



Dit is deel 1 van een serie van drie documenten over de energietransitie van de buurt Zwanenbalg.

In deel 2 wordt een stappenplan beschreven om aardgasvrij te gaan verwarmen en in deel 3 worden enkele indicatieve kosten berekend.

Versie: 1.05

Datum: 2022-11-12

Disclaimer: Het toepassen van informatie uit dit document is geheel voor eigen verantwoording.

Inhoud

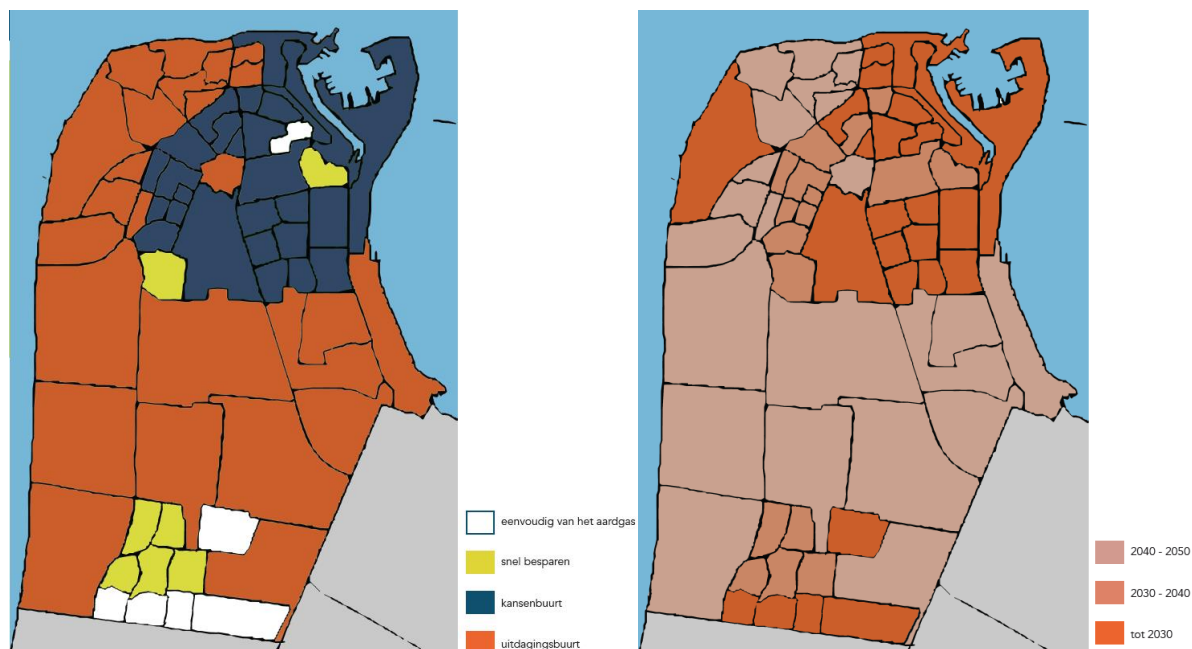
1	Inleiding	3
2	Verwarmen.....	5
2.1	Type warmtepompsystemen.....	5
2.1.1	Lucht-water warmtepomp	5
2.1.2	Bodemwarmtepomp	6
2.1.3	PVT warmtepomp.....	7
2.2	Alternatieven.....	8
2.2.1	Hybride warmtepomp	8
2.2.2	Bivalent systeem	8
2.2.3	Lucht-lucht warmtepomp.....	9
3	Warmteafgifte systeem	10
4	Warmwater maken	12
5	Investerings- en energiekosten warmtepomp	14
6	Afkortingen en begrippen	16

1 Inleiding

Als vervolg op het Klimaatakkoord van 2019 heeft de gemeente op 20 december 2021 de TransitieVisie Warmte Den Helder versie 1.0 (TVW 1.0) vastgesteld. Dit is een richtinggevend beleidsdocument waarin duidelijk wordt wat de aardgasvrije energiebron per wijk/buurt gaat worden en het bijbehorende ruwe tijdsfad.

Voor de buurt Zwanenbalg* is bepaald dat een all-electric warmtepomp de beste manier is om aardgasvrij te verwarmen. De streefdatum is dat dit al in 2030 wordt bereikt, zie onderstaande afbeeldingen (bron TVW 1.0). Of deze datum ook gehaald wordt, zal sterk afhangen van politieke daadkracht en het wegnemen van juridische belemmeringen.

Deze transitie wordt in samenspraak met de bewoners uitgevoerd. In het komende jaar wordt daartoe onder verantwoordelijkheid van de gemeente per wijk/buurt een werkgroep ingesteld die een wijkuitvoeringsplan (WUP) gaat opstellen. Om de interesse in de wijk te peilen, is er onlangs een enquête gehouden in de gehele buurt. Zwanenbalg. Verder heeft een tiental bewoners zich bereid verklaard actief mee te werken aan de energietransitie. Binnenkort wordt daar meer informatie over gegeven. Houd de website van de bewonersvereniging daarvoor goed in de gaten.



Aardgas wordt nu in de meeste woningen gebruikt voor:

- Om op te koken
- Voor sanitair warm water (SWW)
- Om de woning te verwarmen

Voor alle drie zal een all-electric vervanging moeten worden gerealiseerd.

In een aardgasvrije woning wordt gekookt op een inductiekookplaat en conform de TVW 1.0 komt de benodigde warmte voor verwarming van de woning uit een all-electric warmtepomp.

SWW kan door de warmtepomp gemaakt worden maar ook door een apart boilersysteem.

* Tot de buurt Zwanenbalg behoren de adressen Callantsogervaart 4A t/m 9 en Zwanenbalg 1102 t/m 2006.

