



Datum: 02-08-2024

Contactpersoon: Rogier Berndsen
E-mail: rogier.berndsen@dep.nl
Telefoon nummer: +31 6 11 77 69 83

Onderwerp: Haalbaarheidsstudie Klein Collectief Driel en Elst
Projectnummer: ECP-176
Gecontroleerd door: Sander Markus
Klant: Gemeente Overbetuwe
Auteur(s): Rogier Berndsen, Alwin van der Ven, Rob Bremer, Tom Assendelft,

Duurzaam Energie Perspectief is een handelsnaam van Qirion B.V. (voorheen Qirion Energie Consulting)
Qirion B.V. KvK-nummer 09119276
Bezoekadres Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven
Telefoon: (088) 191 15 61
Postadres: Locatiecode 2NA8120, Postbus 50, 6920 AB Duiven
www.dep.nl
contact@dep.nl

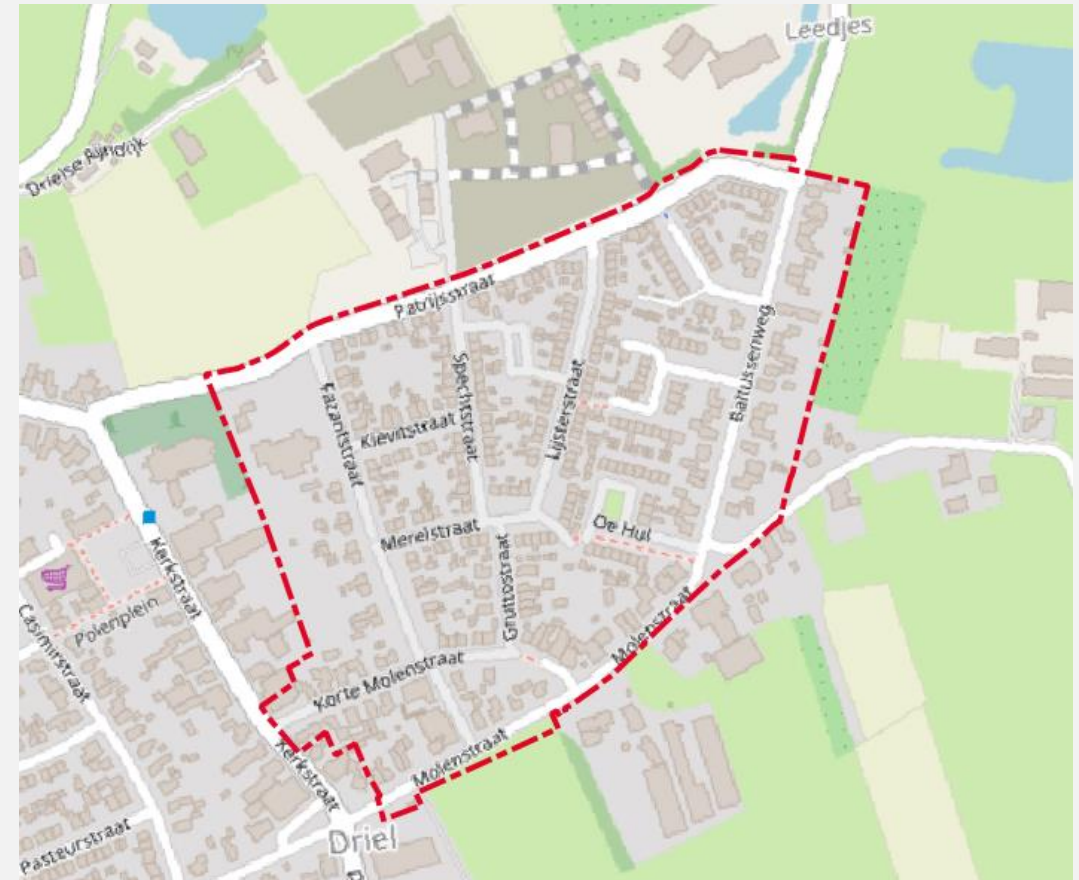
Voor de gemeente Overbetuwe is een haalbaarheidsonderzoek naar warmteoplossingen door DEP uitgevoerd en zijn de kosten voor de eindgebruikers ingeschat uitgedrukt in een total cost of ownership (TCO) voor typische woningen in de Vogelbuurt te Driel. De beschouwde oplossingen zijn:

- All-electric (individuele lucht-water warmtepompen i.c.m. verduurzamingsmaatregelen)
- Een collectief warmtesysteem op basis van een Modulair Energie Systeem (een collectieve hybride buurtwarmtepomp)
- De referentiecasse is een individuele aardgasketel

Scope haalbaarheidsstudie

Geografische Scope

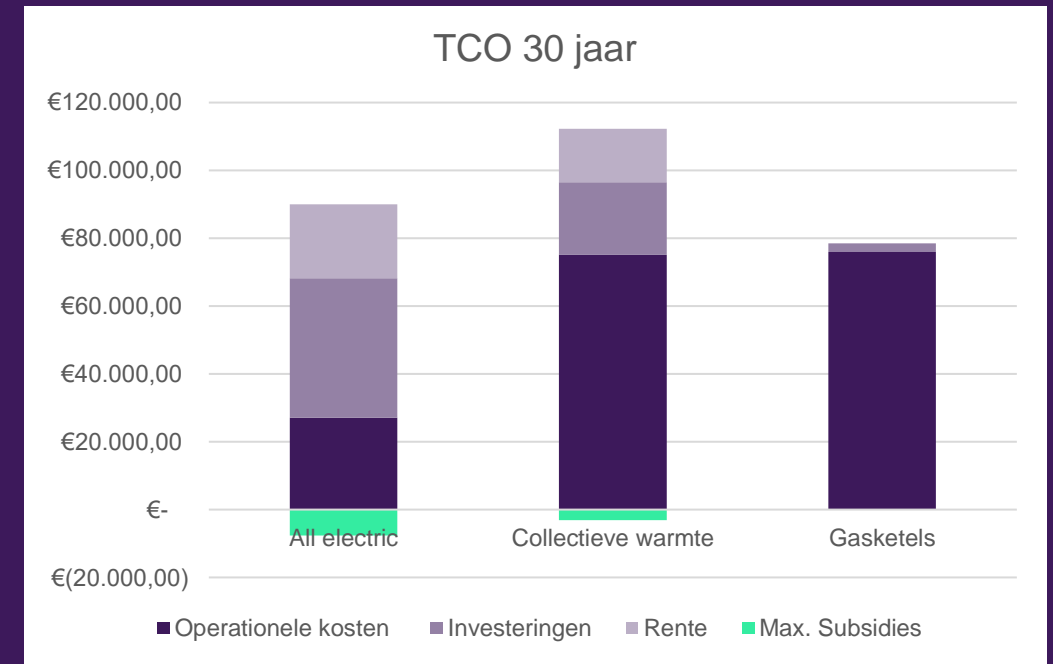
Op basis van tussenresultaten en in overleg met de gemeente is de oorspronkelijke scope kleiner gelaten. Omdat de gekozen scope de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem naar alle waarschijnlijkheid vergroot wegens hogere bouwdichtheid en daarmee lagere investeringskosten. De oorspronkelijke scope bevatte ook de buurt 'kern Driel'.



Driel - Vogelbuurt en Kern Driel. Rode demarcatie geeft de geografische scope aan

Conclusies

- De visie van DEP is dat eerdere verduurzaming maatschappelijk wenselijk is. DEP ziet daarvoor, op basis van deze studie, de grootste mogelijkheid voor de all-electric optie voor de Vogelbuurt. Daarnaast heeft de all-electric optie de laagste kosten voor de eindgebruikers. Daarom adviseert DEP de gemeente en huiseigenaren om hier te kiezen voor de all-electric als alternatief voor aardgas.
- All-electric heeft de laagste TCO voor de eindgebruiker en reduceert het meeste CO₂-uitstoot t.o.v. van de gasreferentie.
- Het collectieve warmtesysteem heeft de hoogste TCO voor de eindgebruiker en reduceert de CO₂-uitstoot significant t.o.v. de gasreferentie.
- In deze studie is geen rekening gehouden met eventuele beperkingen wegens netcongestie en hier dient in vervolgstappen aandacht aan geschonken te worden.



(tonCO ₂)	All-electric	MES totaal	Referentie gas
Cumulatieve CO₂-uitstoot tot en met 2050	1.982	5.806	16.618



Haalbaarheidsstudie Klein Collectief

Toelichting werkwijze

Een haalbaarheidsstudie warmtenet is een aanpak om kansrijke gebieden voor collectieve warmte en mogelijke warmtebronnen in beeld te brengen. Hiermee kan een ontwerp van een warmtesysteem opgezet worden. De haalbaarheid van een warmtesysteem brengen we in beeld door een business case op te stellen.

1. Warmtevraag

Warmtevraag en bouwtypologie bepalen.

2. Warmtesysteem

Bepalen locatie Modulair Energie Systeem (MES), tracé distributienet, dimensionering distributienet, bepalen kosten.

3. Financieel resultaat

Opstellen van de businesscase van het collectieve warmtesysteem

4. All-Electric

Bepalen meest voorkomende woningtypes. Van een selectie de benodigde verduurzamingsmaatregelen bepalen, nieuwe warmtevraag inschatten en bepalen kosten.

5. Kosten Eindgebruiker

Vergelijking van de Total Cost of Ownership voor eindgebruikers van het collectieve warmtesysteem, de all-electric optie en de geschatte huidige situatie.

Warmtevraag

dep.nl



Warmtevraag

Driel - Vogelbuurt

	Aantal woningen	Gemiddeld gasverbruik (m3)	Totaal gasverbruik (m3)	Gemiddelde warmtevraag (GJ)	Totale warmtevraag (GJ)
Appartementen	13	1.194	15.517	36,0	468,2
Tussenwoningen	179	1.111	198.870	33,4	5.986,5
Hoekwoningen	-	1.203	-	36,3	-
2-o-1 Kap woningen	94	1.413	132.812	42,8	4.027,4
Vrijstaand	31	1.798	55.728	54,8	1.699,6
Totaal	317		402.926		12.182

Het huidige gasverbruik is bepaald op basis van CBS-data en gecorrigeerd naar het gemiddelde aantal graaddagen van de afgelopen 10 jaar.

Warmtesysteem

dep.nl

Modulair energiesysteem (MES)



De warmte-opwek vindt plaats middels een modulair energiesysteem (MES). Het MES bestaat uit lucht-waterwarmtepompen, warmtebuffers, een slimme aansturing en gasketels. De gasketels vangen pieken in de warmtevraag op. Ze zijn verantwoordelijk voor ~15% van de warmtevraag. Ook dienen ze als back-up en voor extreem koude situaties. Deze gasketels zullen aardgas gebruiken. Het is mogelijk om in de toekomst aardgas te vervangen door een duurzame gas.

Een MES bestaat uit twee "verdiepingen". Op de begane grond zijn o.a. de gasketels, buffervaten, circulatiepompen en besturing gesitueerd. De eerste verdieping (dakopbouw) bestaat uit een luchtdoorlatend en geluiddempend systeem waar de lucht-water warmtepompen staan opgesteld.

De opgewekte warmte uit de MES wordt via een warmtenet aan de afnemers geleverd.

Een voorbeeld van een MES is opgenomen in de bijlagen.





Operationele kosten

Gebruikte aannames voor de operationele kosten

Afname warmtevraag

Er wordt een jaarlijkse besparing van 0,35% per jaar op de ruimteverwarmingsvraag aangenomen (ruimteverwarmingsvraag is aangenomen op 78% van de warmtevraag).

