de warmtebuis, waarmee geen rekening gehouden was in de business case, zie [Figuur 25](#).

Wanneer er in een wijk gestart wordt met de ontwikkeling van een Ecovat warmtekoudesysteem is het nog niet zeker hoeveel woningen/gebouwen aangesloten willen worden. Wanneer te weinig gebouwen uiteindelijk aangesloten worden kan dit het rendement significant verlagen.



Figuur 25. Weergave volloopriscio, uit Landelijk Kader Startmotor (2020)

In deze studie is uitgegaan van een vollooperperiode van 2 jaar. Oftewel dat vanaf het moment van de investering in de eerste stukken warmtenet het 2 jaar duurt voordat het warmtenet volledig benut wordt.

Mitigatie van het volloopriscio:

- ▶ Voor de mitigatie van het bronrisico is flexibiliteit (modulair) in het systeemontwerp belangrijk.
- ▶ De gemeente kan een wijk als warmtekavel aanwijzen conform de nieuwe Wet Collectieve Warmtevoorziening waardoor gebouwen verplicht zullen zijn om aan te sluiten¹⁴.
- ▶ Het volloopriscio dient voldoende te zijn afgedekt met contracten voordat het investeringsbesluit wordt genomen. Hierin wordt vastgelegd welke woningen wanneer worden aangesloten en met welke voorwaarden. Voor de hand liggende partijen hierin zijn: woningcorporatie, projectontwikkelaars, utiliteiten en particuliere woningbezitters.
- ▶ Wijken met een hoog aandeel woningcorporatiewoningen hebben dus een lager volloopriscio wanneer hier afspraken worden gemaakt. De woningcorporatie dient wel goedkeuring te krijgen van 70% van haar huurders.
- ▶ Daarnaast worden sommige zekerheden en aansluitingen pas verworven in de tijd en is flexibiliteit in ontwerp en aanpak/fasering van belang.

6.2.2 Draagvlak

Zonder draagvlak bij de burger en lokale bedrijven is een collectief systeem organisatorisch momenteel niet haalbaar.

Mitigatie van het draagvlak risico:

- ▶ Onderzoek van tevoren hoe groot het "social acceptance level" is om de kansrijkheid te bepalen.
- ▶ Start op tijd met een participatieproces en communiceer helder en transparant.
- ▶ Het participatieproces kan goed georganiseerd worden met bijvoorbeeld de gemeente, energiecorporaties, VVE's, en de woningcorporatie.
- ▶ Bewoners krijgen de mogelijkheid om in het lokale systeem te investeren.

6.2.3 Bronrisico

Een bron kan tijdelijk of definitief wegvallen. Denk aan restwarmte van een fabriek wanneer deze sluit of een geothermie bron wanneer deze moet sluiten van het Staatstoezicht op de Mijnen (SODM). De hoogte van dit risico is afhankelijk van de lokale situatie en het ontwerp.

Mitigatie van het bronrisico:

- ▶ Er dient een bronstrategie opgesteld te worden.
- ▶ De ontwerpen met een aandeel zonthermie hebben een lager risico. Deze bron is doorgaans niet de goedkoopste maar heeft wel een laag bronrisico wanneer de installatie eenmaal operationeel is.
- ▶ Wanneer er een hoge afhankelijkheid in het ontwerp is van restwarmte, dient de lange termijn beschikbaarheid onderzocht te worden d.m.v. een technische en financiële Due Diligence van het bedrijf dat restwarmte heeft.
- ▶ Het Ecovat zorgt ervoor dat het tijdelijk uitvallen van een bron opgevangen kan worden. Dit garandeert de leveringszekerheid.

14 Deze wet is nog niet definitief én er blijft een "opt-out" optie. Dat wil zeggen dat een gebouweigenaar alleen maar 'nee' kan zeggen, als hij een gelijkwaardig individueel alternatief (voor aansluiting op het warmtenet) aandraagt.

HOOFDSTUK 7

Resultaten



7 Resultaten

Voor de wijken is de financiële haalbaarheid bepaald door het projectrendement te berekenen. De wijken bevatten samen 1.430.781 woningen en 193.506 utiliteiten. Omgerekend vertegenwoordigen de utiliteiten 692.598 WEQ waarmee het totaal WEQ voor Zuid-Holland uitkomt op 2.123.379 WEQ.

7.1 Haalbaarheid Ecovat warmtekoudesysteem

In de Ecovat 55°C route is van alle woningen ca. 30% commercieel haalbaar en voor de 70°C route is van alle woningen ca. 29% commercieel haalbaar. 1% in de 55°C route en 2% in de 70°C route zijn commercieel aantrekkelijk om aan te sluiten. Voor nog eens 65% in de 55°C route en 69% in de 70°C variant is er een significant positief rendement, zie resultaten haalbaarheid in [Grafiek 1](#).



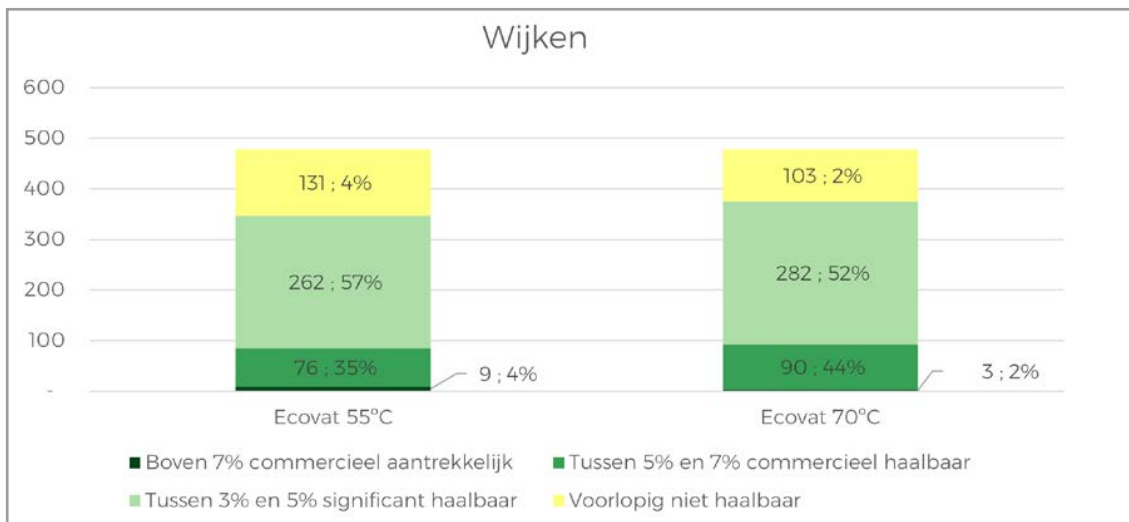
Grafiek 1. Haalbaarheid van alle WEQ in Zuid-Holland

De WEQ vertaald naar het aantal wijken welke commercieel haalbaar zijn geeft als resultaat dat in de Ecovat 55°C route 85 wijken commercieel haalbaar zijn en 93 wijken in de Ecovat 70°C route. [Grafiek 2](#) toont het aantal wijken dat commercieel haalbaar is in Zuid-Holland.

