Berenschot

Doorrekening Stichtse Vecht klimaatneutraal 2030

Kwantitatieve analyse van de ambitie "Stichtse Vecht klimaatneutraal in 2030"

Inhoud

1 Inleiding
Huidige situatie Stichtse Vecht en ambitie

2 Aanpak
Hoe is dit rapport tot stand gekomen en welke analyses zijn uitgevoerd?

3 Verduurzamingspotentieel van de gemeente
Waar kan er het meeste bespaard en opgewekt worden?

4 Scenario's
Hoe zijn scenario's tot stand gekomen en waar zitten de verschillen?

5 Energiemix per scenario
Hoe ziet de toekomstige vraag & aanbod er uit in de scenario's?

6 Ruimtelijke inpassing
Wat zijn de gevolgen voor de ruimtelijke omgeving van de verschillende scenario's?

7 Investeringen en kosten
Wat zijn de financiële gevolgen van de voorgestelde transitie?

8 Conclusie

Inzicht in ambitie “Stichtse Vecht klimaatneutraal in 2030”

Stichtse Vecht is al langere tijd bezig om te kijken hoe en waar de gemeente kan verduurzamen. De gemeenteraad van Stichtse Vecht heeft in de Voorjaarsnota van 2016 bepaald dat de gemeente uiterlijk in 2030 klimaatneutraal moet zijn. Klimaatneutraal is daarbij zo opgevat dat op het grondgebied van de gemeente in 2030 evenveel energie duurzaam moet worden opgewekt als er wordt gebruikt. Daarom is in 2017 een startnotitie Klimaatneutraal 2030 geschreven. In deze startnotitie wordt geconstateerd dat klimaatneutraal worden, een grote ambitie is die de gemeente niet alleen kan realiseren.

Duidelijk is dat veel inwoners, bedrijven en initiatieven al zijn begonnen, maar dat het een grote opgave is. Om de opgave gefaseerd aan te kunnen pakken is begin 2018 een Routekaart opgesteld. In de routekaart is omschreven wat de gemeente verstaat onder klimaatneutraal en wat zij gaat doen om hier te komen.

Om te laten zien hoe groot de maatschappelijke impact van de uitvoering van de gestelde ambitie is, heeft de gemeente Stichtse Vecht, Berenschot gevraagd deze ambitie door te rekenen in een drietal scenario’s.

Doel

Inzicht in de financiële opgave, die de geschetste ambitie “Stichtse Vecht klimaatneutraal in 2030 ” brengt, aan de hand van een doorrekening van de routekaart in een drietal scenario’s.

De Routekaart Klimaatneutraal 2030 kent een ambitieuze doelstelling

De routekaart beschrijft welke keuzes gemaakt moeten worden om de doelstelling Klimaatneutraal in 2030 te verwezenlijken en wat deze doelstelling precies inhoudt.

Concreet staan in de Routekaart een aantal opties vermeld om klimaatneutraal te worden in 2030: Energiebesparing, zon op daken, biomassa, aardwarmte en warmtepompen.

Voor het dekken van de overige energievraag komen twee opties naar voren: grootschalige zonne-velden of windturbines.

Wind heeft binnen de gemeente Stichtse Vecht een beperkt draagvlak. Grootschalige zonnevelden vragen veel ruimtebeslag.

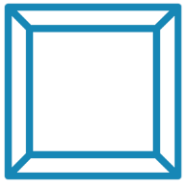
De routekaart bevat momenteel alleen een kwalitatieve analyse; er is niet berekend of het mogelijk is om met de voorgestelde maatregelen de ambitie van klimaat-neutraal in 2030 te halen.

Deze studie omvat de kwantitatieve analyse. Deze analyse dient als input voor de Routekaart.

Afbakening

Voor het maken van de verschillende scenario's en de uiteindelijke kostenberekening hebben we een aantal belangrijke uitgangspunten gehanteerd:

- Klimaatneutraal (binnen de gemeente)*
- Alleen wegverkeer van de gemeente zelf (aantal kilometers per huishouden, gebaseerd op het gemiddelde voor Nederland)
- Gebruik Energietransitiemodel en daarnaast input vanuit kengetallen en expertise Berenschot
- Landelijke aannames vertaald naar Stichtse Vecht met betrekking tot bevolkingsgroei, toename aantal woningen en ontwikkelingen van technologieën
- De opgave voor duurzame opwekking is weergeven in zowel zonne- als windenergie
- Voor woningen is uitgegaan van een gemiddelde voorbeeldwoning



Waterstof

Voor de totstandkoming van het scenario wordt uitgegaan van de nieuwste stand van beschikbare technologieën. In de toekomt kan bijvoorbeeld duurzaam opgewekte waterstof uit windenergie een belangrijke rol gaan spelen om seizoensfluctuaties in de afstemming van vraag en aanbod op te vangen. We zien hierin een mogelijke rol voor waterstof als back-up en piekvoorziening voor warmtenetten. Waterstof tot in de woning nemen we niet mee als optie. Op dit moment is de waterstofproductie, de opslag en het transport nog te kostbaar.

*Hiervoor gaan wij in deze studie uit van de definitie van de gemeente: dat de gemeente evenveel duurzame energie opwekt als dat er energie wordt verbruikt in de gemeente.

Met vier stappen de energie-ambitie voor Stichtse Vecht in kaart

Om een goed beeld te krijgen van de impact van de ambitie "Stichtse Vecht klimaatneutraal in 2030" brengen we eerst het potentieel in kaart: welke keuzes kunnen we maken? Op basis van de mogelijke keuzes, werken we drie scenario's met verschillende gemaakte keuzes uit.

Daarna analyseren we het ruimtebeslag, dat volgt uit deze scenario's en bepalen we de kosten, die met de gemaakte keuzes in het scenario gepaard gaan. Zo hebben we een overzicht wat verschillende keuzes voor effect hebben op de investeringen en het landschap.

Gebruikte modellen
Voor de doorrekening wordt gebruik gemaakt van het Energietransitiemodel (ETM). In de doorrekening wordt onderscheid gemaakt in de verschillende sectoren zoals deze in het ETM aanwezig zijn en ook in de Nationale energieverkenning wordt aangehouden. Hiervoor zijn voor zover mogelijk kosten en energieverbruik in 2030 inzichtelijk gemaakt.

Stap A: Potentieel in kaart brengen
- Huidig verbruik in beeld brengen
- Verkennen verduurzamingsopties binnen Stichtse Vecht

Stap B: Uitwerken scenario's
- Kiezen relevante en realistische scenario's
- Doorrekenen energiemix binnen de gekozen scenario's

Stap C: Ruimtelijke gevolgen bepalen
- Bepalen grootte van ruimtelijke effecten
- Ruimtelijke effecten weergeven op een kaart

Stap D: Investeringen en kosten bepalen
- Bepalen welke investeringen nodig zijn in de verschillende scenario's
- Bepalen hoe dat zich vertaalt in de kosten per jaar

Leeswijzer

Deze rapportage geeft een beeld van afwegingen en daarmee gepaard gaande investeringen voor het klimaatneutraal maken van Stichtse Vecht. Het gaat hierbij om een grofmazige doorrekening met een onderverdeling per sector op basis van algemene kengetallen met behulp van het Energietransitierekenmodel.