Beheer en onderhoudskosten

- Leidingen: 1% van de initiële investering wordt als jaarlijks terugkerende kosten gerekend.
- Opwek (MES): 3,3% van de initiële investering wordt als jaarlijks terugkerende kosten gerekend.
- Afleversets: 2,6% van de initiële investering wordt als jaarlijks terugkerende kosten gerekend.

Warmteverlies

De consument krijgt 70°C in huis ter beschikking in de winter voor ruimteverwarming en voldoende temperatuur om het hele jaar door tapwater te bereiden en met minimale aanpassingen de woning te verwarmen.

- Met deze temperatuur vindt een warmteverlies van circa 20% plaats in het warmtenet

Inkoopkosten warmte

In de business case is gerekend met 85% warmte uit warmtepompen en 15% uit piekinstallatie. (Het reeds gerealiseerde MES systeem in Didam behaalt een 87% dekking door warmtepompen en 13% door piekinstallaties.)

Prijsopbouw warmteprijs	Prijs
Inkoopprijs gas	1,068 EUR/m ³
Inkoopprijs elektra	0,087 EUR/kWh

Locatiebepaling MES

Contourenkaart Vogelbuurt

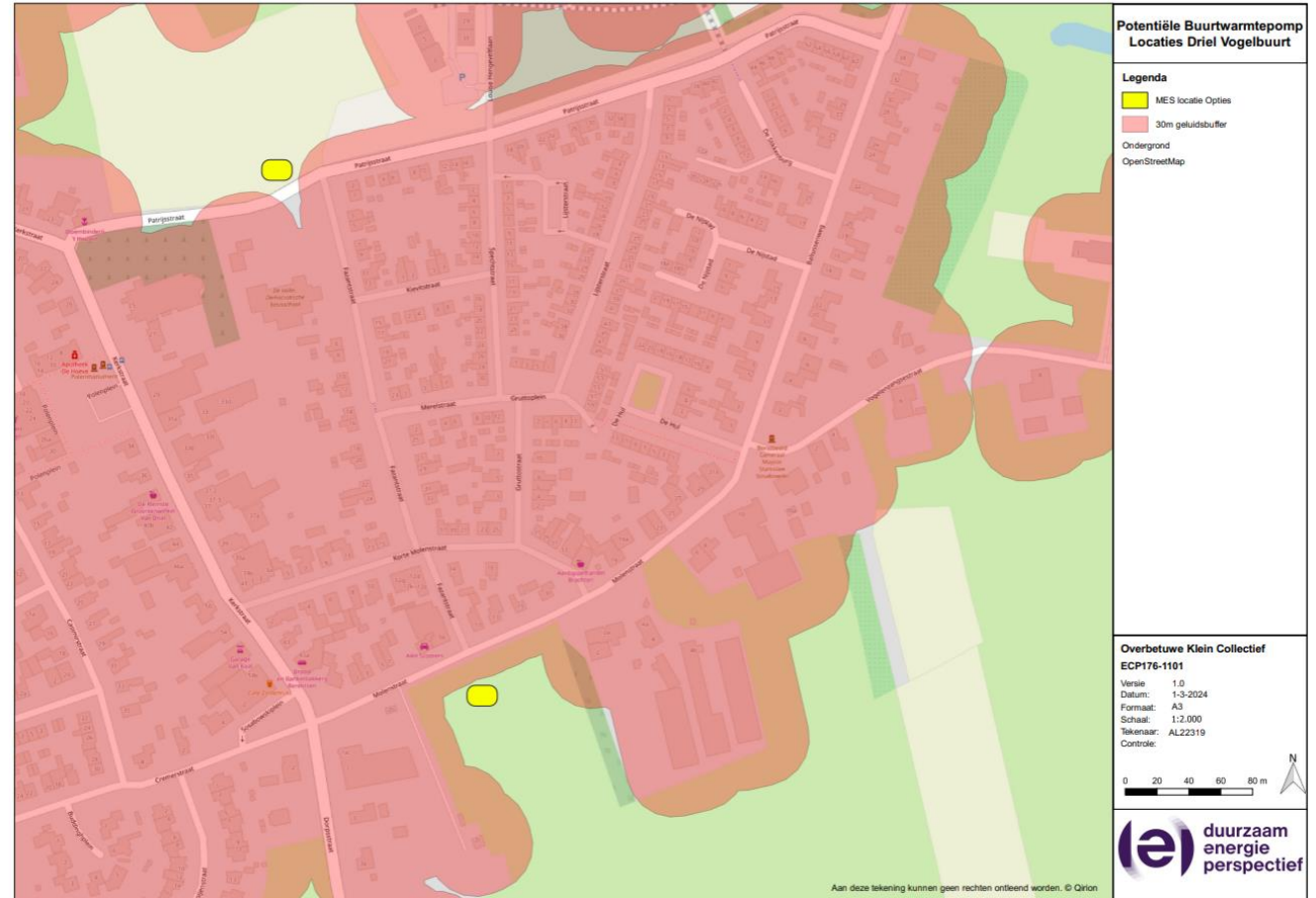
Wegens het geproduceerde geluid van de MES (uit de dakopbouw) dient er voldoende afstand (30 meter¹) gehouden te worden tot bebouwing.

Hiervoor is een contourenkaart opgesteld, waarbij de contouren een straal van 30 meter om ieder gebouw weergeven.

De locatie van de MES dient buiten de contouren gezocht te worden.

De gele vlakken in de afbeelding rechts geven potentiële locaties aan voor de MES die voor deze haalbaarheidsstudie zijn geselecteerd.

De geselecteerde locaties dienen in de vervolgfase nader onderzocht te worden en kunnen nog wijzigen.



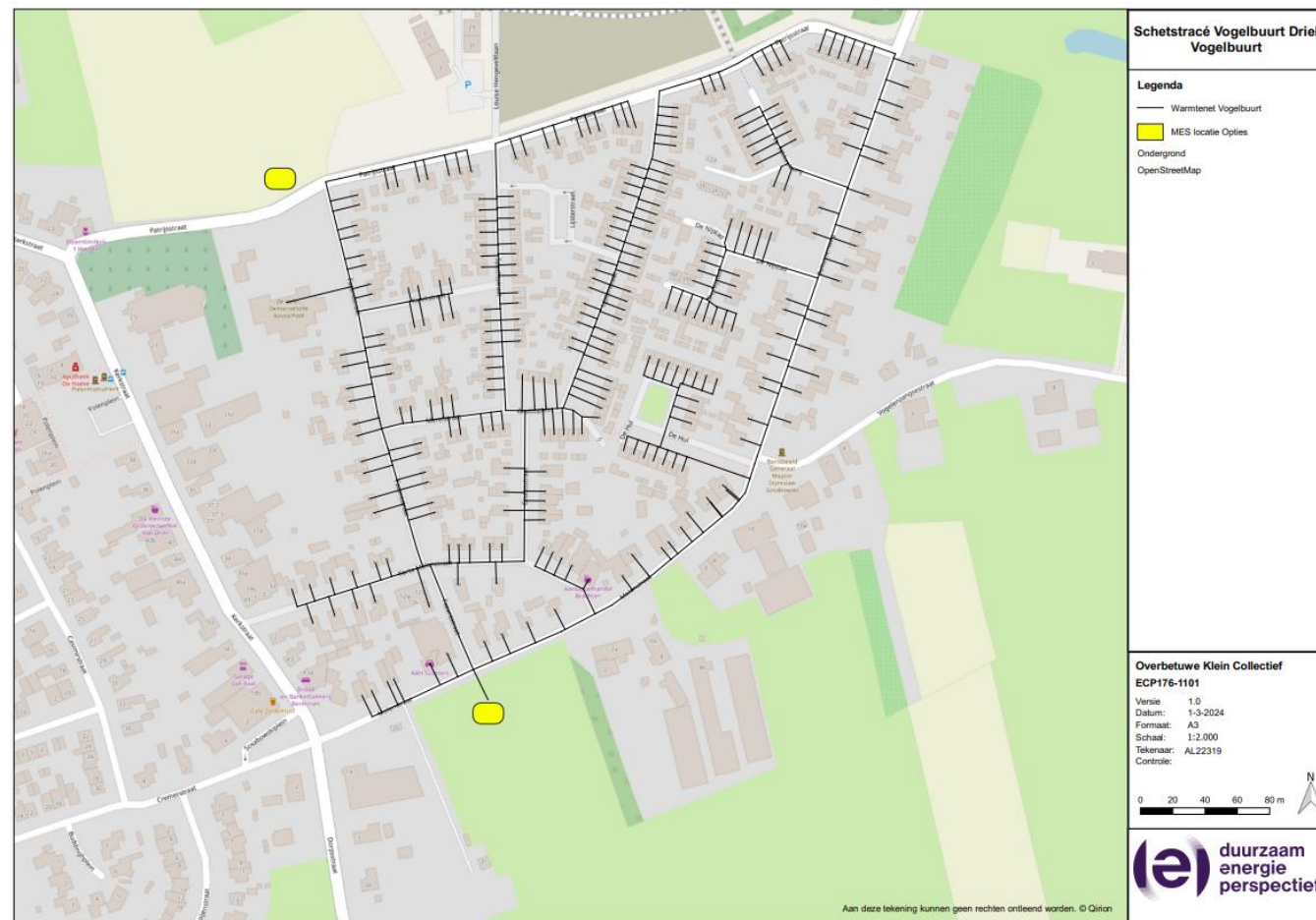
¹In samenspraak met de gemeente is gekozen om i.p.v. de standaard 25 meter afstand een extra 5 meter aan te houden

Warmtenet tracé

Schetstracé Vogelbuurt



De figuur geeft de eerste tracéschets van het beoogde warmtenet.
Het gele vlak weergeeft een potentiële locatie van de MES weer.

