



CORE



GIDS NAAR EEN **DUURZAME**
ENERGIETRANSITIE BIJ U THUIS



VOORWOORD

Terwijl de wereld blijft worstelen met de klimaatverandering, kan het niet genoeg benadrukt worden dat we ons dagelijks leven moeten hervormen met duurzamere praktijken. Eén van de gebieden waar we een aanzienlijke impact kunnen hebben, is ons energiegebruik thuis. Door de technologische vooruitgang zijn er nu verschillende opties beschikbaar voor particulieren om hun woningen van energie te voorzien die verder gaan dan de traditionele systemen. Voor deze personen is het echter niet evident om bij te blijven met deze technologieën, zeker door de grote verscheidenheid aan beschikbare informatie en invloed van fabrikanten hierop.

Om die reden zagen wij van CORE de gelegenheid om u, de particulier, gewijs te maken in deze technologische transitie. De brochure '**Gids naar een Duurzame Energietransitie bij u thuis**' is gemaakt om informatie te verstrekken over de verschillende energiesystemen die beschikbaar zijn in woningen, van conventionele tot duurzame technieken. Het biedt een overzicht van de traditionele systemen die al vele jaren in gebruik zijn, evenals de innovatieve, duurzamere alternatieven die nu aan populariteit winnen. Dit gaat van energie-opwekker tot afgiftesysteem met bijhorende uitleg over verschillende energetische concepten, zodat het gehele verhaal zo helder mogelijk is.

Door kennis te nemen van de verschillende opties die beschikbaar zijn, hopen we dat u beter in staat zult zijn om weloverwogen beslissingen te nemen over het energiesysteem dat het beste bij u en uw huis past. Of u nu uw ecologische voetafdruk wilt verminderen of gewoon beter wilt begrijpen wat voor apparaten in uw woning geïnstalleerd zijn, deze brochure zal waardevolle inzichten bieden in de wereld van huishoudelijke energiesystemen.

Coöperatief Ondernemen

CORE

in Rationeel Energiegebruik

INHOUDSTAFEL

1	ENERGIE IN UW WONING	6
1.1	CV / RUIMTEVERWARMING	7
1.2	SWW / SANITAIR WARM WATER	8
1.3	ANDERE VERBRUIKERS	8
1.4	PRIMAIRE ENERGIE	9
1.5	GRIJZE EN GROENE STROOM	9
2	CONVENTIONELE ENERGIEOPWEKKINGSSYSTEMEN	10
2.1	OPWEKKINGSSYSTEMEN CV - CONVENTIONEEL	10
2.1.1	Stookolieketel	10
2.1.2	Gasketel	12
2.1.3	Hoogrendementsketel en condensatieketel	13
2.1.4	Combiketel	14
2.2	OPWEKKINGSSYSTEMEN SWW - CONVENTIONEEL	15
2.2.1	Voorraad-en doorstroomboilers	15
2.2.2	Gasboiler	16
2.2.3	Elektrische boiler	17
2.3	HAARDEN EN KACHELS	18
2.3.1	Haard	18
2.3.2	Kachel	18
2.3.3	Grondstoffen	19
3	DUURZAME ENERGIEOPWEKKINGSSYSTEMEN	20
3.1	OPWEKKINGSSYSTEMEN CV - DUURZAAM	20
3.1.1	Warmtepompen	20
	Lucht-water warmtepomp	21
	Grond-water warmtepomp	22

	Water-water warmtepomp	23
	Lucht-lucht warmtepomp	24
	Hybride warmtepomp	25
3.1.2	Biomassaketel	26
3.2	OPWEKKINGSSYSTEMEN SWW - DUURZAAM	27
3.2.1	Warmtepompboiler	27
3.2.2	Zonneboiler	28
3.3	ZONNEPANELEN	29
3.3.1	PV-panels	29
3.3.2	Zonnecollectoren	30
3.3.3	PVT- panels	31
3.4	WARMTENETTEN	32
3.5	AQUATHERMIE	33
4	WARMTEAFGIFTESYSTEMEN	34
4.1	WARMTEAFGIFTE	34
4.2	AFGIFTESYSTEMEN CV	35
4.2.1	Radiatoren	35
4.2.2	Elektrische radiatoren	36
4.2.3	(Ventilo-)convectoren	36
4.2.4	Vloerverwarming	37
5	OPTIMALISEREN VAN UW ENERGIE	38
6	BIBLIOGRAFIE	40



1 ENERGIE IN UW WONING

Van de kerncentrales in Doel tot het elektrisch fornuis bij u thuis, energie is overal rondom ons en neemt verschillende gedaanten aan. Elektriciteit, warmte, kern- en lichtenergie zijn hier wellicht de bekendste van, maar ook met andere vormen zoals chemische en kinetische energie komen we voortdurend in contact. Al enkele eeuwen wordt het concept in de fysica onderzocht en hieruit werd in 1847 de **wet van behoud van energie** geformuleerd door Hermann von Helmholtz. Dit principe stelt dat energie nooit uit het niks kan ontstaan of verdwijnen, maar enkel kan worden omgezet van de ene in de andere vorm.

Deze behoudswet is fundamenteel en van toepassing op alle energetische processen die plaatsvinden. Het betreft dus niet enkel de conversie van kinetische naar elektrische energie in windmolens, maar ook de omzetting van elektrische naar warmte-energie in de fornuizen van de keukens vandaag. Dit gebeurt echter zelden aan een efficiëntie van 100%, wat betekent dat het omzetten van de ene energievorm naar de ander vaak gepaard gaat met energieverliezen. Zo gaat er bij de verbranding van gas in gasketels een aandeel warmte-energie verloren aan de bijhorende waterdamp en omgeving, wat resulteert in een efficiëntie van om en bij de 90%. Qua eenheden wordt energie veelal uitgedrukt in Joule (J) of **kilowattuur (kWh)**. Op de oorsprong en fysica hieromtrent gaan we niet in, maar om het te kaderen is het interessant om te weten dat in 2017 een doorsnee Vlaams gezin 3.305 kWh aan elektriciteit verbruikte.

Dit zijn maar enkele van de factoren die van belang zijn bij energiesystemen in gebouwen. Deze brochure legt dan ook een focus op energie-installaties in woningen met als doel u hierin wegwijs te maken en hulp te bieden bij het vernieuwen van de installaties bij u thuis.



1.1 CV / RUIMTEVERWARMING

Een CV-installatie staat voor **centrale verwarming** en beheert dus de verwarming van ruimtes, gaande van opwekker tot afgiftesysteem. Gasketels, stookolieketels en warmtepompen zijn voorbeelden van deze opwekkers en zetten een inkomende energievorm om naar warmte-energie. Deze warmte wordt overgebracht naar CV-water dat de warmte doorheen leidingen in uw woning transporteert. Het warme CV-water komt op deze manier terecht bij een afgiftesysteem en geeft zo haar warmte af aan de ruimte.

Ruimteverwarming vertegenwoordigt tot 70% van het totaal energiegebruik in woningen, dus besparingen in deze afdeling hebben een enorme impact op de energiefactuur. Hou zeker in gedachten dat energieprijzen constant fluctueren en sterk afhankelijk zijn van maatschappelijke omstandigheden en leveranciers. De gegeven prijzen in deze brochure dienen dus louter als richtwaarden.



1.2 SWW / SANITAIR WARM WATER

Naast centrale verwarming staat er een systeem in voor het verwarmen van water waarmee wij afwassen of douchen. Het water dat voor deze toepassingen gebruikt wordt, noemen we tapwater of **sanitair warm water (SWW)**. Gelijkaardig aan de CV-installatie heeft een SWW-installatie ook een opwekker die het water opwarmt om vervolgens via een leidingennet te verdelen naar de verbruikers of tappunten, bijvoorbeeld kranen van douches of lavabo's. Hierbij is het isoleren van de leidingen essentieel voor het beperken van warmteverliezen. Een boiler is een welgekend voorbeeld van een opwekker voor SWW en komt evenwel in verschillende vormen voor. Verder kunnen SWW en CV ook gecombineerd zijn in een combiketel, waarbij het water voor centrale verwarming en sanitair warm water in eenzelfde systeem worden opgewarmd. Bovendien gaat er in goed geïsoleerde woningen veel minder energie verloren aan centrale verwarming, waardoor het aandeel SWW in het totaal energiegebruik veel groter is dan bij minder goed geïsoleerde woningen. Energie-besparingen met betrekking tot sanitair warm water worden dus steeds meer relevant.