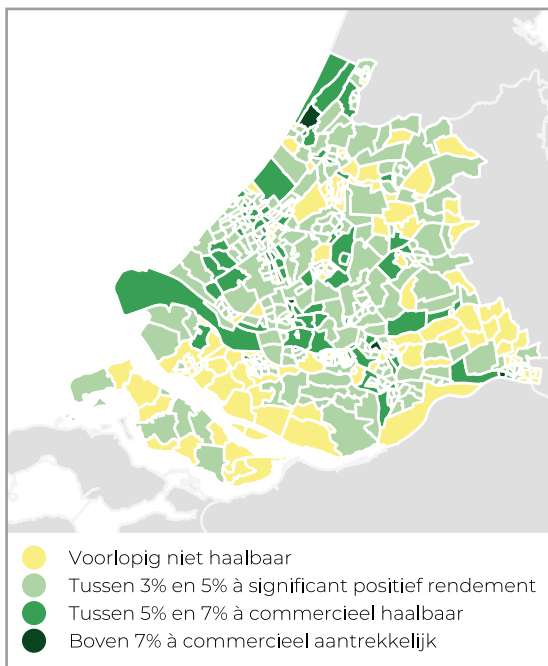
In [Figuur 26](#) en [Figuur 27](#) op de volgende pagina, is de haalbaarheid per wijk weergegeven voor de Ecovat 55°C en de Ecovat 70°C variant. Het is zichtbaar dat de meest haalbare wijken op een aantal plekken clusteren. Dit zijn vooral de wijken met een hoge bebouwingsdichtheid (veelal in de steden), waar hoge potentie geothermie aanwezig is en voldoende potentie restwarmte beschikbaar is.

Er zijn er meerdere verklaringen te geven waardoor een wijk voor de Ecovat 55°C route soms een hoger rendement behaalt dan de Ecovat 70°C route en vice versa. In hoofdlijnen zijn dit:

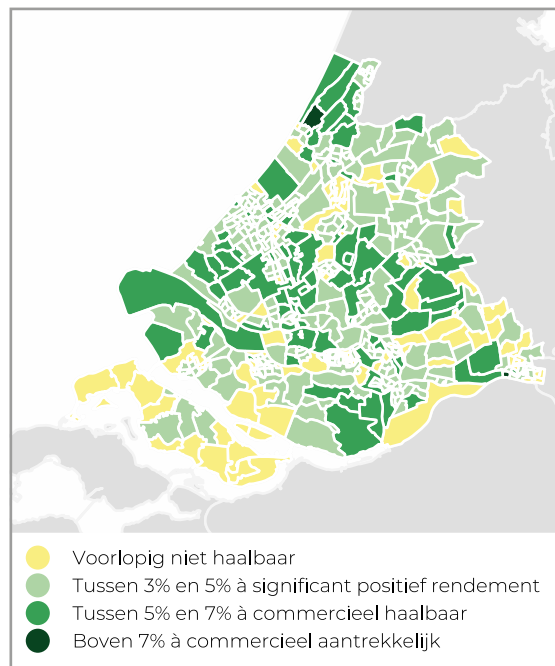
- ▶ De Ecovat 70°C route levert geen koeling en heeft dus geen koude inkomsten en geen investering in een koudenet. Voor een wijk met een hoge bebouwingsdichtheid is de meerprijs voor een koudenet (naast een warmtenet) beperkt ten opzichte van de extra koude inkomsten. Voor een wijk met een lage bebouwingsdichtheid kan de meerprijs van een koudenet minder gunstig zijn ten opzichte van de koude inkomsten.
- ▶ De Ecovat 70°C route heeft meer warmtevraag dan 55°C route en dus meer omzet en winst.
- ▶ De Ecovat 70°C route heeft meer warmteverlies dus minder omzet en winst.
- ▶ De Ecovat 70°C route kan een lager opwekrendement hebben, afhankelijk van de bron, dus minder omzet en winst.



Grafiek 2. Haalbaarheid wijken in Zuid-Holland



Figuur 26. Haalbaarheid per wijk Ecovat 55°C route

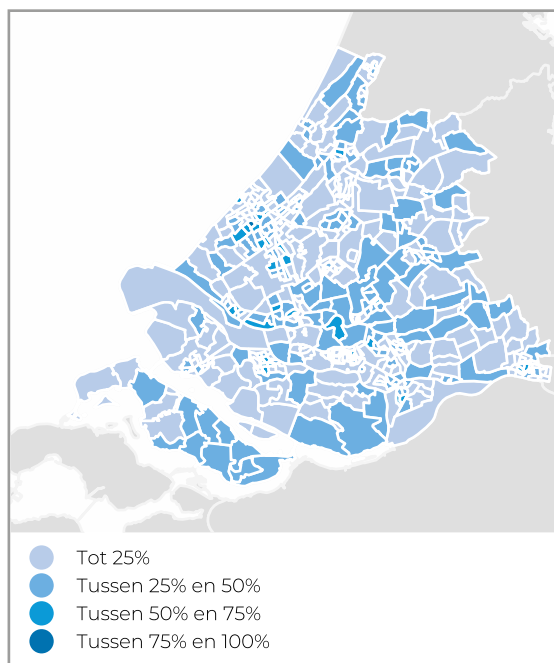


Figuur 27. Haalbaarheid per wijk Ecovat 70°C route

De kaarten zijn in bijlage 2 in groot formaat toegevoegd.

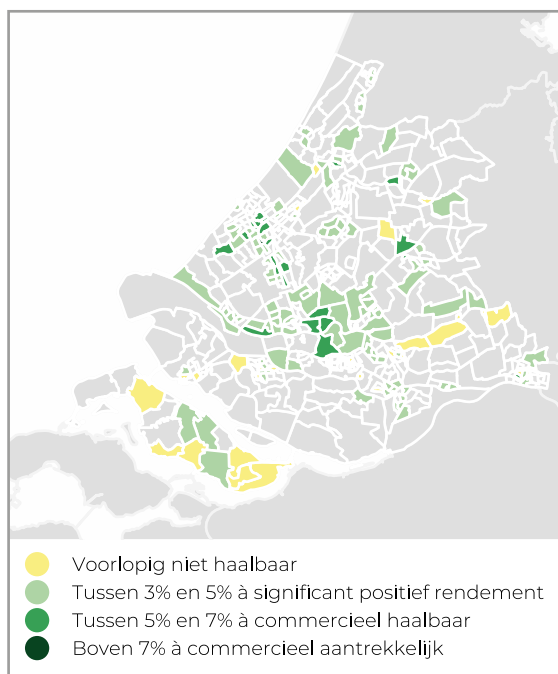
7.1.1 Woningcorporatiebezit

De woningcorporatie kan als startmotor dienen in lokale ontwikkeling van het warmtekoudesysteem. Hiermee kan het vollooprisico deels afgedekt worden. **Figuur 28** geeft het percentage corporatiebezit per wijk aan.

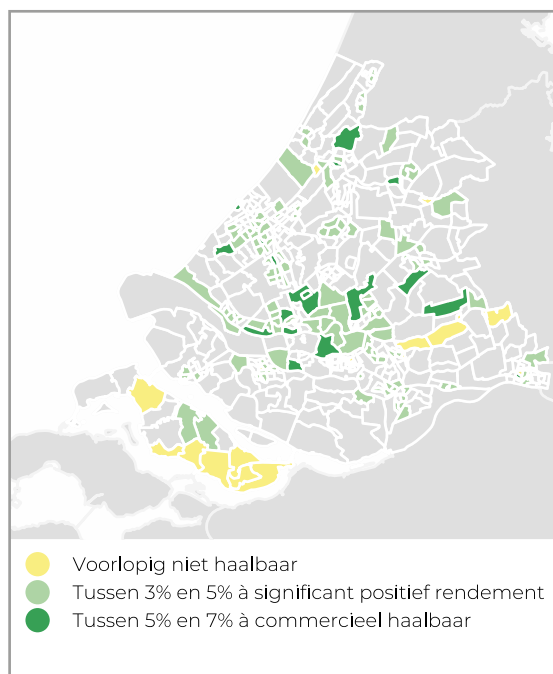


Figuur 28. Percentage corporatiewoningen (%) per wijk

In **Figuur 29** en **Figuur 30** is het hoge corporatiebezit (>30%) gecombineerd met de haalbare wijken.