In dit rapport beginnen we op pagina 8 en 9 met het in kaart brengen van het huidige energieverbruik in Stichtse Vecht en het analyseren van het potentieel van de verschillende verduurzamingsopties.

Vervolgens worden op pagina 10 t/m 14 drie scenario's uiteengezet waarbij scenario 1 als basis kan worden gezien en scenario 2 en 3 varianten hiervan zijn. Het energieverbruik per sector in deze scenario's in 2030 is zichtbaar gemaakt en vergeleken met het energieverbruik nu.

Pagina 15 & 16 geven extra duiding over de invulling van de scenario's in termen van technologie keuzes en besparing. Ook wordt hier inzicht geboden in benodigd ruimtegebruik voor eventuele windmolens dan wel zonneweides (ook slim in te vullen langs rivieren of snelwegen of met andere concepten).

Vervolgens zijn op pagina 17 t/m 19 de investeringen en jaarlijkse meerkosten van de scenario's inzichtelijk gemaakt, waarbij gekeken is naar een invulling met behulp van grootschalige zonneweides of met windmolens. De kosten zijn uitgedrukt in termen van totale extra investering t.o.v. nu en in extra jaarlijkse integrale kosten. We lichten hier ook toe hoe de extra integrale kosten zijn bepaald.

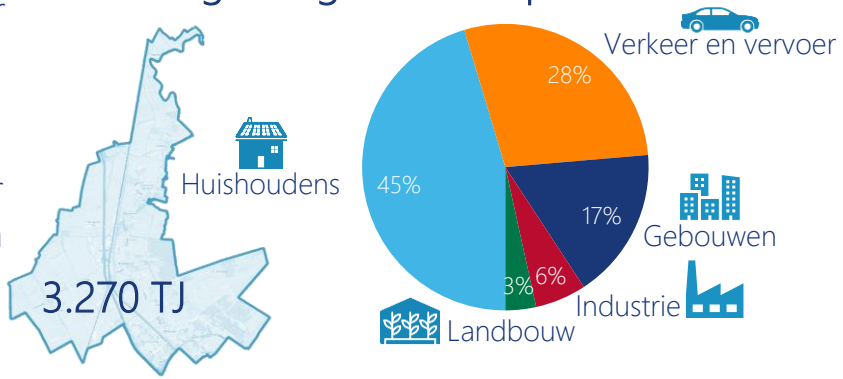
Pagina 20 laat voor een gemiddelde voorbeeld woning zien wat voor implicaties technologie keuzes hebben in termen van investeringen. Tenslotte voorziet pagina 21 in een beknopte conclusie.

Huishoudens zijn grootste verbruiker, gas voornaamste energiedrager

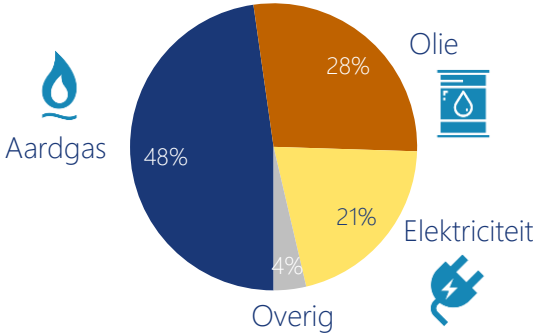
Als we kijken naar het energieverbruik van de gemeente Stichtse Vecht, zien we dat de vraag naar energie voor het grootste deel afkomstig is van huishoudens (45%) en gebouwen (17%). De industrie en landbouw zijn in Stichtse Vecht relatief klein. Een andere grote energieverbruiker is Verkeer & Vervoer. We gaan hierbij alleen uit van auto's van inwoners van de gemeente en hun jaarlijks verbruik en daarnaast het busvervoer.

Wanneer we kijken naar de energiedragers die gebruikt worden, zien we dat dit voor het overgrote deel gaat om fossiele brandstoffen. Binnen huishoudens en gebouwen wordt vooral veel aardgas gebruikt. Verkeer & Vervoer gebruikt voor een groot deel brandstoffen op basis van olie. Het aandeel elektriciteit is met 21% beperkt.

Huidig energieverbruik per sector



Huidig energieverbruik per energiedrager



Vooral veel besparingsmogelijkheden bij huishoudens en gebouwen

Huishoudens en gebouwen

De huishoudens en gebouwen hebben het grootste besparingspotentieel. Alle gebouwen isoleren naar energielabel B kan 40% van het energieverbruik besparen. Het gebruik van warmtepompen levert veel energiebesparing op. Ondertussen kan zon-PV op daken zorgen voor forse decentrale opwek.

Verkeer & Vervoer

Bij Verkeer & Vervoer kan op twee manieren worden bespaart. Aan de ene kant kunnen auto's en bussen op fossiele brandstoffen in 2030 30% zuiniger zijn. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om meer gebruik te maken van elektrische voertuigen. Auto's en bussen in Stichtse Vecht zouden voor zo'n 30% in 2030 uit elektrische voertuigen kunnen bestaan.

Landbouw & Industrie

Het besparingspotentieel binnen de landbouw en industrie is binnen Stichtse Vecht beperkt. Beide sectoren zijn ook niet zo groot. De industrie zou kunnen overschakelen van aardgas en olie op warmte uit biogas (of geothermie). De aardgasvraag in de landbouw kan worden vervangen door biogas. Daarnaast zijn er mogelijkheden voor zon-PV op daken van stallen.

Opwek

Op het gebied van energieopwekking is in de gemeente Stichtse Vecht veel duurzaam potentieel. Het grootste potentieel zit in de aanleg van windmolenparken en zonneweides. Daarnaast bestaat er de mogelijkheid de warmtevraag in huishoudens en gebouwen deels te vervangen door geothermie. Of de grond daadwerkelijk geschikt is voor geothermische warmte, zal moeten worden onderzocht. Biogas, geproduceerd uit in de landbouw, kan dienen als vervanger van de vraag naar aardgas.

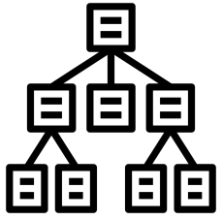
Potentieel zit in:

- Besparing binnen sectoren, isolatie en apparaten
- Technieken in de gebouwde omgeving
- Hernieuwbare elektriciteitsopwekking
- Geothermie
- Biogas

De drie scenario's verschillen op vier belangrijke punten

Op basis van het in kaart gebrachte verduurzamingspotentieel, bepalen we keuzes die kunnen worden gemaakt. Aan de hand hiervan hebben we een keuzeboom opgesteld. In samenwerking met de Gemeente Stichtse Vecht zijn we door de keuzeboom heen gelopen en hebben we op basis van een visie driemaal coherente keuzes gemaakt om de klimaatambitie te halen.