Aandachtspunt hierbij is dat warmtepompen een woning verwarmen met cv-water op lage temperatuur, optimaal met 35 °C tot 40 °C en maximaal 50 °C. Een cv-ketel levert vaak een cv-watertemperatuur van 70 °C of zelfs meer. Het warmteafgifte systeem in de woning (zoals radiatoren) is op deze hoge cv-watertemperatuur berekend en zal vrijwel zeker moeten worden aangepast om het geschikt te maken voor een lage temperatuur verwarming. Dit kan tot flink wat eenmalige additionele kosten leiden. Aan de andere kant kan door het verlagen van het warmteverlies van de woning de aanpassingen aan het warmteafgifte systeem zeer beperkt blijven en zo jaarlijks een besparing op de stookkosten geven.

Woningen met vloerverwarming als hoofdverwarming zullen nauwelijks aanpassingen aan het warmte afgifte systeem hoeven te doen.

Voor woningen met luchtverwarming kan het een uitdaging zijn om van het gas af te gaan.

In dit document wordt beschreven welke all-electric mogelijkheden er zijn om aardgasvrij warmte op te wekken.

2 Verwarmen

Er zijn meerdere all-electric warmte bronnen voor het verwarmen van de woning mogelijk: infraroodpanelen, elektrische cv en warmtepompen, elk met hun eigen kenmerken.

- Verwarmen met infraroodpanelen levert een hoog elektriciteitsverbruik op en geeft zeer plaatselijke stralingswarmte in een ruimte. Het is daarom vooral geschikt als tijdelijke (bij)verwarming op een specifieke plek in de woning of voor korte duur, bijvoorbeeld in de badkamer. Met een infraroodpaneel wordt vrijwel alleen stralingswarmte gemaakt en geen lucht opgewarmd. Dit heeft als gevaar dat de muren onvoldoende worden opgewarmd waardoor er een grote kans is op schimmelvorming. Zelfs voldoende ventileren helpt hier niet tegen.
- Een elektrische cv heeft weliswaar als voordeel dat het een goedkopere en kleinere installatie is dan een warmtepomp, maar het rendement is maar 100% (1 kWh elektriciteit geeft 1 kWh warmte). Het kan wel als back-up van een warmtepomp worden gebruikt.
- Warmtepompen maken gebruik van energie uit de bodem, oppervlaktewater, lucht of zon, die met elektriciteit uit het elektriciteitsnet verder wordt opgewarmd. Dit gebeurt met een rendement van minimaal 400% (1 kWh elektriciteit geeft minimaal 4 kWh warmte). Ook biedt een warmtepomp de mogelijkheid voor koeling in de zomer.

Vanwege de hoge efficiëntie en dus het lagere elektriciteitsgebruik is de toepassing van een warmtepomp de beste keuze. Het is dan ook logisch dat de gemeente hiervoor gekozen heeft.

De benodigde warmte capaciteit van de warmtepomp wordt bepaald bij een buiten temperatuur van min 10 °C. Een goede methode om het benodigde vermogen van de warmtepomp te bepalen is op basis van een warmteverliesberekening van de woning. Dit is echter een theoretische berekening en onder de voorwaarde dat de bouwer geen fouten heeft gemaakt v.w.b. isolatie en kierdichting. In zo'n berekening wordt per vertrek het benodigde warmtevermogen bepaald op basis van:

- Het transmissie warmteverlies
- Het warmteverlies door buitenlucht toetreding
- De toe te rekenen toeslag voor opwarming na eventuele nachtverlaging

Dit soort berekeningen kunnen alleen door een deskundige worden uitgevoerd.

De verwachting is dat de meeste woningen in Zwanenbalg een vermogen van 10 kW tot 16 kW nodig zullen hebben. Voor de grote woningen zal mogelijk een nog hoger vermogen nodig zijn.

2.1 Type warmtepompsystemen

In de volgende paragrafen worden de all-electric warmtepompsystemen beschreven die voor Zwanenbalg het meest geschikt zijn. Vanwege de mogelijke geluidsoverlast van een lucht-water warmtepomp en het lagere elektriciteitsgebruik heeft de gemeente een sterke voorkeur voor de bodemwarmtepomp.

2.1.1 Lucht-water warmtepomp

Dit type warmtepomp is de meest betaalbare warmtepomp. De meest voorkomende lucht-water warmtepomp produceert warm water met een binnen unit en een buitenunit. De buiten unit kan aan de gevel, op het garage dak of in de tuin worden geplaatst. Nadeel is dat de buiten unit geluid produceert, zowel omgevings- als contactgeluid. Zet de buiten unit dus niet vlak bij een slaapkamerraam of op een niet stijve dakconstructie.

Het rendement COP[†] van een moderne lucht-water warmtepomp is ongeveer 400%, dit betekent dat met 1 kWh elektrische energie 4 kWh warmte wordt opgewekt. De COP is dus 4,0. De gemiddelde SPF-waarde is 3,2. Er zijn ook types waarmee in de zomer gekoeld kan worden.

Per 1 januari 2021 zijn strengere eisen aan het omgevingsgeluid gesteld. Overdag mag de unit op de erfgrans maximaal 45 dB produceren en 's avonds en 's nachts 40 dB. Zo nodig kan een speciale geluiddempende behuizing over de buiten unit geplaatst worden. Afhankelijk van de benodigde geluidsdemping bedragen de kosten ca. € 2.000,00 tot € 4.000,00. Het rendement van de warmtepomp wordt hierdoor met een paar procent verminderd. Om eventuele hinder van het geluid zo veel mogelijk te beperken is een goede positie van de buiten unit belangrijk maar ook een goede instelling van de warmtepomp. Een ervaren en deskundige installateur is hierbij essentieel.

In verband met de ligging dicht bij de kust wordt aangeraden een type warmtepomp te kiezen die al af fabriek beschermd is tegen corrosie. Het wordt echter ten zeerste aangeraden de buiten unit van een extra anti-corrosie coating te voorzien. De kosten hiervan zijn ca. € 1.000,00.