Figuur 29. Haalbare wijken met hoog corporatiebezit (>30%) in de Ecovat 55°C route

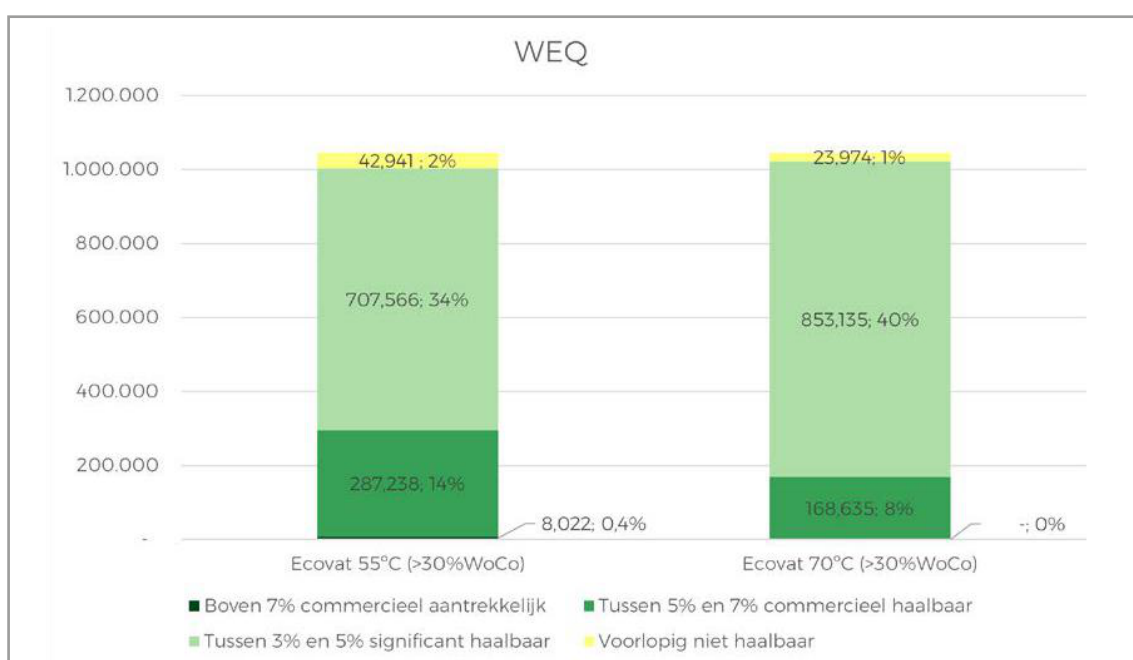


Figuur 30. Haalbare wijken met hoog corporatiebezit (>30%) in de Ecovat 70°C route

De kaarten zijn in bijlage 2 in groot formaat toegevoegd.

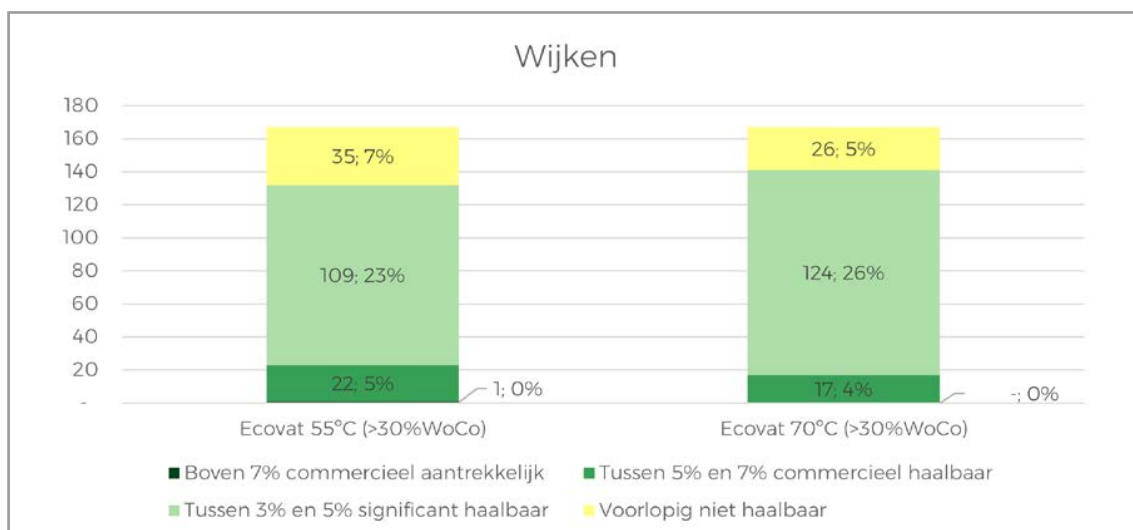
Dit zouden potentiële startmotorwijken kunnen zijn. Wijken waar het corporatiebezit laag is zijn niet per sé niet haalbaar. Hier wordt het alleen lastiger om het volloopriscico te mitigeren en er zal dus een groter beroep gedaan worden op de participatie van particuliere woningeigenaren. Het is mogelijk dat regelgeving of andere ontwikkelingen hierbij ondersteunend kunnen zijn zoals de invoering warmtewet 2.0 (in 2021) of het lokaal uit faseren van het gasnetwerk (datum verschilt per wijk en/of nog niet bekend).

De woningen in wijken met een hoog corporatiebezit (>30%) zijn extra kansrijk omdat in deze projecten het zogeheten volloopriscico deels gemitigeerd kan worden. In [Grafiek 3](#) is de haalbaarheid gecombineerd met wijken die een hoog corporatiebezit hebben. Dan blijkt er dat in de Ecovatt 55°C route 14,4% van de WEQ in Zuid-Holland in wijken liggen die haalbaar zijn én een hoog corporatiebezit hebben. Voor de Ecovatt 70°C route ligt dit percentage op 8%.



Grafiek 3. Haalbaarheid van woningen in wijken met >30% corporatiebezit

Deze haalbaarheid gecombineerd omgezet naar het aantal wijken dan zijn er 23 wijken in de Ecovatt 55°C route die commercieel haalbaar zijn en 17 wijken in de Ecovatt 70°C route, zie [Grafiek 4](#).



Grafiek 4. Haalbaarheid wijken met >30% corporatiebezit

7.2 Benodigde thermische opslagcapaciteit

Een belangrijk onderdeel in het bepalen van de haalbaarheid van een wijk is de Ecovat buffer en de daartoe behorende thermische opslagcapaciteit. Voor elke wijk is een analyse gemaakt wat het gewenste volume van de Ecovat buffer is. Door dit te combineren tot een totaal benodigde thermische opslagcapaciteit is de potentie van het aantal Ecovat buffers bepaald. Voor de commercieel haalbare (>5%) wijken in de Ecovat 55°C route is een totaal opslagvolume van 33 miljoen m³ benodigd en voor de commercieel haalbare wijken in 70°C route is een totaal opslagvolume van 27 miljoen m³ benodigd.

Door deze opslagvolumes te verdelen over Ecovat buffers met een gemiddeld volume van 60.000 m³ geeft dit een potentie van 550 en 450 Ecovat buffers voor, respectievelijk, de Ecovat 55°C route en 70°C route.

In hoofdstuk 6 is aangegeven dat Ecovat momenteel onderzoekt wat de mogelijkheden zijn voor grotere opslagsystemen. Dit biedt kansen om de hoeveelheid Ecovat buffers te verminderen en daardoor mogelijk ook de kosten en de ruimtelijke impact.

7.3 CO₂-reductie

De CO₂-reductie varieert tussen de 85% en 95%, afhankelijk van de wijk. In hoofdstuk 4.8 zijn de technische uitgangspunten hiervoor toegelicht. In de berekening is ervan uitgegaan dat er geen hulpenergie in de vorm van bijstook nodig is in de warmtelevering.

