

KLUSSEN IN FRANKRIJK

Vivent les bricoleurs!
Christian, bricoleur par passion, pas par nécessité.

Home

0 Inhoud, trefwoorden

01 Voorstelling, intenties

02 Planning

03 Algemene adviezen

04 Architecten en aannemers

05 Vergunningen, offertes

06 Dak, timmerwerk

07 Funderingen, muren, scheidingswanden; muren voegen

08 Vloeren, plafonds en trappen

09 Deuren, ramen, luiken

10 Water en riool

11 Fosse septique

12 Verwarming, ventilatie en airco

13 Elektra, telefoon, internet

14 Gas, propaan, butaan

15 Isolatie

16 Muurafwerking: Schilderen, verven, tegelzetten

17 Vocht, ventilatie en tocht

18 Pluggen en bevestigingen

19 Terrassen, tuin en erf

20 Gereedschappen, hulpmiddelen etc.

21 Woordenlijst van bouwkundige termen

22 Referenties, literatuur, websites

23 Diverse tips en informaties

24 Uitgevoerde projecten

reserve 1

reserve 2

reserve 3

reserve 4

reserve 5

reserve 6

12.1.2 DE KEUZE VAN HET VERWARMINGSSYSTEEM

Nu het benodigd vermogen van het verwarmingssysteem bekend is (zie [12.1.1](#)) kunnen we eens gaan kijken wat de mogelijkheden zijn om het voorbeeld huis te verwarmen.

Allereerst is er de keuze van brandstof. De mogelijkheden in Frankrijk zijn:

Energie drager	ondersoort	Warmtebron	Prijspeil 11-2008 incl. belastingen	Energie-inhoud per aflever eenheid	Prijs per kWh warmte incl. conversie rendement*	
Gas	<i>Gaz naturel</i>	CV ketel	€ 0,05368/kWh	1 kWh	€ 0,0565	95%
	<i>Propane</i>	CV ketel	€ 1,35/kg	13,88 kWh/kg	€ 0,1023	95%
Olie	<i>Fioul</i>	CV ketel	€ 0,90/kg	11,94 kWh/kg	€ 0,0837	90%
Hout	<i>Bûches</i>	Houtkachel	€ 0,10/kg	5,27 kWh/kg	€ 0,0379	50%
	<i>Granulés</i>	CV ketel	€ 0,25/kg	4,85 kWh/kg	€ 0,0644	80%
Elektriciteit	-	Elek. kachels	€ 0,1106/kWh	1 kWh	€ 0,1106	100%
		Warmtepomp	€ 0,1106/kWh	1 kWh	€ 0,0368	300%**

* Het conversie rendement is het rendement waarmee de primaire energie door het verwarmingssysteem omgezet wordt in warmte.

Bij een houtkachel komt het rendement alleen in uitzonderlijke gevallen (kachel met houtvergassing) boven de 50%, de andere helft van de warmte gaat verloren via de schoorsteen. Meer hierover zie onder punt 5.

** Het conversie rendement van een warmtepomp varieert nogal afhankelijk van gebruikte techniek, de temperaturen e.d. maar ligt gemiddeld op 300% (COP = 3). Natuurlijk is het niet correct hier met rendementen in % te rekenen, coëfficiënt of performance (COP) is de juiste benadering.

1. Energieverbruik

Men kan met de prijzen in de hand ook een schatting maken van de jaarlijkse energiekosten (alleen voor verwarmen natuurlijk). Daarvoor moet men weten wat de gemiddelde buitentemperatuur is in het stookseizoen. Dat kan men uitzoeken op een [website van Meteo France](#). Voor de streek van de auteur is de gemiddelde temperatuur gedurende de maanden oktober t/m maart ongeveer 4°C.

Het maximum vermogen van het voorbeeldhuis bedraagt volgens de exacte berekening ~11kW maar dit is uitgerekend bij een buitentemperatuur van -20°C en een gemiddelde binnentemperatuur van +18°C, het temperatuurverschil is hier dus 38 graden terwijl het temperatuurverschil bij de gemiddelde buitentemperatuur maar 18-4 = 14 graden is. Het gemiddeld benodigde vermogen bedraagt derhalve 14 / 38 x 11kW = 4,05 kW. En dat gemiddeld 16 uur per dag gedurende het stookseizoen van 6 maanden. Dat komt neer op 183 (dagen) x 16 uur = 2928 uur.

Het totale energieverbruik van het voorbeeldhuis in een stookseizoen is dus 2928 uur x 4,05 kW = ~12.000kWh. De kosten die hiermee gemoeid zijn bedragen dus:

Energie drager	ondersoort	Warmtebron	Prijs per kWh warmte incl. conversie rendement		Energiekosten voor verwarming van het voorbeeldhuis
Gas	<i>Gaz naturel</i>	CV ketel	€ 0,0565	95%	~ € 678,-
	<i>Propane</i>	CV ketel	€ 0,1023	95%	~ € 1227,-
Olie	<i>Fioul</i>	CV ketel	€ 0,0837	90%	~ € 1004,-
Hout	<i>Bûches</i>	Houtkachel	€ 0,0379	50%	~ € 455,-
	<i>Granulés</i>	CV ketel	€ 0,0644	80%	~ € 773,-
Elektriciteit	-	Elek. kachels	€ 0,1106	100%	~ € 1327,-
		Warmtepomp	€ 0,0368	300%	~ € 442,-

De bovengenoemde bedragen voor energiekosten zijn natuurlijk maar schattingen en zeer afhankelijk van de geldende energieprijzen. Maar vergelijkenderwijs kan hieruit afgeleid worden dat het verwarmen van een woning via een houtkachel of elektrisch via een warmtepomp systeem veruit de laagste verwarmingskosten met zich meebrengen. De duurste verwarming is die met elektrische kachels op de voet gevolgd door een CV op propaangas.

2. CV (*Chauffage central*) op gas

De bekendste manier van verwarmen, voor ons Nederlanders dan, is de verwarming via een CV ketel die op gas brandt. Of dat nu aardgas of propaan gas is maakt niet veel uit alleen in de gasprijs maakt dat verschil, en bij aanschaf van de ketel moet men er even wel opletten dat men de juiste uitvoering krijgt. *Gaz naturel* is een goedkope wijze van verwarmen maar helaas op het platteland bijna niet verkrijgbaar. Alleen de grotere steden zijn verbonden met het netwerk van GDF (*Gaz de France*). Op het platteland bent u dus veroordeeld tot propaangas uit een tank die bij uw huis geplaatst moet worden. Verder op deze [site](#) wordt daar meer info over gegeven.



afb. 12.1.2 - 2 gas CV ketel

CV-ketels (*Chaudières*) zijn er te kust en te keur te koop. Grote namen op dit gebied zijn **Saunier Duval**, **Deville**, **ELM leBlanc**. Het moet gezegd dat de techniek op dit gebied in Frankrijk niet zo ver is als bij de CV ketels in Nederland. Het merendeel van de aangeboden ketels zijn in Nederlandse termen "Verbeterd rendement" ketels, dus met een verbrandingsrendement van 90-95%. Hoewel hoogrendement ketels (*Chaudière à condensation*) met een rendement van 100-107% er steeds meer inkomen. Bedenk wel dat rendementen boven de 100% een "rekentruc" van de fabrikant is om het beter vergelijkbaar te maken met de normale ketels. Wie daar meer over wil weten moet maar eens googlen op *Onderwaarde* en *Bovenwaarde*.