1.3 ANDERE VERBRUIKERS

Naast ruimteverwarming en sanitair warm water zijn er nog tal van andere energiegebruikers aanwezig in woningen. Lampen en huishoudelijke apparaten zoals koelkasten, wasmachines, ovens of koffiemachines gebruiken allemaal elektriciteit. Verder bevatten de meeste woningen elektrische fornuizen, maar ook gasfornuizen zijn nog niet volledig afgeschreven. Bovendien is ventilatie in nieuwbouw verplicht, waarbij de stijging in luchtkwaliteit gepaard kan gaan met toenemende warmteverliezen en elektriciteitsverbruik. Al deze zaken vertegenwoordigen ook een aandeel in het totaal energiegebruik van woningen.



Deze brochure spitst zich vooral toe op energiegebruik met betrekking tot CV en SWW, maar onder het motto “alle beetjes helpen” is het van belang om te beseffen dat besparingen bij de andere verbruikers evenwel een impact hebben op uw energiefactuur.

1.4 PRIMAIRE ENERGIE

Als we onze spotlight op het huishouden even uitbreiden en concreet gaan kijken naar energieproductie op grote schaal, komen we terecht bij het concept van ‘**primaire energie**’. Dit is namelijk de som van de bruikbare energie en alle energie die nodig is om tot deze bruikbare energie te komen, zoals energieverliezen bij de productie, transport en opslag van de bruikbare energie. Bijvoorbeeld voor gebruik van 1 kWh aan elektriciteit dient er origineel 2,75 kWh aan de bron opgewekt te worden. Dit concept is dus onlosmakelijk verbonden met het energiegebruik van gebouwen en kan ons een idee geven van de totale CO₂-uitstoot en prijzen die met het energiegebruik gepaard gaan.

1.5 GRIJZE EN GROENE STROOM

Gekoppeld aan het concept van primaire energie is het belangrijk om te beseffen waar onze elektriciteit vandaan komt. Indien deze wordt opgewekt door gebruik van fossiele brandstoffen, gaat het gebruik van de elektriciteit onrechtstreeks gepaard met een zekere CO₂-uitstoot. In dit geval spreekt men van ‘**grijze stroom**’. Elektriciteit afkomstig van hernieuwbare energiebronnen zoals de zon, wind, water of biomassa noemt men ‘**groene stroom**’ en stoot geen CO₂ uit. In Vlaanderen heeft men een mix van groene en grijze stroom, aangezien centrales elektriciteit opwekken via zowel hernieuwbare als niet-hernieuwbare bronnen. Op basis van deze mix wordt er in de brochure uitgegaan van 0,23 kg CO₂-uitstoot per kWh elektriciteit dat van het net wordt gehaald.



2 CONVENTIONELE ENERGIEOPWEKKINGSSYSTEMEN

De installaties die in onze gebouwen het water voor CV en SWW opwarmen, noemen we **opwekkingssystemen**. Aangezien energie niet zomaar uit het niets kan ontstaan, is er dus steeds een oorspronkelijke energiebron nodig om hieruit warmte te halen. Stookolie en aardgas zijn voorbeelden van zo'n energiebronnen, maar door de technologie van warmtepompen kan de lucht, het water en de bodem eveneens een bron van energie zijn. Dit hoofdstuk is gefocust op de verschillende conventionele opwekkingssystemen voor CV en SWW met hun energiebronnen, met als doel de invloed ervan op het milieu en het energiegebruik te registreren vooraleer we naar duurzame alternatieven overgaan.

2.1 OPWEKKINGSSYSTEMEN CV - CONVENTIONEEL

Eerst beschouwen we de opwekkingssystemen voor de verwarming van CV-water dat dus uiteindelijk zal dienen voor de verwarming van ruimtes. Sommige van deze systemen kunnen tegelijkertijd ook SWW verwarmen, zoals bijvoorbeeld bij combiketels het geval is.

2.1.1 Stookolieketel

'Centrale verwarmingsketel' is een term die frequent gebruikt wordt voor zowel een stookolieketel als gasketel. Beiden werken via hetzelfde principe, maar gebruiken een verschillende energiebron. Zoals de naam al vertelt, wordt **stookolie**, ook wel **mazout** genoemd, gebruikt als energiebron in een stookolieketel. Het dient als brandstof in de ketel en wordt ontstoken, waardoor er een grote hoeveelheid warmte-energie vrijkomt. Deze energie wordt opgevangen en gebruikt om het CV-water in de ketel op te warmen.



Wanneer het water de gewenste temperatuur bereikt, stuwt een pomp dit door de CV-leidingen om uiteindelijk toe te komen in een afgiftesysteem en zo de warmte af te geven aan de ruimte. Daar koelt het water af en zal het terug circuleren naar de ketel om de cyclus te herstarten.

- + Volledige **onafhankelijkheid** van gasleidingen of andere externe toevoer.
- + Stookolie is relatief **goedkoop**.
- + Lange levensduur van **20 tot 30 jaar** indien frequent onderhoud.

- Grote tank, neemt **veel plaats** in beslag.
- Aanzienlijke **CO₂-uitstoot**.
- **Variabele stookolieprijzen**.
- Sinds 1 januari 2022 mag men wettelijk gezien nog enkel stookolieketels met hoog rendement plaatsen in **bestaande woningen zonder gasaansluiting**.

Opwekkingsstelsel	Stookolieketel = mazoutketel
CV of SWW	CV
Energiebron	Stookolie
Energie-inhoud	10 kWh per liter
Rendement	Conventionele 'oudere' ketel: 60 - 70%
CO ₂ -uitstoot	2,64 kg per liter = 0,264 kg per kWh
Levensduur	12 tot 15 jaar efficiënt
Prijs	<u>Tank, ketel en installatie</u> : 7.500 € <u>Keuring</u> : 95 - 160 € <u>Onderhoud vanaf 20 kW</u> : 150 - 250 € elk jaar <u>Stookolie</u> : 0,7212 € per liter (variabel)



2.1.2 Gasketel

De werking van een gasketel is gelijkaardig aan die van een stookolieketel, alleen wordt hier **aardgas** als energiebron gebruikt. Dit aardgas dient dus als brandstof en wordt ontstoken om zo het CV-water op te warmen.

- + Neemt **weinig plaats** in beslag.
 - + **Installatiekosten liggen lager** dan bij bijvoorbeeld warmtepompen.
 - + **CO₂-uitstoot ligt lager** in vergelijking met stookolieketels.
- **Gasaansluiting** vereist.
 - Afhankelijk van netwerk en **variabele gasprijzen**.
 - Stoot nog steeds CO₂ uit en is daarom **veel minder ecologisch** dan bijvoorbeeld warmtepompen.

Hier spreken we echter over oudere gasketels. Wanneer men nu een nieuwe gasketel plaatst is dit veelal een HR-of condensatieketel.