Het CO₂-reductiepotentieel van alle WEQ in de Ecovat 55°C route is ca. 5.136 kton/jaar en voor de Ecovat 70°C route is dit 5.037 kton/jaar

7.4 Investeren in energiebesparing

De provincie Zuid-Holland heeft ca. 1,7 miljoen woningen waarvan ca. 280.000 al een label B hebben of beter en daarmee geschikt zijn voor de Ecovat 55°C route. Ca. 1,1 miljoen woningen hebben al een label D of beter en zijn daarmee geschikt voor de Ecovat 70°C route.

De benodigde investeringen voor energiebesparing middels renovatie zijn berekend voor alle woningen die nog niet geschikt zijn. Zie hoofdstuk 4.7 voor de maatregelen en hoofdstuk 5.5 voor de financiële uitgangspunten.

De investering in besparing voor de Ecovat 55°C route om ca 1,4 miljoen woningen naar energielabel B te brengen is ca. €14,6 miljard, oftewel ca. €10.500 per woning. Deze investeringen leveren gemiddeld genomen een besparing op van zo'n 25% oftewel 10 GJ/jaar. Bij een huidige warmteprijs van €25,51/GJ levert dit een jaarlijkse besparing op van ca. €255/jaar. De investering in energiebesparing heeft daardoor een rendement van ca. 2,4% ($255/10.500 \cdot 100\%$).

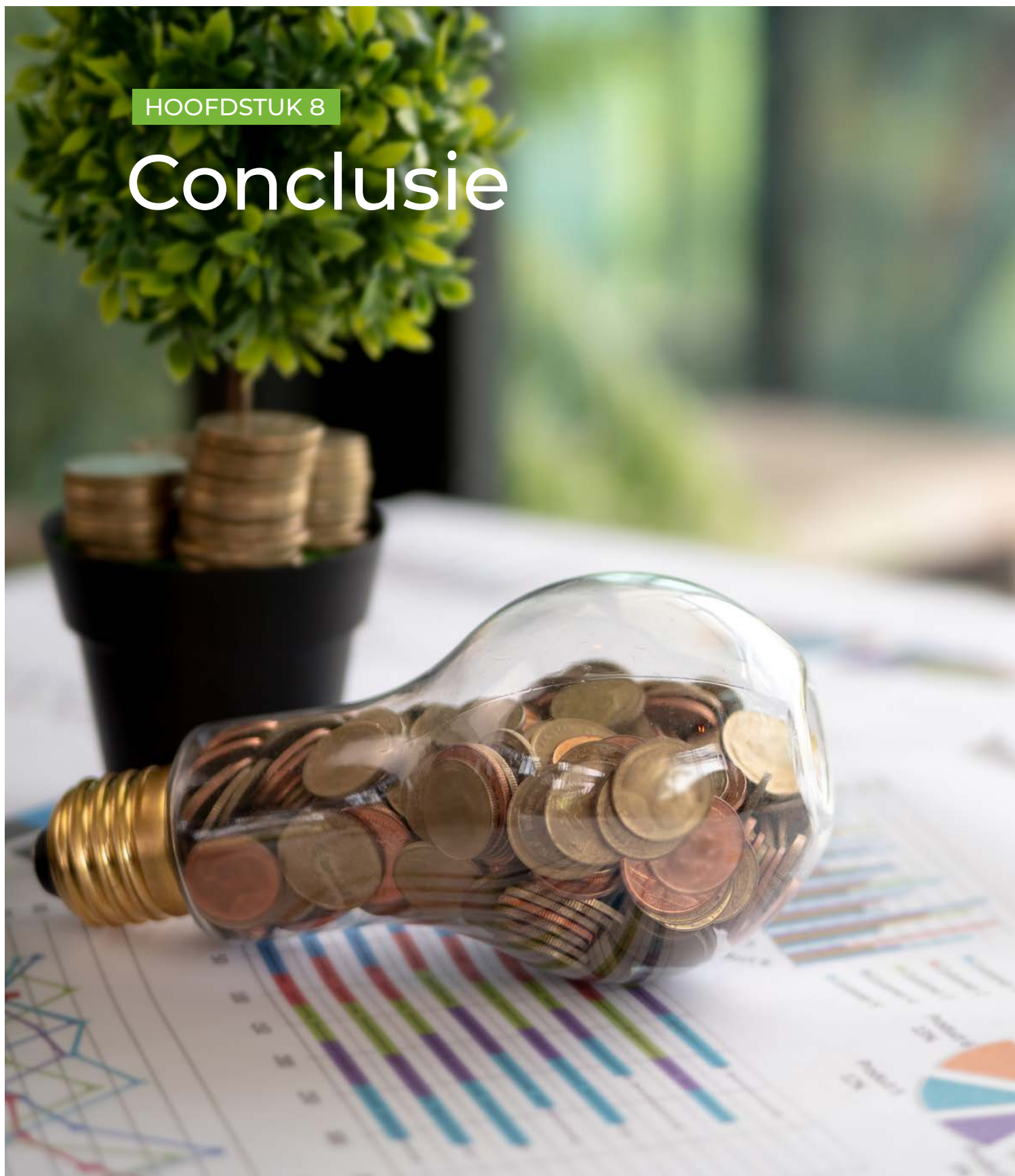
De investering in de 70°C route om ca. 610.000 woningen naar energielabel D te brengen is ca. 4,1 miljard, oftewel €6.750 per woning.

Tabel 23. Indicatie van benodigde investeringen voor energiebesparingen middels renovatie.

Omschrijving	Ecovat 55 ° C route	Ecovat 70 ° C route
Aantal woningen renoveren	1.396.000	611.000
Indicatie van totale investering voor renovaties	€14,6 miljard	€4,1 miljard
Gemiddelde investering per woning	€10.500	€6.750

HOOFDSTUK 8

Conclusie



8 Conclusie

8.1 Hoofdongderzoeksvraag

Wat is de potentie van het Ecovat 55°C warmtekoudesysteem en het Ecovat 70°C warmtesysteem voor iedere wijk in Zuid-Holland?

Uit de resultaten blijkt dat een Ecovat 55°C warmte koude systeem voor 30% van de WEQ in Zuid-Holland commercieel haalbaar is voor de leverancier van het Ecovat warmtekoudesysteem. Voor de 70°C route is 29% van de WEQ commercieel haalbaar. Dit zijn de woningen/gebouwen die in wijken liggen met een projectrendement van 5,0% of hoger.

Wanneer we kijken naar de verdeling onder wijken dan blijkt een Ecovat warmtekoudesysteem commercieel haalbaar voor 85 wijken in de Ecovat 55°C route en voor 93 wijken in de 70°C route. Wanneer ook naar een corporatiebezit van >30% gekeken wordt dan zijn er 23 wijken commercieel haalbaar in de Ecovat 55°C route en 17 wijken in de Ecovat 70°C route.

Het CO₂-reductiepotentieel van alle commercieel haalbare wijken is 1.541 kton/CO₂ per jaar in de Ecovat 55°C route en 1.461 kton/CO₂ per jaar in de 70°C route.

8.2 Subvraag

Hoe verhouden de warmtebronnen zich tot de warmtebronnen in de huidige status van de RES'en van Zuid-Holland?