2.1.2 Bodemwarmtepomp

Een bodemwarmtepomp met gesloten bodemwarmtewisselaar maakt gebruik van de temperatuur van de bodem om warmte en koude te produceren. Hiervoor is of een diepe verticale boring nodig of meerdere honderden meters horizontale leidingwerk in de tuin. Dit horizontale leidingnetwerk moet wel flink onder de vorstgrens en het grondwaterniveau worden aangelegd. Vanwege bevriezingsgevaar wordt meestal een vloeistof op basis van glycol gebruikt voor het warmtetransport tussen bron en warmtepomp.

Aan een verticale boring als warmtebron zijn wel wat risico's verbonden:

- Door uitputting van de bron kan de opgepompte temperatuur uiteindelijk zodanig laag worden dat het rendement van de warmtepomp sterk terugloopt tot zelfs ver onder die van een lucht-water warmtepomp. Dit kan worden ondervangen door in de zomer de woning te koelen en met de afgevoerde warmte de bron weer voldoende op te warmen zodat die warmte in de winter weer (deels) kan worden gebruikt.
- Hoewel de kans daarop klein is, zal bij een lekkage in het bronsysteem glycol in de bodem komen wat tot een flinke milieu vervuiling leidt met alle (financiële) consequenties van dien. In dit verband is het beter een natuurlijk middel zoals bietensap toe te passen. Het herstel van een defect aan de warmtebron kan lastig tot onmogelijk zijn en alleen op te lossen door een nieuwe bron te boren.
- Vanwege het doorboren van bepaalde grondlagen, kan de drinkwaterwinning worden geschaad of zout kwelwater omhoog komen.
- Zo dicht bij de kust en de stijging van de zeespiegel is er een relatief groot gevaar van zout kwelwater. Het zout zal voor versnelde corrosie zorgen van een open bodemwarmtewisselaar en daarmee de gebruiksduur van de bron verkorten. Voor de beplanting in de tuin is dit ook niet bevorderlijk. Ook de bollenteelt in de regio krijgt steeds meer te maken met zout kwelwater waardoor uiteindelijk het perceel grond niet meer geschikt is voor de bollenteelt.

[†] Het rendement van een warmtepomp wordt aangegeven met een COP waarde. COP staat voor Coefficient Of Performance en is de verhouding tussen geleverde energie en gebruikte energie. De COP waarde is sterk afhankelijk van de heersende buiten temperatuur en de temperatuur van het cv-water. Voorheen werd ook de SCOP waarde opgegeven waarbij de S staat voor Seasonal. Tegenwoordig wordt vaak de SPF-waarde gebruikt. Dit staat voor Seasonal Performance Factor. Hierbij wordt alle energie meegerekend om het systeem te laten functioneren, zoals een extra pomp, kleppen en regelingen.

Ook oppervlaktewater kan als warmtebron door dit type warmtepomp worden gebruikt. Voorwaarde is wel dat het water voldoende stroomt daar anders de kans bestaat dat er ijsafzetting plaatsvindt op de warmtewisselaar in het water, waardoor de warmte overdracht sterk wordt beperkt.

Voor de aanleg van een bodemwarmtebron is sinds 2015 een vergunning van de gemeente en de provincie nodig indien deze dieper is dan 50 meter. Het rendement van een goed gedimensioneerd bodemwarmtepompsysteem[‡] is minimaal 600%, dit betekent dat met 1 kWh elektrische energie minimaal 6 kWh warmte wordt opgewekt. De COP is dus 6,0. De gemiddelde SPF-waarde is 4,0. Het voordeel van de bodemwarmtepomp is dat in de zomer tegen geringe kosten de woning ook kan worden gekoeld met gebruik van de bodemkoude. Dit wordt passieve koeling genoemd omdat het alleen nodig is om het water rond te pompen en geen actieve compressor, zoals bij het verwarmen van de woning het geval is. Het warmte afgifte systeem in de woning moet hier wel geschikt voor zijn om bijvoorbeeld condensatie te voorkomen. De warmte die hierbij aan de bodem wordt afgegeven, kan dan in de winter weer (deels) worden gebruikt en is nodig om een hoge COP te behouden. Nadeel van een bodemwarmtepompsysteem is dat deze veel duurder is dan de luchtwarmtepomp en dat er buiten de woning in de grond geboord of de hele tuin overhoop gehaald moet worden. Om wederzijdse beïnvloeding van de bodemwarmtebronnen te voorkomen zal er een goede coördinatie nodig zijn, waar en hoe diep er geboord mag en kan worden. Deze coördinatie verantwoordelijkheid ligt bij de provincie.

Globaal kan de benodigde brondiepte als volgt berekend worden.

Stel er is een warmtepomp vermogen van 10 kW nodig en de beoogde warmtepomp heeft een COP van 5 (om makkelijk te rekenen). Dit betekent dat er $10/5 = 2$ kW elektriciteit nodig is en de rest $10 - 2 = 8$ kW = 8.000 Watt moet uit de bron komen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid kan 20 tot 50 Watt per meter aan energie worden gewonnen. Dit betekent een brondiepte van respectievelijk $8.000/20 = 400$ meter tot $8.000/50 = 160$ meter. De benodigde bron warmte kan in plaats van uit één bron ook uit meerdere bronnen komen, bijvoorbeeld 2x 200 meter diep in plaats van 1x 400 meter diep. Deze moeten dan wel voldoende uit elkaar geboord worden om onderlinge beïnvloeding te voorkomen. Veel zal hier afhangen van de mate en richting van de grondwaterstroming op grotere diepte. Op <https://wkotool.nl/> kan gecheckt worden of een grondboring toegestaan is op uw adres. Tevens wordt een indicatie gegeven van de benodigde diepte en kosten.