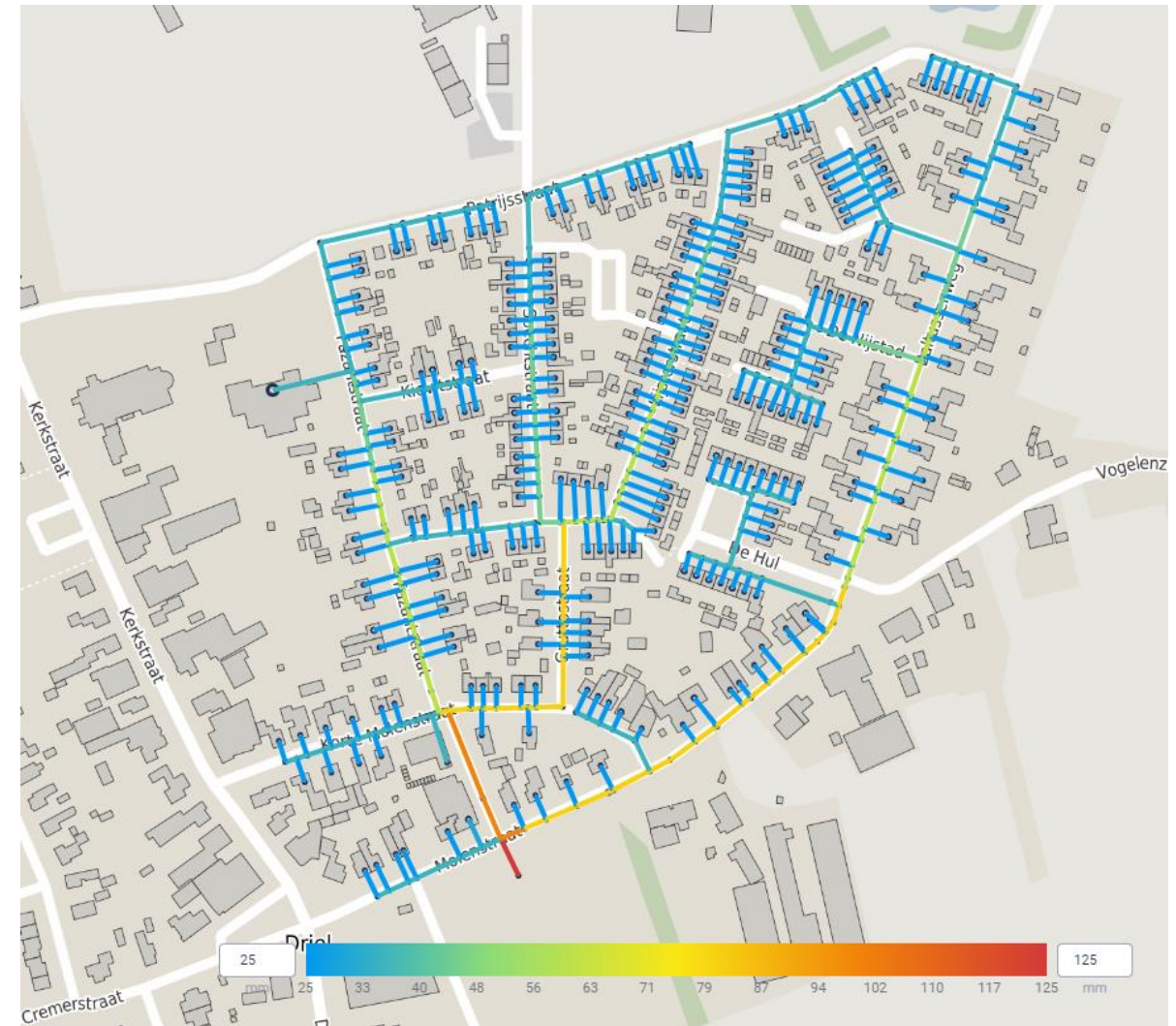


Leidingdiameters voorgestelde tracé

Driel - Vogelbuurt



De figuur geeft de dimensionering (in DN-maten) van het warmtenet in de Vogelbuurt weer.





Investeringskosten voor netwerk

Gebruikte aannames voor investeringskosten

De investeringskosten voor het transportnet en distributienetten zijn ingeschat op basis van de lengtes zoals ingetekend i.c.m. gemiddelde kosten per strekkende meter van distributienetten en een transportnet. De totale benodigde distributienetlengte is 2,5 kilometer tracé. De kosten van de MES zijn geschaald naar het totale benodigde vermogen voor de Vogelbuurt. Bij deze berekening is ervan uitgegaan dat ontgraven asfalt niet wordt teruggelegd.

	Investeringskosten (EUR)	Aantal aansluitingen (75% participatiegraad)	EUR/aansluiting
Distributienet	2.429.000	238	10.206
MES*	1.600.000	238	6.723
Totaal:	4.029.000	238	16.929

Daarnaast zijn er aansluitleidingen vanaf de leiding in de straat tot en met de doorgang van de vloer in de woning of pand. Het uitgangspunt is dat alle woningen individueel worden aangesloten, dit vergt inpandige aanpassingen: leidingen vanaf doorgang vloer naar de afleverset(s), plaatsen beugel afleverset en voor gestapelde woningen het aanleggen van verdeelleidingen naar elk appartement. Alle investeringskosten bij elkaar zijn in deze tabel uitgedrukt per woning:

	Opsplitsing kosten grondgebonden woning (EUR/aansluiting)	Opsplitsing kosten gestapelde woning (EUR/aansluiting)
Distributienet	10.206	10.206
MES	6.723	6.723
Aansluiting	5.820	6.850
Afleverset	2.000	2.000
Gemiddelde kosten per woning:	24.749	25.779

Financieel Resultaat Vogelbuurt

dep.nl



Financieel resultaat

Conclusie – Collectief Vogelbuurt

1. BAK

- De bijdrage aansluitkosten (BAK) zet de onrendabele top op 0 en daarmee rekent de business case met een looptijd van 30 jaar rond. De BAK is exclusief subsidies en klantzijdige kosten.

2. Klantzijdige kosten

- Klantzijdige kosten: verwijderen gasinstallatie, aansluiten huisinstallatie op afleverset, waterzijdig inregelen en elektrisch-koken (zie bijlage A: klantzijdige kosten). De kosten voor woningen met individuele ketels worden ingeschat op ongeveer 3.670 EUR excl. BTW per woning (4.440 EUR incl. BTW). Dit zijn de grondgebonden woningen, zowel in particulier als woningcorporatie bezit, en de flats waarvan is aangenomen dat deze individuele gasketels hebben.

3. Subsidies:

- ISDE voor particulieren is 3.119 EUR excl. BTW per woning (3.775 EUR incl. BTW).
- SAH voor woningcorporatie woningen opgeteld max. 4.132 EUR excl. BTW per woning (5.000 EUR incl. BTW) (40% van de kosten voor aanpassingen (in pandige woonkosten) [max. 1.200 EUR] + 30% van de kosten voor aansluiting warmtenet [max. 3.800 EUR])
- Warmte Infrastructuursubsidie (WIS), is een subsidie die een investeerder in een warmtenet kan aanvragen om een onrendabele top met ca. 6000 EUR/ aansluiting (4.959 EUR Excl. BTW) af te dekken (voor huurwoningen, voor overige kleinverbruikersaansluitingen is het bedrag maximaal 7.000 EUR/aansluiting (5785 EUR Excl. BTW)).

Voor meer toelichting over subsidies zie slide 21: "Subsidies".

	Excl. BTW	Incl. BTW
1. BAK	20.861	25.242
2. Klantzijdige kosten	3.670	4.440
3. Subsidies	-3.119 tot -9.917	-3.775 tot -12.000
Netto kosten	14.614 tot 21.412 EUR	17.682 tot 25.907 EUR

Inzet ECW-model voor berekening businesscase

Gekozen rekenmodel en gehanteerde werkwijze



Voor de doorrekening van de business case is het model van Het Expertise Centrum Warmte (ECW) gebruikt.

Als onderdeel van het Klimaatakkoord is in het Startmotor-akkoord tussen Aedes en de warmtebedrijven afgesproken dat er een gestandaardiseerd model voor de businesscase van warmtenetten wordt ontwikkeld. Met het model biedt het warmtebedrijf op vertrouwelijke basis inzicht in de kosten en baten van de business case en de impact van bepaalde maatregelen.

Zo zien gebruikers in welke mate het draaien aan bepaalde 'knoppen' de aansluitkosten voor gebouweigenaren verlagen of juist verhogen. Hierdoor wordt transparant gemaakt of er een goede balans is tussen een eerlijke prijs en investeringszekerheid (kostprijs plus een redelijk rendement). Het model is in eerste instantie bedoeld voor de onderhandeling tussen een woningcorporatie en een warmtebedrijf, maar kan ook door andere partijen gebruikt worden die gaan aansluiten op een warmtenet en door gemeenten en provincies die een rol spelen bij dergelijke projecten.

Beschrijving, handleiding en het Excel-model zijn te vinden op: <https://expertisecentrumwarmte.nl/documenten/businesscase+warmtenetten/>



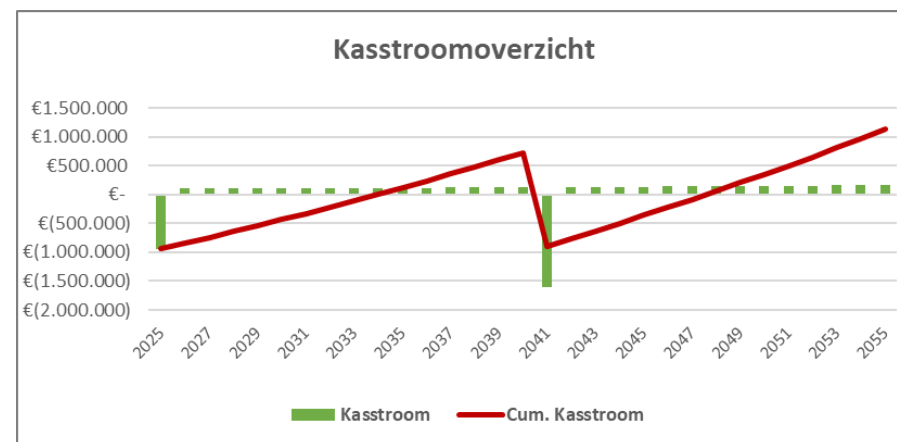
Uitkomsten Businesscase

Totaal resultaat - Vogelbuurt

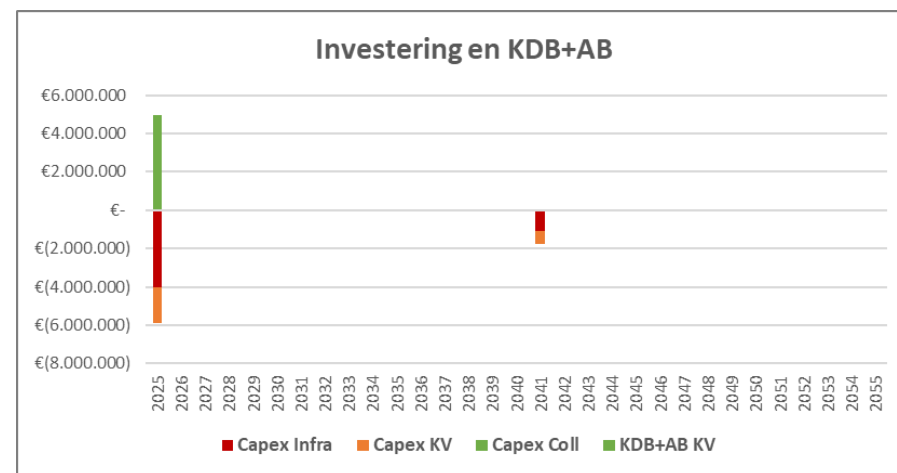
We gaan uit van een business case van 30 jaar. Hiermee kan de investering in een warmtenet goed worden gesimuleerd. De typisch figuur van het cumulatieve kasstroomoverzicht (het verschil tussen inkomsten en uitgaven) laat het eerste jaar de investering in het distributienet en de opwek zien en in het tweede jaar worden woningen aangesloten en ontvangt men de KDB en AB. Er is een kleine positieve cashflow waarmee een deel van de investeringen wordt terugverdiend.

Summary Result	Totale Businesscase	Investing per aansluiting	
Bruto investering	€ 5.905.051	Bruto investering	€ 24.181
KDB (kostendekkingsbijdrage)	€ 3.932.309	KDB (kostendekkingsbijdrage)	€ 16.522
AB (aansluitbijdrage)	€ 1.032.692	AB (aansluitbijdrage)	€ 4.399
Netto investering	€ 940.050	Netto investering	€ 3.950
IRR (internal rate of return)	6,00 %		
NCW (netto contante waarde)	-		
Terugverdientijd (in jaren)	16		
Vereist projectrendement	6,00 %		

De KDB wordt zo gekozen dat de business case netto contant op nul uitkomt (NCW=0). Dit betekent dat in dit geval een rendement van 6% behaald wordt. Dat is marktconform voor een warmtenet. De benodigde BAK (Bijdrage Aansluitkosten) (KDB + AB) komt uit op circa 24.488 EUR per woning. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grondgebonden- en gestapelde woningen. De ruimte om investeringen terug te verdienen met jaarlijkse inkomsten is relatief klein door een hoge kostprijs van de warmte, hierdoor wordt een groot deel van de investeringen gedekt door de kosten dekkende bijdrage. Een bron met lagere kosten zal leiden tot een lagere benodigde investering vooraf. Als ook meer ruimte om eventueel korting op de warmteprijs te geven aan eindgebruikers.



