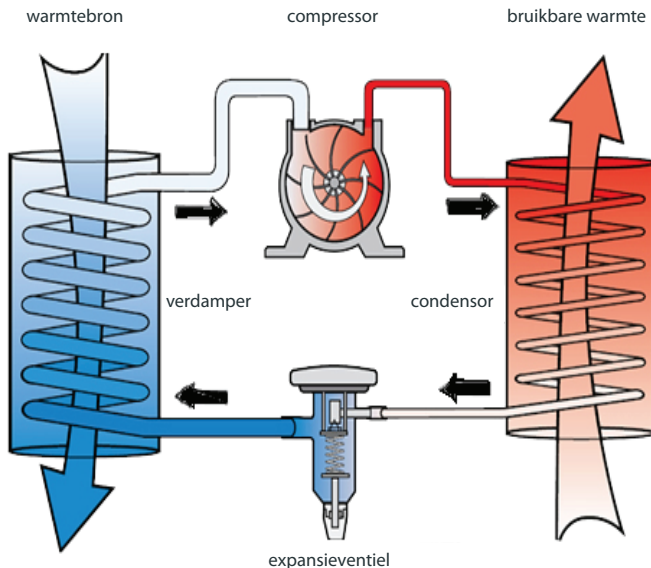


## SLIMME TECHNIEKEN WARMTEPOMP



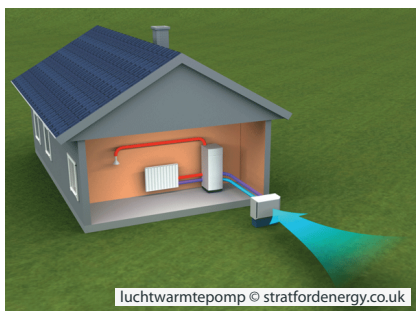
### INLEIDING

Een warmtepomp is een apparaat dat warmte onttrekt aan een warmtebron (lucht/water/grond) op een bepaalde temperatuur en deze thermische energie bij een hogere temperatuur aan een warmteafgiftesysteem afgeeft. De warmtepomp "pompt" dus thermische energie van een lager naar een hoger temperatuurniveau.

Door gebruik van 1 kWh elektriciteit, kan die gratis basiswarmte uit lucht, grond of water omgezet worden tot bijvoorbeeld 4 kWh warmte. Het rendement van een warmtepomp wordt uitgedrukt dmv de COP of coëfficiënt of performance. In dit geval spreken we van een rendement van 400% of een COP van 4.

Een warmtepomp werkt volgens een natuurkundige wet: bij verhoging van druk (compressie) stijgt de temperatuur van een vloeistof of een gas. In de verdamper zal de warmte van de grond, lucht of water overgaan op het vloeibare koelmiddel, waardoor het verdampt.

De verdampte vloeistof wordt tot een hogere druk en temperatuur samengeperst d.m.v. een compressor. Doordat het gas naar een hogere druk wordt gebracht gaat ook de temperatuur van het gas omhoog. Hiervoor is elektriciteit of een andere energiebron nodig. De hete verdampte vloeistof zal in de condensor condenseren en de bruikbare warmte afgeven. Hierbij gaat het koelmiddel van een gasvormige toestand terug over in vloeibare toestand. Om de hierboven besproken stappen te kunnen herhalen, m.a.w. een cyclus te vormen, wordt het vloeibare koelmiddel terug naar een lagere druk gebracht. Dit wordt praktisch met een expansieventiel gerealiseerd. Na de drukverlaging of expansie gaat het koelmiddel weer naar de verdamper waar het proces opnieuw begint...