Met een (diepe) bron kunnen ook meerdere warmtepompen worden gevoed. Feitelijk is dit een lokaal lage temperatuur warmtenet. Elke woning heeft dan een eigen warmtepomp die de lage temperatuur uit de bron verder verhoogd tot de gewenste cv-water temperatuur.

2.1.3 PVT warmtepomp

Een PVT warmtepomp wekt warmte op met PVT panelen op het dak. Voordeel is dat deze panelen ook elektriciteit opwekken en geen geluid produceren. Nadeel is dat ook deze warmtepomp duurder is dan de lucht-water warmtepomp en dat er geen 'goedkope' koeling wordt geleverd zoals met de bodemwarmtepomp. Het is wel mogelijk om de warmtepomp met een koelmodule uit te breiden. Door de warmte-onttrekking aan de PVT-panelen kan er ijsvorming aan de bovenzijde plaatsvinden (zoals op de ruiten van de auto). Dit leidt tot een flink mindere opbrengst in elektrische energie. Met dit type warmtepompsystemen is een SPF-waarde van 4,5 haalbaar.

[‡] Tot een diepte van ongeveer 100 meter is de bodemtemperatuur vrijwel constant ca. 10°C, daaronder stijgt de temperatuur 1°C voor elke 30 meter. De (extra) warmte die op grotere diepte omhoog wordt gepompt, zal onderweg naar boven deels verloren gaan (ca. 50%). Voor een hoge brontemperatuur voor de warmtepomp zal dus flink diep geboord moeten worden. Daar staat tegenover dat de cv-watertemperatuur ook hoger kan worden met behoud van een goede COP.

2.2 Alternatieven

Indien de woning nog niet voldoende is geïsoleerd en in de winter niet met een cv-water temperatuur van 35 °C tot 40 °C (maximaal 50 °C) kan worden verwarmd, zijn er alternatieven om met lagere verwarmingskosten toch CO₂ te besparen zonder op comfort in te hoeven leveren. In de volgende paragrafen wordt een drietal alternatieven beschreven.

2.2.1 Hybride warmtepomp

Een hybride warmtepomp is een combinatie van een (bestaande of nieuwe) aardgas gestookte cv-ketel en een lucht-water warmtepomp, in één behuizing of als twee losse units. Als het buiten niet te koud is, zal de warmtepomp voor de warmteopwekking zorgen. Zodra de buitentemperatuur onder een instelbare waarde komt, neemt de aardgas gestookte cv-ketel het over. Dit schakelpunt is afhankelijk van de warmte capaciteit van de warmtepomp en de warmte behoefte van de woning. Hoe lager de warmte behoefte van de woning is hoe lager dit schakelpunt kan worden ingesteld en is er dus minder aardgas voor de verwarming nodig. Een eerste benadering is dat 60% van de warmte wordt opgewekt door de warmtepomp en de rest door de cv-ketel. Bij een jaarverbruik van 1.900 m³ aardgas met een cv-ketel betekent dat voor een hybride warmtepomp 2.784 kWh en 809 m³ aardgas om dezelfde warmte te leveren. Dat is dus 60% minder gas gebruik voor de verwarming. Omdat de warmtepomp niet het SWW maakt en een goede afstelling essentieel is, valt in de praktijk de besparing op gasverbruik nogal tegen en ligt dit percentage tussen 30% en 50%.

De verwachting is dat de meeste woningen in Zwanenbalg een warmtepomp vermogen van 10 kW tot 16 kW nodig hebben. De meeste hybride ketels zijn echter voorzien van een warmtepomp met een capaciteit van nog geen 6 kW bij 6 à 7 °C buitentemperatuur. Bij min 10 °C buitentemperatuur zal van het vermogen nog maar enkele kW overblijven en dat is absoluut niet genoeg om volledig van het aardgas af te komen tenzij de woning super geïsoleerd wordt. Dit is niet realistisch.

Vanwege het aardgas gebruik is een hybride warmtepomp niet een definitieve oplossing voor het aardgasvrij verwarmen van de woning. Op het eerste gezicht kan het als tussenoplossing dienen zolang nog niet voldoende energiebesparende maatregelen zijn genomen en de cv-ketel al vervangen moet worden. Het risico bestaat dan echter dat warmte besparende maatregelen worden uitgesteld omdat de cv-ketel dat wel compenseert, maar natuurlijk wel met flink hogere verwarmingskosten en meer CO₂ uitstoot dan met alleen een all-electric warmtepomp. Verder moet niet vergeten worden dat het beleid van de gemeente erop gericht is dat de buurt Zwanenbalg in 2030 aardgasvrij wordt. De afschrijvingstermijn van een hybride warmtepomp wordt dan wel erg kort.

2.2.2 Bivalent systeem

Een warmtepomp kan (cv-waterzijdig) redelijk simpel parallel over een bestaande cv-ketel worden aangesloten. Dit wordt een bivalent systeem genoemd. De bestaande cv-ketel en de warmtepomp hoeven niet van hetzelfde fabricaat te zijn. De enige voorwaarde is dat de warmtepomp een signaal afgeeft, waarmee de cv-ketel kan worden geactiveerd (vrij relaiscontact). Verder moet er natuurlijk voldoende ruimte zijn voor beide apparaten.