In de kasstromen is te zien dat in het eerste en na 15 jaar (her)geïnvesteerd wordt. Na 11 jaar is er een positieve cashflow.



In het eerste jaar wordt er geïnvesteerd en wordt de BAK ontvangen, na 15 jaar vindt er een herinvestering plaats.



Risico-gevoeligheidsanalyse

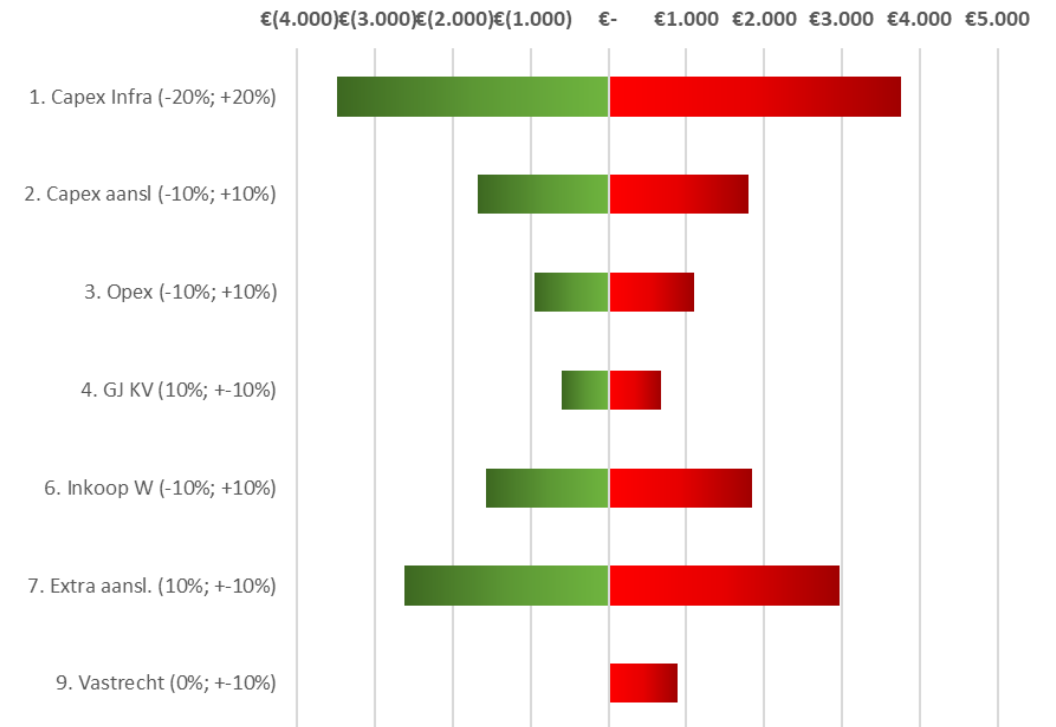
Impact op de BAK (bijdrage aansluitkosten) - Vogelbuurt

Van een negental parameters wordt de impact weergegeven bij een standaard afwijking (zowel positief als negatief) op de kosten voor de aansluitbijdrage (BAK) per woning.

Korte uitleg per parameter:

1. De ingeschatte investeringen in de netwerken vallen in de praktijk hoger/lager uit.
2. De inschatting voor de investering van het aansluiten van een gebouw/woning valt hoger/lager uit.
3. Operationele kosten (pompenergie, beheer en onderhoudskosten) vallen hoger/lager uit.
4. Inschatting van de warmtevraag voor kleinverbruik valt hoger/lager uit. De isolatie van woningen kan sneller en/of grondiger plaatsvinden dan ingeschat met een autonome isolatiesnelheid van 0,35% / jr.
5. N.v.t.
6. Gevraagde tarief voor vastrecht wordt hoger/of lager gekozen. (waar hoger eigenlijk niet mag ivm maximalisatie door de ACM).
7. Participatiegraad pakt hoger/lager uit. (nu is de invoer 75% deelname).
8. Korting op vastrecht van 10%.

Sensitivities: Extra benodigde AB+KDB in €/aansl (op tijdstip t = 0)





Subsidies

Overzicht van de beschikbare subsidies

Naast SDE++ subsidie, welke reeds zijn meegenomen in de warmtebron prijs, zijn ook andere subsidies beschikbaar:

- **SAH:** Subsidie Aardgasloze Huurwoning, vaak door woningcorporaties aangevraagd. Per woning ontvangt u maximaal 5.000 EUR (4.132 EUR Excl. BTW) subsidie. [Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen \(SAH\) \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/nl/onderwerpen/energie/verduurzamen/verduurzamen-woningen).
- De SAH vergoedt 40% van de aanpassingen in de woning. U ontvangt maximaal een subsidiebedrag van 1.200 EUR (992 EUR Excl. BTW) per woning voor deze in pandige woningkosten. Dit is ook het maximale bedrag dat de SAH vergoedt voor woningen die al op een warmtenet zijn aangesloten.
- De SAH vergoedt 30% van de aansluitkosten van een woning op een warmtenet. U ontvangt maximaal 3.800 EUR (3.140 EUR Excl. BTW) subsidie per woning voor de aansluitkosten.
- **ISDE:** Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing, deze kunnen particuliere woningeigenaren ontvangen voor de kosten die gemaakt worden bij de overstap op een warmtenet. De subsidie voor een aansluiting op een warmtenet bedraagt 3.775 EUR (3.120 EUR Excl. BTW). [ISDE: Aansluiting op een warmtenet woningeigenaren \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/nl/onderwerpen/energie/verduurzamen/verduurzamen-woningen).
- **EIA:** Voor de investeerder in de distributie vanaf de bron t/m de afleverset is de mogelijkheid van het verkrijgen van een EIA. [Energie-investeringsaftrek \(EIA\) \(belastingdienst.nl\)](https://www.belastingdienst.nl/wet-en-verbod/energie-investeringsaftrek).
- **WIS:** Warmte Infrastructuur Subsidie, is een subsidie die een investeerder in een warmtenet kan aanvragen om een onrendabele top met ca. 6000 EUR/ aansluiting (4.959 EUR Excl. BTW) af te dekken (voor huurwoningen, voor overige kleinverbruikersaansluitingen is het bedrag maximaal 7.000 EUR/aansluiting).

Optimalisaties



- **Rendementseis:** De huidige rendementseis is gesteld op 6%, afhankelijk van investerende partijen kan dit verlaagd worden.
- **Leveranciersmarge:** De huidige warmteleverancierskosten staan op 10% brutomarge en 100 euro/jaar/klant aangehouden. Hier kunnen andere afspraken over gemaakt worden. *Kantekening: Dit hangt samen met de onderlinge afspraken tussen de partijen en risico verdeling/afdekking in de keten.*
- **Aansluitkosten woning:** De aansluitkosten van de woningen zijn ingeschat op basis van ervaringsgetallen uit eerdere projecten. Voor een betere inschatting is dienen de woningen geschouwd te worden. Een voordeel kan behaald worden, als rij- en/of 2-o-1-kap-woningen gespiegeld zijn, door één gedeelde aansluitleiding vanuit de straat aan te leggen welke twee afleversets ontsluit. Indien gehele blokken rijwoningen aangesloten worden kan na woningschouw bepaald worden of een doorlopende leiding in de kruipruimtes, zolder, dakgoot mogelijk is. *Kantekening: hiervoor dient ook recht van opstal geregeld te worden.*
- **Revolverend fonds:** Een revolverend fonds kan ervoor zorgen dat, in het geval van meerdere buurtsystemen, de tegenvallers bij het ene buurtwarmtenet glad gestreken kunnen worden met de meevallers in andere buurtsystemen. Voor de gemeente Overbetuwe is dit mogelijk interessant wanneer er een groot aantal buurten op een collectief aan te sluiten en er een eventueel warmtebedrijf met gemeentelijke deelname in combinatie met een GWIB wordt opgericht. Hiermee kunnen meevallers en tegenvallers in verschillende buurten tegen elkaar weggestreept worden. Met andere woorden betekent dit dat risico's niet per project/buurt gedragen hoeft te worden, waardoor de nu geraamde marges in de haalbaarheidsstudie weggelaten zou kunnen worden (in financieel technische zin: de gemiddelde daadwerkelijke kosten convergeren naar de P50/verwachtingswaarde en daarmee lager dan de P85 waarde waar in deze studie mee gerekend is).
- **Schaalgrootte:** Bijkomend effect van veelvuldig realiseren van buurtwarmtepompen is dat de schaalgrootte van inkoop bij toeleveranciers van onderdelen van de opwekcentrale en infrastructuur een rol gaan spelen. Bij tien opwekcentrales kan dit voor bijvoorbeeld de opwek zo 25% (inschatting) goedkoper uitvallen. Dit voordeel kan ook behaald worden doordat een GWIB in meerdere gemeenten een opwek weet te realiseren. Om dit voordeel aan de voorkant al mee te kunnen nemen moeten meerdere buurt projecten in een concretere fase bevinden.
- **Directe lijn:** Elektriciteit opgewekt middels een zonnepark of windmolen in de directe omgeving, verbonden middels een directe lijn (juridische term voor een private kabel zonder tussenkomst van een netbeheerder), kan duurzame stroom zonder tussenkomst van een elektriciteitsleverancier direct leveren aan de opwekcentrale. Dit kan de kostprijs van warmte verminderen.
- **Vergroten warmtebuffer:** Inzet van een grotere warmtebuffer kan zorgen dat er beter ingespeeld kan worden op dynamische elektriciteitsprijzen, waarmee op uren waar de elektriciteitsprijs relatief goedkoop is de warmtepomp ingezet kan worden om de buffer te laden en tijdens uren dat elektriciteit duurder is de opgeslagen warmte uit de buffer gehaald kan worden. Hiermee kan technische gezien, indien nodig, ook ingespeeld worden op eventuele netcongestie.