Opwekkingssysteem	Gasketel
CV of SWW	CV
Energiebron	Aardgas
Energie-inhoud	10,2 kWh per m ³
Rendement	Conventionele 'oudere' ketel: 70 - 80%
CO ₂ -uitstoot	1,80 kg per m ³ = 0,176 kg per kWh
Levensduur	12 tot 15 jaar efficiënt
Prijs	<u>Ketel en installatie</u> : 2.300 - 4.800 € <u>Onderhoud vanaf 20 kW</u> : 150 - 200 € elke 2 jaar <u>Aardgas</u> : 0,18 € per kWh (variabel)



2.1.3 Hoogrendementsketel en condensatieketel

Hoogrendementsketels (=HR-ketels) en condensatieketels zijn soorten van gas- of stookolieketels die een **hoger rendement** of efficiëntie halen. Waar in traditionele ketels de rookgassen enkel worden afgevoerd, koelen HR-ketels de verbrandingsgassen af, wat ervoor zorgt dat de aanwezige waterdamp haar restwarmte afgeeft aan het CV-water. Bij condensatieketels geschiedt deze afkoeling tot onder het dauwpunt, waardoor de waterdamp condenseert en nog meer warmte wordt gerecupereerd. Op deze manier bereikt de opwekker een hoger rendement en wordt er dus bespaard in het totaal energiegebruik.

+ HR-en condensatieketels zijn **het meest rendabel van alle CV-ketels**.

- Stoot nog steeds een **niet te onderschatten hoeveelheid CO₂** uit en kan daarom niet worden aanzien als een duurzaam energiesysteem.

Opwekkingssysteem	Hoogrendementsketel of condensatieketel
CV of SWW	CV
Energiebron	Stookolie of aardgas
Energie-inhoud	10 kWh per liter of 10,2 kWh per m ³
Rendement	90 - 95%
CO ₂ -uitstoot	2,64 kg per liter of 1,80 kg per m ³
Levensduur	15 - 20 jaar
Prijs	<u>Stookolieketel en installatie:</u> 2.000 - 5.200 € <u>Gasketel en installatie:</u> 4.700- 7.500 € <u>Onderhoud vanaf 20 kW:</u> 150 - 200 € elk jaar voor stookolie en elke 2 jaar voor gas <u>Stookolie:</u> 0,7212 € per liter (variabel) <u>Aardgas:</u> 0,18 € per kWh (variabel)



2.1.4 Combiketel

Al deze voorgenoemde opwekkingsystemen dienen voor de verwarming van CV-water. Echter kunnen ze allemaal ook toegepast worden in de vorm van een combiketel. Het verschil met andere ketels is dat hier **tegelijktijd sanitair warm water wordt opgewarmd** en er dus geen extra boiler nodig is, in tegenstelling tot een gewone CV-ketel.

- + Er wordt **efficiënter voldaan aan de behoeftes van de gebruiker** en is zo het minst vervuilend van alle opwekkers die gebruik maken van fossiele brandstoffen.
- + Geen **aanschaf** en **onderhoud van twee aparte systemen** nodig.
- **Zelfde nadelen** als bij gas-en stookolieketels.
- **Stoot nog steeds een niet te onderschatten hoeveelheid CO₂ uit** en kan daarom niet worden aanzien als een duurzaam energiesysteem.

Opwekkingsstelsel	Combiketel
CV of SWW	CV en SWW
Energiebron	Stookolie of aardgas
Energie-inhoud	10 kWh per liter of 10,2 kWh per m ³
Rendement	60 - 111%
CO ₂ -uitstoot	2,64 kg per liter of 1,80 kg per m ³
Levensduur	12 - 20 jaar
Prijs	<u>Ketel en installatie:</u> 1.800 - 3.700 € <u>Onderhoud vanaf 20 kW:</u> 150 - 200 € elk jaar voor stookolie en elke 2 jaar voor gas <u>Stookolie:</u> 0,7212 € per liter (variabel) <u>Aardgas:</u> 0,18 € per kWh (variabel)



2.2 OPWEKKINGSSYSTEMEN SWW - CONVENTIONEEL

Voor sanitair warm water maakt men gebruik van **boilers** als opwekkingsystemen. Deze komen in verschillende types en maten voor en kunnen afhankelijk hiervan ook hun bijdrage leveren aan ruimteverwarming, zie zonneboilers. Weet dat onderhoud aan afzonderlijke boilers (die dus niet zijn aangesloten op een systeem voor centrale verwarming) niet wettelijk verplicht is. Niettemin is het wel aangeraden om dit regelmatig te doen met oog op het rendement en de levensduur ervan.

2.2.1 Voorraad-en doorstroomboilers

De besproken gasboilers en elektrische boilers kunnen dan elk nog voorkomen in de vorm van doorstroom- of voorraadtoestellen. **Voorraadboilers** verwarmen SWW en slaan dit op in een **grote tank**. Een groot voordeel hiervan is dat het water niet meer hoeft opgewarmd te worden wanneer er vraag naar is. Daarnaast kunnen hier ook meerdere douches of kranen op worden aangesloten, wat bij een doorstromer minder aangewezen is. Enkele nadelen zijn dat voorraadtoestellen veel plaats innemen en het warm water 'op' kan raken, waardoor de tank dan terug tijd nodig heeft om op te warmen. Daarnaast verbruiken ze ook meer omwille van de grote hoeveelheid water die constant warm gehouden wordt.

Doorstroomboilers zijn kleiner omdat ze **geen opslag** hebben en verwarmen het water wanneer er vraag naar is. Hierdoor verbruikt het minder dan een voorraadboiler en beschik je in theorie over een oneindige hoeveelheid warm water. Daar staat wel tegenover dat doorstroomtoestellen een beperkt waterdebiet kunnen leveren en ze daarom niet ideaal zijn om aan te sluiten op meerdere tappunten, aangezien hun vermogen hierover dan gesplitst wordt.

2.2.2 Gasboiler

Gelijkaardig aan de gasketel, treedt er een verbrandingsproces op in gasboilers. Aardgas dient als brandstof en wordt ontstoken in een voorraadvat met het sanitair warm water om het op deze manier op te warmen.

+ **Snelle opwarming** van sanitair warm water.

- Gasaansluiting vereist
- Afhankelijk van netwerk en **variabele gasprijzen**.
- Gebruik van **fossiele brandstoffen**.

Opwekkingssysteem	Gasboiler
CV of SWW	SWW
Energiebron	Aardgas
Energie-inhoud	10,2 kWh per m ³
Rendement	Traditionele boilers: 50 - 95%
CO ₂ -uitstoot	1,80 kg per m ³
Levensduur	15 tot 25 jaar
Prijs	Boiler en plaatsing: 1.500 - 3.000 € Aardgas: 0,18 € per kWh (variabel)

2.2.3 Elektrische boiler

Een elektrische boiler werkt logischerwijs op elektriciteit. Een verwarmingselement bevindt zich in het voorraadvat met SWW, ook wel de capaciteit van de boiler genoemd. Dit element zorgt voor de opwarming van dit vat. Aangezien de verwarming elektrisch gebeurt, wordt er een rendement van 100% verondersteld.

- + **Eenvoudige** installatie en vaak compact.
- + Opwarming door elektriciteit aan 100% rendement. Indien de elektriciteit op een duurzame manier wordt opgewekt (= groene stroom) is het dus **milieuvriendelijker dan een gasboiler**.
- **Tragere opwarming** dan bij gasboilers.
- **Hoge verbruikskosten** door te verwarmen op elektriciteit.
- Elektrische boilers dienen regelmatig **ontkalkt** te worden.

Opwekkingsstelsel	Elektrische boiler
CV of SWW	SWW
Energiebron	Elektriciteit
Rendement	100%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh van het net
Levensduur	15 tot 25 jaar
Prijs	<u>Boiler en plaatsing</u> : 1.000 - 1.500 € <u>Elektriciteit</u> : 0,7212 € per kWh (variabel)



2.3 HAARDEN EN KACHELS

Haarden zorgen voor zowel warmte als sfeer in leefruimtes en blijven, ook in haar moderne toepassingen, veelal aanwezig in de woningen van vandaag.

2.3.1 Haard

(Inbouw-)haarden komen typisch in twee vormen voor:

Inzethaarden:

Deze kunnen in **bestaande haarden** bij schouwopeningen geplaatst worden. Ze bestaan uit een gesloten cassette met één glaszijde aan en komen in verschillende vormen en maten voor.

Gesloten haarden:

Deze worden bij **nieuwe schouwen** geplaatst en qua omkasting afgewerkt naargelang de voorkeur van de gebruiker. Het rendement van dit type ligt evenwel hoger dan bij inzethaarden.