In een bivalent systeem verzorgt de warmtepomp standaard de verwarming en de cv-ketel alleen het SWW. Indien een buffervat wordt toegevoegd kan de warmtepomp ook het SWW verzorgen. De cv-ketel komt alleen in actie als het buiten te koud is. De levensduur van de (oude) cv-ketel wordt hiermee verlengd. Zodra er voldoende warmte besparende maatregelen zijn genomen en de warmtepomp dus ook in een koude winter voldoende warmte kan leveren, kan de cv-ketel worden verwijderd en de gasaansluiting worden opgeheven. In dit verband is het dus raadzaam om de benodigde warmtecapaciteit van een warmtepomp te baseren op een buitentemperatuur van minimaal min 10 °C en nadat alle geplande warmte besparende maatregelen zijn genomen. Naar

verwachting zal dat in de orde van 10 kW tot 16 kW liggen voor de woningen in Zwanenbalg. Een goede manier om dit vermogen te bepalen is met een warmteverlies berekening.

Tegenwoordig zijn er warmtepompen die in staat zijn om cv-watertemperatuur van 65 °C of nog hoger te maken. Die temperatuur is vaak al hoog genoeg om de woning mee te verwarmen zonder dat de cv-ketel moet bijspringen in koude periodes. Ondertussen kunnen warmte besparende maatregelen worden genomen, waardoor de cv-watertemperatuur lager kan worden ingesteld en zo een flinke besparing op de jaarlijkse verwarmingskosten oplevert.

2.2.3 Lucht-lucht warmtepomp

Dit type warmtepomp kan zowel koelen als verwarmen maar niet tegelijkertijd. Op één buiten unit kunnen meerdere binnen units worden aangesloten. Hiermee kan een ruimte onafhankelijk van de andere ruimtes in de woning, heel eenvoudig snel worden opgewarmd of gekoeld (airco). De ventilator in de binnen unit maakt uiteraard enig lawaai die voor de een acceptabel is en voor de ander absoluut niet. Let daar dus op als de binnen unit in bijvoorbeeld de slaapkamer wordt geplaatst. Houd ook rekening met de luchtverplaatsing. De ervaren warmte kan daardoor minder prettig zijn (tocht in de nek) dan die van een radiator of vloerverwarming.

3 Warmteafgifte systeem

Een warmtepomp verwarmt de woning met een veel lagere water temperatuur dan een cv-ketel dat doet. Het warmte afgifte systeem in de woning moet daarvoor geschikt worden gemaakt.

Eerst zal bepaald moeten worden wat op basis van een warmteverlies berekening de benodigde warmte per ruimte is bij min 10 °C buitentemperatuur. Op basis hiervan en de aan- en aanvoer temperatuur van het cv-water kan bepaald worden of de bestaande radiatoren voldoende zijn (bijvoorbeeld doordat deze ruimte eigenlijk niet verwarmd hoeft te worden) of vervangen moeten worden door types geschikt voor lage watertemperaturen.

Er zijn grofweg vier soorten warmteafgifte systemen:

- Radiatoren
Door de flink lagere aanvoer water temperatuur (bijvoorbeeld 35 °C) zal het warmtevermogen van een radiator fors afnemen⁵ en ook de warmte stralingscomponent zal nog nauwelijks aanwezig zijn. Met ventilatoren onder de radiator geplaatst, kan het rendement tot zo'n 15% verhoogd worden. Dit is vrijwel zeker onvoldoende om de warmte afgifte weer op peil te krijgen.
Om dit op te lossen kunnen de radiatoren vervangen worden door types die geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming (LTV). Deze LTV radiatoren kunnen fors groter zijn dan de te vervangen hoge temperatuur verwarming (HTV) radiator. Afhankelijk van het gekozen type kan ook een elektriciteitsaansluiting nodig zijn. Een standaard wandcontactdoos (WCD) volstaat hiervoor.
- Vloer- of wandverwarming
Vloer- en wandverwarming zijn lage temperatuur verwarmingssystemen (LTV).
Het vervangen van de (verlijmde) parketvloer is een ideaal moment om in de dekvloer de slangen van vloerverwarming te leggen of eventueel tevens de slangen van de oude vloerverwarming te verwijderen, die hebben immers ook niet het eeuwige leven. Houd hierbij wel rekening met andere leidingen in de dekvloer zoals voor elektriciteit, data en radio/tv. De nieuwe vloerbedekking moet wel geschikt zijn voor vloerverwarming en uiteraard een lage warmteweerstand hebben.
Plafondverwarming behoort ook tot de mogelijkheden.
Een vloer- of wandverwarming heeft meestal een eigen pomp om het cv-water door de slangen te pompen. De oudere types zijn echte stroomvreters. Vervang deze door een label A pomp en voeg een pompschakelaar toe en bespaar zo flink op de elektriciteitskosten. Of pas het systeem zodanig aan dat geen aparte pomp meer nodig is en de cv-water temperatuur 7° tot 10°C lager kan worden ingesteld. De verwarmingskosten zullen dan flink lager zijn.
- Verdiept geplaatste convectoren
Onder voorwaarden geschikt voor lage temperatuurverwarming.
Een overweging is om bij het vervangen van de parketvloer de eventueel aanwezige convectorput te verwijderen en de vloerverwarming tot aan de raamgevel door te leggen. Immers door het betere isolatieglas (HR++ of HR+++) is een convectorput niet meer nodig om de koude val langs de ramen te neutraliseren en het scheelt stofwervelingen.
- Luchtverwarming
Op basis van de aanvoer en retour watertemperatuur uit een externe warmtebron wordt in

⁵ Rekenvoorbeeld: een radiator met een vermogen van 2000 Watt bij een aanvoer watertemperatuur van 75°C, een retour watertemperatuur van 65°C en een ruimtetemperatuur van 20°C, zal bij 35°C aanvoer watertemperatuur en 30°C retour watertemperatuur nog maar 325 Watt afgeven, dat is dus slechts 16% van het oorspronkelijke vermogen.

de warmtewisselaar de langstromende lucht opgewarmd. Net als bij een radiator zal het warmtevermogen van de warmtewisselaar drastisch afnemen door de lagere watertemperaturen. Het nominale vermogen van een luchtverwarmingssysteem wordt meestal berekend bij een aanvoer en retour watertemperatuur van respectievelijk 70 °C en 50 °C. Worden de watertemperaturen naar respectievelijk 35 °C en 30 °C verlaagd, dan wordt nog maar 1/3 van het nominale vermogen aan warmte geleverd. Er zal dus een warmtewisselaar moeten worden geplaatst die een driekeer zo hoog nominaal vermogen moet hebben om bij de lagere watertemperaturen hetzelfde warmte vermogen kunnen afgeven. De watertemperatuur kan natuurlijk ook verhoogd worden, maar dit leidt tot een aanmerkelijk hoger elektriciteitsgebruik. Rekening houdende met de gebruikskosten wordt het dan al gauw interessanter om het luchtverwarming te vervangen door een LTV warmte afgifte systeem zoals vloerverwarming en LTV radiatoren. Eventueel in combinatie met een airco systeem.