Op de volgende sheet zijn de verschillende scenario's binnen de keuzeboom weergegeven.



Schematische weergave van een keuzeboom

Concreet hebben we de scenario's op de volgende punten laten verschillen:

1. Wel of geen warmtenetten en geothermie
2. Isolatie naar gemiddeld Energielabel B of isolatie naar gemiddeld Energielabel C&D
3. 100 % van het maximum potentieel van zonne-energie op daken gebruiken, of 70% daarvan gebruiken.
4. 20% of 30% vermindering van het energieverbruik

Drie scenario's: gaan we met of zonder warmtenet aan de slag?

Het potentieel ligt in: wel of geen warmtenet met geothermie, gebruik van verwarmingstechnologieën & bijkomstige isolatie en daarnaast inzet op besparing en zon op daken. Om de implicaties van deze keuzes duidelijk te maken is gekozen voor onderstaande scenario's.

Uitgangspunten scenario's op hoofdlijnen:

Warmtenetten & geothermie	Isolatie	Warmtepompen (GO)	Zon op daken	Besparing	Overige vraag
Ja	Hoog (label B)	All-electric	Hoog (100%)	Hoog (30%)	Zon, wind of mix
				Middel (20%)	
			Middel (70%)	Hoog (30%)	
				Middel (20%)	
	Middel (Label C & D)	All-electric & Hybride	Hoog (100%)	Hoog (30%)	
				Middel (20%)	
			Middel (70%)	Hoog (30%)	
				Middel (20%)	
Nee	Hoog (label B)	All-electric & Hybride	Hoog (100%)	Hoog (30%)	
				Middel (20%)	
			Middel (70%)	Hoog (30%)	
				Middel (20%)	

Scenario 2: Warmtenet extra besparen en zon op daken.

Scenario 1: Warmtenet

Scenario 3: Zonder warmtenet

Een warmtenet kan deel verduurzamingsvraag invullen

Scenario 1: Warmtenet

Een warmtenet en een beperkte besparing op andere vlakken

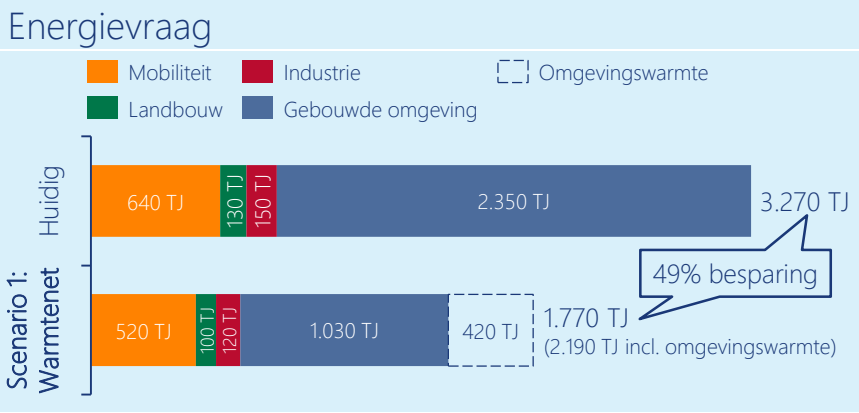
- Scenario 1 kan worden gezien als het basisscenario waarbij we uitgaan van een warmtenet. Dit zorgt voor een flinke invulling van de warmtevraag bij gebouwen en woningen. Door dit warmtenet, hoeft slechts een gematigde besparing te worden gerealiseerd op andere vlakken en hoeven ook niet alle daken vol gelegd te worden met zonnepanelen.

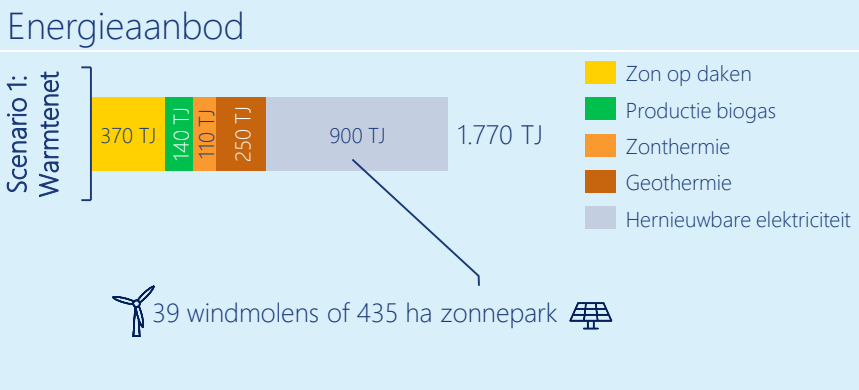
- We gaan uit van een gematigde energiebesparing van gemiddeld 20% in alle sectoren.
- De aanleg van een warmtenet op geothermie brengt warmte naar een deel van de woningen en gebouwen; hybride warmtepompen op groen gas verzorgen de warmtevoorziening in het buitengebied en all-electric warmtepompen voor de rest van de woningen.

- Zon-PV komt op 70% van de geschikte daken te liggen
- Zonthermie voorziet in de voorziening van warm tapwater.

- We gaan er vanuit dat bijna 30% van de auto's in 2030 elektrisch rijdt.

- Bij dit scenario is zo'n 900 TJ aan centraal opgewekte hernieuwbare elektriciteit nodig, lees: windmolens of zonneparken.



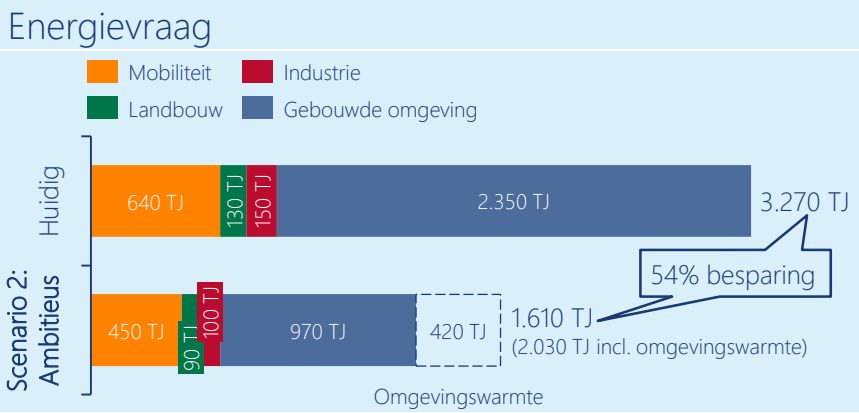


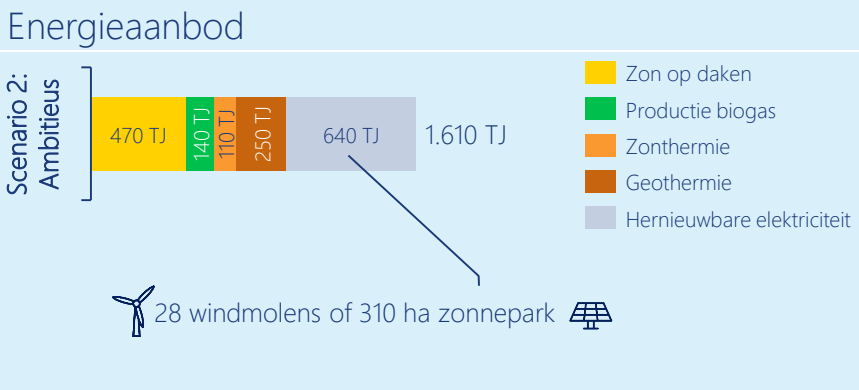
Ambitieuzere besparingen zorgen voor minder duurzame opwekking