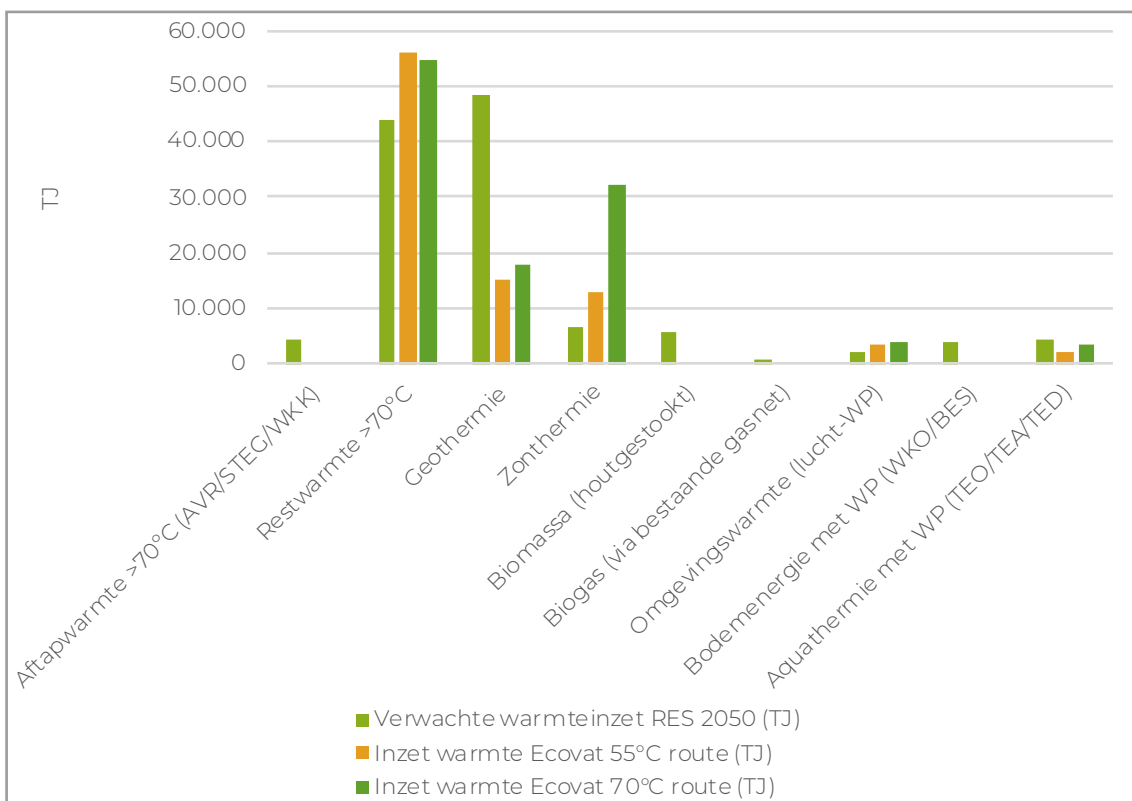
Het resultaat van de inzet van de warmtebronnen wordt in [Tabel 24](#) weergegeven. Belangrijk aandachtspunt in deze vergelijking is:

- ▶ RES-getallen zijn een optelling van individuele RES plannen die verschillende uitgangspunten hanteren voor de inzet van warmtebronnen; de verwachte warmte inzet in 2050 is inclusief leidingverliezen.
- ▶ Ecovat routes zijn o.b.v. eerdergenoemde merit order samengesteld. Dit betekent dat ze een afhankelijkheid hebben van elkaar. Voorbeeld: wanneer er toch geen warmtetransportleiding in een wijk komt (met restwarmte) dan zal de inzet van andere bronnen automatisch groter worden.

Tabel 24. Inzet warmtebronnen RES en Ecovat routes (TJ)

Warmtebron in de regio	Verwachte warmte inzet RES 2050 (TJ)	Warmte inzet Ecovat 55°C route (TJ)	Warmte inzet Ecovat 70°C route (TJ)
Aftapwarmte >70°C (AVR/STEG/WKK)	4.500	0	0
Restwarmte >70°C (via warmtetransportleidingen)		50.000	47.000
	44.000		
Restwarmte >70°C (lokaal)		6.000	7.500

Geothermie / Aardwarmte	48.000	15.000	18.000
Zonthermie (lokaal distributienet)	6.500	13.000	32.000
Biomassa (houtgestookt)	5.500	-	0
Biogas (via bestaande gasnet)	1.000	-	0
Omgevingswarmte (lucht-WP)	2.000	3.000	4.000
Bodemenergie met WP (WKO/BES)	4.000	-	0
Aquathermie met WP (TEO/TEA/TED)	4.500	2.000	3.500
Totalen	120.000	89.000	112.000



Figuur 31. Inzet warmtebronnen RES en Ecovatt routes (TJ)

Uit de totalen gepresenteerd in Tabel 23 en Figuur 31 Inzet warmtebronnen RES en Ecovatt routes (TJ), kunnen meerdere conclusies getrokken worden.

De praktische warmte inzet komt uit op 89.000 TJ in de Ecovat 55°C route en 112.000 TJ voor de Ecovat 70°C route. De handreiking met verwachte warmte vanuit RES'en in Zuid-Holland komt uit op 120.000 TJ. Deze verminderde totale inzet van warmte is te verklaren doordat deze haalbaarheidsstudie gebaseerd is op de gemiddelde verbruiken van woningen en utiliteit die zich bevinden in een automatisch bepaald project gebied en dus niet de gehele gebouwde omgeving beschouwd. De verwachting is dat dit in de RES'en wel het geval is en daardoor dus hoger uitvalt.

Hiernaast wordt bevestigd dat de totale inzet van warmte lager is voor de Ecovat 55°C route dan voor de Ecovat 70°C route door de hogere ruimteverwarmingsvraag en extra warmtenetverliezen die in laatstgenoemde route optreden, zoals toegelicht in hoofdstuk 4.1 en 4.4. Deze extra warmtevraag en warmteverliezen leiden ook de toename van inzet van zonthermie in de 70°C route. Op het moment dat de potentie van de overige warmtebronnen benut is maar de warmtevraag nog niet voldaan is wordt er een beroep gedaan op bronnen lager in de merit order, zoals zonthermie en omgevingswarmtepompen.

De verschillen in de inzet van warmtebronnen is lastig om een-op-een te vergelijken, aangezien de uitgangspunten van de RES'en niet onderzocht zijn en deze dus niet getoetst zijn aan de uitgangspunten zoals deze zijn gehanteerd in deze haalbaarheidsstudie. Desalniettemin zijn er mogelijke verklaringen voor de verschuiving per bron:

- ▶ Collectieve HT/MT warmte (aftapwarmte >70°C) is op basis van de potentie uit de warmteatlas in de berekeningen meegenomen en er niet is gekeken of de collectieve HT/MT bron daadwerkelijk inzetbaar is.
- ▶ Collectieve HT/MT warmte (restwarmte >70°C via warmtetransportleidingen) is hoger omdat in de berekeningen 1,5kW per WEQ meegenomen is in combinatie met een buffer van 5km gerekend vanaf de warmtetransportleiding wat deze afwijking tot gevolg heeft.
- ▶ Collectieve HT/MT warmte (geothermie) is lager door het toevoegen van de merit order en door een hoge inzet van warmte vanuit de warmtetransportleiding. Dit heeft ertoe geleid dat de inzet van geothermie lager is dan in de RES'en.
- ▶ Collectieve HT/MT warmte (geothermie) is mogelijk lager door de constante aanname om de technische potentie terug te schalen naar de economische potentie.
- ▶ Collectieve HT/MT warmte (zonthermie) is hoger door het niet meenemen van ruimtelijke beperkingen.
- ▶ LT warmte collectief (aquathermie) is op basis van potentie uit de warmteatlas in de berekeningen meegenomen en er is niet gekeken of een aquathermie daadwerkelijk inzetbaar is, zie hoofdstuk 4.2.3.
- ▶ LT warmte collectief (aquathermie) omver geen warmte uit oppervlaktewater (TEO).

BIJLAGEN



Bijlage 1

Koeling: luxe of noodzaak?

Dit hoofdstuk licht toe waarom het ontwerp ook uitgaat van koeling voor woningen.