2.3.2 Kachel

De **compacte en vrijstaande toestellen** die men eender waar in de ruimte kan plaatsen, beschouwen we als kachels. Zij werken dus zonder schouw en halen zo een hoger rendement omdat er minder warmteverliezen zijn. Kachels zijn verkrijgbaar in tal van verschillende materialen en kunnen via eenzelfde verscheidenheid aan grondstoffen werken als haarden.



2.3.3 Grondstoffen

Zowel haarden als kachels kunnen gebruik maken van verschillende grondstoffen die hun energiegebruik en toepassing beïnvloeden:

Hout:

Haarden en kachels op basis van hout komt men wellicht het meest tegen. De grootste voordelen ervan zijn de prijs en het feit dat het een hernieuwbare brandstof is. Anderzijds is er wel veel plaats nodig om hout te stockeren en treden er gezondheidsrisico's op bij onvolledige verbranding.

Pellets:

Dit zijn geperste houtkorrels die aan een hoger rendement verbrand worden dan gewoon hout. Ze zijn evenwel eenvoudiger te stockeren en zijn goedkoper dan aardgas of stookolie.

Gas:

Iets onderhoudsvriendelijker is het gebruik van aardgas als grondstof. Het is eenvoudig te programmeren en vraagt geen opslagplaats.

Over het algemeen **raden we haarden en kachels als verwarmingsmethode af**. Hout is wel een hernieuwbare bron die goedkoper is dan gas en stookolie, maar de prominente uitstoot van fijn stof en bijhorende gezondheidsrisico's maken deze methode allesbehalve duurzaam.



3 DUURZAME ENERGIEOPWEKKINGSSYSTEMEN

De reeds besproken CV-en SWW-systemen hebben elk een aanzienlijke impact op het milieu. Met oog op de klimaatdoelstellingen van 2050 kan het belang van innovatieve, duurzame verwarmingstechnieken dus niet genoeg benadrukt worden .

3.1 OPWEKKINGSSYSTEMEN CV - DUURZAAM

Opnieuw worden eerst de systemen beschouwd die de energie opwekken voor het verwarmen van ruimtes, waaronder voornamelijk warmtepompen. Ook deze kunnen in gecombineerde systemen voor zowel CV als SWW verwerkt worden.

3.1.1 Warmtepompen

In tegenstelling tot ketels, vereisen warmtepompen geen fossiele brandstof zoals aardgas of stookolie, aangezien er ook geen ontstekingsprocessen gebeuren. Warmtepompen **onttrekken namelijk energie aan de omgeving** om dit via een medium vervolgens aan een hogere temperatuur door te geven aan het CV-water. Dit is enkel mogelijk omdat er arbeid wordt verricht door de compressor die in het systeem aanwezig is en is er aldus elektrische energie vereist om deze compressor aan te sturen. In het kort verloopt de cyclus als volgt:

- 1) De warmtepomp onttrekt via het medium warmte uit de grond, water of lucht.
- 2) Dit medium wordt dan samengedrukt in de compressor, waardoor de temperatuur ervan toeneemt.
- 3) Het medium geeft haar warmte af aan het CV-water.
- 4) Ten slotte zet het medium uit, waardoor de druk terug afneemt en de cyclus opnieuw kan beginnen.



Een koelkast of systeem voor airconditioning werken via hetzelfde principe, maar de omgekeerde cyclus. Aldus de volgende voor- en nadelen:

- + **Geen rechtstreekse CO₂-uitstoot**, enkel elektriciteit nodig als energie-input.
 - + Extreem energie-efficiënt, bereikt rendementen van **300 tot wel 500%**.
 - + **Interessante combinatie met zonnepanelen**, de opgewekte elektriciteit kan namelijk rechtstreeks gebruikt worden door de warmtepomp.
 - + Kunnen toegepast worden voor **CV, SWW of beiden tegelijk**.
 - + Reversibele warmtepompen kunnen **zowel verwarmen als koelen**.
 - + **Lange levensduur**, de investering wordt zo meer dan terugverdiend.
- Vooral rendabel bij **lage-temperatuurverwarming**, wat enkel efficiënt is in **goed geïsoleerde woningen** => totale investering kan zo vrij hoog liggen.

Lucht-water warmtepomp

In de naamgeving van warmtepompen wordt eerst benoemd waaruit warmte wordt onttrokken en erna aan wat het wordt afgegeven. In lucht-water warmtepompen betekent dit dus dat er **warmte uit de buitenlucht wordt gehaald** om vervolgens af te geven aan het CV-water.

- + Werkt **zeer efficiënt** en is de meest aangewezen oplossing in **goed geïsoleerde woningen met lage-temperatuurverwarming**.
 - + Mogelijk om te integreren in installaties die **verwarmen op hoge temperatuur** (= hoge-temperatuurverwarming), maar dit is veel minder rendabel.
- **Ruimte** nodig om het **buiten** te kunnen plaatsen en, indien gecombineerd met SWW, een **buffervat binnen** te installeren.
- **Rendement fluctueert** omdat deze **afhankelijk** is van de **buitentemperaturen**.



Opwekkingssysteem	Lucht-water warmtepomp
CV of SWW	CV, SWW of beiden
Warmtebron	Buitenlucht
Rendement	220 - 400%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh elektriciteit van het net
Levensduur	15 - 30 jaar
Prijs	<u>Warmtepomp en installatie</u> : 7.500 - 15.000 €

Grond-water warmtepomp

Geothermische of grond-water warmtepompen gebruiken **warmte van de grond** om dit over te dragen naar het CV-water. Dit gebeurt via twee mogelijke manieren:

- A) Bij grondcollectoren werkt men **horizontaal** en worden leidingen relatief dicht bij het grondoppervlak geplaatst. Hier wordt warmte-energie opgenomen en getransporteerd naar de warmtepomp. Een nadeel hiervan is dat het een groot oppervlak inpalmt en onderhevig is aan de grondsoort en weersomstandigheden, waardoor het zelden geplaatst wordt.
- B) Bij geothermische sondes werkt men **verticaal** met behulp van boorgaten van 20 tot 150 meter diep waarin leidingen worden geplaatst. Aangezien de grondtemperatuur nagenoeg constant is vanaf ongeveer 10 meter diepte, werkt dit systeem zeer efficiënt, zelfs bij lage buitentemperaturen.

+ **Zeer rendabel verwarmen en koelen** omwille van de stabiele energiebron.
+ Mogelijkheid tot **passief koelen**, wat zeer goedkoop is.

- **Zeer duur** door boringen en daarom zelden toegepast voor particulieren.



Opwekkingssysteem	Bodem-water warmtepomp
CV of SWW	CV, SWW of beiden
Warmtebron	Grond
Rendement	290 - 400%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh elektriciteit van het net
Levensduur	20 - 30 jaar
Prijs	<u>Warmtepomp en installatie:</u> 20.000 - 25.000 €

Water-water warmtepomp

Gelijkaardig aan geothermische warmtepompen worden er bij water-water warmtepomp ook boringen uitgevoerd. Het verschil zit nu in het feit dat **grondwater als warmtebron** wordt gebruikt in plaats van de bodem zelf. De boringen gaan van 25 tot 150 meter diep, afhankelijk van de bodemsamenstelling.

+ **Zeer rendabel verwarmen en koelen** omwille van de stabiele energiebron.
+ Mogelijkheid tot **passief koelen**, wat zeer goedkoop is.

- **Zeer duur** door boringen en daarom zelden toegepast voor particulieren.
- **Ondergrond** is hiervoor **niet overal geschikt**.