Voor alle genoemde aanpassingen aan het warmte afgifte systeem geldt: laat u informeren door een deskundige en ervaren persoon. Een onafhankelijk advies wordt gegeven door bijvoorbeeld het Duurzaam Bouwloket van de gemeente: <https://www.duurzaambouwloket.nl/gemeente>. Zijn de aanpassingen aan het warmte afgifte systeem voltooid, test tijdens een winterperiode of bij een lage cv water temperatuur de woning comfortabel op temperatuur wordt gehouden. Verlaag de water temperatuur steeds iets (5 °C tot 1 °C per keer) totdat het niet meer comfortabel wordt in de woning. Dit is dan de minimum temperatuur die de warmtepomp moet opwekken bij de gegeven buitentemperatuur, zonintensiteit en wind. Een aanvoer watertemperatuur van maximaal 40 °C is prima maar 35 °C is uiteraard beter. Pas geen nachtverlaging (meer) toe. Houd er wel rekening mee dat een LTV systeem traag reageert op wijzigingen. Dit geldt zowel voor het verlagen van de cv-watertemperatuur als het verhogen. Houd als testperiode per temperatuur instelling meerdere dagen tot een week aan.

4 Warmwater maken

Tot nu toe maakt meestal de cv-ketel het warme tapwater. Voor het verwarmen van koud (ca. 10 °C) naar warm tapwater (60 °C) is een hoog vermogen nodig (>20kW). Dat gebeurt met een rendement van slechts 50-70%. Bedenk dat het vermogen van een combi-cv-ketel bepaald wordt door de hoeveelheid warm tapwater dat per minuut nodig is, de cw-waarde. Hoe hoger de cw-waarde, hoe groter het vermogen van de cv-ketel zal zijn. Een ligbad snel vullen vereist veel meer cv-ketel vermogen dan douchen onder een spaardouchekop. Voor het verwarmen van de woning zelf is veel minder vermogen nodig (ca. 10 kW tot 16 kW voor een standaard geïsoleerde woning op Zwanenbalg).

Een warmtepomp heeft de hoogste efficiëntie als deze min of meer continu werkt. Het af en toe veel warm tapwater moeten produceren is dus inefficiënt en vereist een hoog vermogen dat verder niet gebruikt wordt. Om dat te omzeilen wordt een apart boilervat voor warm tapwater geplaatst. De warmtepomp houdt dit boilervat op temperatuur. De grootte van dit boilervat is afhankelijk van het gebruik. Voor korte douchebeurten onder een spaardouchekop volstaat een vat van 200-300 liter. Voor het snel meerdere keren achter elkaar vullen van een ligbad is al gauw een flink boilervat tot aan 500 liter toe nodig. Dit geeft een hoge vloerbelasting waar de vloer wel geschikt voor moet zijn.

Met een zonneboiler kan ook warmwater worden gemaakt. Bedenk wel dat dit alleen in de zomer redelijk goed werkt. Er zal altijd een naverwarmer nodig zijn om het water ook buiten de zomerperiode naar 60 °C te verwarmen. Een warmtepomp is ongeschikt om als naverwarmer te functioneren. Als het buffervat van twee warmtespiralen is voorzien, kunnen de zonnecollector en de warmtepomp tezamen voor de verwarming van het SWW zorgen. In de zomer zal de warmtepomp dan ontlast worden maar in de winterperiode niet of nauwelijks. Het geld van een zonneboiler systeem kan daarom beter eerst aan andere zaken besteed worden.

Met een ventilatielucht warmtepompboiler kan ook warm water worden gemaakt. Deze vervangt de mechanische ventilatie box en is voorzien van een voorraadvat tapwater van 200 of 300 liter. Met behulp van een kleine warmtepomp en de warmte in de afgezogen ventilatielucht wordt dit water opgewarmd tot de vereiste 60 °C om legionella besmetting te voorkomen.

Tijdens het douchen wordt het warme water maar kort (nog geen seconde) gebruikt voordat het in het doucheputje verdwijnt. Met speciale warmtewisselaars kan de warmte in het wegstromende douchewater worden gebruikt om het koude water voor te verwarmen. Bekende voorbeelden zijn een 2 meter lange verticale pijp en een horizontale douchegoot. Denk er over na om deze toe te passen tijdens een renovatie van de douche. Er bestaan ook douches die het wegstromende water deels hergebruiken en met schoon warmwater weer op temperatuur brengt. Het waterverbruik is dan nog maar 1,2 liter per minuut en er wordt tot 80% op de verwarmingskosten bespaard. Wat het contact met het water betreft, is dit vergelijkbaar met een ligbad. Voor dit type douche moet wel een stevig gevulde portemonnee worden meegenomen (vanaf ca. € 4.000, excl. installatie).