Een weersafhankelijke regeling is nu in Frankrijk steeds vaker te vinden. Ook een continu modulerende brander (een techniek waarbij de brander harder of zachter brandt afhankelijk van de warmtevraag) wordt bij nieuwe installaties steeds vaker aangeboden.

Wat ook opvalt is dat CV-ketels voor lage vermogens in Frankrijk niet te verkrijgen zijn. De modellen beginnen bij zo'n 22kW. Alle modernere typen zijn echter wel regelbaar bijvoorbeeld tussen 9 en 24kW. Dat betekent dat bij goed geïsoleerde huizen de ketels meestal wat afgeknepen moeten werken.

De rendementen waarmee geadverteerd wordt zijn natuurlijk gemeten op het meest voordelige werkpunt van de ketel. Het kan dus best zijn dat in uw situatie de ketel met een rendement werkt wat wel 5-10% lager kan zijn dan waar mee geschermd wordt in de folder.

Bijna alle ketels hebben de mogelijkheid om ook de warmwatervoorziening te verzorgen. Dat kan als een geiserfunctie zijn maar kan ook via een ingebouwd buffervat als boilerfunctie. Een groot voordeel van deze functie is dat het systeem ook in de zomertijd af en toe moet draaien wat een gunstig effect heeft op stilstandcorrosie waardoor de levensduur verlengd wordt.

Als men kiest voor deze vorm van verwarming met een CV kies dan voor een systeem met lage water temperaturen van maximaal 55°C. Dit vergt in huis grotere radiatoren maar heeft als voordeel dat het rendement beter is en de verhouding tussen stralingswarmte en convectie warmte gunstiger is waardoor er een behaaglijker binnenklimaat ontstaat. Een nog beter alternatief is om de CV ketel aan te sluiten op een vloer- of wandverwarming systeem. De stralingswarmte hiervan wordt als zeer aangenaam ervaren terwijl de "lelijke" radiatoren niet nodig zijn.

2.1 Radiatoren

Zoals reeds eerder vermeld moet voor elke ruimte apart bepaald worden hoe groot het vermogen van de radiator moet worden om altijd de gewenste temperatuur te kunnen bereiken. Een juist gedimensioneerde radiator geeft altijd de juiste temperatuur in de ruimte zonder dat aan de kranen gedraaid hoeft te worden. Een thermostatische kraan is daarom voor het 'normale' gebruik van het vertrek eigenlijk niet nodig - zou men denken. Maar in de praktijk zal men toch steeds een thermostaatkraan plaatsen, en wel om de volgende reden:

- Een radiator is nooit precies op de warmtebehoefte van een kamer afgestemd, die wordt namelijk niet op maat gemaakt maar uit de standaardreeks van een fabrikant gekozen, waarbij natuurlijk altijd de eerst grotere maat wordt gekozen.

- Het leidingsysteem heeft ook een invloed (afkoeling en weerstand in een lang stuk leiding),
- Bij een ongunstige windrichting kan de warmtebehoefte van een vertrek ook anders zijn dan normaal.
- Als er ook andere warmtebronnen zijn (denk aan het fornuis in de keuken of de nu en dan gebruikte openhaard in je salon) is een thermostaatkraan ook nodig om de invloed ervan te compenseren.
- Een kamer wordt niet steeds op dezelfde manier gebruikt. Denk aan de volgende voorbeelden:
 - moet het gastenverblijf steeds op dezelfde temperatuur verwarmt worden, ook al zijn er wekenlang geen gasten?
 - Moet mijn atelier/studeerkamer, als ik die een week lang niet gebruik, warm zijn?
 - Enz.

Bij radiatoren wordt altijd vermeld wat het vermogen is van de radiator. Dit vermogen is bepaald via een genormeerde meetmethode. De gehanteerde norm is in dit geval de EN442. Ook in Frankrijk heeft men deze Europese norm ingevoerd. Hier heet de norm uiteraard NF-EN442. De vermogensafgifte wordt hierbij gemeten als de aanvoertemperatuur 75°C bedraagt en de afvoertemperatuur 65°C is terwijl de omgevingstemperatuur 20°C bedraagt. Het zogenaamde **75/65/20 vermogen**. Dit in tegenstelling tot de vroeger (tot in de jaren 70) gehanteerde waarden die voor 90/80/20 golden.

Als we echter een lagere aanvoertemperatuur toepassen bijvoorbeeld 55°C en de afvoer op 45°C stellen dan kloppen de opgegeven vermogens van de radiatoren niet meer. Een radiator van 1000Watt (75/65/20) zal bij het temperatuurregime 55/45/20 nog maar een vermogen kunnen leveren van 510Watt. Hier dient men dus goed op te letten bij het berekenen van de radiator grootte. Bij sommige fabrikanten kunt u een omreken tabel vinden voor de vermogens van paneelradiatoren bij andere temperatuurtrajecten.

Daarnaast moet bedacht worden dat als men een bepaalde ruimte tijdelijk niet verwarmd het warmteverlies naar die ruimte toe groter wordt. Dat kan betekenen dat u de radiatoren in de ruimte ernaast groter moet kiezen om het in die betreffende ruimte toch behaaglijk te houden. Het algemene advies luidt daarom ook:

Kies een radiator die een slag groter is dan volgens de transmissieberekening noodzakelijk is en regel de warmtebehoefte met een thermostatische kraan.

Deze regels voor radiatoren gelden ook voor de andere onder punt 3 en 4 beschreven CV-systemen.

2.2 Investeringskosten CV op gas

CV ketels zijn verkrijgbaar voor een prijs vanaf € 800,- tot € 2500 voor verbeterd rendement ketels en vanaf € 1500,- tot € 4000,- voor een hoogrendement ketel. Daarnaast heeft men in elke ruimte die verwarmd moet worden één of meerdere radiatoren nodig en zullen er toevoer- en afvoerleidingen aangelegd moeten worden door het gehele huis. Ook de leidingen naar de gastank moeten aangelegd worden. Reken erop dat een installateur toch wel een 4-6 mandagen werk heeft aan de aanleg. De gemiddelde investeringskosten van een complete CV installatie op gas komen uit op ongeveer € 5500,- tot € 8000,- maar zijn uiteraard zeer afhankelijk van de omstandigheden in huis en grootte van de installatie. Als men een HR ketel aanschaft kan men in veel gevallen een gedeelte van de investering terug krijgen in de vorm van een subsidie (*crédit d'impôts*). Zie voor meer informatie hierover het [artikel](#) op de website infofrankrijk.com.