Opwekkingssysteem	Water-water warmtepomp
CV of SWW	CV, SWW of beiden
Warmtebron	Grondwater
Rendement	400%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh elektriciteit van het net
Levensduur	15 - 30 jaar
Prijs	<u>Warmtepomp en installatie:</u> 15.000 - 20.000 €



Lucht-lucht warmtepomp

In tegenstelling tot de andere warmtepompen wordt er bij lucht-lucht warmtepompen gebruik gemaakt van **lucht als medium voor warmte-overdracht**. Dit systeem bestaat uit een buiten-en binnenunit waarvan de eerste warmte uit de buitenlucht opneemt en de tweede deze aan de binnenruimte terug afgeeft. Aldus kan de buitenunit op meerdere binnenunits worden aangesloten om zodoende meerdere ruimtes te kunnen verwarmen.

- + Zeer interessant **alternatief voor bestaande elektrische verwarmingstoestellen of accumulatoren**.
 - + Mogelijk in **matig geïsoleerde gebouwen** en **flexibel** te installeren.
 - + Kan ook functioneren als **airconditioning**.
 - + **Goedkoopste** type warmtepomp.
- **Apart systeem** dat op lucht verwarmd en daarom **niet combineerbaar met bestaande verwarmingssystemen** zoals radiatoren of vloerverwarming.
- **Minder rendabel** dan bv. lucht-water warmtepompen, zeker bij goed geïsoleerde woningen.

Opwekkingssysteem	Lucht-lucht warmtepomp
CV of SWW	CV
Warmtebron	Buitenlucht
Rendement	300 - 400%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh elektriciteit van het net
Levensduur	15 - 30 jaar
Prijs	Warmtepomp en installatie: 2.500 - 8.000 €



Hybride warmtepomp

Veelal worden lucht-water warmtepompen **gecombineerd met een bestaande stookolie-of gasketel**. In die gevallen spreekt men van een 'hybride' opstelling en daarom hybride warmtepompen. Met oog op de benodigde warmtevraag werken de twee systemen op een zo rendabel mogelijke manier samen om het comfort te verzekeren.

- + **Goede tussenstap** naar een volledige klimaatneutrale energie-installatie, zeker in combinatie met een condensatieketel.
 - + **Compatibel** met bestaand verwarmingssysteem van zowel radiatoren als vloerverwarming.
 - + Ook **mogelijk in matig in slecht geïsoleerde gebouwen** en heeft daarom een **breed toepassingsgebied**.
- Nog steeds **gebruik van fossiele brandstoffen**.
 - **Ruimte** nodig om het **buiten** te kunnen plaatsen en, indien gecombineerd met SWW, een **buffervat binnen** te installeren.

Opwekkingssysteem	Hybride (lucht-water) warmtepomp
CV of SWW	CV, SWW of beiden
Warmtebron	Buitenlucht
Rendement	220 - 400%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh elektriciteit van het net
Levensduur	15 - 30 jaar
Prijs	Warmtepomp en installatie: 5.000 - 7.000 €



3.1.2 Biomassaketel

Biomassaketels werken volgens hetzelfde principe als traditionele gas-of stookolieketels, maar maken gebruik van een andere grondstof. Waar in conventionele CV-ketels fossiele brandstoffen worden verbrand, passen biomassaketels **organische grondstoffen** zoals hout, houtsnippers of pellets toe. Dit kan manueel of automatisch gebeuren, waarbij deze tweede optie de plaatsing van een silo vereist en tevens een grotere investering vraagt.

- + Gebruik van een **onafhankelijke, hernieuwbare brandstof** en daarom een **CO₂-neutrale** manier van verwarmen.
 - + **Onafhankelijke** grondstoffen die veel **goedkoper** zijn **dan gas of stookolie**.
 - + Kunnen zowel toegepast worden voor **CV, bijverwarming** als **de opwarming van SWW**.
 - + Bij een goed geïnstalleerde biomassaketel zijn de **overlast van fijnstof en de bijhorende gezondheidsrisico's zeer gering** in tegenstelling tot houtkachels- of haarden.
- **Hoge aankoop prijs** en aldus een zeer grote investering.
 - De ketel zelf en de bijhorende grondstoffen **nemen veel plaats in beslag**.

Opwekkingssysteem	Biomassaketel
CV of SWW	CV, SWW of beiden
Energiebron	Hout, houtsnippers of pellets
Rendement	90%
CO ₂ -uitstoot	0
Levensduur	12 - 15 jaar
Prijs	<u>Ketel en installatie</u> : 5.500 - 25.000 €



3.2 OPWEKKINGSSYSTEMEN SWW - DUURZAAM

Ook bij de opwekkingssystemen voor SWW zijn er duurzame alternatieven voor de traditionele gasboilers en elektrische boilers.

3.2.1 Warmtepompboiler

De werking van warmtepompboilers is identiek aan die van warmtepompen, alleen wordt hier **SWW opgewarmd in plaats van CV-water**.

- + **Geen rechtstreekse CO₂-uitstoot**, enkel elektriciteit nodig als energie-input.
 - + Extreem energie-efficiënt, bereikt rendementen die gaan **tot 300%**.
 - + **Lange levensduur**, de investering wordt zo meer dan terugverdiend.
- **Rendement fluctueert** omdat deze **afhankelijk** is **van de buitentemperaturen**.
- Moeten frequent gecombineerd worden met een **elektrische naverwarmer** om het SWW naar hogere temperaturen te brengen indien nodig.

Opwekkingssysteem	Warmtepompboiler
CV of SWW	SWW
Energiebron	Buitenlucht
Rendement	300%
CO ₂ -uitstoot	0,23 kg per kWh van het net
Levensduur	10 tot 15 jaar
Prijs	<u>Boiler en plaatsing:</u> 3.000 - 4.000 €



3.2.2 Zonneboiler

Verder is er nog de zonneboiler, wat uitgebreider wordt uitgelegd bij het hoofdstuk omtrent **zonnecollectoren**. Deze zijn inherent deel van een zonneboilerinstallatie en zorgen voor de opwarming van de circulerende vloeistof, wat vervolgens haar warmte afgeeft aan het sanitair warm water in het opslagvat van de zonneboiler. Meestal is deze vloeistof glycolwater omwille van haar bestendigheid tegen vriestemperaturen.

- + Zeer **milieuvriendelijk**, **naverwarming** kan elektrisch.
- + Kan ook assisteren bij **vloerverwarming**.

- **Hoge totale investeringskost** en de opslagtank neemt veel plaats in beslag.

Opwekkingssysteem	Zonneboiler
CV of SWW	SWW
Energiebron	Zon
Rendement	60 - 95% (afhankelijk van zonnecollectoren)
CO ₂ -uitstoot	0, tenzij elektrische naverwarming
Levensduur	20 jaar
Prijs	Boiler en plaatsing: 2.500 - 3.500 €



3.3 ZONNEPANELEN

In essentie zijn zonnepanelen ook energieopwekkingsystemen, aangezien ze de energie leveren voor de opwarming van CV-water of sanitair warm water. Afhankelijk van het type paneel wordt **stralingsenergie van de zon** omgezet naar de nuttige toepassing in CV of SWW.

3.3.1 PV-panels

Als men spreekt over zonnepanelen, bedoelt men veelal **fotovoltaïsche panelen** (= PV-panelen). Deze zetten **lichtenergie** van de zon om in elektrische energie. Het rendement van zo'n panelen is sterk afhankelijk van de dakhelling en oriëntatie. Zo kunnen zuidgerichte zonnepanelen tot 150 kWh per m² per jaar opbrengen. Mogelijke schaduw van bomen of schoorstenen vermijdt men ook best, aangezien deze het invallende licht tegenhouden en de opbrengst zo doen dalen.

De meest voordelige situatie zou zijn om thuis **elektriciteit te verbruiken op momenten dat de zonnepanelen het meest opwekken**. In realiteit is dit echter zelden het geval, omdat verbruikspieken het grootst zijn in de ochtend en avond, terwijl PV-panelen over de middag het meeste energie opwekken. Wanneer men op een bepaald moment zelf niet genoeg elektriciteit opwekt via de zonnepanelen om aan de noden te voldoen, wordt er elektriciteit van het net gehaald. In de omgekeerde situatie wordt het overschot aan opgewekte elektriciteit op het net gezet. PV-panelen blijven in elk geval interessant. Er komt geen CO₂-uitstoot bij kijken en de terugverdientijden zijn nog altijd een stuk korter dan de levensduur ervan. Een vuistregel is dat de panelen na 25 jaar nog 80% van hun originele opwekkingscapaciteit over hebben. Bovendien vormen ze een uitstekende combinatie met warmtepompen, om opgewekte energie zo simultaan te gebruiken.