Indien de lengte van de leidingen van de cv-ketel of het tapwaterbuffer naar de keuken lang zijn, wordt er veel water en warmte verspild voordat het warme water uit de kraan in de keuken stroomt. Een oplossing hiervoor is:

- Een close-in boiler
De inhoud van deze boiler is meestal 10 liter en het water wordt continu op 60 °C gehouden.
- Een doorstroomheater
Een doorstroomheater heeft geen buffervat en verwarmt het water alleen als er vraag is. Hier is veel vermogen voor nodig, minimaal 11 kW en daardoor alleen geschikt als er een

stevige 3-fase netaansluiting is. Er bestaan ook kleinere doorstroomheaters maar die leveren minder warm en/of minder liter/ minuut tapwater. Voor even de handen wassen of een afwasje kan dat voldoende zijn. Voor doorstroomheaters is op jaarbasis de minste elektriciteit nodig.

- Een kokendwaterkraan

De Quooker is het bekendste merk. De hoeveelheid liter/ minuut warm tapwater is minder dan bij de 3 fase doorstroomheater. Daardoor kan worden volstaan met een enkele 16 A automaat in de groepenkast.

Er zijn nog meer mogelijkheden om warm tapwater te maken zoals een eco-boiler. Voor meer informatie over de alternatieven wordt verwezen naar bijvoorbeeld het Paris Proof Plan e-boek (www.parisproofplan.nl).

5 Investerings- en energiekosten warmtepomp

In onderstaande tabel worden de indicatieve investeringskosten en energiekosten voor de warmte opwekking van een cv-ketel en een warmtepomp met elkaar vergeleken. Uitgegaan is van een gemiddeld jaarverbruik van 1.900 m³ gas voor een woning in Zwanenbalg.

De berekening is op basis van onderstaande aannames:

- 1 m³ aardgas, gemiddelde prijs over rekenperiode = € 2,463
- 1 kWh, gemiddelde prijs over rekenperiode = € 0,528
- terugleveringstarief opgewekte elektriciteit, gemiddeld over rekenperiode = € 0,106 per kWh
- Gas aansluitingskosten Liander = € 200,00 per jaar
- Vaste leveringskosten energieleverancier = € 70,00 per jaar

Op dit moment zijn de prijzen van aardgas en elektriciteit extreem hoog, resp. € 4,00/m³ en € 0,90/kWh. De verwachting is dat de komende jaren de prijzen weer zullen dalen. Veel zal afhangen hoe de (politieke) onrust op de gas- en energiemarkt zich zal ontwikkelen. Het voor volgend jaar geldende prijsplafond zal nauwelijks invloed hebben op onderstaande berekening.

Er is geen rekening gehouden met rente en wijzigingen in de energiebelastingen.

De installatie van een warmtepomp vergt extra werkzaamheden t.o.v. het een-op-een vervangen van de combi-cv-ketel, zoals:

- Het aanpassen van de groepenkast plus het leggen van de voedingskabel naar de warmtepomp
- De aanwezige cv-water verdeler vervangen door een kunststof of rvs type, indien ook koeling wordt toegepast
- Aanpassen sanitair warmwater aansluiting
- Installeren van de verbindingen tussen binnen en buiten unit.
- Dakdoorvoer van cv-ketel verwijderen, dakisolatie herstellen en lucht- en waterdicht maken

Deze kosten zijn sterk afhankelijk van de situatie. Reken op minimaal € 5.000,00.

VERGELIJKING VERWARMINGSKOSTEN	cv-ketel	hybride warmtepomp		lucht-water warmtepomp		bodem warmtepomp	
Indicatie aanschaffkosten, inclusief installatie	€ 2.500,00	€ 8.100,00	€ 8.100,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 27.500,00	€ 27.500,00
Indicatie ISDE subsidie efficiency klasse A+	€ -	€ 3.225,00	€ 3.225,00	€ 3.225,00	€ 3.225,00	€ 3.975,00	€ 3.975,00
Totale netto investeringskosten	€ 2.500,00	€ 4.875,00	€ 4.875,00	€ 14.275,00	€ 14.275,00	€ 23.525,00	€ 23.525,00
Verbruik m ³ per jaar	1.900	1140	1140				
Gemiddelde m ³ prijs/eenheid tijdens rekenperiode	€ 2,46	€ 2,46	€ 2,46				
Verbruik kWh per jaar	200	1.945	1945	4.985	4985	3.490	3490
Gemiddelde kWh prijs/eenheid tijdens rekenperiode	€ 0,53	€ 0,53	€ 0,11	€ 0,53	€ 0,11	€ 0,53	€ 0,11
Onderhoudskosten per jaar, excl. onderdelen	€ 185,00	€ 290,00	€ 290,00	€ 250,00	€ 250,00	€ 250,00	€ 250,00
Totaal gebruikskosten per jaar (afgerond)	€ 4.970,00	€ 4.120,00	€ 3.300,00	€ 2.880,00	€ 780,00	€ 2.090,00	€ 620,00
Vaste leveringskosten gas energieleverancier per jaar	€ 70,00	€ 70,00	€ 70,00				
Vaste aansluitkosten gas Liander per jaar	€ 200,00	€ 200,00	€ 200,00				
Totaal kosten per jaar	€ 5.240,00	€ 4.390,00	€ 3.570,00	€ 2.880,00	€ 780,00	€ 2.090,00	€ 620,00
Rekenperiode in jaren	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Totaal kosten over rekenperiode	€ 81.100,00	€ 70.725,00	€ 58.425,00	€ 57.475,00	€ 25.975,00	€ 54.875,00	€ 32.825,00
Verskil met cv-ketel	€ -	€ -10.375,00	€ -22.675,00	€ -23.625,00	€ -55.125,00	€ -26.225,00	€ -48.275,00

De groene kolommen gelden, indien de elektriciteit voor de warmtepomp volledig door de eigen PV-panelen wordt opgewekt, zolang het salderen op jaarbasis van kracht blijft.