3. CV op olie

Een veel gebruikte methode van verwarming in Frankrijk is de oliegestookte CV ketel (*Chaudières Fioul*). Het werkingsprincipe is natuurlijk hetzelfde als de hierboven genoemde gas CV alleen de brandstof is een andere. De olie wordt opgeslagen in een tank die binnen moet staan. Neem de tank niet te groot want olie mag niet te lang opgeslagen worden. Doordat de olie tijdens opslag vervuild, uitvlokt en water opneemt kan het brander systeem van de CV installatie verstopt c.q. defect raken. Als u 850 liter olie (≈1000kg) op jaarbasis verbruikt neem dan geen tank die veel groter is dan die 850 liter. Het is beter om de olieboer een keertje extra te laten komen om de tank bij te vullen dan de olie één of twee stookseizoenen op te moeten slaan.



afb. 12.1.2 - 3 CV ketel op olie

Over het algemeen kan gezegd worden dat de *Chaudières fioul* iets minder zuinig omspringen met energie dan hun gas tegenhangers. Maar omdat olie goedkoper is dan propaangas is het in veel gevallen een economischer keus dan een propaangas installatie.

Er zijn ook HR olie ketels (*Chaudières fioul à condensation*) te verkrijgen; deze hebben een 10-15% beter rendement dan de normale uitvoering.

Ook bij oliegestookte CV's is het mogelijk om de warmwatervoorziening te integreren in het verwarmingssysteem. Het vermogen van een oliegestookte CV ketel ligt over het algemeen hoger dan van een gas CV ketel en ze zijn dus meer geschikt voor grotere installaties. De meeste ketels hebben een vermogen van rond de 24 of 30kW.

Ook is het vermogen van een oliegestookte CV niet zo makkelijk regelbaar als bij de gas variant. Het regelbereik is bijvoorbeeld 23 - 31kW. Bij de plaatsing van een olie CV ketel dient er rekening gehouden te worden met de geluidsproductie. Een olie ketel maakt meer geluid dan een gas gestookte CV ketel.

3.1 Radiatoren

Voor de dimensionering van de radiatoren zie punt 2.1.

3.2 Investeringskosten bij CV op olie

Over het algemeen kan gezegd worden dat de investeringskosten voor een oliegestookte CV ongeveer even hoog zijn als een gas CV. De goedkoopste olie ketels beginnen bij €500,-. De HR varianten zijn echter een stuk duurder en beginnen bij €4500,-. Omdat de rest van de installatie, zoals radiatoren, leidingen enz. hetzelfde zijn als bij de gas variant zullen de installatiekosten tussen olie of gas elkaar niet veel ontsloven. Ook hier geldt dat aanschaf van de HR versie een subsidie op kan leveren.

4. CV op Hout (*Chaudière bois*)

De derde variant CV ketel is de houtgestookte versie. Er zijn hierin nog twee hoofdvarianten te onderscheiden:

- De versie die gestookt wordt met houtblokken (*bûches*)
- En de versie die gestookt wordt met geperste houtkorrels (*granulés*), ook pellets genoemd.

De eerste versie dient u zelf iedere dag bij te vullen met houtblokken, de tweede versie is voorzien van een vultrechter waar de houtkorrels in gestort worden en die zelf de houtkorrels naar de verbrandingsruimte transporteert.



afb. 12.1.2 - 4 CV op houtblokken

In de ogen van de Franse overheid is hout een vernieuwbare brandstof en daarom wordt deze vorm van verwarming gesubsidieerd.

Deze vorm van verwarming komt op één van de laagste energiekosten uit, zeker de versie die met houtblokken gestookt wordt. Daar staat echter tegenover dat het stoken natuurlijk constant handelingen vereist in de vorm van het bijvullen van de ketel en het wekelijks verwijderen van as wat vanuit het oogpunt van gemak/comfort natuurlijk een minpuntje is.

Ook op het gebied van milieuvervuiling is dit verwarmingssysteem de mindere van de gas of oliegestookte CV ketels. Hoewel de uitstoot van CO₂ gassen bij houtstook niet bijdraagt aan de opwarming van de aarde omdat het de korte CO₂ cyclus betreft (tegenover de fossiele brandstoffen olie en gas) is de uitstoot van andere schadelijke stoffen zoals roet, vliegias en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) e.d. groter dan bij de olie- en gasgestookte CV ketels. Op zijn beurt is de houtgestookte CV ketel wel weer beter voor het milieu dan de normale houtkachel. Dat zijn allemaal overwegingen die bij aanschaf meegenomen kunnen worden.

Voor de dimensionering van de **radiatoren** zie punt 2.1.



afb. 12.1.2 - 5 CV op houtkorrels

4.1 Investeringskosten CV op hout

De CV op hout is niet het goedkoopste. De prijs van de ketels voor houtblokken ligt zo'n beetje rond de €2000,- terwijl de houtkorrel CV ketel een prijs heeft vanaf €6000,-. Dat wil zeggen dat de investeringskosten toch wel een stukje hoger liggen dan die van een CV op gas of olie. Maar gezien de veel lagere brandstofprijzen heeft men de hogere investeringskosten binnen enkele jaren terugverdient. De onderhoudskosten zullen van de zelfde orde van grote zijn als bij de andere CV systemen of iets hoger omdat de vervuiling van het systeem door het hout iets groter is dan bij olie of gas.

5. Houtkachels (*poêle à bois*), openhaarden en *inserts*

In tegenstelling tot de voorgaande centrale verwarmingssystemen kan ook gekozen worden voor een lokale verwarmingsbron in de vorm van een houtkachel. Een verwarmingssysteem dat door veel mensen als leuk ervaren wordt omdat het toch als een soort teruggaan naar de natuur ervaren wordt. Men ziet het vuur en moet zelf voor de aanvoer van de brandstof zorgen waardoor men het romantische gevoel heeft dat het verwarmingssysteem beheersbaar is, in tegenstelling tot alle CV installaties die toch wel erg technische systemen zijn geworden. Wat is er simpeler dan een gesloten doos waar men ongelimiteerd fakkie in kan stoken. We zijn toch allemaal in wezen pyromaanjes! Toch moet men de techniek van de houtkachel niet bagatelliseren. En er liggen ook gevaren op de loer bij het onoordeelkundig gebruik van houtkachels zoals schoorsteenbrand en kool-monoxide vergiftiging.

