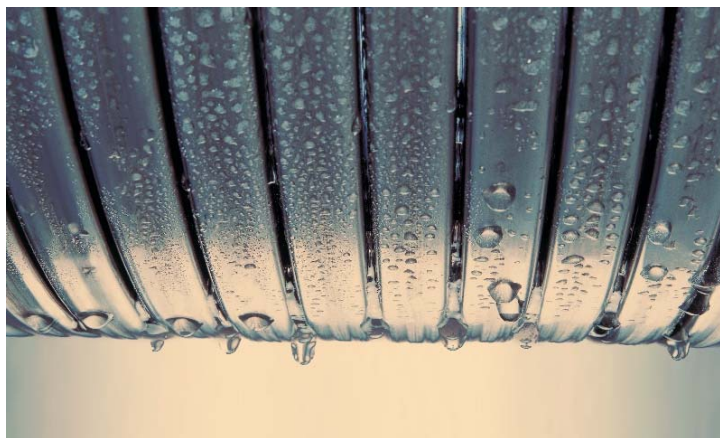


CONCEPTFICHE 1:



Viessmann

Condensatieketels

Werkingsprincipe

Een condensatieketel is ontworpen om permanent een groot deel van de waterdamp uit rookgassen te condenseren. Het condensatieproces voltrekt zich in een warmtewisselaar die dienst doet als condensor en waarin het retourwater uit de installatie de afgevoerde rookgassen kruist.

Dankzij de afkoeling van de rookgassen wordt het mogelijk om een maximale hoeveelheid voelbare en latente warmte vrij te maken. Voelbare warmte is de warmte die vrijkomt wanneer de temperatuur van de waterdamp of het vloeibare water daalt. Latente warmte is de warmte die vrijkomt wanneer de waterdamp in de gassen naar zijn vloeibare staat overgaat.

Inhoudsopgave

1	Werkingsprincipe	3
2	Voordelen van een condensatieketel.....	3
3	Verbranding.....	4
4	Meer dan 100% rendement?	4
5	Warmtedistributie en -afgifte	5
5.1	Radiatoren	5
5.2	Convectoren	5
5.3	Vloer- en muurverwarming	5
6	Een bestaande ketel vervangen	6
7	Regeling van een condensatieketel.....	6
7.1	Kamerthermostaat	6
7.2	Klimaatregeling.....	6
8	Afvoer van rookgassen	7
8.1	Afvoerkanalen.....	7
8.2	Open verbrandingskring	7
8.3	Gesloten verbrandingskring.....	7

Referenties

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf. De Cuyper (K.), Schietecat (J.). Condensatieketels. TV 235, 100 p., 2008.

Bureau voor normalisatie. NBN EN 1443: 2003. Schoorstenen – Algemene eisen

Bureau voor normalisatie. NBN EN 13384-1: 2015. Schoorstenen - Thermische en dynamische stromingsberekenningsmethoden - Deel 1: Schoorstenen die op één enkel toestel zijn aangesloten.

Bureau voor normalisatie. NBN EN 13384-2: 2015. Schoorstenen - Thermische en dynamische stromingsberekenningsmethoden - Deel 2: Schoorstenen die op meer dan één verwarmingstoestel zijn aangesloten.

Bureau voor normalisatie. NBN EN 13384-3 : 2006. Schoorstenen – Thermische en dynamische berekeningsmethoden – Deel 3: Methoden voor de ontwikkeling van diagrammen en tabellen voor schoorstenen voor een enkel verwarmingstoestel.

Bureau voor normalisatie. NBN EN 15287-1+A1: 2010. Schoorstenen - Ontwerp, installatie en ingebruikneming van schoorstenen - Deel 1: Schoorstenen voor van de omgevingslucht afhankelijke verwarmingstoestellen.

Bureau voor normalisatie. NBN EN 15287-2: 2008. Schoorstenen - Ontwerp, installatie en ingebruikneming van schoorstenen - Deel 2 : Schoorstenen voor gesloten verwarmingstoestellen.

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf. Condensatieketels. Voordelen en werking. WTCB Digest nr. 10.1, 4 p., 2010.

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf. Condensatieketels. Een nieuwe verwarmingsinstallatie. WTCB Digest nr. 10.2, 4 p., 2010.

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf. Condensatieketels. Een bestaande verwarmingsketel vervangen. WTCB Digest nr. 10.3, 4 p., 2010.

1 Werkingsprincipe

Een condensatieketel is ontworpen om permanent een groot deel van de waterdamp uit rookgassen te condenseren.

Het condensatieproces voltrekt zich in een warmtewisselaar die dienst doet als condensor en waarin het retourwater uit de installatie de afgevoerde rookgassen kruist.