Scenario 2: Ambitieus

Een warmtenet met daarnaast extra besparing en benutting dakoppervlak voor zon

- In het ambitieuze scenario gaan we ook uit van de aansluiting op een warmtenet. In tegenstelling tot Scenario 1 (het basisscenario) gaan we hierbij uit van hogere besparingen en meer decentrale opwek dan in scenario 1.
- Het belangrijkste verschil met scenario 1 is dat wordt ingezet op meer besparing. We gaan hier uit van een gemiddelde besparing over de sectoren van 30% in plaats van 20%.
- Daarnaast kiezen we voor grootschalige Zon-PV, in combinatie met dezelfde hoeveelheid zonthermie als in scenario 1 dit neemt al het geschikte dakoppervlak in.
- Door het warmtenet in combinatie met veel besparingen en decentrale opwekking, is maar een beperkte hoeveelheid centrale hernieuwbare elektriciteit nodig: slechts 640 TJ





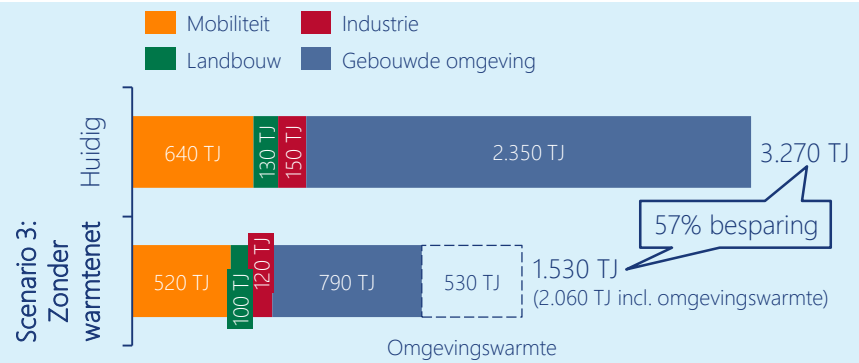
Zonder warmtenet is extra isolatie noodzakelijk

Scenario 3: Zonder warmtenet

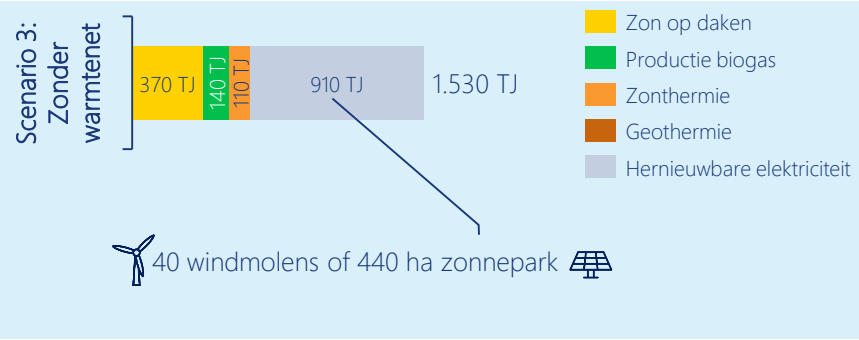
Geen warmtenet, maar extra isolatie en grootschalige inpassing van warmtepompen

- In dit scenario gaan we er vanuit dat we niet kiezen voor een warmtenet, of dat dit niet mogelijk is. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat dit komt doordat de potentie voor geothermie ontoereikend blijkt te zijn. Dit betekent dat huizen op een andere wijze verwarmd moeten worden.
- Om de ambitie klimaatneutraal in 2030 te halen, is verwarming van woningen en gebouwen door all-electric warmtepompen noodzakelijk.
- Om verwarming door all-electric warmtepompen mogelijk te maken, is het noodzakelijk woningen extra te isoleren. Waar in scenario 1 en scenario 2 we uitgingen van isolatie naar energielabel C&D, gaan we in scenario 3 uit van isolatie naar energielabel B.
- Dit resulteert, net zoals in scenario 1, in een vraag van 910 TJ aan centraal opgewekte hernieuwbare elektriciteit.

Energievraag



Energieaanbod



Klimaatneutraal vraagt om een keuze tussen zon of wind

Windmolens

Vijf windmolens die in een gebied van 100 ha staan leveren ongeveer 115 TJ elektriciteit elk jaar.[1]

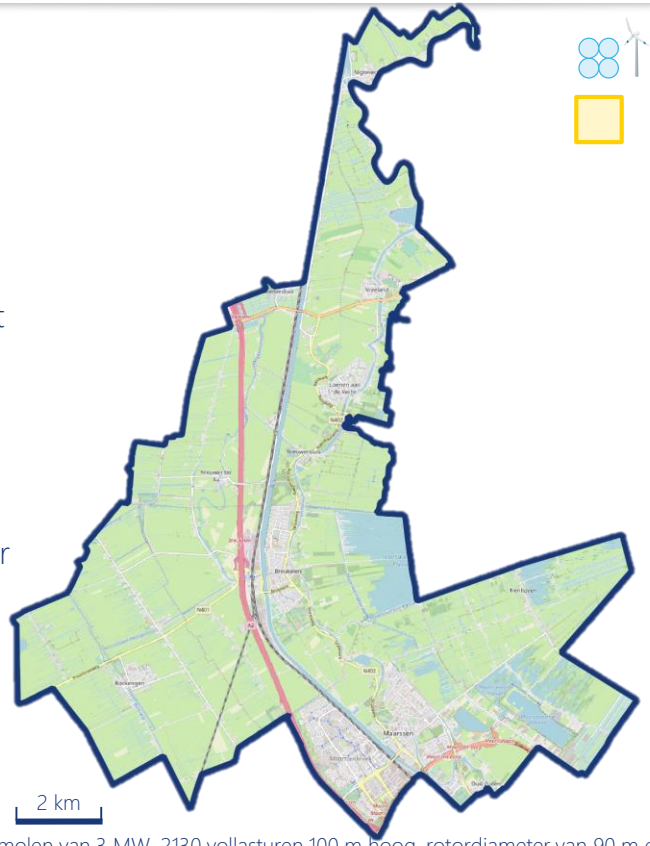
Doordat het landgebruik van één windmolen beperkt is, zijn windmolens goed te combineren met activiteiten op het land zoals landbouw.

of

Zonneweides

Een zonneweide van 100 ha levert ongeveer 205 TJ elektriciteit elk jaar.[2]

Gericht op het zuiden leveren deze de meeste elektriciteit. Combinaties met bestaande fysieke bouwwerken is mogelijk, zoals bijvoorbeeld bij geluidsschermen.