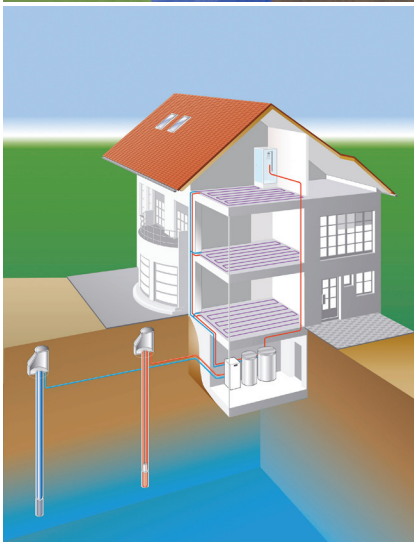


### DE VERSCHILLENDE WARMTEBRONNEN

- **Lucht**

**Buitenlucht** verwarmd door de zon is overal gratis beschikbaar en dus het meest toegankelijk. De lage buitentemperatuur in het winterseizoen vermindert de prestatie van deze warmtepomp. In de meeste gevallen wordt er een buiten- en een binnenunit geplaatst. De verdamper (buitenunit) moet tijdens bepaalde momenten in het stookseizoen ontdooit worden, omdat het aanwezige water in de buitenlucht bij het onttrekken van warmte uit de buitenlucht in bepaalde omstandigheden bevroert op de warmtewisselaar. Voor de ontdooing bestaan er verschillende manieren, maar hiervoor is in elk geval (tijdelijk) een extra hoeveelheid elektrische energie nodig. Bij de inplanting van de buitenunit dient voldoende aandacht geschonken te worden aan de inplanting om geluidshinder (bvb. t.o.v. burens, slaapkamers,...) en negatieve invloeden (bvb. vervuiling van de warmtewisselaar) te vermijden.

**Ventilatielucht** in gebouwen heeft als voordeel dat er steeds een hogere temperatuur aanwezig is dan de buitenlucht en dat op die manier de verloren warmte kan gerecupereerd worden.



Bij residentiële gebouwen is het luchtdebiet meestal onvoldoende om de behoefte voor de warmtevraag voor ruimteverwarming en sanitair warm water volledig in te vullen. Veelal wordt dit toegepast voor productie van sanitair warm water (zogenaamde warmtepompboiler) of in combinatie met een basisverwarming via bvb. vloerverwarming.

- **Water**

Grondwater heeft op een diepte van 10 tot 15m een bijna constante watertemperatuur van 8 tot 13°C. Bij aanwezigheid van een geschikte grondwatervoerende laag worden twee putten geboord tot typisch 15m; uit de ene wordt grondwater opgepompt waaruit de warmte gehaald wordt, in de andere wordt het afgekoelde water terug gepompt. Dit systeem heeft het hoogste rendement maar impliceert wel de aanwezigheid van een geschikte grondwaterlaag.

Grote delen van Vlaanderen zijn ongeschikt tot minder geschikt voor een dergelijk toepassing (vanuit de samenstelling van de ondergrond en de samenstelling van het grondwater zelf) of is de toepassing ervan vanuit economisch perspectief niet rendabel (kleinere vermogens in combinatie met diepe grondwatervoerende lagen). Bovendien is hier een milieuvergunning voor nodig, waarbij de vergunningsverlenende overheden een eerder terughoudend beleid aanhouden. Dit type warmtebron wordt in West en Oost Vlaanderen dan ook zelden toegepast bij residentiële installaties.

- **Bodem**

De bodem heeft (net als grondwater) op voldoende diepte een vrij constante temperatuur (5 tot 13°C). Warmte wordt aan de grond onttrokken ofwel net onder het oppervlak (horizontale captatie) of dieper via verticale bodemwarmtewisselaars (verticale captatie).

Bij een horizontaal systeem wordt een buizenet op een diepte van ca. 1 – 1,5m geplaatst waardoor meestal een vloeistof (water + glycol) stroomt en zo de grondwarmte opneemt en vervolgens naar de warmtepomp brengt. Hiervoor is meestal een vrij grote grondoppervlakte nodig (afhankelijk van de warmtevraag van de woning ca. 1,5 tot 2 x de netto verwarmde oppervlakte van de woning en afhankelijk van de bodemsamenstelling) Na aanleg van een horizontaal captatienet zijn er enige beperkingen qua afwerking. Diepwortelende aanplantingen en waterdoorlaatbare verharding (regeneratiemechanisme is hoofdzakelijk infiltratie van regenwater) zijn niet verenigbaar.