Uit verschillende onderzoeken en vanuit verschillende hoeken van de markt wordt een toenemende behoefte aan koude levering de komende jaren verwacht. Oorzaken zijn onder meer klimaatverandering, sterk verbeterde luchtdichtheid en thermische isolatie, toenemende interne warmtelast, hogere verwachtingen van comfort door gewenning aan gekoelde auto, trein en werkplek. Daarnaast is bekend dat hoge temperaturen leiden tot hogere sterftecijfers zodat beperken van oververhitting ook vanuit gezondheidssoogpunt noodzakelijk kan worden (W/E adviseurs, 2018).¹⁵

De verwachting is dat de temperatuur op de warmste zomerdag in 2050 zo'n 1,4°C tot 3,3°C hoger ligt dan nu en dat het aantal zomerse dagen ($\geq 25^\circ\text{C}$) toeneemt van 21 dagen nu, tot mogelijk 35 dagen in 2050 en 49 dagen in 2085. Het aandeel 65-plussers – een extra kwetsbare groep voor hoge temperaturen – stijgt tegelijkertijd met circa 50% (in 2050). Daar bovenop neemt de verstedelijking toe. Door het urban heat island effect kan het effect van temperatuurstijging door klimaatverandering in stedelijke gebieden 2x zo hoog zijn als op het platteland.

Inefficiënte mobiele airco's die worden geïnstalleerd om de binnentemperatuur op een acceptabel niveau te houden zouden voorkomen moeten worden. Enerzijds om het (piek)elektriciteitsverbruik te verminderen, anderzijds om de warmte uitstoot in de gebouwde omgeving te voorkomen. Voor nieuwbouw begint dit bij een goed gebouwontwerp.

Voordelen centrale koeling:

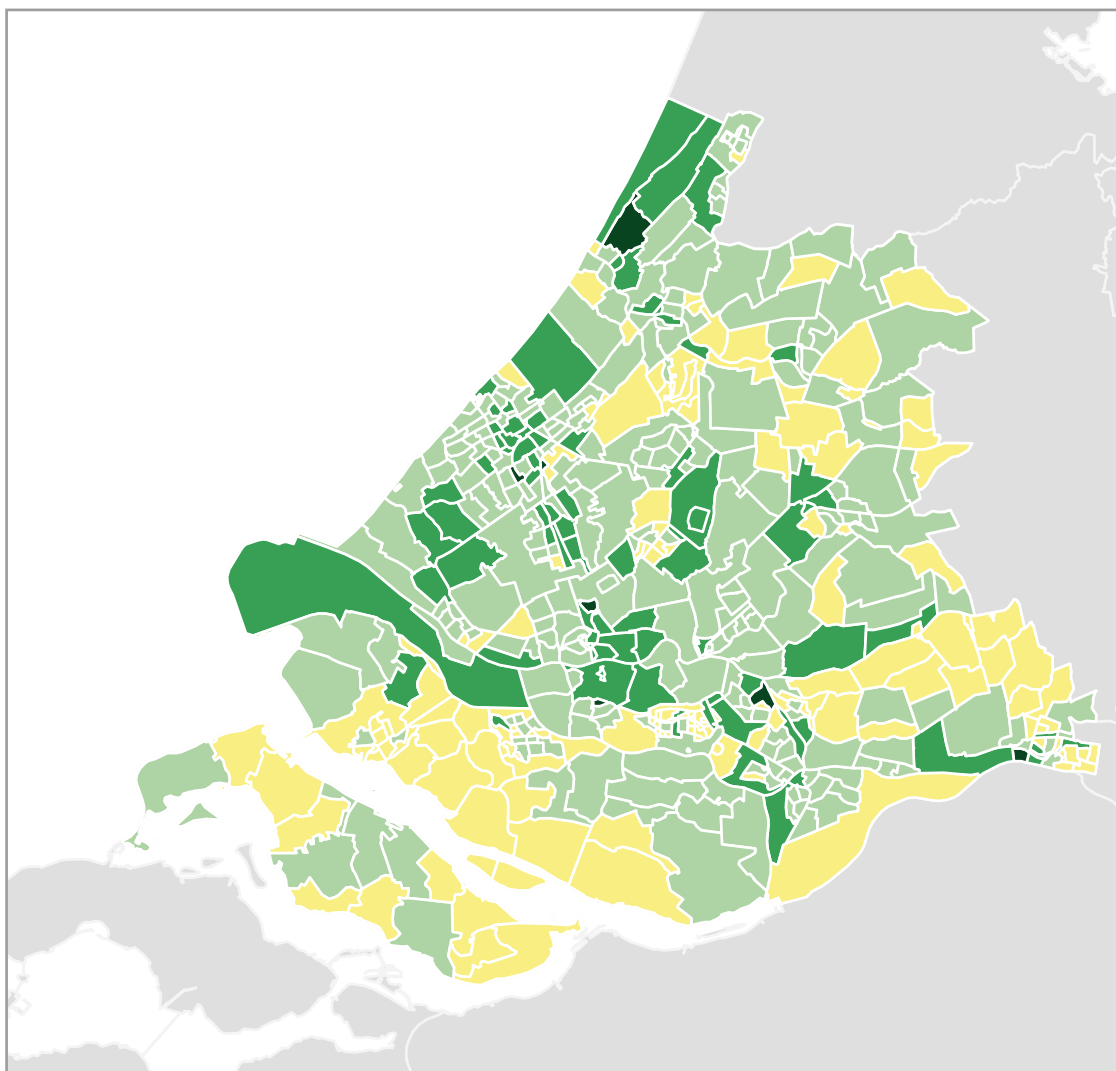
- ▶ Toekomstbestendig voor de toenemende behoefte;
- ▶ Klimaat-adaptief;
- ▶ Comfortverbetering;
- ▶ Gezond binnenmilieu;
- ▶ Draagt bij aan de technische haalbaarheid van het systeem (energetische balancerings);
- ▶ CO₂-reductie. Vooral indien er mobiele airco's mee worden voorkomen;
- ▶ Draagt bij aan de economische haalbaarheid van het systeem.

Hier tegenover staat uiteraard een investering. Het afgiftesysteem dient geschikt te zijn/ gemaakt te worden voor het leveren van koeling. Hiervoor zijn een aantal mogelijkheden, afhankelijk van de woning. Deze keuze dient integraal te worden afgewogen in relatie tot de warmteafgifte en het warmte koude systeem.