[1] Uitgaande van een standaard windmolen van 3 MW, 2130 vollasturen 100 m hoog, rotordiameter van 90 m en afstand tussen de windmolens van 450 m

[2] Uitgaande van een zonneweide van 20 MW met 860 vollasturen en 30 ha met inbegrip van ruimte tussen de panelen.

Bouwjaar en daarmee isolatiegraad van woning belangrijkste indicator voor verduurzamingskansen per wijk.

All-electric warmtepompen*

Hybridewarmtepompen*

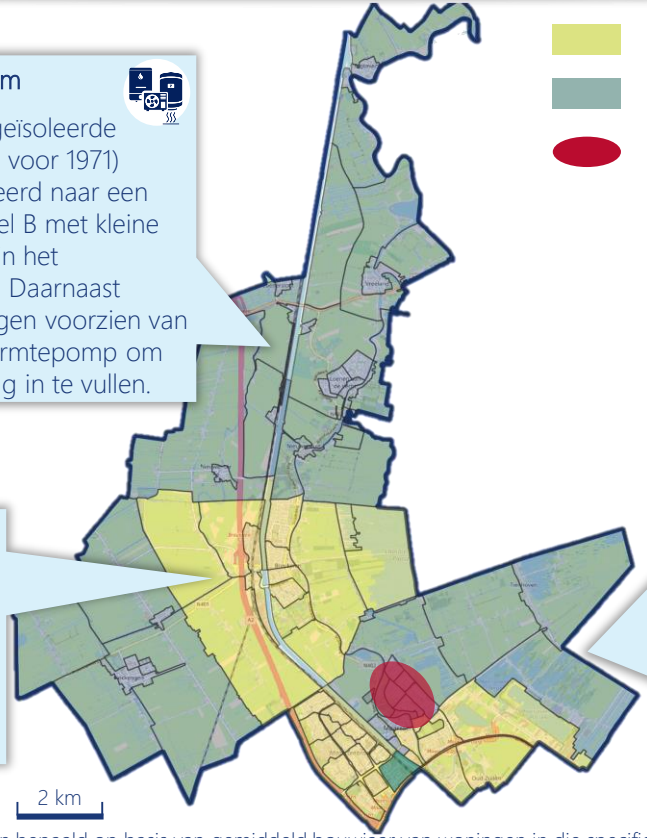
Mogelijke locatie warmtenet i.c.m. geothermie*

Hybride systeem

Minder goed geïsoleerde woningen (van voor 1971) worden geïsoleerd naar een gemiddeld label B met kleine aanpassingen in het afgiftesysteem. Daarnaast worden woningen voorzien van een hybridewarmtepomp om de warmtevraag in te vullen.

All-electric

Voldoende geïsoleerde woningen worden geschikt gemaakt om over te stappen op een warmtepomp en volledig van het gas af te gaan, dus ook te koken met elektriciteit. Deze woningen worden geïsoleerd naar label A. Daarnaast zijn er aanpassingen in het afgiftesysteem vereist.



Warmtenet

In scenario 1 & 2 wordt uitgegaan van een warmtenet. De exacte ligging van dit warmtenet is niet direct te bepalen en is grotendeels afhankelijk van waar de warmtebron komt. In totaal komen we voor dit gebied op een potentieel van geothermie van 250 TJ. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit ook daadwerkelijk aanwezig is en waar het beste geboord kan worden. Voor woningen aangesloten op een warmtenet zijn aanpassingen in de woning in termen van isolatie en vloerverwarming niet noodzakelijk.

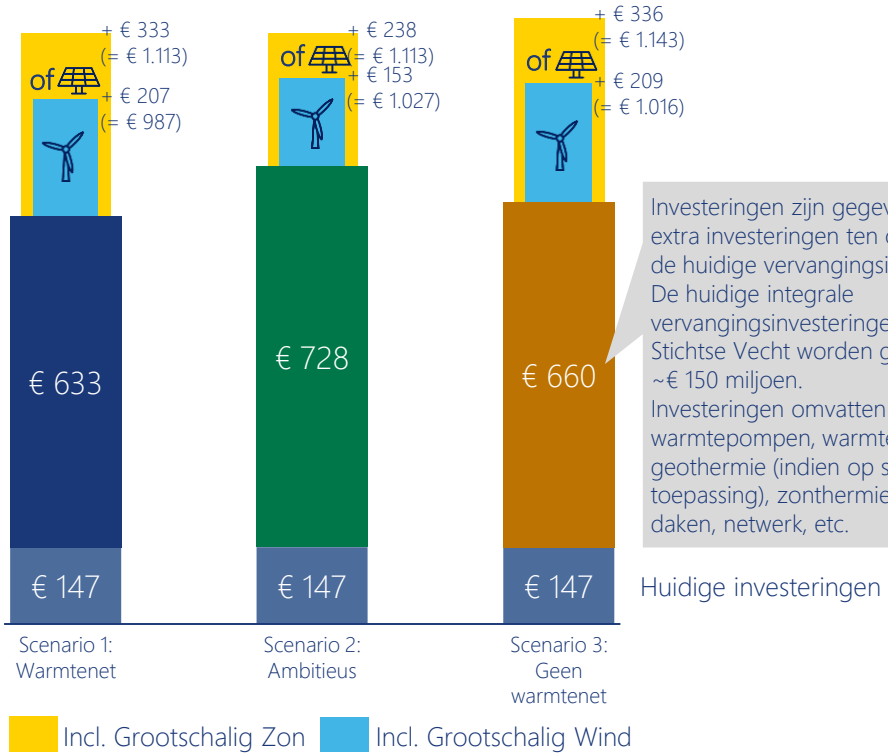
* In de kaart aangegeven kleuren zijn bepaald op basis van gemiddeld bouwjaar van woningen in die specifieke buurt. De kleuren zijn hiermee een indicatie, de beste of gewenste oplossing per situatie is afhankelijk van externe factoren, voorkeuren en economische afwegingen.

Scenario 2 ‘ambitieus’ vraagt de grootste investeringen

Verschillen in investering tussen scenario 1 en het ambitieuzere scenario 2 komen met name door de inpassing van zon op daken (investering voor de aanschaf van de panelen en de verzwaring van het lokale net). Hierdoor is er in het ambitieuze scenario minder behoefte aan centrale productie van duurzame energie, waardoor de extra investeringen daarvoor meevallen ten opzichte van de andere scenario’s.

Het grote verschil met het scenario zonder warmtenet zit in de extra kosten voor isolatie in combinatie met extra hybride warmtepompen, maar daar tegenover staat dat er niet geïnvesteerd hoeft te worden in een warmtenet.