Daarom gaan we even verder in op de techniek achter een hout-kachel.

5.1 Openhaarden en inserts

Voorloper van de houtkachel is de **openhaard**, een open vuur met erboven een schoorsteenkanaal. Een open haard heeft verschillende nadelen waarvan de grootste is dat het verbrandingsrendement zeer laag is. Dit wordt veroorzaakt door twee fenomenen. De eerste is dat een open haard de ruimte alleen kan verwarmen via warmtestraling. En we hebben juist geleerd dat een mens zich behaaglijk voelt bij een zeker mate van stralingswarmte **en** convectiewarmte. Alle convectie warmte bij een openhaard wordt echter de schoorsteen in gejaagd want anders zouden we in de ruimte stikken van de rook. Daar hebben we gelijk de tweede oorzaak van het lage rendement te pakken: een open haard heeft om te kunnen branden heel veel lucht nodig die aan de ruimte onttrokken wordt. Lucht die dus met moeite opgewarmd is geworden spuien we gelijk weer naar buiten toe!



afb. 12.1.2 - 6 Houtkachel

Een open haard gebruikt, afhankelijk van de grootte, per uur ongeveer 250-900 m³ aan lucht. Dat is meestal een aantal maal de inhoud van de te verwarmen ruimte. En die lucht moet allemaal aangevuld worden met koude buitenlucht. Deze hoeveelheid lucht is niet noodzakelijk voor de werkelijke verbranding maar wordt veroorzaakt door de "trek" in de schoorsteen en wordt wel **ballastlucht** of **luchtoverschot** genoemd. Als er niet voldoende lucht naar de kamer aangevoerd kan worden, zal dit op vrij korte termijn leiden tot een onderdruksituatie in de kamer met enkele onaangename en zelfs gevaarlijke gevolgen zoals:

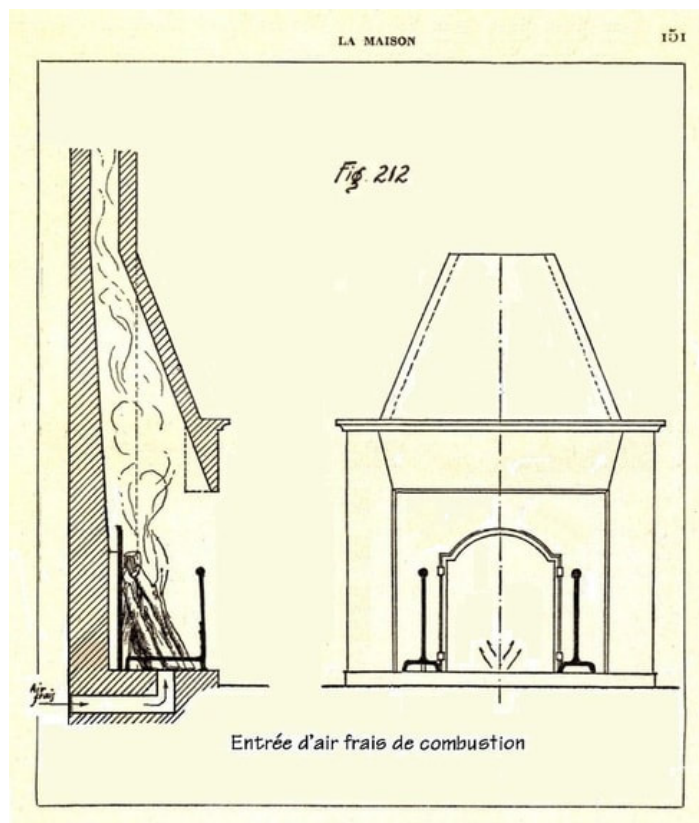
- een onvolledige verbranding door luchtgebrek (smeulend vuur met veel rookontwikkeling),
- rookterugslag naar de kamer,
- een algemene verslechtering van de luchtkwaliteit in de woonkamer door de terugstroming van de rookgassen naar de kamer.

Een bijkomend probleem kunnen andere luchtverbruikers vormen die in de woning aanwezig zijn. In een woning waar de keuken en de woonkamer een geheel vormen, kan er een probleem optreden als de haard brandt en de afzuigkap in de keuken aanstaat, sommige afzuigkappen trekken tot 1000 m³ per uur naar buiten, hiertegen verliest de schoorsteen het altijd en zal er zeker rookterugslag naar de kamer optreden.

Sommige mensen proberen door middel van een rookafzuigstelsel er voor te zorgen dat er geen rook meer kan binnenkomen. Deze toestellen worden ofwel in de schoorsteen ofwel bovenop de schoorsteen gemonteerd. Het gevolg is dat de onderdruk in de kamer nog meer toeneemt en de haard nog slechter begint te branden.

De oplossing is om een raam open te zetten waardoor er nog meer koude lucht binnenstroomt dan dat de haard kan opwarmen. Het resultaat is koude tocht. Nu begrijpt u ook waarom de Engelsen vroeger met **wing chairs** (Duits: Ohrensessel) voor hun *open fireplaces* zaten. En het rendement? Dit zakt steeds verder richting 0%.

Eigenlijk zou men dan beter een aparte luchttoevoer voor de openhaard aan moeten leggen, óf een rooster bij het raam of (beter) een opening achter of onder de openhaard, zie afbeelding 7.



afb. 12.1.2 - 7 Luchttoevoer voor een openhaard

Voor mensen die toch het effect van een "open" haard willen is er een oplossing. Er bestaan open haarden die voorzien zijn van een zogenaamde inbouw cassette, door de Fransen algemeen **insert** genoemd, afb.8 en 9 (voorbeelden 8a en 8b voor de liefhebbers van een nadrukkelijk rustieke stijl - 8c en 8d met een terughoudende strakkere vormgeving). In feite is daarmee een gesloten inbouw houtkachel gemaakt met aan de voorzijde glazen deuren. De frontplaat of de

deuren hebben de nodige openingen met schuifjes om de toevoer van verse lucht te regelen. Deze *inserts* kunnen een efficiëntie halen van pakweg 30-40%.



afb. 12.1.2 - 8a Insert



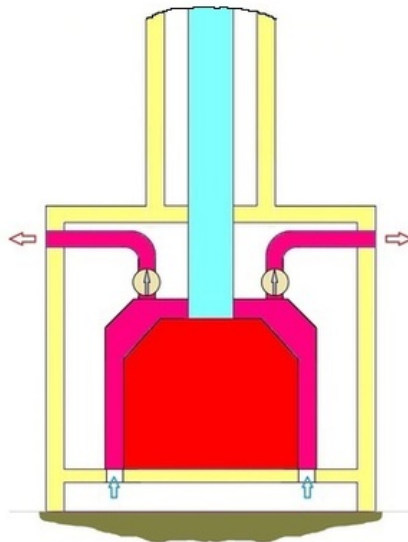
afb. 12.1.2 - 8b Insert



afb. 12.1.2 - 8c Insert



afb. 12.1.2 - 8d Insert



afb. 12.1.2 - 9 Insert met met twee ventilatoren

Vaak zijn de *inserts* voorzien van een ventilator systeem (zie afb. 9) dat lucht door bepaalde kanalen of de dubbele wanden van de *insert* aanzuigt en deze lucht daarna de te verwarmen ruimte inblaast zodat er meer van convectiewarmte geprofitteerd kan worden; zie ook het uitblaasrooster op afb.8d.