All-Electric Vogelbuurt

dep.nl



All-Electric – Benodigde maatregelen

Vogelbuurt – Typische woningen

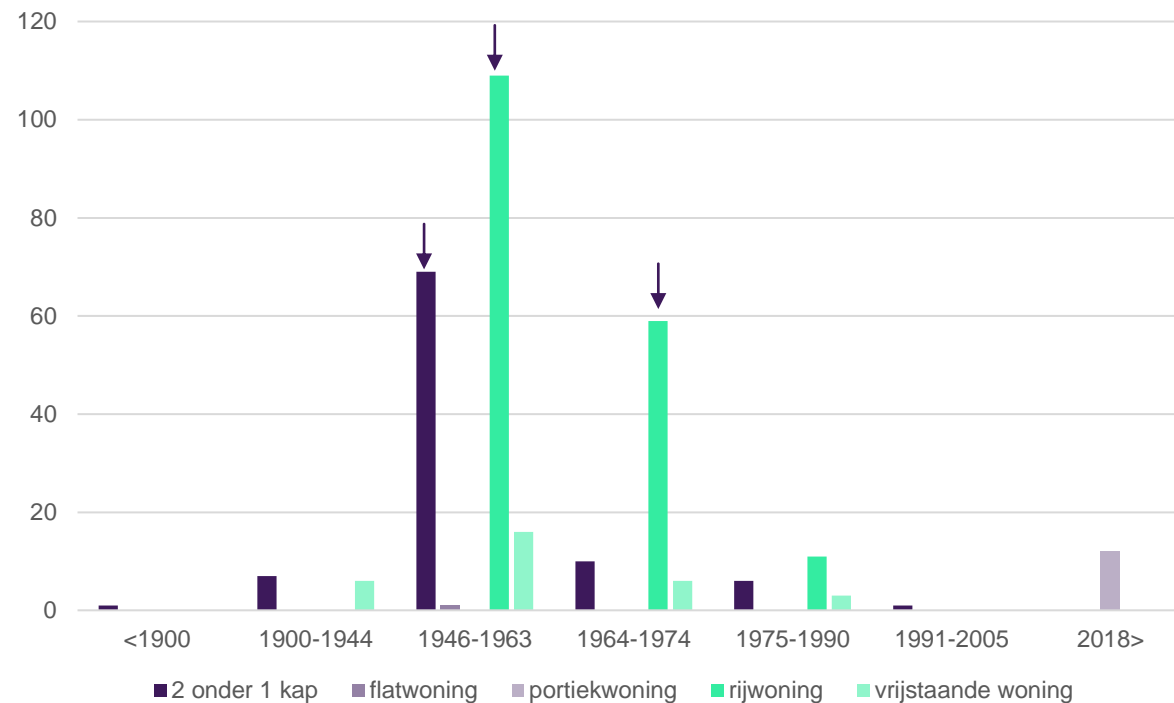
Op basis van het woningbestand zijn drie typische woningen geselecteerd, aangegeven met pijlen in het figuur rechts:

- Rijwoning uit 1946-1963
- 2 onder 1 kap woning uit 1946-1963
- Rijwoning uit 1964-1974

Voor deze selectie worden benodigde verduurzamingsmaatregelen gedefinieerd om op een 'all-electric' oplossing over te kunnen gaan.

Uitgangspunt zal zijn om de woningen middels een lucht-water warmtepomp van warmte te voorzien.

Aantal woningen per type en bouwjaar categorie



Warmtevraag

Vogelbuurt

Het huidige jaarlijkse gasverbruik is bepaald o.b.v. CBS data.

Deze data is enkel beschikbaar als gemiddelde per woningtype, niet per bouwjaar.

De warmtevraag na isoleren is bepaald door de warmtebehoefte van een woning die voldoet aan de energetische eisen volgens pakket 2 van de RVO voorbeeldwoningen.

Voor de Vogelbuurt zijn een aantal woningen geschouwd. Voor deze woningen is door de gemeente een schatting gemaakt wat de isolatiekosten zouden zijn. De tool van de gemeente schat deze kosten 11% lager in dan DEP. Een vergelijking tussen de kosten vanuit de gemeente en de kosten volgens DEP staan in Bijlage D.

In de TCO bepaling wordt uitgegaan van de kosteninschatting van DEP op basis van RVO voorbeeldwoningen.



	2 onder 1 kap woning [1946-1963]	Tussen Rijwoning [1946-1963]	Tussen Rijwoning [1964-1974]
Aantal	69	109	59
Vloeroppervlakte (m ²)	123	93	102
Warmtebehoefte huidig (kWh _{th} /m ² /jaar)	85,3	89,3	81,4
Warmtevraag huidig (kWh _{th} /jaar)	10.486	8.302	8.302
Gasverbruik huidig (kWh/jaar)	11.843	9.377	9.377
Warmtebehoefte na isolatie (kWh _{th} /m ² /jaar)	53,6	70,6	51,3
Warmtevraag na isolatie (kWh _{th} /jaar)	6.593	6.536	5.255
Elektraverbruik all-electric (kWh _e /jaar)	2.060	2.042	1.642

All-Electric – Kenmerken

Vogelbuurt

Het woonoppervlak is bekend per woning in de Vogelbuurt. Het gemiddelde hiervan is genomen per woning categorie en staat onderaan in de grafiek rechts.

In de woningschouwen van de gemeente zijn enkel bouwoppervlaktes bekend van tussen rijwoningen uit de bouwperiode 1964-1974. De overige oppervlaktes van de typische woningen niet bekend zijn in De Vogelbuurt. Voor verdere doorrekeningen wordt er daarom gebruikt gemaakt van de afmetingen volgens de voorbeeldwoningen van het RVO die overeenkomen met de typologie van de typische woningen.*

De oppervlaktes van de RVO voorbeeldwoningen staan hier rechts weergegeven in de tabel.



Oppervlakte [m2]	2 onder 1 kap woning [1946-1963]	Tussen Rijwoning [1946-1963]	Tussen Rijwoning [1964-1974]
Begane Grond vloer	66,58	44,21	48,30
Gesloten gevel	87,26	39,78	37,67
Ramen	22,92	19,86	24,98
Deuren	6,86	4,82	4,60
Dak hellend	53,60	48,00	55,60
Dak plat	20,73	-	-
Woonoppervlakte	123,00	92,57	102,44

*Bron: [Voorbeeldwoningen 2022 | bestaande bouw \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/onderzoek-en-gegevens/voorbeeldwoningen-2022)



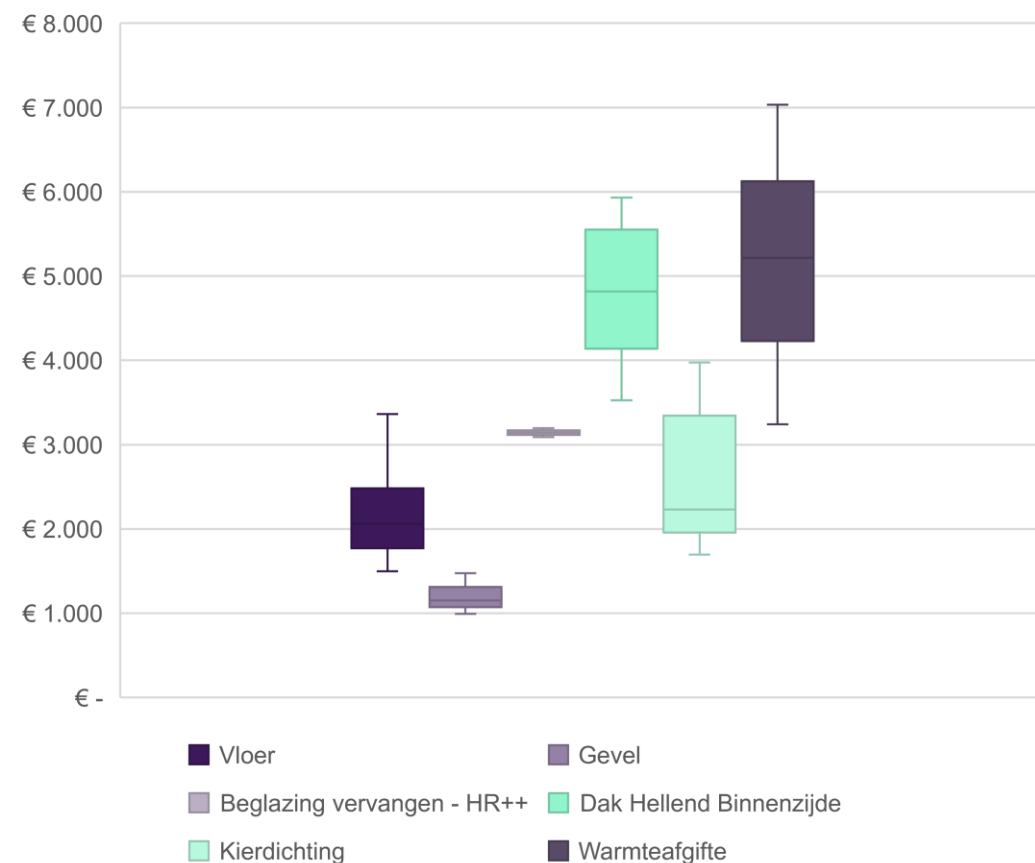
All-Electric – Benodigde maatregelen

Vogelbuurt– Rijwoning tussen 1946 - 1963

De benodigde verduurzamingsmaatregelen gedefinieerd om 'all-electric' te gaan zijn gebaseerd op de voorbeeldwoningen van het RVO.

	Min	Max	Gemiddelde
Vloer	€ 1.498	€ 3.362	€ 2.142
Gevel	€ 992	€ 1.474	€ 1.205
Beglazing vervangen - HR++	€ 3.091	€ 3.197	€ 3.144
Dak Plat Buitenzijde	€ -	€ -	€ -
Dak Hellend Binnenzijde	€ 3.527	€ 5.933	€ 4.791
Kierdichting	€ 1.694	€ 3.973	€ 2.619
Ventilatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Warmteafgifte	€ 3.241	€ 7.032	€ 5.163
Totaal bouwkundig	€ 22.539	€ 35.654	€ 19.064
Warmtepomp			€ 13.750
Totaal			€ 32.814

Overzicht kosten maatregelen Tussen Rijwoning





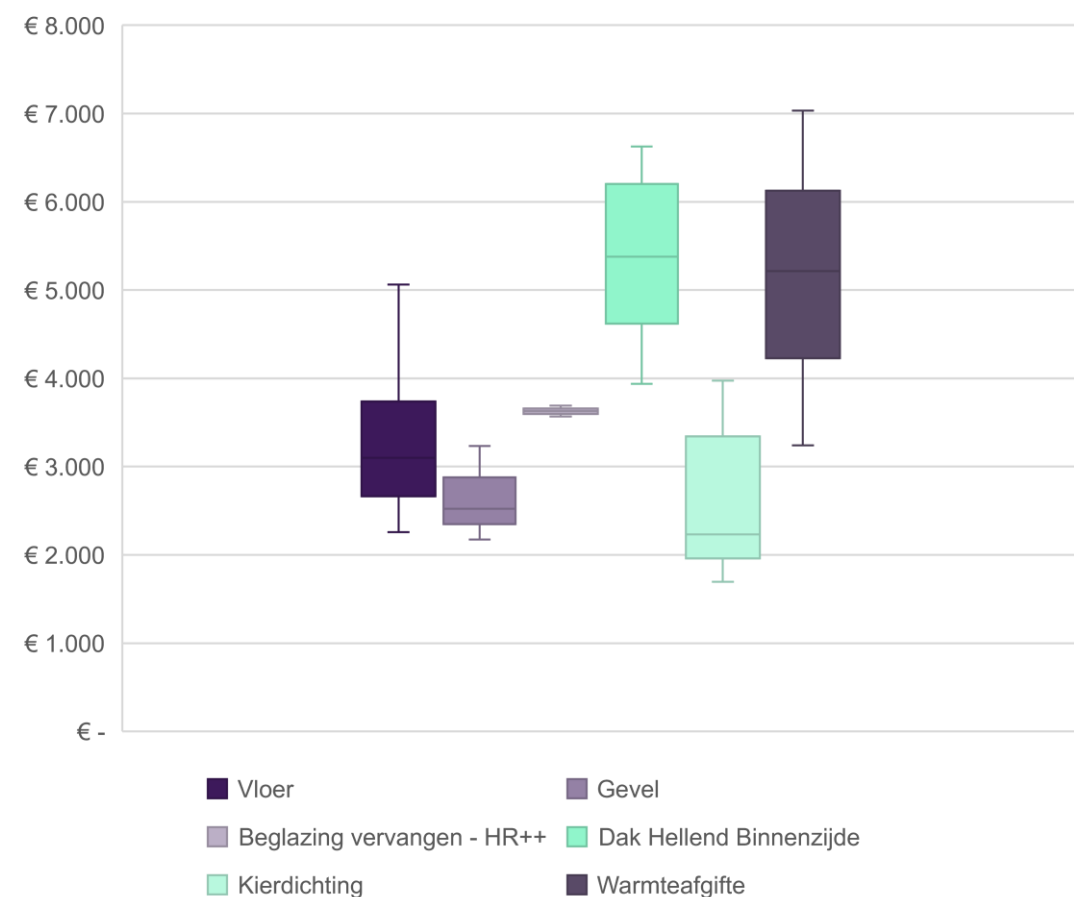
All-Electric – Benodigde maatregelen

Vogelbuurt– 2 onder 1 kap - 1946 - 1963

De benodigde verduurzamingsmaatregelen gedefinieerd om 'all-electric' te gaan zijn gebaseerd op de voorbeeldwoningen van het RVO.