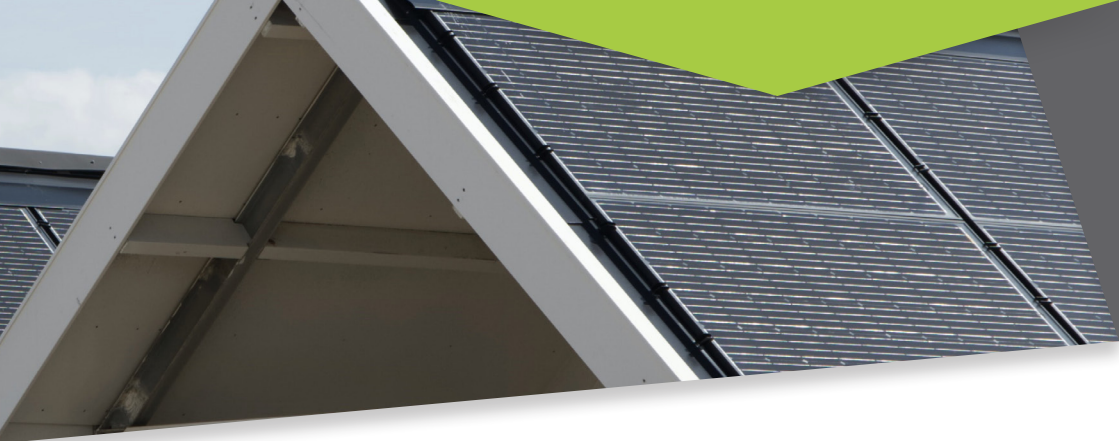
- + **Groene manier** om elektriciteit op te wekken.
- + Ook met digitale meter **rendabel** en interessant **met warmtepompen**.
- Relatief hoge **aanschafprijs** (maar wordt altijd terugverdiend!).
- **Omvormer** is om de 10 à 15 jaar aan vervanging toe.

Opwekkingsysteem	PV-panels
Energiebron	Zon
Energieomzetting	Stralingsenergie -> elektrische energie
Rendement	Tot 150 kWh per m ² wanneer zuidgericht
CO ₂ -uitstoot	0
Levensduur	25 jaar
Prijs	<u>Panelen en installatie</u> : 1.400 - 1.500 € per kW, afhankelijk van vermogen en aantal panelen

3.3.2 Zonnecollectoren

Thermische panelen zijn een andere benaming voor zonnecollectoren. Dit zijn panelen waarin metalen buizen zitten waardoor een vloeistof loopt. In tegenstelling tot zonlicht bij PV-panelen, wordt er hier **zonnewarmte** opgenomen door de vloeistof in de buizen. Deze wordt dan getransporteerd naar een voorraadvat om daar haar warmte af te geven. In het geval waarbij voorraadvat instaat voor sanitair warm water, wordt dit een zonneboiler genoemd. Evenwel kan dit systeem assisteren in ruimteverwarming.

- + **Groene manier** om sanitair warm water op te warmen.
- + **Lange levensduur**.
- **Hoge aanschafprijs** van een totale zonneboilerinstallatie.



Opwekkingssysteem	Zonnecollectoren
Energiebron	Zon
Energieomzetting	Stralingsenergie -> warmte-energie
Rendement	60 - 95%
CO ₂ -uitstoot	0
Levensduur	30 jaar, omvormer 10 à 15 jaar
Prijs	<u>Collectoren, boiler en installatie</u> : 2.500 - 7.500 € afhankelijk van capaciteit en aantal collectoren

3.3.3 PVT- panelen

Hybride zonnepanelen of PVT-panelen (=fotovoltaïsche / thermische panelen) zijn een **combinatie van de twee bovengenoemde soorten** dat men in de praktijk nog niet veel tegenkomt. Er wordt dus simultaan lichtenergie omgezet in elektrische energie en zonnewarmte opgenomen om sanitair warm water te verwarmen via een zonneboiler. De voordelen van beide typen panelen worden dus gecombineerd in een PVT-paneel, waardoor er nog meer in de eigen energie wordt voorzien op een milieuvriendelijke manier.

Opwekkingssysteem	PVT-panelen
Energiebron	Zon
Energieomzetting	Stralingsenergie -> elektrische energie Stralingsenergie -> warmte-energie
Rendement	60 - 90%
CO ₂ -uitstoot	0
Levensduur	30 jaar
Prijs	<u>Panelen en installatie</u> : 900 € per m ² afhankelijk van vermogen en aantal panelen



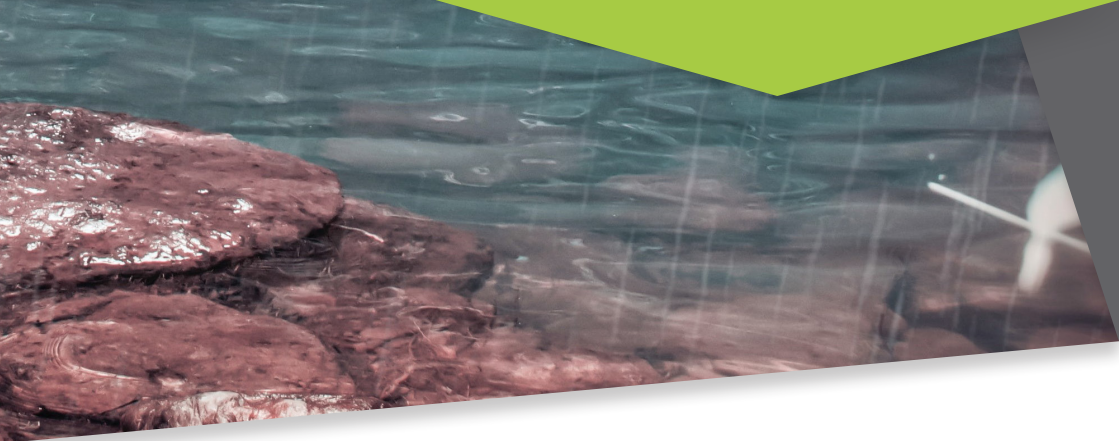
3.4 WARMTENETTEN

Gelijkaardig aan elektriciteitsnetten bestaan er tegenwoordig ook warmtenetten. Ze bestaan uit een **ondergronds netwerk van waterleidingen** die onder volledige wijken of steden lopen. Grote bedrijven deponeren bijvoorbeeld hun restwarmte op de warmtenetten zodat deze niet verloren gaat. Via warmtewisselaars kunnen lokale gebouwen vervolgens warmte halen uit de netten om ruimtes of tapwater te verwarmen.

De warmte die door de netten loopt kan van **verschillende bronnen** komen. Duurzame bronnen zoals biomassa, bodemwarmte of aquathermie zijn hier voorbeelden van. Anderzijds kunnen afvalverbrandingscentrales, elektriciteitscentrales of andere industriële eenheden hun restwarmte aan de warmtenetten afgeven. Industrie maakt vaak gebruik van fossiele brandstoffen, maar deze restwarmte gaat anders verloren dus is het rendabeler om dit te deponeren op de warmtenetten.

Als het ware vormen warmtenetten zo een grote CV-installatie op schaal van de stad. Deze kan dus ook **verschillende temperatuurregimes** hebben. Zo komen recente wijken vol met nieuwbouwwoningen in aanmerking voor lage-temperatuurverwarming omwille van hun hoge isolatiegraad. Omgekeerd kunnen wijken met oudere gebouwen en dus slechter geïsoleerde woningen beter gebruik maken van een warmtenet op hoge temperatuur.