In folders worden deze ventilatoren ten onrechte vaak als *turbines* aangeduid.

Vanwege de genoemde nadelen van de open haard is in het verleden de gesloten kachel ontwikkeld. De moderne houtkachel haalt een verbrandingsrendement van ongeveer 50% en er zijn kachels ontworpen die met houtvergassing en tweetraps verbranding wel een rendement van 70% of meer kunnen halen.

5.2 Accumulatiekachels

Er is een onderscheid te maken in typen houtkachels op basis van hun kenmerken. Er zijn de klassieke houtkachels (zie bijv. afb.6) en er zijn de zogenaamde **tegelkachels**. Deze laatste vorm is de laatste tijd aan een soort revival bezig. Een tegelkachel is een geheel gesloten stenen kachel (ook geen glazen raampjes erin) die eenmalig (desnoods tweemaal) per dag gevuld en fel opgestookt wordt. De warmte die vrijkomt bij de verbranding wordt zoveel mogelijk opgeslagen in de massa van de kachel en de kachel geeft zijn warmte daarna gelijkmatig gedurende een langere tijd af aan de te verwarmen ruimte. Vandaar ook de Franse typeaanduiding *poêle à accumulation* of *à inertie*.



afb. 12.1.2 - 10 Klassieke tegelkachel



afb. 12.1.2 - 11 Moderne tegelkachel, klassieke stijl

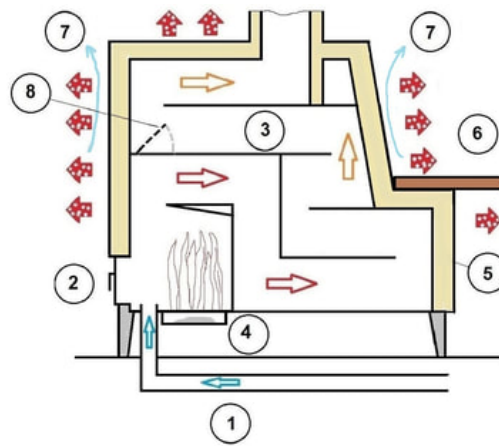
Het voordeel van deze manier van stoken is dat het milieu er minder onder te lijden heeft. De temperatuur in de verbrandingsruimte van een tegelkachel kan oplopen tot wel 900-1000°C waarbij door de (gedeeltelijke) houtvergassing een schonere verbranding plaatsvindt. Veel schoner in ieder geval dan bij de verbrandingstemperatuur van een klassieke houtkachel die niet meer dan 500-600°C haalt. Er bestaan nu ook tegelkachels met toevoer van secundairlucht om de complete verbranding in de gaszone te garanderen.



afb. 12.1.2 - 12 Moderne tegelkachel met eigentijdse vormgeving (en glazen voordeur)

Legenda bij afb. 13

- 1 Luchttoevoer
- 2 Deurtje
- 3 Kanaal voor rookgas
- 4 Asla
- 5 Stenen die de warmte opslaan
- 6 Warmtestraling ==>
- 7 Convectionwarmte
- 8 Kortsluitklep, bij begin van het stoken openen



afb. 12.1.2 - 13 Principe van een tegelkachel

Ook bij gesloten houtkachels en inserts hebben we te maken met ballastlucht (extra lucht voor verbranding en schoorsteentrek), maar dat is veel minder dan bij open haarden. Men moet rekening houden met ongeveer 50m³ lucht die een kachel per uur verbruikt; vergelijk dat eens met de 250-900 m³ van een openhaard! Het hierbij optredende warmteverlies bedraagt ongeveer 600Watt (bij -20°C buiten) welke bij de totale warmtebehoefte in een transmissieberekening (zie [hier](#) punt 2.3) opgeteld moet worden.

Vanzelfsprekend moet bij een kachel de nodige afstand van wanden en andere bouwelementen aangehouden worden. Deze is voor ieder kachel door de fabrikant aangegeven, meestal een voor niet-brandbare materialen (typisch 15 à 25cm) en rond het dubbele bij brandbare materialen. Ook de rookpijp moet een zekere afstand van andere bouwelementen hebben.

Het grote nadeel van een verwarmingssysteem op basis van een houtkachel is natuurlijk dat slechts één ruimte direct verwarmd wordt. Bij een goed geïsoleerd huis en een strategisch geplaatste kachel kan dat voldoende zijn, maar vaak zullen er, zeker in de badkamer, aanvullende maatregelen genomen moeten worden. Veel mensen kiezen dan voor plaatselijk elektrische bijverwarming. Dit kan een economisch goede keus zijn maar moet wel doorgerekend worden.

Ook houtkachels heb je in verschillende vermogens, vanaf zo'n 4 kW tot wel 16 kW. Met behulp van de regelschuiven kan men het vermogen van de kachel wel regelen, maar let hier op bij aanschaf van een kachel. Een te grote houtkachel moet altijd "geknepen" branden wat het milieu niet te goede komt omdat de verbranding slechter is.

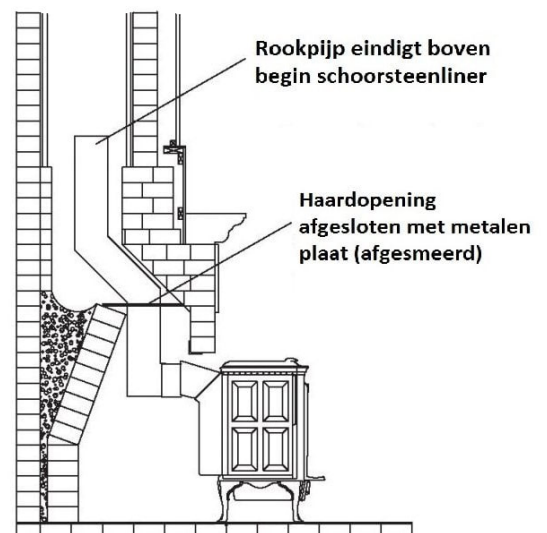
Houtkachels kunnen ook op het rookkanaal van een openhaard aangesloten worden. Vaak wordt hierbij een metalen pijp in de schoorsteen geplaatst die afgestemd is op de rookpijpaansluiting van de kachel. In ieder geval moet de schoorsteen van onder afgesloten worden om het effect van ballastlucht uit te sluiten.