	Min	Max	Gemiddelde
Vloer	€ 2.256	€ 5.063	€ 3.225
Gevel	€ 2.175	€ 3.233	€ 2.644
Beglazing vervangen - HR++	€ 3.567	€ 3.689	€ 3.628
Dak Plat Buitenzijde	€ 5.666	€ 6.038	€ 5.808
Dak Hellend Binnenzijde	€ 3.939	€ 6.625	€ 5.350
Kierdichting	€ 1.694	€ 3.973	€ 2.619
Ventilatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Warmteafgifte	€ 3.241	€ 7.032	€ 5.163
Totaal bouwkundig	€ 22.539	€ 35.654	€ 28.438
Warmtepomp			€ 13.750
Totaal			€ 42.188

Overzicht kosten maatregelen 2-o-1-kap woning





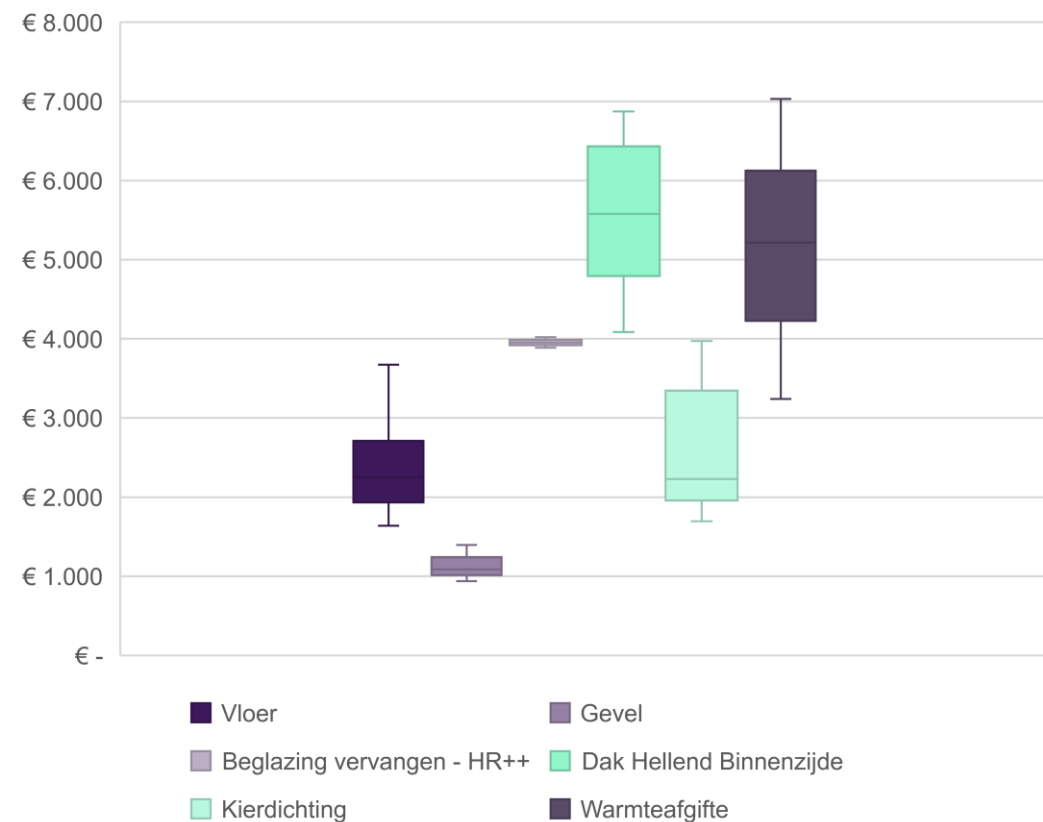
All-Electric – Benodigde maatregelen

Vogelbuurt– rijwoning 1964 - 1974

De benodigde verduurzamingsmaatregelen gedefinieerd om 'all-electric' te gaan zijn gebaseerd op de voorbeeldwoningen van het RVO.

	Min	Max	Gemiddelde
Vloer	€ 1.637	€ 3.673	€ 2.340
Gevel	€ 939	€ 1.396	€ 1.141
Beglazing vervangen - HR++	€ 3.888	€ 4.021	€ 3.954
Dak Plat Buitenzijde	€ -	€ -	€ -
Dak Hellend Binnenzijde	€ 4.086	€ 6.872	€ 5.550
Kierdichting	€ 1.694	€ 3.973	€ 2.619
Ventilatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Warmteafgifte	€ 3.241	€ 7.032	€ 5.163
Totaal bouwkundig	€ 15.485	€ 26.967	€ 20.767
Warmtepomp			€ 13.750
Totaal			€ 34.518

Overzicht kosten maatregelen Tussen Rijwoning





All-Electric – Benodigde maatregelen

Subsidie mogelijkheden

Er zijn subsidiemogelijkheden voor verduurzamingsmaatregelen. Indien er twee of meer verduurzamingsmaatregelen (isolatie, warmtepomp, warmteaansluiting) tegelijk worden genomen worden de subsidiebedragen voor de isolatiemaatregelen verdubbeld. Meer informatie over de aanvullende voorwaarden is te vinden op de site van de RVO¹.

Omdat in het all-electric scenario er hoe dan ook een warmtepomp wordt geïnstalleerd, wordt bij verdere doorrekeningen uitgegaan van de verdubbelde subsidiebedragen.

Er is uitgegaan van 30% subsidie voor de aanschaf en installatie van de kosten voor de warmtepomp².

	Subsidie- bedrag (Euro/m ²)	Rijwoning [1946-1963] (Euro)	2-o-1 kap [1946-1963] (Euro)	Rijwoning [1964-1974] (Euro)
Begane Grond vloer ³	4	177	266	193
Gesloten Gevel	19	597	1309	565
Dak	15	720	804	834
Raam	23	457	527	575
Totaal Isolatie		1.951	2906	2.167
Warmtepomp (Euro)	4.125			
Totaal na verdubbeling van de isolatie subsidie		8.027	9.937	8.459

¹ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren/isolatiemaatregelen>

² <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energie-thuis/vraag-en-antwoord/krijg-ik-subsidie-voor-een-warmtepomp>

³ Het is onbekend of bodem of vloerisolatie mogelijk is, er is 4,- euro/m² aangenomen (subsidiebedragen voor bodemisolatie zijn 3,- euro/m² en voor vloerisolatie 5,50 euro/m²).

Kosten Eindgebruiker Vogelbuurt

dep.nl



Total cost of ownership

Vogelbuurt– Kosten typische woning

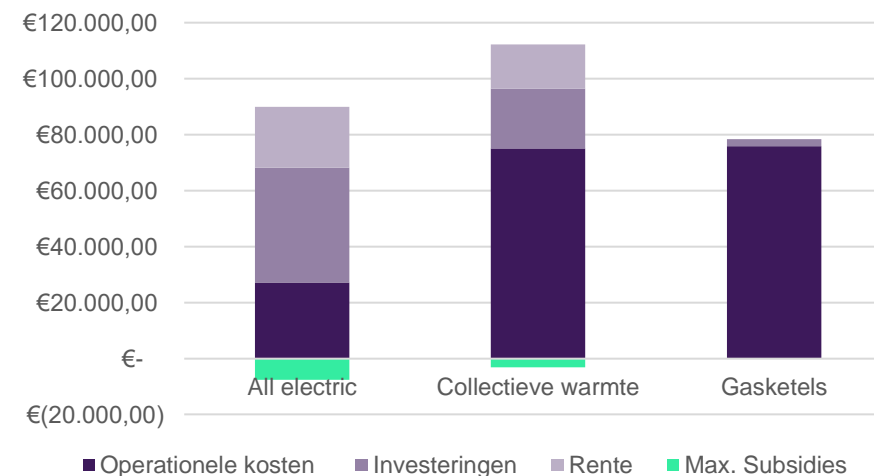
Van de drie typische woningen is een gewogen gemiddelde genomen om tot één typische woning in de wijk te komen. Hiervoor is de Total Cost of Ownership (TCO) berekend. Dit is zijn de totale kosten voor de eindgebruiker over 30 jaar berekend, inclusief inflatie en rentelast voor de investeringen. Dit is omgerekend naar een TCO op jaarbasis. De kosten zijn weergegeven in de figuur rechts en verder gespecificeerd in de tabel daaronder.

Subsidies zijn mindering gebracht op de investeringskosten. Uitgangspunt is dat voor de overige investeringen een annuïtaire lening wordt afgesloten met een rente van 4% (voor isolatiemaatregelen, warmtepomp en warmte aansluiting). Bijlage C geeft een overzicht van alle kosten per warmteoplossing.

De all-electric optie heeft een lagere TCO dan collectieve warmte op basis van een buurtwarmtepomp. Beide verduurzamingsopties zijn duurder dan de referentie met een gasketel. De investeringskosten van all-electric zijn het hoogst, echter is de aanname dat alle verduurzamingsmaatregelen nodig zijn (tevens schat de gemeente de investeringskosten voor isoleren lager dan DEP). Per woning zal bepaald moeten worden wat exact de investeringskosten worden. De operationele kosten voor collectieve warmte en de gasketels zijn significant hoger dan de all-electric optie.

De stijging van de woningwaarde na het nemen van de benodigde verduurzamings-maatregelen voor all-electric is in deze studie niet beschouwd.