Volgens hetzelfde principe bestaan er ook **koudenetten**. Deze kunnen tijdens de warmte zomermaanden een collectieve levering van koeling voorzien aan mogelijke afnemers.



3.5 AQUATHERMIE

Het gebruik van **oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater** om gebouwen te koelen of verwarmen, ook wel aquathermie genoemd, is een techniek die steeds meer aandacht wint. In de zomer wordt warmte uit het oppervlaktewater gehaald en direct gebruikt of in de bodem opgeslagen. Bij dit laatste werkt de bodem als een soort 'thermische batterij' waaruit men in de zomer de benodigde warmte kan halen om het gebouw te verwarmen. Hiervoor is dan een warmtepomp vereist om de opgeslagen warmte aan een voldoende hoge temperatuur aan de rest van het gebouw te leveren, zodat deze dan voor zowel CV als SWW kan toegepast worden. Omgekeerd is het ook mogelijk om in de winter 'koude' uit het water op te slaan in de bodem, waarmee men tijdens de zomer dan passief kan koelen.

Aquathermie kan een rechtstreekse energiebron vormen voor **warmtenetten**. Het haalt warmte uit een bron op lage temperatuur, dus zal de bijhorende water-water warmtepomp meer elektriciteit moeten verbruiken bij toepassingen op hoge temperatuur. De hoogste rendementen worden dus gehaald bij de koppeling van aquathermie op warmtenetten in wijken met een hoge isolatiegraad.

Komende decennia moet het gebruik van fossiele brandstoffen enorm afgebouwd worden, met een grote focus op het gebruik aardgas en stookolie in de verwarming van gebouwen. Meer en meer studies die het potentieel van aquathermie op bepaalde plaatsen onderzoeken vinden tegenwoordig plaats, dus deze technologie zou wellicht een belangrijke rol kunnen spelen in de algemene energietransitie.



4 WARMTEAFGIFTESYSTEMEN

Na verwarming van het CV-water in de opwekkingssystemen, wordt het door een circulatiepomp rondgepompt en verdeeld naar de verschillende **afgiftesystemen** in het gebouw. Deze geven de warmte af aan de desbetreffende ruimte om zo een aangenaam binnenklimaat te bekomen.

4.1 WARMTEAFGIFTE

Vooraleer we ingaan op de verschillende systemen, is een woordje fysica over de **manieren van warmtetransport** nodig. Men beschouwt namelijk drie verschillende manieren waarop warmte kan afgegeven worden:

Geleiding:

Wanneer twee **vaste stoffen** rechtstreeks contact maken met elkaar, gebeurt warmtetransport via geleiding. Denk maar aan het aanraken van een hete plaat of het verwarmen van een pan op een elektrisch vuur.

Convectie:

De tweede vorm van warmtetransport gebeurt via **vloeistoffen of gassen**. Door opwarming van lucht, stijgt dit, koelt dit vervolgens af en daalt dit terug om dan opnieuw op te warmen. Warmte circuleert op deze manier door de ruimte.

Straling:

Warme objecten veroorzaken ook steeds **warmtegolven** die de omgeving verwarmen op een manier die onafhankelijk is van luchtstromen. Dit noemt men stralingswarmte en zorgt voor een zeer gelijkmatige temperatuurverdeling, wat over het algemeen voor een aangenamer warmtecomfort zorgt.



4.2 AFGIFTESYSTEMEN CV

De afgiftesystemen zelf komen in tal van maten en vormen voor. Zo zijn er verschillende combinaties mogelijk met diverse opwekkingssystemen, waarbij de ene al interessanter is dan de andere.

4.2.1 Radiatoren

Wellicht het meest bekende afgiftesysteem is de radiator. Leidingen met warm **CV-water** die vertrekken bij de opwekker, lopen door in deze radiator en geven zo geleidelijk hun warmte af aan de ruimte. Zo koelt dit CV-water af en kan het teruggepompt worden naar de opwekker om daar opnieuw op te warmen. Radiatoren verwarmen de ruimte voor $\pm 75\%$ via convectie en $\pm 25\%$ door straling.

- + Werken best bij **hoge temperatuurverwarming** (HTV, watertemperaturen van 60 tot 80°C), waardoor **een ruimte op korte tijd kan opgewarmd worden**.
- + Ook modellen voor **lage temperatuurverwarming (LTV)** mogelijk, maar deze nemen veel meer plaats in beslag.
- + **Goedkoper** dan bijvoorbeeld vloerverwarming.

- Bij HTV vormen radiatoren een **slechte combinatie met warmtepompen** (behalve met hybride of hoge temperatuurwarmtepompen).
- Opwarming van de ruimte gebeurt **niet zo gelijkmatig**.
- **Hoge warmteverliezen** naar achterliggende muur en doorheen leidingen.
=> goed isoleren is de boodschap!



4.2.2 Elektrische radiatoren

Ten tweede zijn er elektrische radiatoren die zelf in twee vormen kunnen voorkomen. De '**zuiver elektrische radiatoren**' werken enkel op elektriciteit en bevatten een warmtegeleidende vloeistof die opgewarmd wordt door een elektrische weerstand, waarna de vloeistof haar warmte afgeeft aan de ruimte. Deze werking betekent dat er geen CV-water aan te pas komt, waardoor dit systeem geen ketel of andere CV-opwekker vereist. Daarnaast zijn er '**elektrische radiatoren voor gemengde werking**' die wel CV-leidingen bevatten. Op momenten dat de CV-installatie niet actief is, bijvoorbeeld tijdens het tussenseizoen, activeert de ingebouwde elektrische weerstand om de radiator op te warmen.

+ **Onafhankelijk van CV-installatie** en daardoor **snel en eenvoudig te plaatsen**.
+ Kunnen **op korte tijd een ruimte opwarmen**.

- Verwarming op elektriciteit gaat gepaard met een **groot energiegebruik**.
=> Elektrische radiatoren zijn **vooral interessant als bijverwarming**.

4.2.3 (Ventilo-)convectoren

Convectoren lijken qua uitzicht enorm op radiatoren, maar verschillen lichtjes in werking. Waar de warmteafgifte bij radiatoren een combinatie is van convectie en straling, is dit bij convectoren **bijna uitsluitend convectie** ($\pm 90\%$). Onderaan de convector wordt koude lucht aangezogen en opgewarmd door de buis met warm water die hier loopt. Deze warme lucht wordt langs boven afgegeven en zo ontstaat er een systeem van warmtecirculatie in de ruimte.

Een variant hierop zijn **ventiloconvectoren**. Zij werken op een lagere temperatuur en gebruiken een ingebouwde ventilator om het proces van convectie te 'forceren' en zo warmtestromingen te veroorzaken. Door de lage temperatuur zijn ventiloconvectoren energie-efficiënter dan traditionele convectoren.



- + Tot **3 keer lager energiegebruik** dan bij radiatoren.
- + Kunnen een ruimte **snel opwarmen**.
- + Door werking op lage temperatuur vormen ze een **uitstekende combinatie met warmtepompen of condensatieketels**.

- **Meer stofcirculatie dan bij radiatoren** door de luchtstromingen in de ruimte.
- Ventilator-convectoren hebben een **kortere levensduur** dan radiatoren.

4.2.4 Vloerverwarming

Het afgiftesysteem dat nu het meest in opmars is, is vloerverwarming. Het werkt volgens hetzelfde principe als radiatoren, maar nu via lage temperatuurverwarming in plaats van hoge. In deze situatie zijn **in de vloer CV-leidingen verwerkt** waardoor warm water gepompt wordt door een circulatiepomp. Deze geven hun warmte af aan de bovenliggende ruimte en het afgekoelde CV-water circuleert terug naar de opwekker om daar de cyclus te herstarten. Bij vloerverwarming warmt de ruimte echter relatief traag op, waardoor de thermostaat dus anders ingesteld staat dan bij radiatoren.