Een verticaal systeem heeft 1 of meerdere verticale bodemwarmtewisselaars die in boorgaten worden geplaatst. Het benodigde aantal en diepte van de wisselaars is afhankelijk van de warmtevraag van de woning, samenstelling van de ondergrond en het dieptecriterium van de locatie (milieuwetgeving). Typische dieptes van geothermische boringen variëren tussen de 15 en de 150 m. In deze sondes stroomt een vloeistof (water + glycol) die over de lengte van de bodemwisselaars de warmte uit de bodem haalt. Aangezien dit type van captatie hoofdzakelijk gebruik maakt van aardwarmte uit diepere grondlagen zijn er minder beperkingen naar de afwerking van de boorzonaan de oppervlakte.

De hoeveelheid warmte die op een duurzame manier kan onttrokken worden uit een horizontaal en verticaal captatienet is sterk afhankelijk van de samenstelling van de ondergrond en aanwezigheid van grondwater: een vochtige leemachtige grond heeft een beter rendement dan een droge zandgrond. Maar een met water verzadigde zandgrond is dan weer beter dan een leem/kleiachtige grond. Bij dergelijke systemen is een deskundige dimensionering en uitvoering cruciaal.

Hoe dieper je gaat, hoe constanter de temperatuur en dus hoe hoger het rendement van het warmtepompsysteem zal zijn. Een verticaal systeem geeft dus een beter rendement, maar is ook duurder in aanleg. Bovendien kan er met de meeste captatiesystemen ook passief gekoeld worden (extra optie bij de warmtepomp), met een bijkomende comfort verhoging in de woning tijdens warme periodes tot gevolg.

## AFGIFTE

De warmte uit de warmtepomp kan afgegeven worden op 2 manieren: direct aan de binnenlucht of via een watercircuit.



Via lucht werkt men meestal met rechtstreekse afgifte van de warme lucht uit de warmtepomp binnenunit in de ruimte zelf. Buitenunit en binnenunit zijn enkel gescheiden door de buitenmuur, met daartussen koeltechnische leidingen. In mindere mate komt het voor dat de warmtepomp zijn warmte in de woning stuurt via een luchtkanalnet.

Via water wordt het watercircuit van het CV-systeem in de woning gebruikt. Belangrijk is dat er op lage temperaturen gewerkt wordt. Hoe dichter de afgifte- en de brontemperatuur bij elkaar liggen, hoe hoger het rendement van een warmtepomp. Een warmtepomp wordt dus best gecombineerd met vloerverwarming (regime 35°C/27°C of lager) of ventilconvectoren (bvb regime 40°C – 30°C of lager).

Bij bestaande woningen met radiatoren werkt men vaak op een temperatuursregime van 90/70°C. Krijgt men de woning niet verwarmd met een temperatuursregime lager dan 60°C/40°C vormt een warmtepomp geen meerwaarde. Vaak worden de radiatoren bij het bijkomend isoleren van de woning automatisch overgedimensioneerd zodat het temperatuursregime kan zakken. De vermelde COP's van warmtepompen zijn steeds geldig bij een bepaalde afgiftetemperatuur (vb 35°C) en een bepaalde brontemperatuur (vb 0°C, 7°C, 10°C). De afgiftetemperatuur van radiatoren op een regime 90/70°C of 70/50°C wijkt sterk af van de afgiftetemperatuur bij de vermelde COP. De meeste warmtepompen kunnen aanvoertemperaturen tot maximaal 55°C à 60°C behalen. Bij dergelijke aanvoertemperaturen behalen elektrische warmtepompen wel een laag rendement/COP.

## VOORWAARDEN VOOR EEN GOED SYSTEEM

Het rendement en de milieubesparing van een warmtepompinstallatie staat of valt met het goed invullen van de randvoorwaarden:

- **Op basis van groene stroom**

Bij de productie van klassieke grijze stroom raakt 60% van de energie verloren vooraleer ze over het net tot bij u thuis is. Het lage rendement van deze grijze stroomproductie voor een warmtepomp kan het milieuvoordeel van de warmtepomp opheffen. Een warmtepomp op grijze stroom verbruikt bijna evenveel primaire energie als een gasketel en biedt dus geen significant voordeel voor het milieu.