TCO 30 jaar



Totale kosten (EUR)	All-Electric	Collectieve Warmte	Gasketel
Operationele kosten	37.114	75.062	75.903
Investeringskosten	41.032	21.411	2.527
Rente	21.818	15.735	-
Max. Subsidies eindgebruiker	-7.635	-3.120	-
TCO (30 jaar)	89.965	112.209	78.430
TCO (jaarlijks)	2.999	3.740	2.614



Modulair energiesysteem (MES)

In de figuren hiernaast staat de CO₂-uitstoot van de drie beschouwde weergegeven. De all-electric optie is het minst CO₂-intensief, gevolgd door de MES en de gasreferentie is het meest CO₂-intensief

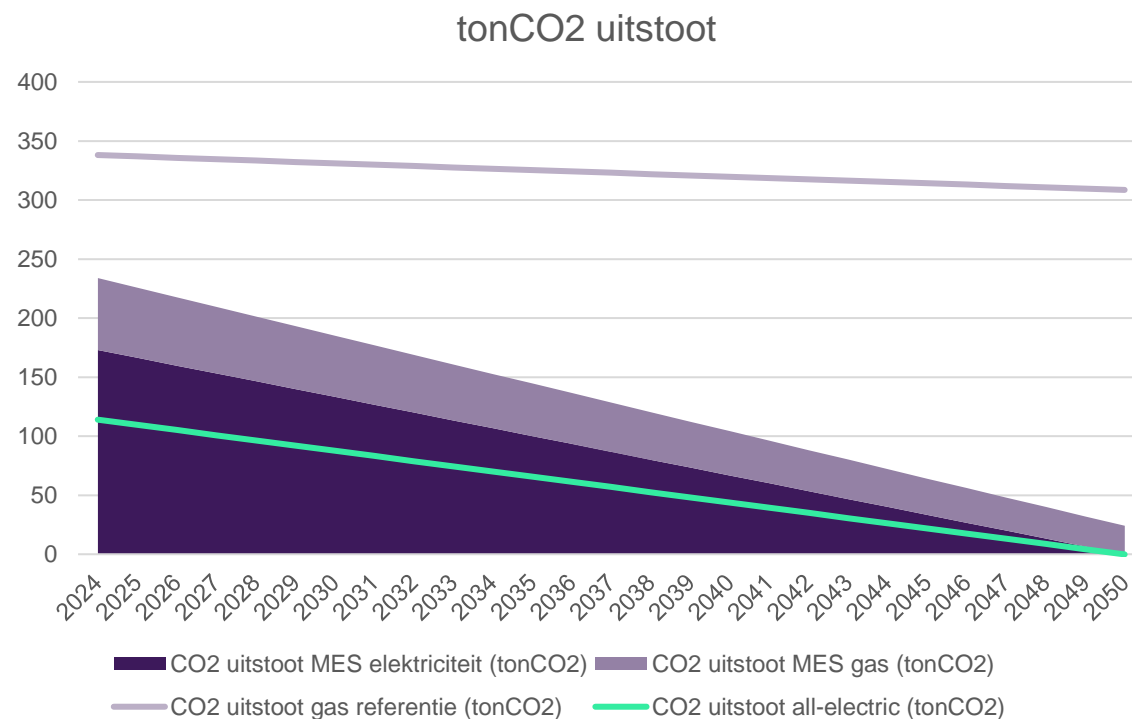
Uitgangspunten in de bepaling van de CO₂-uitstoot zijn:

- Warmtevraag reductie van 0,35%/jaar (ook voor all-electric)
- Elektriciteit heeft in 2024 een emissiefactor van 0,328kgCO₂/kWh¹
- Elektriciteit heeft in 2050 geen CO₂-uitstoot en dit loopt lineair naar beneden vanaf 2024
- Aardgas heeft een emissiefactor van 2,134kg CO₂/Nm³¹
- De MES blijft voor de piek aardgas inzetten

Opmerkingen:

- Aangenomen is dat er alleen aardgas als gas wordt gebruikt tot en met 2050. Echter is het aannemelijk dat de gasmix uit het gasnet verduurzaamd. Dit betekent dat de cumulatieve CO₂-uitstoot voor de MES en de referentie case lager zullen uitvallen.
- Het is aannemelijk dat de piekvraag in de toekomst afneemt waardoor er minder gas nodig is in de situatie van de MES.
- ¹ Aardgas in de MES vervangen worden door een duurzaam gas.

	MES elektriciteit	MES gas	MES totaal	Referentie gas	All-electric
Cumulatieve CO₂-uitstoot tot en met 2050 (tonCO₂)	3.646	2.160	5.806	16.618	1.982





Warmtetarieven op basis van ACM

Gebruikte aannames voor warmtetarieven

Uitgangspunt voor de tarieven is het niet meer dan anders (NMDA) principe, dit betekent dat de jaarlijkse kosten voor warmte niet hoger mogen zijn dan de kosten voor aardgas en kosten voor aardgasketel. Dit principe wordt door de ACM gehanteerd om jaarlijks de maximum warmteprijsen te publiceren die wettelijk voor woningen gelden.

Voor woningen wordt in de business case gerekend met de maximale tarieven van 2024:

- Jaarlijks vastrecht: 582,82 EUR per jaar incl. BTW (481,67 EUR excl. BTW)
- Warmteverkoopprijs EUR/GJ: 46,69 EUR per GJ incl. BTW (38,59 EUR excl. BTW)
- Meettarief per jaar: 31,68 EUR per jaar incl. BTW (26,18 EUR excl. BTW)
- Huur afleverset per jaar voor een woning: 145,38 EUR per jaar incl. BTW (120,15 EUR excl. BTW)

In het business case model wordt daarnaast uitgegaan van een eenmalige bijdrage op moment van aansluiten.

Deze bijdrage is opgesplitst in Aansluitbijdrage (AB) welke in principe geldt voor een aansluiting als er al een warmtenet aanwezig is en een Kostendeckingsbijdrage (KDB) welke als sluitpost voor de business case wordt gehanteerd (het gedeelte van de investeringen die niet afgedekt kunnen worden met alle bovenstaande tarieven en AB over een looptijd van 30 jaar. De eenmalige bijdrage die betaald wordt zijn beide posten AB en KDB opgeteld.

De huidige wetgeving en regulering van de warmtetarieven staat onder discussie. Het is zeer aannemelijk is dat er een andere berekening van de warmtetarieven komt. Dit kan leiden tot lagere warmteprijsen.



TCO All-Electric Uitgangspunten

Vogelbuurt

- De TCO wordt bepaald over een levensduur van 30 jaar.
- Inflatie van 2%.
- Investerings worden gefinancierd middels een annuïtaire lening met een vaste rente van 4%. Deze is gebaseerd op de gemiddelde rente voor leningen tussen de 15 en 30 jaar van het warmtefonds*.
 - Met een looptijd van 30 jaar voor bouwkundige investeringen en de BAK
 - Met een looptijd van 15 jaar voor de warmtepomp
- Herinvestering van warmtepompen en gasketel na 15 jaar voor 70% van de huidige kosten.
- Efficiëntie Individuele Warmtepomp: sCOP 3,2.
- Onderhoudskosten van een warmtepomp zijn 1,5% van de investeringskosten.
- De jaarlijkse en variabele kosten van de verschillende energiedragers voor de bepaling van de TCO staan hiernaast in de tabel weergegeven.

Tarieven (excl. btw)		
Elektriciteit vastrecht	388,68	€/jaar
Elektriciteit variabel	0,31	€/kWh
Heffingskorting	-522,23	€/jaar
Aardgas vastrecht	292,37	€/jaar
Aardgas operationeel (onderhoud)	230,45	€/jaar
Financieringskosten en afschrijving	125,71	€/jaar
Aardgas variabel	0,11	€/kWh
Warmte vastrecht	507,85	€/jaar
Warmte variabel	38,59	€/GJ
Huurcontract Afleverset	120,15	€/jaar

Een overzicht van alle kosten in tabellen per optie is opgenomen in de bijlages.

*Bron: [Actuele rentetarieven particulieren – Warmtefonds](#), er zijn mogelijkheden voor lagere rentes vanuit het warmtefonds of toekomstbestendig wonen lening

Conclusies & Aanbevelingen

dep.nl

Conclusies en Aanbevelingen

Vogelbuurt



Conclusies

- Op basis van de TCO voor de eindgebruikers en de potentiële CO₂-reductie is all-electric de beste warmteoplossing is voor de typische woningen in de Vogelbuurt.
- Het is aannemelijk dat er woningen zijn waarvoor niet elke bouwkundige maatregel genomen hoeft te worden, dit dient op basis van individuele woningschouwen vastgesteld, waardoor de investeringskosten lager uitvallen. Het kan dan wel zijn dat de energiebesparing lager uitvalt dan in deze studie is geschetst. Dit verandert de geschetste TCO voor all-electric.
- De TCO van collectieve warmte kan lager uitvallen indien er een warmtebron beschikbaar komt met een lagere kostprijs dan een buurtwarmtepomp waardoor de operationele- en de investeringskosten lager kunnen worden voor de eindgebruiker.

Aanbevelingen

- DEP acht het waarschijnlijk dat als elke woning geschouwd wordt niet elke geschetste bouwkundige maatregelen nodig is. Daarmee zal all-electric een lagere TCO hebben en de voorkeur boven een collectief systeem hebben.
- Omdat de visie van DEP is dat eerdere verduurzaming maatschappelijk wenselijk is en omdat op basis van deze studie de all-electric optie daarin de grootste mogelijkheid voor de Vogelbuurt biedt wordt de all-electric optie aanbevolen als verduurzamingsroute voor de gemeente en huiseigenaren.
- Er is geen rekening gehouden met netcongestie, hier dient in vervolgstappen aandacht aan geschonken te worden.

Bijlagen



Bijlage A: Klantzijdige kosten

Bijlage B: Modulair Energie Systeem (MES)

Bijlage C: Vogelbuurt – Kosten typische woning

Bijlage D: TCO typische woning Vogelbuurt

Bijlage E: Vergelijking kosten RVO – schouw Vogelbuurt

Bijlage A: Klantzijdige kosten



4. Kosten klantzijde (verwijderen gas, aanpassingen CV en E-koken)											
			Kosten materiaal	Opslag	Aantal uren	Uurtarief arbeid	Kosten arbeid	Opslag	totaal	subtotalen	onderdeel van
4a verwijderen gasinstallatie										€ 257	
Verwijderen ketel + afdoppen overbodige leidingen en dakdoorvoer	1	€ 47,00	€ 47		2	€ 66,00	€ 132		€ 179		installateur
Verwijderen gasmeter (kosten netbeheerder per 1 maart 2021)	1	€ 0,00	€ 0						€ -		netbeheerder (bijvoorbeeld Stedin/Liander/ Enexis)
Verwijderen leidingwerk binneninstallatie gas	1	€ 12,00	€ 12		1	€ 66,00	€ 66		€ 78		installateur
4b aanpassingen CV										€ 912	
Leiding voor CV diameter: 22mm > aantal meter tracé (inclusief koppelingen)	3	€ 24,00	€ 72		1,5	€ 66,00	€ 99		€ 171		installateur
Leiding koudewater diameter: 15mm > aantal meter tracé	1	€ 9,00	€ 9		0,5	€ 66,00	€ 33		€ 42		installateur
koppeling aan koudwater en warmtapwater leiding incl inlaatcombinatie en condensafvoer	2	€ 30,00	€ 60		1	€ 66,00	€ 66		€ 126		installateur
Leiding warmwater diameter: 15mm > aantal meter tracé	6	€ 9,00	€ 54		3	€ 66,00	€ 198		€ 252		
Aantal sparingen steen/beton expansievat plaatsen (default: reeds aanwezig)		€ 30,00	€ 0		0	€ 66,00	€ 0		€ -		
Inbedrijf stelling afleverset en ontlichten binneninstallatie		€ 71,00	€ 0		1,5	€ 66,00	€ 99		€ 99		installateur
Aansluiten kamerthermostaat (meerkosten indien nieuwe kabel nodig)	1	€ 12,00	€ 12		1	€ 66,00	€ 66		€ 78		installateur
Voorziening 230 Volt voeding + WCD	1	€ 12,00	€ 12		2	€ 66,00	€ 132		€ 144		installateur
4c E-koken										€ 1.237	
Aanleggen separate groep t.b.v. elektrisch koken	1	€ 177,00	€ 177		3	€ 66,00	€ 198		€ 375		installateur
verzwaring aanvragen bij de netbeheerder	1	€ 383,00	€ 383				€ 0		€ 383		
pannenset	1	€ 118,00	€ 118				€ 0		€ 118		installateur
Inductie kookplaat 4 pits (2 x 1-fase kookgroep 16A)	1	€ 295,00	€ 295		1	€ 66,00	€ 66		€ 361		installateur
4d inregelen (incl. flowreducer t.b.v. T-retour)										€ 1.264	
Appendages op radiatoren plaatsen t.b.v. T-ret. inregelen	8	€ 59,00	€ 472		8	€ 66,00	€ 528		€ 1.000		installateur
			€ 0		4	€ 66,00	€ 264		€ 264		
4e overige stelposten										€ -	
asbest saneren		€ 118,00	€ 0				€ 0		€ -		Bouwkundig
			€ 0				€ 0		€ -		
			€ 0				€ 0		€ -		
										€ 3.670	

Bijlage B: Modulair Energie Systeem (MES)

Voorbeeld van een MES variant in Didam



Bijlage C

Vogelbuurt – Kosten typische woning

In de tabellen is het overzicht te zien van de jaarlijkse kosten per warmteoplossing en de benodigde investeringen.