15 Zie ook ISSO-74, publicaties van Rijksgebouwendienst en Stichting Waarborgfonds koopwoningen.

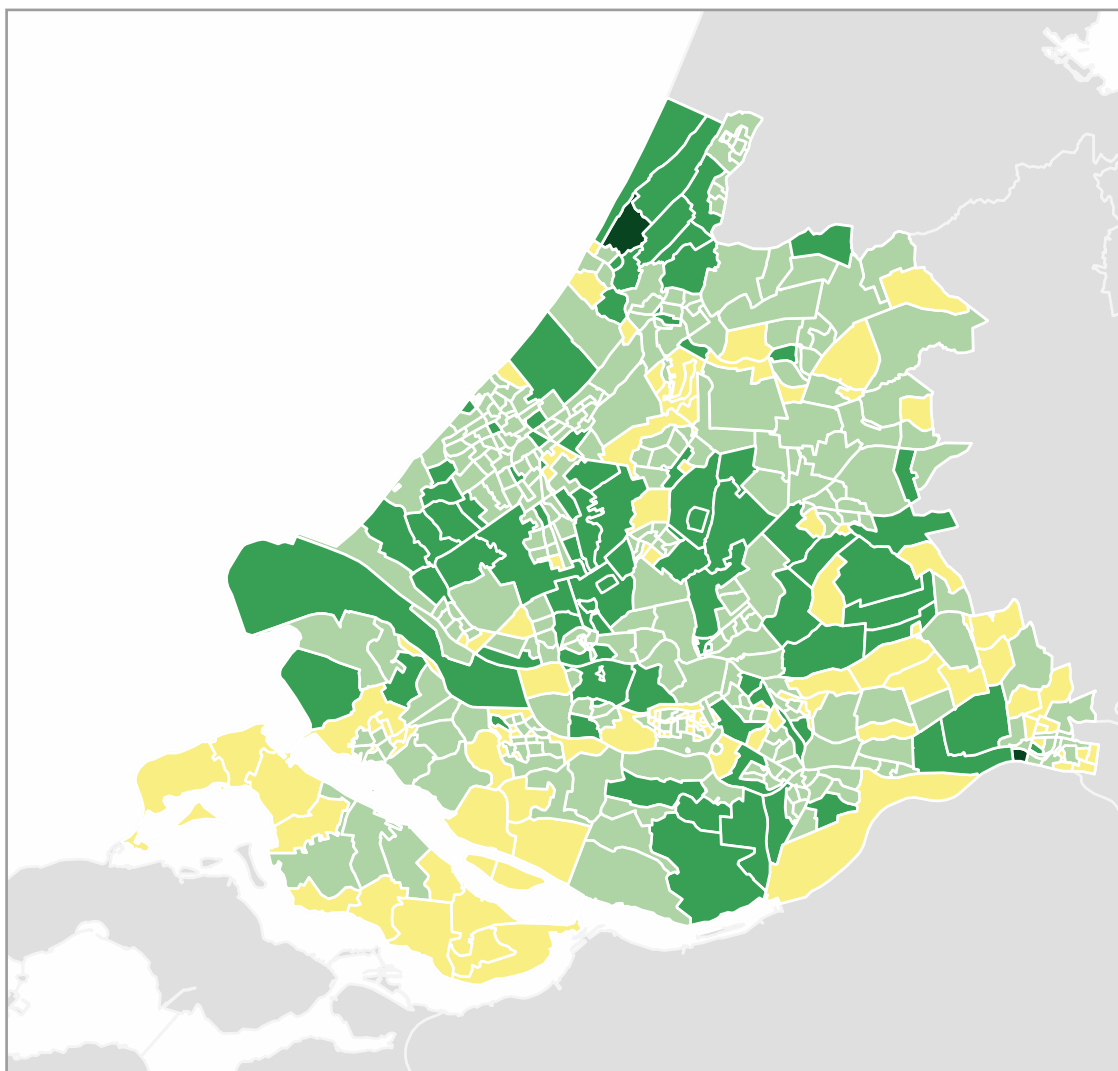
Bijlage 2 Haalbaarheid

Haalbaarheid van de Ecovat 55°C route.



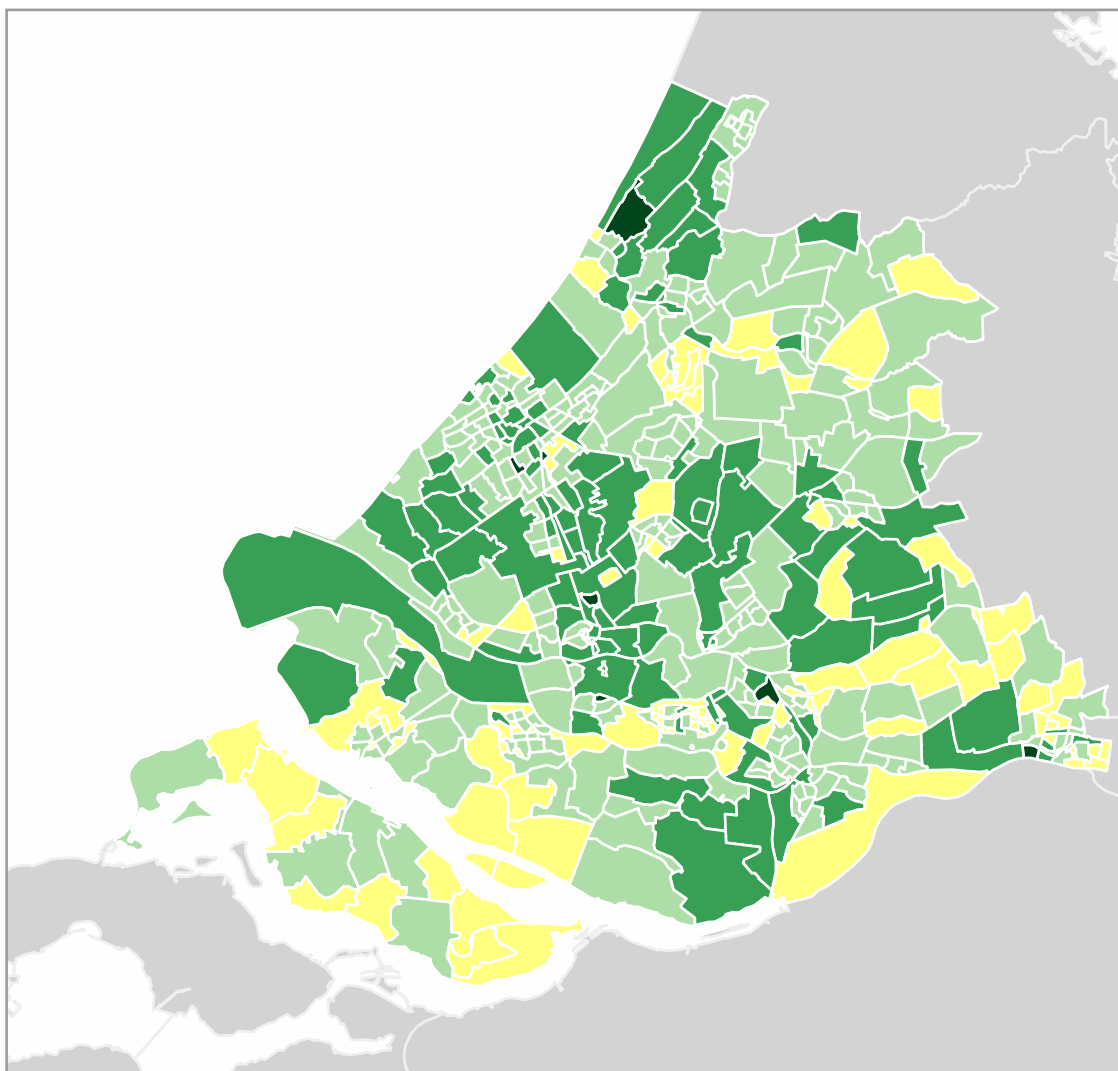
- Voorlopig niet haalbaar
- Tussen 3% en 5% à significant positief rendement
- Tussen 5% en 7% à commercieel haalbaar
- Boven 7% à commercieel aantrekkelijk

Haalbaarheid van de Ecovat 70°C route.