- **Goed geïsoleerde woning**

Een warmtepomp is uitermate geschikt voor lage energie- of passieve woningen. Ook al wordt er gemiddeld 3 tot 5 keer minder elektriciteit verbruikt tov klassieke elektrische verwarming, toch houden we het absolute elektriciteitsverbruik best beperkt. Elektriciteit is namelijk de meest hoogwaardige energievorm, waar dus gepast mee omgegaan dient te worden. Bovendien zijn de groene stroomproductie eenheden (zon, water, wind, biomassa) beperkt in onze stroomvoorziening. De boodschap is dus om efficiënt om te gaan met onze stroom door in eerste instantie goed te isoleren zodat de elektriciteitsbehoefte voor het warmtepompsysteem beperkt blijft. Bij een slecht geïsoleerde woning zal de nodige aanvoertemperatuur een stuk hoger zijn en bijgevolg het rendement van de warmtepomp een stuk slechter en het elektriciteitsverbruik hoger.

Zelfstroom produceren met zonnepanelen is een interessante optie, maar hiervoor dient de nodige dakoppervlakte beschikbaar te zijn. Om de warmtebehoefte van een gezin met een verbruik van 18000 kWh gas voor de ruimteverwarming en sanitair warm water met een warmtepomp in te vullen zal deze hiervoor tussen de 4000 en de 6000 kWh elektriciteit nodig hebben. Om dit verbruik te compenseren heb je een PV- installatie nodig van ca. 30 tot 40 m<sup>2</sup> zonnepanelen.

- **Lage temperatuursafgiftesysteem (bvb. vloerverwarming, ventilo-convectoren,...)**

Zie hierboven.

- **Opteer liefst voor een bodemgekoppelde warmtepomp**

Uit praktijkmetingen is gebleken dat de gemiddelde SPF (season performance factor = de werkelijke COP over het ganse jaar bekeken) bij nieuwbouwwoningen met een grondgekoppelde warmtepomp duidelijk hoger ligt dan installaties met een luchtwarmtepomp. Dit wil echter niet zeggen dat luchtwarmtepompen geen meerwaarde kunnen betekenen.

### HYBRIDE WARMTEPOMPEN BIJ RENOVATIE – BIVALENTE SYSTEMEN

Een hybridewarmtepompstelsel bestaat uit een lucht- of een bodemwarmtepomp gecombineerd met een klassieke gascondensatieketel. Het principe bestaat erin dat op elk moment steeds de techniek wordt gekozen met het hoogste rendement. Dergelijke systemen worden ook bivalente of hybride systemen genoemd.

Zo zal een luchtwarmtepomp instaan voor de verwarming gedurende het grootste deel van het jaar, maar op de dagen dat het echt koud is (bv. < 5°C) en de luchtwarmtepomp een slechter rendement haalt, neemt de gasketel over en wordt de luchtwarmtepomp uitgeschakeld.

Bij een bodemwarmtepomp is het rendement nauwelijks afhankelijk van de buitentemperatuur en kan deze dus gerust heel het stookseizoen door de basislast invullen van de warmtebehoefte voor ruimteverwarming. Hier wordt het thermisch vermogen van de bodemwarmtepomp bewust lager gekozen dan de maximale vraag. De gasketel springt dan bij indien het vermogen van de warmtepomp onvoldoende is voor de invulling van de warmtebehoefte. De productie van warm water gebeurt typisch met de gasketel omdat voor hogere temperaturen (50-60°C) de warmtepompen minder rendabel zijn.

De hybridewarmtepompen kunnen een antwoord bieden bij bestaande woningen. Vaak is bij een renovatie een volledige ombouw dermate ingrijpend dat dit nauwelijks haalbaar bvb. een horizontaal captatienet. Mits een basisisolatie en -luchtdichtheid, een geschikt afgiftesysteem en een energiezuinig bewonersgedrag kan een hybridewarmtepomp tot ca. 50% van de warmtevraag voor ruimteverwarming invullen. Zeker bij renovatie moet alles goed bekeken worden zodat een warmtepompstelsel een meerwaarde vormt.