*De financiering en afschrijvingskosten en de CV-ketel operationele kosten

(onderhoudscontract) zijn gebaseerd op: Tarievenbesluit Warmte 2024 (acm.nl)

** gebaseerd op jaarlijkse onderhoudskosten van 1,5% van de totaalprijs van de warmtepomp.



	Gas						
	Operationele kosten per jaar						
	Gas Variabel	Gas Vastrecht	Financiering en afschrijvingskosten*	Elektriciteit vastrecht	CV-ketel operationele kosten*	Heffings-korting	Totaal
2 onder 1 kap woning [1946-64]	€ 1.590,86	€ 292,37	€ 125,71	€ 388,68	€ 230,45	€ -522,23	€2.105,84
Tussen Rijwoning [1946-63]	€ 1.259,57	€ 292,37	€ 125,71	€ 388,68	€ 230,45	€ -522,23	€1.774,55
Tussen Rijwoning [1964-74]	€ 1.259,67	€ 292,37	€ 125,71	€ 388,68	€ 230,45	€ -522,23	€1.774,55

	Collectieve Warmte									
	Operationeel						Investerings			
	Warmte variabel	Warmte vastrecht	Elektriciteit vastrecht	Heffings-korting	Huur afleverset	Totaal	BAK	Klantzijdige kosten	Subsidies	Totaal
2 onder 1 kap woning [1946-64]	€ 1.590,84	€ 507,85	€ 388,68	€ -522,23	€ 120,15	€ 2.085,09	€20.861,00	€ 3.670,00	€ -3.119,83	€ 21.411,17
Tussen Rijwoning [1946-63]	€ 1.259,40	€ 507,85	€ 388,68	€ -522,23	€ 120,15	€ 1.753,85	€20.861,00	€ 3.670,00	€ -3.119,83	€ 21.411,17
Tussen Rijwoning [1964-74]	€ 1.259,40	€ 507,85	€ 388,68	€ -522,23	€ 120,15	€ 1.753,85	€20.861,00	€ 3.670,00	€ -3.119,83	€ 21.411,17

	All Electric									
	Operationeel					Investerings				
	Elektriciteit variabel	Elektriciteit vastrecht	Heffings-korting	Onderhoud WP	Totaal	Installatie + kosten WP	Isoleren	Subsidies WP	Subsidies Isoleren	Totaal
2 onder 1 kap woning [1946-64]	€ 629,99	€ 388,68	€ -522,23	€ 206,25	€ 702,69	€ 13.750,00	€ 28.438,00	€ -4.125,00	€ -5.140,63	€32.922,37
Tussen Rijwoning [1946-63]	€ 624,54	€ 388,68	€ -522,23	€ 206,25	€ 697,24	€ 13.750,00	€ 19.064,00	€ -4.125,00	€ -2.787,68	€25.901,32
Tussen Rijwoning [1964-74]	€ 502,18	€ 388,68	€ -522,23	€ 206,25	€ 574,87	€ 13.750,00	€ 20.767,00	€ -4.125,00	€ -2.937,66	€27.454,34

Bijlage D

Vogelbuurt – TCO typische woning – Collectieve warmte



Van de drie typische woningen is een gewogen gemiddelde genomen om tot één typische woning in de wijk te komen. Deze kan worden vergeleken voor verschillende opties.

TCO (Collectief)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
inflatie	2,0%																													
rendementseis	0,0%																													
rentelast	4,0%																													
jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
investeringen (30 jaar)	€ 21.411																													
Investeringen (15 jaar)	€ 0													€ -																
inflatie	100%	102%	104%	106%	108%	110%	113%	115%	117%	120%	122%	124%	127%	129%	132%	135%	137%	140%	143%	146%	149%	152%	155%	158%	161%	164%	167%	171%	174%	178%
operationele kosten	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	€ 1.850	
operationele kosten (incl. inflatie)	€ 1.850	€ 1.887	€ 1.925	€ 1.964	€ 2.003	€ 2.043	€ 2.084	€ 2.125	€ 2.168	€ 2.211	€ 2.255	€ 2.301	€ 2.347	€ 2.394	€ 2.441	€ 2.490	€ 2.540	€ 2.591	€ 2.643	€ 2.696	€ 2.749	€ 2.804	€ 2.861	€ 2.918	€ 2.976	€ 3.036	€ 3.096	€ 3.158	€ 3.221	€ 3.286
Annuitair jaarlijkse kosten 30 jaar	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	€ 1.238	
Annuitair jaarlijkse kosten 15 jaar	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
Totale kasstroom	€ 3.088	€ 3.125	€ 3.163	€ 3.202	€ 3.241	€ 3.281	€ 3.322	€ 3.364	€ 3.406	€ 3.449	€ 3.494	€ 3.539	€ 3.585	€ 3.632	€ 3.680	€ 3.728	€ 3.778	€ 3.829	€ 3.881	€ 3.934	€ 3.988	€ 4.043	€ 4.099	€ 4.156	€ 4.214	€ 4.274	€ 4.335	€ 4.396	€ 4.460	€ 4.524
discontovoet	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
netto contante waarde	€ 3.088	€ 3.125	€ 3.163	€ 3.202	€ 3.241	€ 3.281	€ 3.322	€ 3.364	€ 3.406	€ 3.449	€ 3.494	€ 3.539	€ 3.585	€ 3.632	€ 3.680	€ 3.728	€ 3.778	€ 3.829	€ 3.881	€ 3.934	€ 3.988	€ 4.043	€ 4.099	€ 4.156	€ 4.214	€ 4.274	€ 4.335	€ 4.396	€ 4.460	€ 4.524
netto contant (30jaar)	€ 112.209																													
TCO / jaar	€ 3.740																													

Bijlage E

Vergelijking kosten RVO – schouw Vogelbuurt

In de Vogelbuurt zijn een aantal woningen geschouwd. Hierdoor zijn oppervlaktes van de warmteverliezende oppervlakten bekend voor deze woningen.

Ook zijn de huidige isolatiewaardes bekend van deze oppervlakten. Via energiebespaaradvies.overbetuwe.nl worden daarnaast ook isolatie opties gegeven met de bijbehorende kosten.

Deze kosten zijn voor een drietal woningen vergeleken met de kosten die komen uit het eerder gebruikte model, gemaakt door Dep.

In de tabel hiernaast staan voor drie woningen de oppervlaktes van de warmteverliezende oppervlakten.

Alle woningen waar gedetailleerde informatie over beschikbaar is gesteld zijn rijwoningen, gebouwd in de periode 1964-1974. Er kan dus een vergelijking worden gemaakt tussen deze woningen en een typische woning in de dataset van het RVO.

*Bron: [Voorbeeldwoningen 2022 | bestaande bouw \(rvo.nl\)](#)

Oppervlakte [m2]	De Nijstad 7	Patrijsstraat 52	Nijstad 17
Begane Grond vloer	70	53	57
Gesloten gevel	64	38	46
Ramen	21	21	21
Deuren	6,86	4,82	4,60
Dak hellend	81	64	65
Dak plat	-	-	-
Woonoppervlakte	123,00	92,57	102,44

Bijlage E

Vergelijking kosten RVO – schouw Vogelbuurt

Op energiebespaaradvies.overbetuwe.nl worden verduurzamingsmaatregelen aangegeven die de woning tot het gewenste isolatieniveau brengen. Dit gewenste isolatieniveau wordt zó gekozen dat de woning voldoet aan de standaard, geschikt voor verwarmingssystemen met duurzame lage temperatuurbronnen, zie de tabel rechtsonder¹.

Daarbij moeten dan de kosten voor het aanpassen van het warmtesysteem worden opgeteld.

De kosten die zo zijn bepaald voor drie woningen in de Vogelbuurt staan in de tabel rechts.

Daarnaast staan in de tabel de kosten die met het isolatiemodel van Dep zijn bepaald, uitgaande van het gemiddelde van de oppervlakten uit de tabel in de vorige slide.

Hieruit blijkt dat het minimum van dit model iets onder het gemiddelde van de drie woningen ligt.

Om een realistische marge te behouden is gekozen om in de rest van deze bepaling steeds met het gemiddelde van het model van DEP te werken.

⁴⁶ ¹Bron: [Voorbeeldwoningen 2022 | bestaande bouw \(rvo.nl\)](#)

² Kosten voor het warmteafgifte waren op energiebespaaradvies.overbetuwe.nl niet gegeven en zijn daarom voor het gemeente model gebaseerd op een gemiddelde van het DEP model.

	Model Gemeente				Model DEP		
	De Nijstad 7	Patrijs straat 52	De Nijstad 17	Gem	Min	Max	Gem
Vloer	€ 2.525	€ 2.875	€ 2.050	€ 2.483	€ 2.033	€ 4.562	€ 2.907
Gevel	€ 1.600	€ 950	€ 1.150	€ 1.233	€ 1.229	€ 1.827	€ 1.494
Beglazing vervangen - HR++	€ 3.700	€ 4.375	€ 3.625	€ 3.900	€ 3.268	€ 3.380	€ 3.324
Dak Plat Buitenzijde	-	-	-	-	-	-	-
Dak Hellend Binnenzijde	€ 5.625	€ 4.450	€ 4.550	€ 4.875	€ 5.144	€ 8.652	€ 6.988
Kierdichting	€ 975	€ 925	€ 975	€ 958	€ 1.694	€ 3.973	€ 2.619
Ventilatie	€ 750	€ 750	€ 750	€ 750	-	-	-
Warmteafgifte ²	€ 5.163	€ 5.163	€ 5.163	€ 5.163	€ 3.241	€ 7.032	€ 5.163
Totaal bouwkundig	€ 20.338	€ 19.488	€ 18.263	€ 19.363	€ 16.610	€ 29.427	€ 22.494
Warmtepomp	€ 13.000	€ 13.000	€ 13.000	€ 13.000	€13.750	€13.750	€13.750
Totaal	€ 33.338	€ 32.488	€ 31.263	€ 32.363	€ 30.360	€ 43.177	€ 36.244

Element	1 mechanische afvoer gasverwarming	2 mechanische afvoer elektrische warmtepomp	3 balansventilatie elektrische warmtepomp
R _c vloer [m ² .K/W]	3,5	3,5	3,5
R _c gevel [m ² .K/W]	1,7	1,7	1,7
R _c dak [m ² .K/W]	3,5	3,5	3,5
U raam [W/m ² .K]	1,4	1,4	1,4
U deur [W/m ² .K]	1,4	1,4	1,4
Kierdichting: q _{v,10} [dm ³ /s.m ²]	0,7	0,7	0,4
Type ventilatiesysteem	mechanische luchtafvoer C5a	mechanische luchtafvoer C5a	gebalanceerde ventilatie D5a / D5b
Verwarming, warmtapwater	HR107	elektrische warmtepomp	elektrische warmtepomp