Zo niet dan moet er tot boven een RVS rookpijp of flexpijp geplaatst worden, bijv. volgens [afb.1 bij 12.1.3](#).

Voor de regels betr. het plaatsen van een metalen schoorsteen in bestaande huizen (ook met houten plafonds) zie bijv. de website van [Poujolat](#).



afb. 12.1.2 -14 Afsluitplaat in openhaard, hier tijdens de installatie.



afb. 12.1.2 - 16 Aansluiting van een Jotul houtkachel



afb. 12.1.2 - 15 ijzeren kachel in openhaard geplaatst

5.2 Stooktips voor houtkachels

In Canada, Scandinavië en Zwitserland is in de laatste jaren veel onderzoek naar rendementsverbetering van houtgestookte kachels gedaan. Dit heeft onder meer tot de ontwikkeling van de **inverse stookmethode** geleid, ook Top-Down methode genoemd, zie ook **deze publicatie**.

Het principe van **Top-Down** is:

Men stapelt onderin de dikke houtblokken in meerdere lagen, een laag kruislings op de andere, legt daarop het aanmaakblokje en bovenop een paar stukjes aanmaakhout - dus compleet andersom dan wij gewend zijn!

Ik was ook eerst sceptisch, maar het werkt. Het geheim blijkt daarin te schuilen dat de grote blokken langzaam opgewarmd worden waardoor deze gas afgeven dat rookvrij verbrandt. En pas weer nieuwe houtblokken erop leggen als de eerste lading compleet verbrandt is en er alleen nog gloed aanwezig is!

Tot mijn verbazing bleef ook de ruit van onze *insert* veel schoner.

Probeert u het ook eens!

5.3 Investeringskosten houtkachel

De investeringskosten zijn zeer laag in vergelijking met CV systemen. Houtkachels zijn te verkrijgen vanaf €500,-. Ook als men kiest voor elektrische bijverwarming zijn de investeringskosten niet veel hoger dan een €1500,- tot €2000,-, er vanuit gaande dat de schoorsteen aanwezig is. De brandstofkosten zijn voor hout natuurlijk erg laag en ook al moet men elektrisch bij verwarmen in twee of drie ruimtes, wat het voordeel wel enigszins teniet doet, kan deze vorm van verwarming een economisch goede keus zijn. De onderhoudskosten beperken zich tot het jaarlijks vegen van de schoorsteen.

Tegelkachels daarentegen kosten veel. In de meeste gevallen worden de "echte" tegelkachels ter plekke gebouwd en kan men ze niet los kopen. Een prijs is daarom moeilijk te geven. Er worden wel kachels te koop aangeboden onder de noemer tegelkachel maar dat zijn vaak (giet)ijzeren kachels die van zogenaamde spekstenen ornamenten zijn voorzien. Dit is in feite een houtkachel die wat aan warmteopslag in de spekstenen doet maar niet het zelfde effect heeft als een echte tegelkachel. In feite dus een middending tussen een ijzeren houtkachel en een echte tegelkachel.

6. Elektrische verwarming

We hebben boven in dit menupunt in hoofdstuk 1 gezien dat een verwarmingssysteem gebaseerd op elektrische radiatoren de hoogste brandstofkosten met zich meebrengt. Toch kan ook deze vorm van verwarming zich in een grote aanhang in Frankrijk verheugen. De aanleg van het systeem is namelijk simpel, lees goedkoop, de onderhoudskosten zijn nihil en er treedt bijna geen slijtage op. Daarnaast is via allerlei regelsystemen een zeer goede afstemming op de warmtevraag mogelijk en zijn de energiekosten *niet heel veel hoger* dan bij een CV op olie of gas.

Maar dit geldt natuurlijk alleen in Frankrijk met z'n (nog) lage (kernenergie) elektriciteitsprijzen en gunstige tarieven (heures pleines/heures creuses).



Convecteur

Panneau rayonnant

Radiateur chaleur douce

afb. 12.1.2 - 17 Elektrische kachels

Er zijn veel verschillende typen te koop. De goedkoopste variant is de *convecteur*. Dit type is in feite niet meer dan een plaatstalen doos met een verwarmingspiraal, leverbaar in vermogens tussen 500 en 2000Watt en levert praktisch alleen convectiewarmte. Een variant die ook stralingswarmte produceert wordt *panneau rayonnant* genoemd. Beide genoemde types zijn van het aan-uit type. Dat betekent dat de warmte alleen geleverd wordt als de panelen aan staan en de warmteproductie direct stopt zodra het paneel uitgezet wordt.

Het derde type heet *radiateur chaleur douce*. Dit type elektrische radiator geeft een combinatie van convectiewarmte en stralingswarmte en bezit enige inertie; dat wil zeggen dat warmte inwendig opgeslagen wordt. Meestal gebeurt dat in een keramisch binnenwerk of in oliegevulde kolommen. Dit type verwarming wordt dus langzamer warm en geeft ook nog enige tijd warmte als de elektriciteit al afgeschakeld is. Ze worden ook wel *radiateur à brique réfractaire* genoemd en zijn wat groter en zwaarder (veel zwaarder!) dan de voorgaande typen.

Een vierde type is een accumulator kachel (*Chauffage Accumulateur*). Dit type elektrische kachel is speciaal bedoeld voor als men dag- en nachstroom tarief (*heures pleines / heures creuse*) heeft want deze kachel laadt zich gedurende de nachturen op om overdag de warmte aan de ruimte af te geven. Hierdoor ontstaat natuurlijk een voordeel op de elektriciteit rekening. Deze kachels zijn alleen in de grotere vermogens leverbaar, meestal tussen de 1000Watt tot 3000Watt, maar er blijken ook modellen met 5000W en meer te bestaan. De warmte wordt meestal in keramische stenen opgeslagen die warmtetechnisch gezien geïsoleerd in de kachel staan opgesteld. Op het moment dat men de warmte de kamer in wil hebben wordt er een ventilator gestart die de lucht van de kamer langs de stenen leidt en zodoende opgewarmd wordt. De kachel produceert alleen warme lucht en praktisch geen warmtestraling. Omdat de warmte opgeslagen moet worden is er een grote massa nodig. Dat betekent dat deze verwarmingen nogal groot uitgevallen zijn en een behoorlijk gewicht hebben.