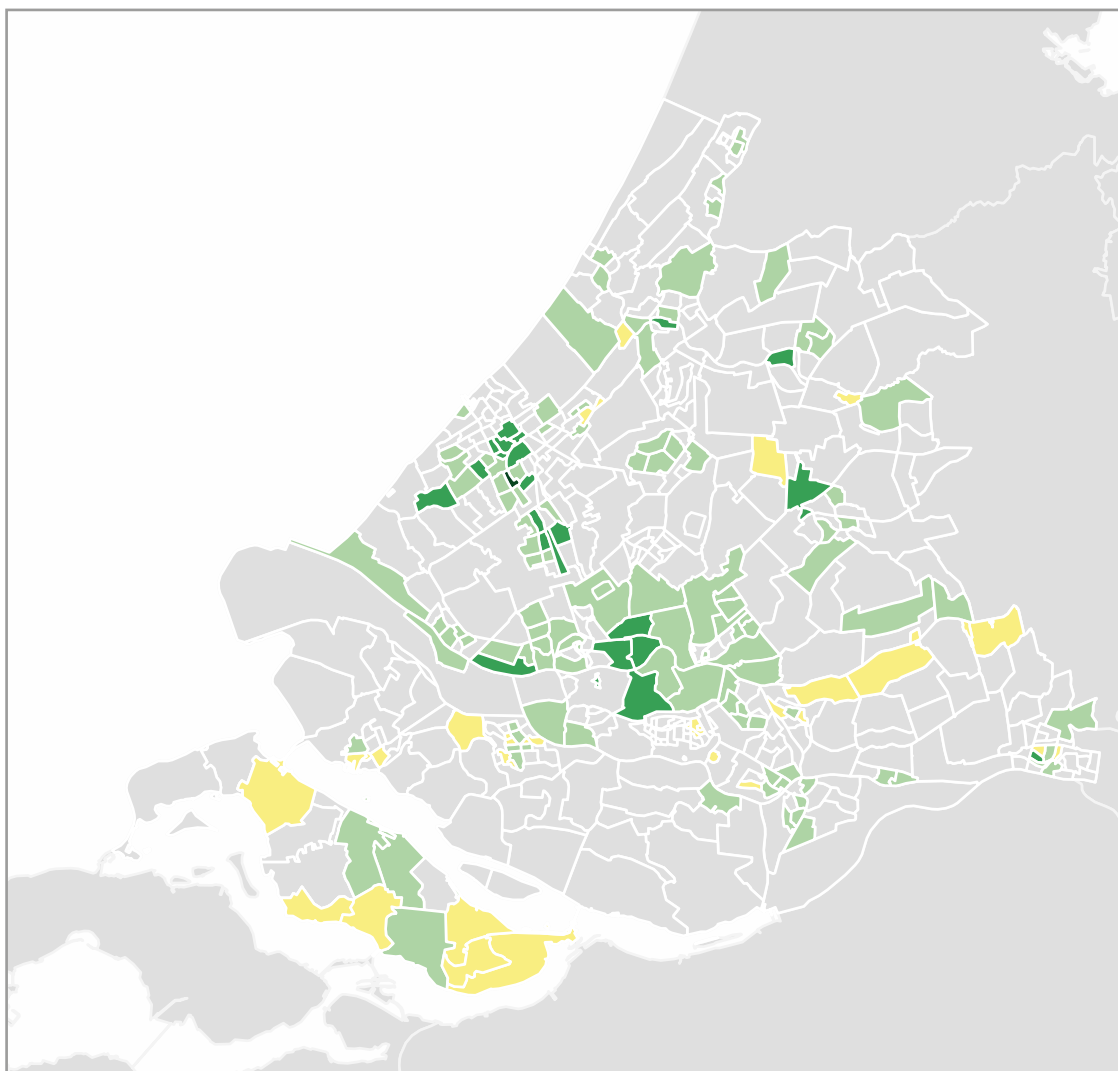
- Voorlopig niet haalbaar
- Tussen 3% en 5% à significant positief rendement
- Tussen 5% en 7% à commercieel haalbaar
- Boven 7% à commercieel aantrekkelijk

Haalbaarheid van het Ecovat systeem ongeacht route.



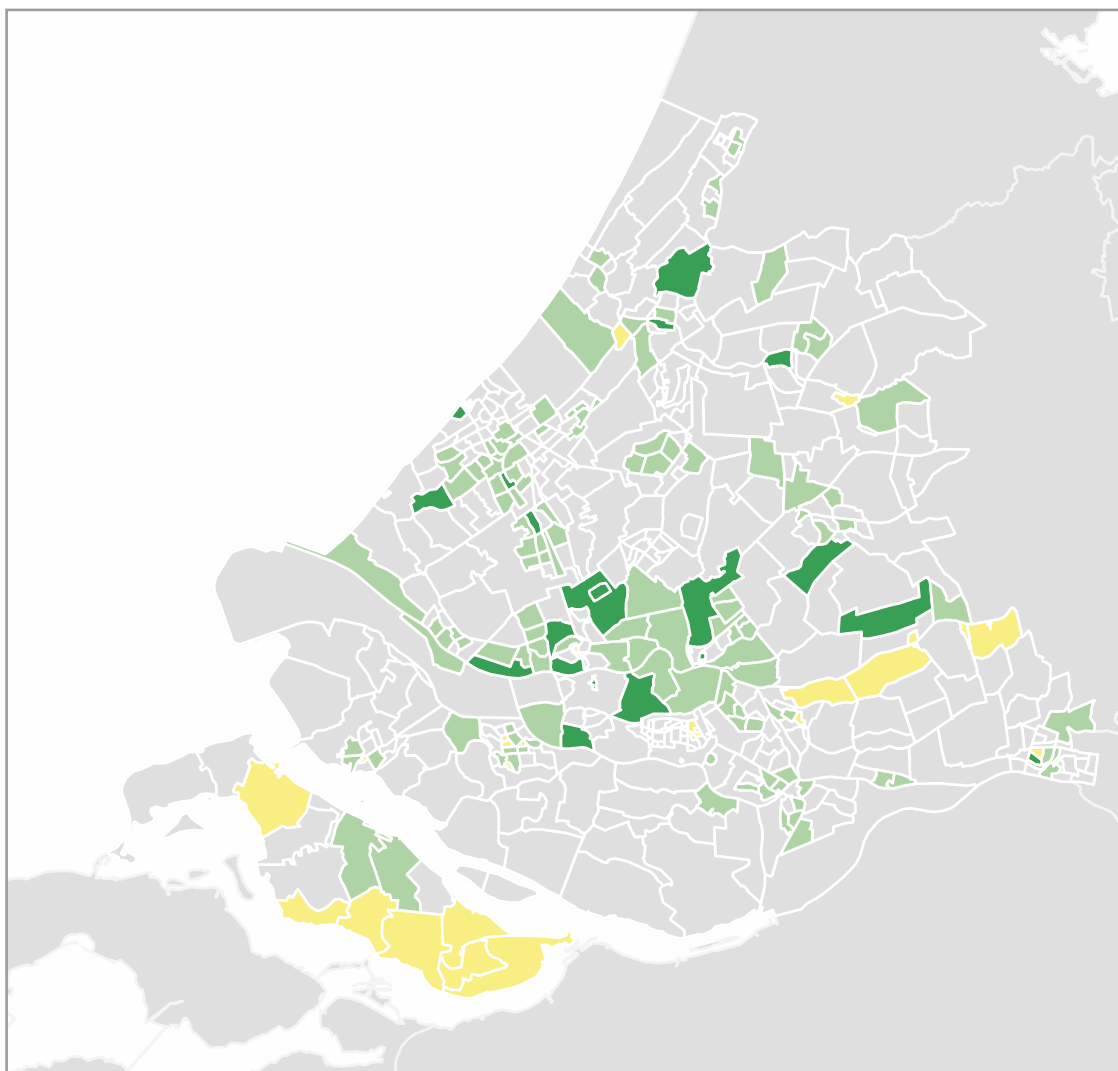
- Voorlopig niet haalbaar
- Tussen 3% en 5% à significant positief rendement
- Tussen 5% en 7% à commercieel haalbaar
- Boven 7% à commercieel aantrekkelijk

Haalbare wijken met hoog corporatiebezit (>30%) in de Ecovat 55°C route.



- Voorlopig niet haalbaar
- Tussen 3% en 5% à significant positief rendement
- Tussen 5% en 7% à commercieel haalbaar
- Boven 7% à commercieel aantrekkelijk

Haalbare wijken met hoog corporatiebezit (>30%) in de Ecovat 70°C route.



- Voorlopig niet haalbaar
- Tussen 3% en 5% à significant positief rendement
- Tussen 5% en 7% à commercieel haalbaar



provincie
Zuid-Holland



Meer informatie

-  Poort van Veghel 4946, Toren 1, 6^e verdieping
5466 SB Veghel, The Netherlands
-  +31 413 33 41 41
-  info@ecovat.eu



ecovat.eu