Extra investeringen (miljoenen euro’s)



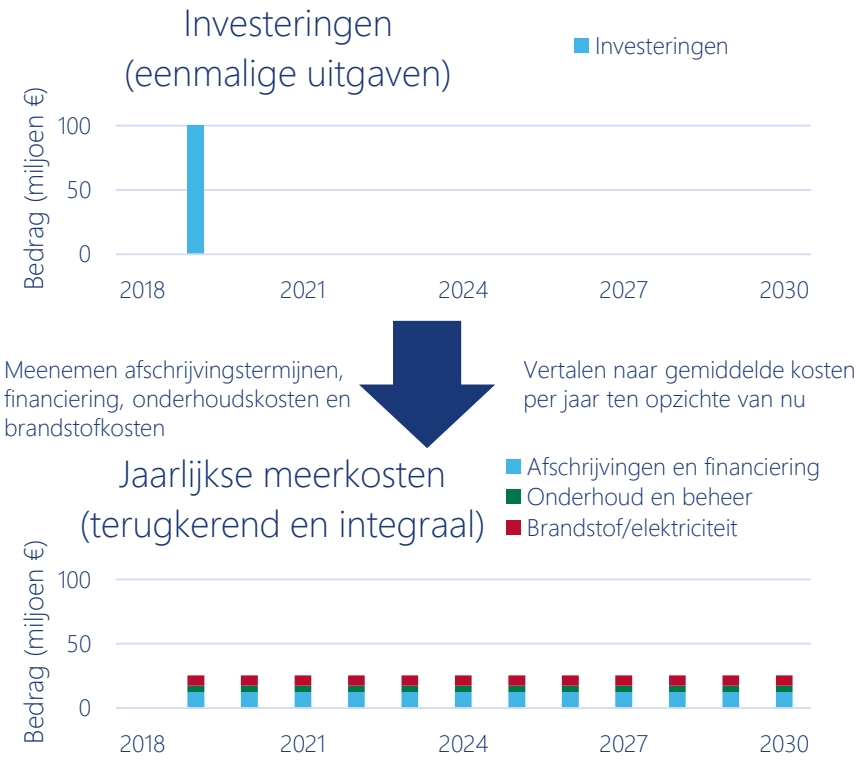
Investeringen zijn gegeven als totale extra investeringen ten opzichte van de huidige vervangingsinvesteringen. De huidige integrale vervangingsinvesteringen voor Stichtse Vecht worden geschat op ~€ 150 miljoen.
Investeringen omvatten isolatie, warmtepompen, warmtenetten & geothermie (indien op scenario van toepassing), zonthermie, zon-PV op daken, netwerk, etc.

Wij vertalen investeringen naar jaarlijkse meerkosten

Nu we de investeringen hebben bepaald, is het tijd deze te vertalen naar de additionele kosten voor Stichtse Vecht. Het is niet noodzakelijkerwijs zo dat een scenario met hoge investeringen leidt tot hoge jaarlijkse meerkosten. Bij een veel lagere energierekening, kan immers een grote investering worden terugverdiend.

Bij het berekenen van de jaarlijkse meerkosten, kijken we integraal naar de energievoorziening. Dat betekent dat we naast investeringen ook de afschrijvingstermijnen, onderhoudskosten, netverzwaringskosten en financiering meenemen.

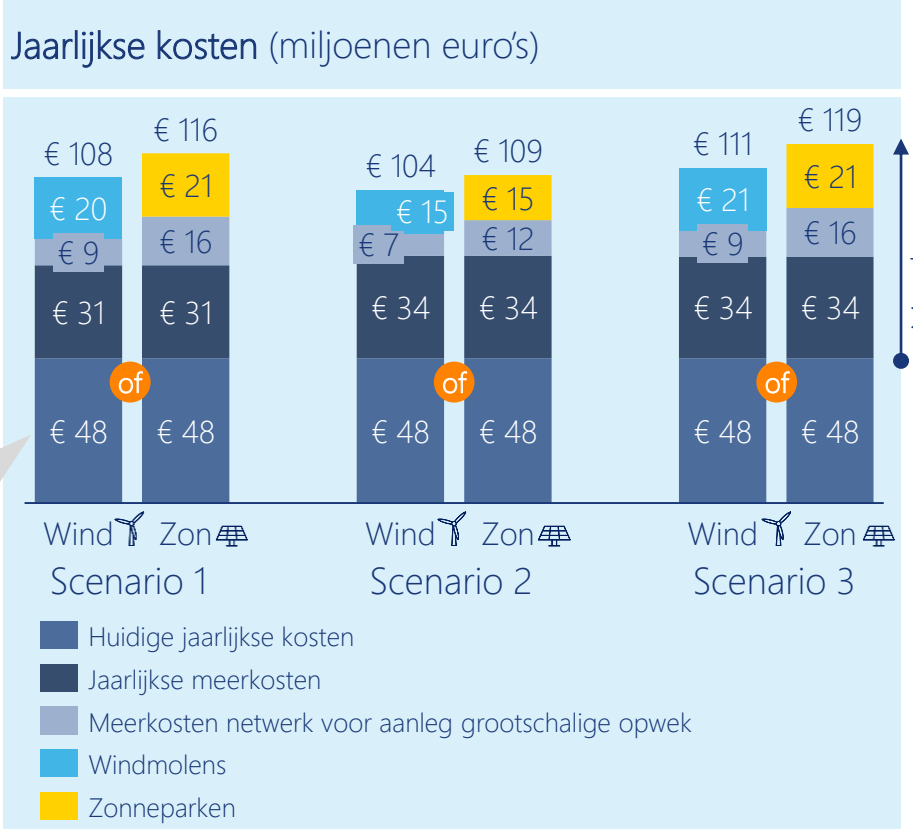
We berekenen het verschil van de gekozen scenario's ten opzichte van de huidige integrale kosten voor energie per jaar.



Het ambitieuze scenario leidt tot de laagste jaarlijkse meerkosten

Besparen en het gebruik van warmte uit geothermie is voordelig. Daarnaast zijn netkosten bij zonneparken hoger vanwege grote gelijktijdigheid op het elektriciteitsnet.

De huidige jaarlijkse kosten voor energie binnen Stichtse Vecht worden geschat op **€ 48 miljoen.**



Jaarlijkse kosten omvatten isolatie, warmtepompen, warmtenetten & geothermie (indien op scenario van toepassing), zonthermie, zon-PV op daken, netwerkkosten, brandstoffen, etc.

Wat betekent verduurzaming voor een gemiddelde woning?

Een groot deel van de energievraag van Stichtse Vecht komt van woningen. Om de ambitie van een klimaatneutraal Stichtse Vecht mogelijk te maken moeten de woningen verder geïsoleerd worden en andere technieken zoals warmtepompen en warmtenetten de woningen van warmte voorzien. Daarnaast kunnen deze woningen ook een bijdrage leveren door zelf energie op te wekken doormiddel van zonnepanelen.

Voor een gemiddelde voorbeeldwoning worden de kosten van deze verduurzaming hier weergegeven.