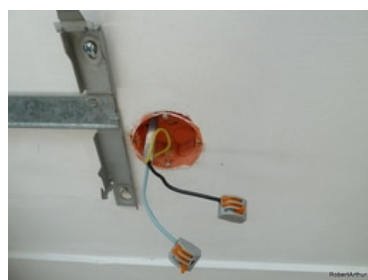
afb. 12.1.2 - 18 Accumulator kachel

Voor elk elektra-kacheltypen is een goede regeling te verkrijgen. Men kan kiezen uit lokale thermostaat functies maar ook centraal geregelde systemen die de kachels sturen via een stuurdraad (*fil de pilote*). Er zijn ook draadloze systemen (*sans fil*) te verkrijgen. Alle kachels worden gevoed via het elektriciteitsnet en het vermogen van uw aansluiting moet daarop berekend zijn. Dat kan betekenen dat uw EDF aansluiting verzwakt moet worden.

6.1 Investeringskosten voor elektrische verwarming

Als men deze elektrische verwarmingen gebruikt voor bijverwarming blijven de investeringskosten zeer beperkt. De kachels zelf variëren in prijs tussen €25,- en €50,- voor de simpele convectorkachels en tussen €125,- en €300,- voor de *chaleur douce* typen. De accumulator type zijn iets duurder, zo'n €400,- tot €800,-

Vaste **elektrische radiatoren** moeten altijd via een **inbouwdoos** en een **sortie de câble** worden aangesloten. Per verwarmingsgroep mag meer dan één radiator worden aangesloten zolang het totale vermogen maar binnen de perken blijft. Dit is de **tabel** voor draaddiktes, maximaal aan te sluiten vermogen en te gebruiken beveiliging volgens de nieuwe Amendement 5 regels. Zie hiervoor ook **13.1.9** punt 26.



Mocht men elektrische verwarming als hoofdverwarming willen gebruiken zal de investering navenant wel oplopen vanwege al het elektra-installatiewerk dat moet gebeuren (separate groepen, zware kabels).

6.2 Elektrische vloerverwarming

Elektrische vloerverwarming is hier nog niet genoemd, en ook een apart hoofdstuk zou in het kader van een inleiding wat oppervlakkig blijven. Daarom liever een verwijzing naar twee publicaties:

- een korte toelichting door de fabrikant **Thermor**
- een omvangrijke documentatie van **SystèmeD** over elektrische verwarming.

7. Warmtepompen (*pompe à chaleur*)

Aan het begin van dit hoofdstuk 12.1.2 heeft men kunnen zien dat het huis verwarmen met een warmtepomp tot de laagste energielasten leidt. Omdat de meeste mensen niet zo bekend zijn met deze manier van verwarmen wil ik er in dit artikel eens even bij stilstaan.

7.1 Wat is een warmtepomp

Het standaard antwoord wat op de bovenstaande vraag gegeven wordt is vaak: "een warmtepomp werkt hetzelfde als een koelkast. De pomp verplaatst warmte van de ene plek naar de ander plek."

Dit is natuurlijk wel juist maar voor de meeste mensen blijft dit technisch geleuter en begrijpen ze nog niet wat een warmtepomp nu eigenlijk doet. Nog erger wordt het als er gezegd wordt dat de warmtepomp warmte uit koude buitenlucht van 5°C of een ander koud medium gaat halen en dat daarmee het huis verwarmd wordt. Dit lijkt op tovenarij. Toch is dat niet zo maar is het een zuiver natuurkundig principe. Omdat het hier te ver voert om het werkingsprincipe exact uit te leggen beperkt de auteur zich tot het melden van een artikel van **wikipedia** waar de basisprincipes uitgelegd worden voor de technisch geïnteresseerden.

Er zijn drie verschillende systemen te onderscheiden in warmtepompen die geschikt zijn voor het verwarmen van een huis die hieronder behandeld zullen worden.

7.2 Lucht/lucht warmtepomp

Dit type warmtepomp gebruikt buitenlucht als warmtebron en zal binnen ook lucht als medium gebruiken om de warmte over te dragen aan de binnenruimte. Dit type warmtepomp kent u allemaal als airconditioning. Een airconditioning haalt warmte uit de binnenruimte en transporteert deze naar buiten toe. De werking van de meeste airconditioning installaties kan men echter ook omdraaien (*climatiseur réversible*). Dat wil zeggen we halen warmte van buiten juist naar binnen. In figuur 19 ziet u een voorbeeld van zo'n warmtepomp bestaande uit een binnenunit (de langwerpige doos) en een buitenunit met ventilator.



afb. 12.1.2 - 19 Lucht/lucht warmtepomp

Dit zijn betrekkelijk kleine installaties die een warmtevermogen van 2-6 kW kunnen leveren. Soms kunnen er ook twee binnenunits op aangesloten worden op één buitenunit. In principe worden deze installaties in Frankrijk verkocht als airconditioning (*climatiseur*) waarbij de verwarmingsmogelijkheden als secundaire mogelijkheid wel genoemd maar niet benadrukt wordt. Dit is ten onrechte. Een dergelijk systeem is prima instaat om lokaal ruimtes te verwarmen tegen lage energiekosten. Wel moet bij aanschaf uitgezocht worden welke typen het beste rendement hebben. Algemeen kan gezegd worden dat zogenaamde "inverter" modellen een hoger rendement hebben dan de traditionele modellen. "Inverter" modellen hebben een techniek aan boord waarbij de warmtepomp harder of zachter kan werken naar gelang de warmte/koude behoefte. De traditionele modellen kunnen alleen aan of uit staan. In alle gevallen wordt er een *classe énergétique* opgegeven voor zowel de koel functie als ook de verwarmingsfunctie, waarbij classe A natuurlijk voor het beste rendement staat. Ook kunnen de "inverter" modellen vaak met lagere buitentemperaturen (tot -15°C) **werken** dan de traditionele modellen (vaak tot -7°C). Bedenk wel dat de buitenunit een redelijke geluidsproductie geeft door de grote ventilator die staat te draaien. Ook de binnenunit produceert geluid. De fabrikanten proberen dat geluidsniveau natuurlijk zo laag mogelijk te houden en dat is ook veel lager geworden de laatste tijd maar zal in een stil huis toch altijd wel zacht hoorbaar zijn.

Een nadeel van dit type verwarming is natuurlijk dat het alleen warme lucht produceert. Er wordt geen enkele vorm van stralingswarmte opgewekt.

Investeringskosten lucht/lucht warmtepomp

De investeringskosten voor dit type warmte pomp zijn betrekkelijk laag. De aanschaf van de warmtepomp plus appendages ligt tussen de €800,- tot €2500,- afhankelijk van uitvoering en kwaliteit. Ook de aanleg van het systeem vergt niet al te veel kostbare manuren. Voor de handige knutselaar is het ook prima zelf te doen alleen dient men dan te letten op welk type men koopt. Het model moet dan wel een doe-het-zelf pakket "*prêts à poser*" zijn. Er dient dan een

"kit de raccordement rapide" aangeschaft te kunnen worden. Dat betekent dat de leidingen tussen buiten en binnen unit al van te voren gevuld zijn met "gaz réfrigérant". Is dit niet het geval dan dient te allen tijde een installateur ingeschakeld te worden om het systeem aan te sluiten en af te vullen. Als men de warmtepomp aan laat leggen kan subsidie (*crédit d'impôts*) verkregen worden. De hoogte van de subsidie is afhankelijk van de uitvoering.