#### RENDABEL?

Met een luchtwarmtepomp met een bvb SPF van 4 zal het verbruik een ca. een vierde lager liggen, bij een bodemwarmtepomp met bvb een SPF van 5, zal dit verbruik een vijfde lager liggen. De kostprijs van elektriciteit ligt gemiddeld 3 tot 5 maal hoger dan die van aardgas.

De graad van kostenbesparing is dus sterk afhankelijk van het type warmtepomp en verhouding tussen de aardgas- en de elektriciteitsprijs. Naast het aspect van kostenbesparing is ook het aandeel van hernieuwbare energie in de warmtevoorziening een belangrijk aspect.

Algemeen kan gesteld worden dat bij lage gas- en olieprijs warmtepompstelsels zich op een langere termijn terugverdienen dan bij hoge prijzen voor fossiele brandstoffen.

Typisch verdienen dergelijke systemen zich terug op een termijn tussen de 12 en de 18 jaar, maar dit is sterk afhankelijk van de energieprijzen en de specifieke situatie/omstandigheden. Het ecologisch voordeel (primaire energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie) bij performante warmtepompstelsels is echter onafhankelijk van de actuele energieprijzen.

De prijzen van warmtepompstelsels variëren sterk volgens het type en de lokale omstandigheden. Indicatief kan er voor een installatie voor de ruimteverwarming van een woning met een genormeerd warmteverlies van ca. 8 kW (ca. 150m<sup>2</sup> netto verwarmde vloeroppervlakte, standaard geïsoleerd en geventileerd) en een gemiddelde behoefte aan sanitair warm water (17 l/min of 200 liter boiler à 45°C) gerekend worden met onderstaande richtprijzen.

Type systeem	Richtprijs vanaf [€ excl. BTW]
Lucht/waterwarmtepomp, monovalent	9.000
Lucht/waterwarmtepomp, hybride met gasketel	7.250
Bodem/waterwarmtepomp met verticale captatie, hybride met gasketel	10.500
Bodem/water warmtepomp, monovalent met horizontaal captatienet	12.250
Bodem/water warmtepomp, monovalent met verticaal captatienet	16.750

In de bovenstaande tabel zijn de kosten voor het afgiftesysteem (bvb. vloerverwarming) niet inbegrepen. Er wordt namelijk verondersteld dat de kosten hiervoor bij alle systemen gelijkaardig zijn.

Met de bodemwaterwarmtepompen kan er bijkomend nog passief gekoeld worden via bvb. de vloerverwarming tijdens warme periodes. Hierbij draait de compressor van de warmtepomp niet en veroorzaakt dus geen elektrisch meerverbruik. Dit heeft geen negatief effect op het E-peil. Reken wel op een meerprijs van circa 1000 euro voor het toestel.



Met luchtwaterwarmtepompen kan er ook gekoeld worden, maar hier is de compressor wel in werking (zogenaamde actieve koeling) en veroorzaakt deze dus een significant meerverbruik. Dit heeft in tegenstelling tot passieve koeling een negatief effect op de E-peilberekening van een woning.

De hierboven vermelde prijzen zijn indicatief en louter ter informatie. De effectieve kostprijs van verschillende systemen is onder meer nog afhankelijk van de locatie, omstandigheden, technische ruimte/opstelling/integratie, fabricaten, .... Het is ten sterkste aan te bevelen om op basis van een gefundeerde berekening van de warmteverliezen van de woning een warmtepompsysteem te dimensioneren en een prijsvraag bij een deskundig/gecertificeerd installateur te doen met een plaatsbezoek. Bij bodemwaterwarmtepompen is een deskundige dimensionering en uitvoering van de broninstallatie cruciaal.

## CONCLUSIE

Een goed warmtepompsysteem heeft een zo groot mogelijke SPF (jaarrendement) door te werken met een geothermisch systeem in combinatie met vloerverwarming. Het systeem is in staat om in een energiezuinige woning het absolute energieverbruik te beperken en levert de hoogste milieuwinst op indien deze werkt op groene stroom! Hybride systemen kunnen voor bestaande woningen eveneens leiden tot een significant milieuvoordeel en kostenbesparing.