*Voor panden met enkelsteensmuren (zoals veel monumentale panden) is het maar beperkt mogelijk te isoleren. Voor deze situaties is een all-electric warmtepomp niet haalbaar. Om dan toch van het gas af te gaan zijn vergaande maatregelen zoals infrarood panelen, muurverwarming etc. vereist. Dit zijn oplossing die lang niet zo efficiënt zijn als het gebruik van een warmtepomp en zorgen voor extra netkosten. Een hybride warmtepomp is in zo'n situatie velen malen goedkoper en belast het elektriciteitsnet minder, daarentegen zorgt dit toch nog voor een beperkte (groen) gasvraag.

Zonnepanelen

Gemiddeld: 11-14 PV-panelen dan wel PVT-panelen per woning: € 3.800-4.900

2 zonnecollectorpanelen: € 2.400

All-electric

All-electric warmtepomp: € 7.000 - € 10.000

Isolatie, label B naar label A: minimaal € 5.000
Isolatie, label E-F-G naar label A: minimaal € 10.000

Lage temperatuur radiatoren en vloerverwarming: € 2.500 - € 7.000

Hybride systeem*

Hybride warmtepomp: € 4.000

Isolatie, label E-F-G naar label B: minimaal € 8.000

Lage temperatuur radiatoren en/of vloerverwarming: € 2.500 - € 7.000

Warmtenet + geothermie

Eenmalige aansluitkosten woningen in geval warmtenet
€ 2.000 – € 10.000

Kosten warmtenet, geothermiebron en piekcentrale (deze zitten deels in de eenmalige aansluitkosten en verder in de energiekosten voor de consument)

Bron: EnergieTransitieModel en berekening Berenschot voor Vereniging Eigenhuis voor verduurzaming woningen
N.B. Geen enkele woning binnen de gemeente Stichtse Vecht zal exact hetzelfde zijn als deze voorbeeldwoning

Stichtse Vecht kan klimaatneutraal zijn in 2030

De scenario's zijn opgebouwd in het Energie Transitie Model en geven inzicht in de mogelijkheden om Stichtse Vecht in 2030 klimaatneutraal* te maken. Uit deze scenario analyse komt het volgende naar voren:

- Energiebesparing zorgt voor de laagste integrale jaarlijkse kosten en de hoogste investeringskosten maar dit verdient zicht terug in minder energiekosten.
- Een warmtenet met geothermie (Scenario 1) zorgt voor een kleinere elektriciteitsvraag en dus minder windmolens of zonneweides. In alle gevallen is er behoefte aan centrale elektriciteitsproductie om Stichtse Vecht klimaatneutraal te maken; ongeveer 28 tot 40 windmolens of het equivalent aan zonnevelden 310-440 ha.
- Scenario 2 'ambitieus' heeft de minste behoefte aan extra wind en/of zon om Stichtse Vecht klimaatneutraal te maken in 2030, dit komt door de hoge benutting van het dakoppervlak en de grotere energiebesparing.
- Scenario 3 'zonder warmtenet' valt duurder uit in termen van integrale kosten, doordat all-electric warmtepompen en daarvoor benodigde extra mate van isolatie een grotere investering vragen dan een warmtenet, mogelijk zijn de energiekosten voor de eindgebruiker wel lager.
- Stichtse Vecht is klimaatneutraal maar niet CO_2-emissie vrij: in alle scenario's is Stichtse Vecht nog niet volledig onafhankelijk van fossiele brandstoffen in 2030: auto's rijden nog ten dele op benzine en diesel en de productie van biogas (140 TJ) kan niet volledig voorzien in de gasbehoefte; industrie en landbouw verbruiken nog gas en zo ook hybride warmtepompen in gebouwde omgeving. Deze worden gecompenseerd met windmolens dan wel zonnepanelen.

*Hiervoor gaan wij in deze studie uit van de definitie van de gemeente: dat de gemeente evenveel duurzame energie opwekt als dat er energie wordt verbruikt in de gemeente.

Berenschot

www.berenschot.nl
/berenschot

Berenschot

Appendix

Veel verschillende opties voor duurzame warmte in Stichtse Vecht

Stichtse Vecht heeft de ambitie om in 2030 meer dan 1000 TJ met duurzame warmte uit hernieuwbare bronnen in te vullen (40% besparing op warmtevraag)

Hiervoor zijn de volgende individuele en collectieve opties voorzien:

- Individuele warmte:
  - Warmtepompen i.c.m. zonneboilers en hoge mate van isolatie
  - Hybridewarmtepompen i.c.m. zonneboilers en middel hoge isolatie
- Collectieve warmte:
  - Geothermie, 70% i.c.m. 30% biogas WKK. Zonder extra isolatie

Collectieve warmteopties lijken niet 100% van de ambitie te kunnen vullen. Potentieel wordt geschat op mogelijk 1 Geothermie bron van 12-15 MW => 200 - 250 TJ.

We gaan ervan uit dat tenminste 75% van duurzame warmte uit individuele verwarmingsopties komt.

Mogelijke opties om het potentieel van collectieve warmte te vergroten zijn:

- Aansluiting op warmtenet Utrecht.
- Geothermiebron delen met Utrecht, zodat hoger rendement kan worden behaald en piekcentrales kunnen worden gedeeld.
- Importeren van biomassa
- Verdere verkenning van gebruik oppervlaktewater i.c.m. warmtepompen

Overzicht van de verschillende scenario's

Scenario 1	Woningen: All-electric warmtepomp: ~18.000 # Hybride warmtepomp: ~4.000 # Warmtenet op geothermie: ~6.000 # Besparing: 20%, label C gem., 50% LED Zon: 70% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp Industrie en landbouw: Besparing van 20% in 2030	Gebouwen: ~ All-electric warmtepomp met WKO: ~2650 # Warmtenet op geothermie: ~880 # Besparing: 20%, label D gem. en 50% LED Zon: 70% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp Mobiliteit: 28% elektrische auto's 100% elektrische bussen	Investering: € 20.000 per woning excl. aanpassingen aan warmteafgiftesysteem € 45.500 per gebouw[1] Incl. € 70 miljoen voor aanleg warmtenet, € 20 miljoen voor geothermie bron en € 5 miljoen voor de back-up bio-wkk P.M. Energiebesparing in industrie en landbouw aangenomen dat deze in de vervangingskosten zitten
Scenario 2	Woningen: All-electric warmtepomp: ~18.000 # Hybride warmtepomp: ~4.000 # Warmtenet op geothermie: ~6.000 # Besparing: 30%, label B gem., 70% LED Zon: 88% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp. Industrie en landbouw: Besparing van 30% in 2030	Gebouwen: All-electric warmtepomp met WKO: ~2650 # Warmtenet op geothermie: ~880 # Besparing: 30%, label C gem. en 70% LED Zon: 88% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp Mobiliteit: 28% elektrische auto's 100% elektrische bussen	Investering: € 20.500 per woning excl. aanpassingen aan warmteafgiftesysteem € 50.500 per gebouw[1] Incl. € 70 miljoen voor aanleg warmtenet, € 20 miljoen voor geothermie bron en € 5 miljoen voor de back-up bio-wkk P.M. Energiebesparing in industrie en landbouw aangenomen dat deze in de vervangingskosten zitten
Scenario 3	Woningen: All-electric warmtepomp: ~18.000 # Hybride warmtepomp: ~10.000 # Warmtenet op geothermie: 0 # Besparing: 20%, label C gem., 50% LED Zon: 70% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp. Industrie en landbouw: Besparing van 20% in 2030	Gebouwen: All-electric warmtepomp met WKO: ~2650 # Warmtenet op geothermie: ~880 # Besparing: 20%, label D gem. en 50% LED Zon: 70% (PV) en 12% (Zonthermie) dakopp Mobiliteit: 28% elektrische auto's 100% elektrische bussen	Investering: € 20.500 per woning excl. aanpassingen aan warmteafgiftesysteem € 50.500 per gebouw[1] P.M. Energiebesparing in industrie en landbouw aangenomen dat deze in de vervangingskosten zitten