7.3 Lucht/water warmtepomp

Dit type warmtepomp haalt net als het hiervoor genoemde type de warmte uit de buitenlucht maar de binnenunit ontbreekt. De warmte wordt hierbij via een water circuit overgebracht. Dit watercircuit is bijvoorbeeld heel goed aansluitbaar op een vloerverwarmingssysteem. Het is minder geschikt om aan een CV systeem met radiatoren aan te sluiten in verband met de hogere water temperaturen van een CV installatie. Een warmtepomp functioneert namelijk met het beste rendement als het temperatuurverschil tussen het primaire en het secundaire circuit zo laag mogelijk wordt gehouden, dus bij een gegeven buitenluchttemperatuur een lage temperatuur in het secundaire circuit, bijvoorbeeld 30-35°C. Dit type warmtepomp is ontwikkeld specifiek voor verwarmen van complete woonhuizen en is daarom ook leverbaar in grotere vermogens vanaf 6kW tot wel 25kW warmtetechnisch gesproken. Elektrisch vermogen is ongeveer één derde hiervan. Nog grotere systemen zijn ook wel leverbaar. De aanleg van het systeem kan eigenlijk alleen door een gespecialiseerde installateur verzorgd worden.



afb. 12.1.2 - 20 Lucht-water warmtepomp

Investeringskosten lucht/water warmtepomp

De investeringskosten zijn behoorlijk hoger dan bij de lucht/lucht warmtepompen. De aanschafkosten van de warmtepomp lopen uiteen van €4000,- tot €8000,-. Er moet natuurlijk ook een vloerverwarmingssysteem aanwezig zijn of aangelegd worden. En er moet bedacht worden dat de meeste types een driefase aansluiting (*trifasé*) aan het elektriciteitsnet nodig hebben om te kunnen functioneren. Alleen de kleinste type zijn in *monofasé* uitvoering leverbaar. Dat betekent in veel gevallen dat de elektra installateur erbij moet komen om het één en ander aan te sluiten. Een van de grond af opgebouwde installatie komt dus al gauw op €15.000,- tot €20.000,-. Men kan wel in aanmerking komen voor subsidie (*crédit d'impôts*) van 50% op aanschafkosten.

7.4 Water/water warmtepomp

Een geheel ander type warmtepomp is de water/water warmtepomp. Deze haalt de warmte niet uit de buitenlucht maar uit de grond, de zogenaamde geothermische warmtepomp. De warmte aan de grond onttrekken kan op twee manieren. De eerste manier is een diepe verticale put van wel 50-100 meter diepte waarin een warmte wisselaar wordt neergelaten en de tweede wijze is de horizontale warmtewisselaar die op een diepte van 1,5 tot 2,5m in de tuin ingegraven wordt. Hieronder twee plaatjes uit een brochure van de Organisatie voor Duurzame Energie Vlaanderen.



afb. 12.1.2 - 21 Verticale water/water warmtepomp



afb. 12.1.2 - 22 Horizontale water/water warmtepomp

Deze typen van warmtepompen hebben het beste rendement over het gehele jaar gezien omdat de aanvoer temperatuur van de aardwarmte hoger en praktisch constant is in tegenstelling tot de lucht/lucht en lucht/water warmtepompen die afhankelijk zijn van de lager liggende en sterk wisselende temperatuur van de buitenlucht. Hierdoor is het voor de fabrikant makkelijker om het werkingpunt van de installatie voor het rendement zo gunstig mogelijk te kiezen.

Ook deze systemen zijn het meest geschikt voor vloer en/of wandverwarmingsystemen met een zo laag mogelijke secundaire temperatuur van 30/35°C. Hoewel er ook (minder efficiënte) systemen zijn waarbij met hogere temperaturen en normale radiatoren gewerkt kan worden.

Investeringskosten water/water warmtepomp

In algemene termen kan gezegd worden dat de installatie meer kost dan de lucht/water warmtepomp. De basisunit zal

in aanschaf ongeveer evenveel kosten maar de aardwarmtewisselaar moet ook aangelegd worden. Dat vergt of de boring van een put of het afgraven van een gedeelte van de tuin. Reken op een totale investering van €20.000,- tot €30.000,-. Ook hierbij is het mogelijk om 50% subsidie te krijgen.

'Rendement' van een verwarmingssysteem met warmtepomp

Bij een warmtepomp werd vaak van een rendement gesproken, dus de verhouding afgegeven energie tot verbruikte energie. Maar omdat dit steeds meer dan 100% zou zijn is nu het gebruikelijk van een Coëfficiënt of Performance (COP) te spreken, die normaal tussen 1 en 5 ligt. Dit is de quotient van afgegeven warmte tegen het energieverbruik van de warmtepomp. De COP is sterk afhankelijk van het *temperatuurtraject*, het verschil tussen de temperatuur van de warmtebron (bijv. het grondwater) en die van het warmteverbruik (bijv. de watertemperatuur van de vloerverwarming), en veel minder van de technische efficiëntie van de pomp zelf. Dit is **hier** nader uitgelegd. Kernzin van dit betoog:

Het komt erop neer dat voor een hoge COP, en dus voor lage stookkosten, de temperatuur van de vloeistof die uit de bodem wordt opgepompt zo hoog mogelijk moet zijn en dat de temperatuur van het water waarmee het huis verwarmd wordt zo laag mogelijk moet zijn.

7.5 Meer info over warmtepompen

SystèmeD heeft in januari 2017 een goede samenvatting over alle aspecten van warmtepompen (PAC = Pompe à Chaleur) gepubliceerd.

Historische voetnoot (C.v.Klösterlein)

Warmtepompen dringen weliswaar pas de laatste tien of twintig jaar op de markt door, maar zij bestaan al langer. Lord Kelvin (ja die naar wie de graden Kelvin benoemd zijn) beschreef reeds 1852 warmtepompen voor het verwarmen en koelen als een van de toepassingen van zijn *inverted thermal engine*, de omgekeerde warmtekrachtmachine.

De eerste centrale verwarming met een warmtepomp werd 1938 in het stadhuis van Zürich geïnstalleerd; men gebruikte als warmtebron het riviertje de Limmat. Zwitserland, van nature arm aan fossiele energie maar gezegend met hydroelectriciteit, is nog steeds toonaangevend op het gebied van warmtepompen.

volgende →

[Maak een gratis website met Weebly](#)