Uit de tabel blijkt dat de investering in een warmtepomp flink hoger is dan de investering in een cv-ketel, maar ook dat de jaarlijkse energiekosten voor warmte fors lager zijn dan de energiekosten met een cv ketel of hybride ketel. Dat geldt zeker als de met PV-panelen zelf opgewekte elektriciteit daarvoor wordt gebruikt. Hoe lager de terugleveringsvergoeding is, des te lager zijn de verwarmingskosten en zal het kostenverschil met de cv-ketel fors groter zijn.

Op de website van de bewonersvereniging is een rekenblad te vinden waarin u uw eigen gegevens kunt invoeren om de verwarmingskosten over een bepaalde periode te berekenen.

Ook zal het warmteafgifte systeem mogelijk moeten worden aangepast. Hiervan zijn geen richtbedragen te noemen omdat elke woning een eigen aanpak vereist.

De woningen die al voorzien zijn van vloerverwarming als hoofdverwarming, hoeven naar alle waarschijnlijkheid geen (grote) aanpassingen te doen.

Indien de aanpassingen gedaan kunnen worden door bestaande radiatoren te vervangen door types die geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming, zijn de kosten meerdere honderden euro's per radiator zonder ventilator en ruim duizend euro voor de types met ventilator (excl. installatie). De types met ventilator hebben kleinere afmetingen dan die zonder, maar maken ca. 30 dB geluid.

Hoewel dit relatief weinig is, kan dat toch als hinderlijk worden ervaren (zeker in een slaapkamer). Zie apart document voor een indicatieve kosten berekening.

Het installeren van een vloer- of wandverwarming is vele malen duurder (meerdere duizenden euro's). Voor vloerverwarming en in iets mindere mate wandverwarming geldt dat het comfort sterk verbeterd wordt, niet alleen door de gelijkmatige warmtestraling maar ook de stofwervelingen en stofnesten rondom de radiatoren behoren tot het verleden. Een ander voordeel van vloerverwarming is dat een behaaglijk comfort wordt bereikt bij een lagere ruimte temperatuur, wat natuurlijk weer in de stookkosten scheelt.

De investeringskosten voor het aardgasvrij maken van de woning zijn fors maar worden met de huidige energie prijzen vrijwel zeker terugverdiend in de loop der jaren. Tevens zullen meerdere maatregelen het wooncomfort sterk verhogen.

Zowel de overheid als de gemeente geven subsidies voor te nemen energiebesparingsmaatregelen:

- <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/isde>
- <https://www.denhelder.nl/Onderwerpen/Wonen/Duurzaamheid>

Houd beide websites goed in de gaten want het subsidie beleid is tot op heden weinig consistent. Het zou zonde zijn als geen gebruik wordt gemaakt van deze subsidie mogelijkheden.

Daarnaast zijn er leningen af te sluiten tegen een gunstig rentetarief zowel bij banken als de gemeente.

6 Afkortingen en begrippen

Bivalent systeem	Een aparte cv-ketel en warmtepomp. Zodra de warmtevraag hoger is dan de warmtepomp kan leveren, wordt overgeschakeld naar de cv-ketel.
HTV	Hoge temperatuur verwarming > 50°C cv water temperatuur
Hybride warmtepomp	Een met een kleine warmtepomp gecombineerde cv-ketel
ISDE subsidie	Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing
LTV	Lage temperatuur verwarming < 50°C cv water temperatuur
MV	Mechanische ventilatie Hiermee wordt de lucht uit de woning gezogen. Via ventilatieroosters en kieren wordt verse lucht toegevoerd.
Passiefhuis	Een passiefhuis mag niet meer dan 15 kWh/m ² per jaar verbruiken voor ruimteverwarming. Daarnaast zijn er nog andere eisen afhankelijk van de breedtegraad waar de woning staat.
PV-omvormer	Het apparaat dat de opgewekte spanning van de PV-panelen omzet in een netspanning
PV-paneel	PhotoVoltaïsch paneel Dit is een andere benaming voor een zonnepaneel
PVT	Is een PV-paneel gecombineerd met een zon thermisch deel. Door dit thermische deel wordt water/glycol gepompt om bijvoorbeeld een buffervat op te warmen (zonneboiler)
Rc	Warmte isolatieweerstand van een constructie, zoals bijvoorbeeld een buiten gevel die bestaat uit twee stenen muren met daartussen een luchtsponw en isolatiemateriaal
Rd	Warmte isolatieweerstand van een materiaal, zoals isolatiedekens
RES-NHN	Regionale EnergieStrategie van Noord-Holland Noord
SWW	Sanitair Warm Water, zoals om mee te douchen
TVW	Transitie Visie Warmte: een door de gemeente opgesteld document, wanneer en hoe wijken en buurten van het aardgas af gaan
U	Warmte geleiding van een materiaal U waarde voor glas wordt vaak aangeduid als Ug
WCD	Wandcontactdoos, meestal met randaarde
WKO	Warmte Koude Opslag Een systeem waar in de zomer de warmte uit het gebouw wordt opgeslagen diep in de bodem en in de winter weer gebruikt om het gebouw te verwarmen. Het is essentieel dat de warmte opslag in de zomer en de warmtebehoefte in de winter in balans zijn. Anders zal de installatie na verloop van tijd niet meer functioneren.
WP	Warmtepomp
WTW	WarmteTerugWin systeem. Meestal wordt hiermee een ventilatiesysteem bedoeld. De warmte in de afgezogen lucht wordt overgedragen naar de lucht die de woning wordt ingeblazen. Ook wel balansventilatie genoemd. Er bestaan ook WTW systemen die met de warmte uit het warme douchewater het koude water voorverwarmt. Hierdoor is er minder water van 60°C nodig om toch behaaglijk te kunnen douchen.
WUP	WijkUitvoeringsPlan voor de energietransitie van een wijk of buurt