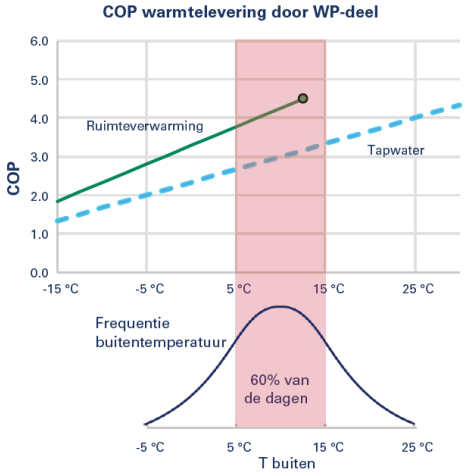
1. incl. Zonnepanelen op stallen en andere gebouwen

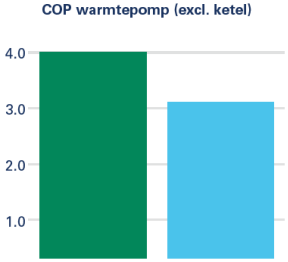
Hoe werkt een warmtepomp?

Een warmtepomp haalt warmte van plek A, voegt hier extra energie aan toe middels een compressor en transporteert deze naar plek B. In het geval van de hybride warmtepomp gaat het veelal om buitenlucht of ventilatielucht waaraan warmte wordt onttrokken. Een vloeistof wordt bij lage temperatuur verdampt en de damp wordt bij hoge temperatuur gecondenseerd. De warmte die hierbij uit de buitenlucht wordt gehaald kan als duurzame warmte worden gezien.

Een warmtepomp laat een speciale stof, ook wel koudemiddel genoemd, door een warmtewisselaar in de buitenlucht gaan. Door middel van verdamping onttrekt het koudemiddel warmte uit de buitenlucht. Vervolgens gaat de stof naar de warmtewisselaar die in contact staat met het CV water, maar eerst wordt er door middel van een compressor druk op het koudemiddel gezet. Door deze druk wordt het koudemiddel vloeibaar en condenseert in de warmtewisselaar die in verbinding staat met het CV water. Door deze condensatie ontstaat condensatiewarmte die wordt afgegeven aan het CV water. Vervolgens gaat het koudemiddel door een expansieventiel, waardoor het weer verdampt in de warmtewisselaar en in contact komt met de buitenlucht en hier weer warmte onttrekt.

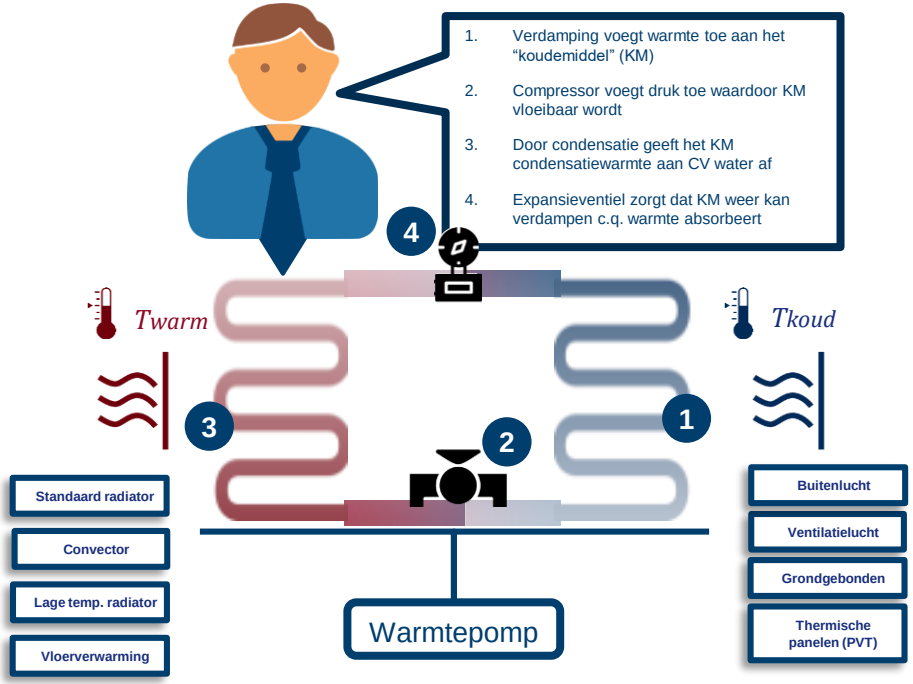
In onderstaand figuur het rendement weergegeven ten opzichte van de temperatuur verdeling in Nederland door het jaar heen, voor ruimteverwarming en tapwater. Logischerwijs is het rendement voor tapwater dus altijd lager dan voor ruimteverwarming omdat voor tapwater een hogere afgifte temperatuur vereist is (zie volgende pagina). De warmte uitwisseling met de buitenlucht of een andere bron is mogelijk dankzij de speciale eigenschappen van het koudemiddel.





Berenschot 2017, Routekaart hybride warmtepomp

Hoe werkt een warmtepomp?



Door de verandering in druk wordt het kookpunt van het koudemiddel gemanipuleerd:

- door druk toe te voegen (figuur 1: 2) wordt het kookpunt verhoogd;
- door de afname van de druk (figuur 1: 3) wordt het kookpunt verlaagd.

De warmtepomp haalt dus warmte uit de buiten- of binnenlucht. De efficiëntie hiervan hangt af van de buiten- (of binnen)temperatuur en de afgiftetemperatuur. Het maximaal haalbare theoretische rendement (COP, coëfficiënt of performance) wordt berekend door de volgende formule:

$$COP(Rendement) = \frac{Twarm}{Twarm - Tkoud}$$

Uit bovenstaande formule kan opgemaakt worden dat wanneer de buitentemperatuur hoger is oftewel *T koud*, het rendement omhoog gaat. Dit gebeurt ook als *T warm* lager is, oftewel de afgifte temperatuur c.q. het CV water.