- + Grote oppervlak van vloerverwarming zorgt voor een **zeer gelijkmatige en constante warmteverdeling in de ruimte**.
 - + Neemt **geen ruimte** in beslag.
 - + **Zeer energie-efficiënt** door werking op lage temperatuur.
 - + Interessante **combinatie met warmtepompen of zonneboilers**.
 - + Mogelijkheid tot **vloerkoeling** bij gebruik van een reversibele warmtepomp.
 - + Vooral warmteafgifte via **straling**, wat over het algemeen aangenamer voelt.
- Hoogste rendementen bij **goed geïsoleerde woningen**.
 - Relatief **duur** en **moeilijk toepasbaar in renovaties**.

5 OPTIMALISEREN VAN UW ENERGIE

Anno 2023 is het energievraagstuk een hot topic. Omwille van maatschappelijke omstandigheden swingen de energieprijzen de pan uit en wordt er overal gezocht naar manieren om hierop te besparen. Het is dan ook belangrijk om in gedachten te houden dat hier **geen eenduidige oplossing** voor is. In de energieproblematiek spelen er tal van parameters een rol en elke wijziging in één parameter heeft een invloed op de andere. Deze brochure dient daarom als een introductie om met deze parameters kennis te maken en een idee te krijgen van welke mogelijkheden er allemaal zijn.

In ieder geval kunnen we zeggen dat duurzame energie de 'way to go' is. De klimaatproblematiek is te urgent om in de verwarming van huizen nog gebruik te maken van fossiele brandstoffen. Om deze reden worden **warmtepompen** overal aangemoedigd. Dit is zeker terecht, maar we roepen op om hier toch steeds kritisch tegenover te staan. Ze werken enkel **optimaal bij verwarmingsinstallaties op lage temperatuur en in goed geïsoleerde woningen**. In oudere gebouwen met radiatoren zijn hoge temperatuurwarmtepompen een optie, maar ook dit raden we af omwille van de levensduur en elektriciteitskosten. **Hybride** warmtepompen zijn daarom een aangewezen optie om in bestaande woningen de totale investeringskost een beetje in te perken.

Hoe dan ook zijn **zonnepanelen** nog altijd de investering waard, zelfs met de invoering van de digitale meter. Ook de **zonneboiler** is een voorbeeld van duurzame energieopwekking die in meer en meer huizen terecht komt en zeker opbrengt.



Alle duurzame technieken worden nog interessanter wanneer men ze combineert met andere nieuwe installaties, wat de totale investeringskost alleen maar doet stijgen. Het is dan ook moeilijk voor de particulier om een totale renovatie van de woning te doen en zo'n bedrag neer te leggen, louter om te kunnen overschakelen op duurzame energie en deze investering tientallen jaren later terug te verdienen. Dit neemt niet weg dat we op een punt zitten waarbij de besproken conventionele technieken eigenlijk geen optie meer zouden mogen zijn in nieuwbouw en renovaties.

Om deze reden tracht CORE de particulier vooruit te helpen met behulp van de webapplicatie '**3 Stappen naar een Warmtepomp**' die beschikbaar is op onze website. Het betreft een informatieve, fabrikantsonafhankelijke tool die assisteert in de keuze voor een warmtepomp in uw woning. De enige vereiste inputparameters zijn het huidig gas-en elektriciteitsverbruik, de installatietypes en de isolatiegraad van het gebouw waarin deze aanwezig zijn. Dit wordt dan verwerkt tot een lijst van potentiële warmtepompen met bijhorende besparingen op vlak van energiegebruik, kost en CO₂-uitstoot. Op deze manier hoopt CORE om, in combinatie met deze brochure, u als particulier bij te staan in het maken van de juiste keuzes in de zoektocht naar duurzaam en rationeel energiegebruik.

6 BIBLIOGRAFIE

- *Afgiftesystemen* | Van Marcke. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.vanmarcke.com/nl-be/verwarming/afgiftesystemen>
- *Analyse van het energieverbruik van huishoudens in België.* (z.d.). https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en.
- *Boiler informatie zo werkt het* | Essent. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.essent.nl/kennisbank/verwarming/hoe-werkt-een-verwarmingsinstallatie/boiler-informatie>
- *Boiler Volume Berekenen! Wat Loodgieters je niet vertellen...* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://boilergids.be/boiler-volume-berekenen/>
- *Condensatieketel: Prijs, Werking, Advies & Premies in 2022.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://verwarmingprijs.be/condensatieketel/>
- *Convectoren voor een warmtepomp: wat is het en wat doen ze precies?* | Vaillant. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.vaillant.be/consumenten/ons-advies/blog/convectoren-voor-een-warmtepomp/>
- *De gasketel, prijs, plaatsing, onderhoud en rendement.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.engie.be/nl/blog/verwarming/gasketel-prijs-plaatsing-onderhoud-rendement/>
- *De levensduur van een zonneboiler. - Zonneboiler TIPS.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://zonneboilertips.be/levensduur-zonneboiler/>
- *De voor- en nadelen van elektrische verwarming op een rijtje* | Brugman. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://brugman.eu/nl-nl/blog/radiatoren/de-voor-en-nadelen-van-elektrische-verwarming-op-een-rijtje>
- *Definities en richtlijnen vastgoed* | Vlaanderen Intern. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://overheid.vlaanderen.be/vastgoeddefinities?page=1>
- *Elektriciteitsverbruik in Vlaanderen* | VREG. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.vreg.be/nl/elektriciteitsverbruik-vlaanderen>
- *Elektrische boiler: Werking, Voordelen & Prijs.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://boilergids.be/elektrische-boiler/>
- *Geothermische warmtepompen: alle informatie* | Viessmann. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.viessmann.be/nl/woning/warmtepompen/grond-water-warmtepompen.html>

- *Hoe werkt een zonneboiler?* | BENOveren. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://benoveren.fluivus.be/benovatietips/hoe-werkt-een-zonneboiler?app-refresh=1670505039057>
- *Levensduur warmtepomp: hoe lang gaat ze mee?* | NIBE. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://warmtepomp.nibe.eu/nl-be/werking/warmtepomp-levensduur-hoelang-zit-je-warm-met-warmtepomp>
- *Lucht-water warmtepomp: werking, voordelen en kostprijs.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.centraleverwarmingcv.be/warmtepomp/warmtepomp-lucht-water>
- *Verbruiksprofielen en productieprofielen* | VREG. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.vreg.be/nl/verbruiksprofielen-en-productieprofielen>
- *Vergelijking rendement verschillende types warmtepompen.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://bouw-energie.be/nl-be/blog/post/rendement-warmtepompen>
- *Wat is primaire energie en waarom moet u dat weten?* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.groenerbouwen.nl/b/wat-is-primaire-energie-en-waarom-moet-u-dat-weten>
- *Wat zijn houtpellets | Allehoutpellets.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.allehoutpellets.be/nl/wat-zijn-houtpellets>
- *Wat zijn hybride zonnepanelen (ook wel PVT-panelen genoemd)?* | Ecobouwers. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.ecobouwers.be/duurzaam-bouwen/artikels/wat-zijn-hybride-zonnepanelen-ook-wel-pvt-panelen-genoemd>
- *Water-water warmtepomp: werking en kostprijs.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.centraleverwarmingcv.be/warmtepomp/water-water-warmtepomp>
- *Welke boilers zijn er en wat is voor u de beste keuze?* | Feenstra. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.feenstra.com/boiler-geiser/boiler/soorten-boilers/>
- *Wet van behoud van energie - Wikipedia.* (z.d.). Geraadpleegd 29 november 2022, van https://nl.wikipedia.org/wiki/Wet_van_behoud_van_energie
- *Zonnecollector kopen: Soorten, Werking, Prijs & Rendement.* (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.zonneboiler.be/zonnecollector>
- *Zonnepanelen* | Vlaanderen.be. (z.d.). Geraadpleegd 21 december 2022, van <https://www.vlaanderen.be/zonnepanelen>

Coöperatief Ondernemen

CORE

in Rationeel Energiegebruik



www.thinkcore.be



thinkcore



CORE cv