Dankzij de afkoeling van de rookgassen wordt het mogelijk om een maximale hoeveelheid voelbare en latente warmte vrij te maken. Voelbare warmte is de warmte die vrijkomt wanneer de temperatuur van de waterdamp of het vloeibare water daalt. Latente warmte is de warmte die vrijkomt wanneer de waterdamp in de gassen naar zijn vloeibare staat overgaat.

In de praktijk zal het condensatieproces pas kunnen starten indien de retourwatertemperatuur ongeveer 5 °C lager ligt dan het dauwpunt (*de temperatuur beneden dewelke de waterdamp in de rookgassen condenseert, m.a.w. ongeveer 55°C bij aardgas en 47°C bij gasolie*). In de praktijk zal men dus onder de 50°C moeten zakken voor aardgas en onder de 42°C voor gasolie.

Het dauwpunt wordt evenwel beïnvloed door de verbrandingsluchtvermaat (het dauwpunt stijgt met de luchtvermaat). Een weloverwogen afstelling van de brander is met andere woorden essentieel voor de optimale werking van een condensatieketel.

Het is veel efficiënter om de verwarmingsinstallatie steeds op de laagst mogelijke temperatuur te laten werken, zonder dat het thermische comfort hieronder hoeft te lijden. Men kan dit verwezenlijken door de keteltemperatuur te laten afhangen van de buitentemperatuur. Deze 'glijdende

temperatuurregeling' zal ervoor zorgen dat er een maximale hoeveelheid waterdamp kan condenseren in de rookgassen. Zodoende verkrijgt men een optimaal rendement met een minimale uitstoot van schadelijke gassen.

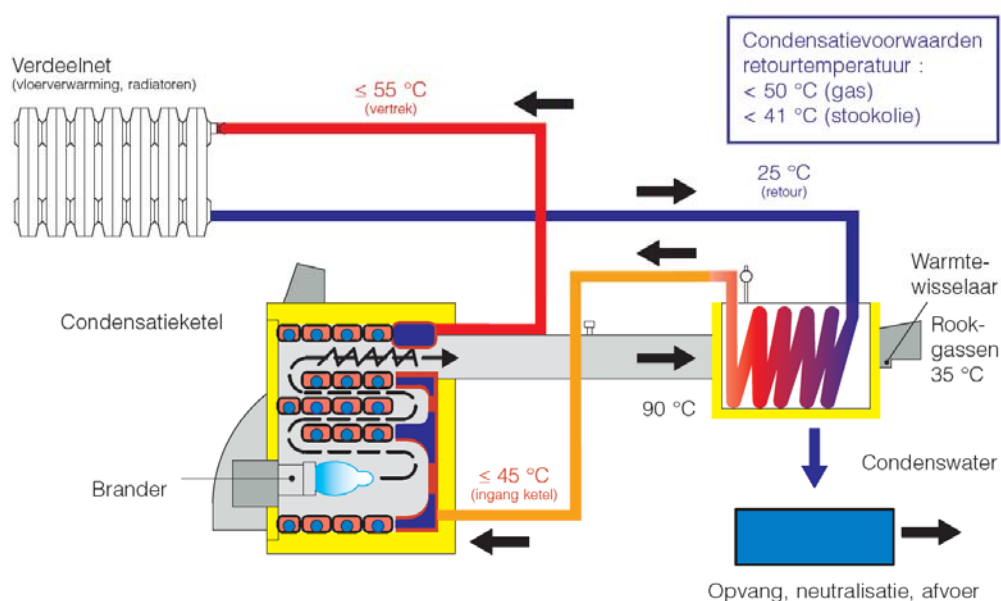
In een doorsnee eengezinswoning produceert een condensatieketel jaarlijks zo'n 500 tot 2000 liter condenswater. Dit water is zuur en heeft een pH-waarde tussen 2 en 5, afhankelijk van de gebruikte brandstof. De materialen die in contact komen met het condenswater moeten dus corrosiebestendig zijn: kunststoffen (PVC, PE, PP, ...), gres, gietijzer, enz. Indien nodig, kunnen de zure condensaten geneutraliseerd worden door een filterreservoir vooraleer ze in de riolering terecht komen.

2 Voordelen van een condensatieketel

Het rendement van een condensatieketel kan tot 10% hoger liggen dan dat van een traditionele niet-condenserende ketel.

Deze betere energieprestaties worden veroorzaakt door de volgende factoren:

- een doorgedreven afkoeling van de rookgassen die aanleiding geeft tot:
 - een daling van de voelbare-warmteverliezen
 - condensatie van de in de rookgassen gevormde waterdamp, waardoor men de latente warmte kan recupereren
- een verminderd warmteverlies naar de omgeving dankzij de lagere watertemperatuur
- een optimalere verbranding met een minimaal luchtoverschot.



Afbeelding 1 – Werkingsprincipe van een condensatieketel

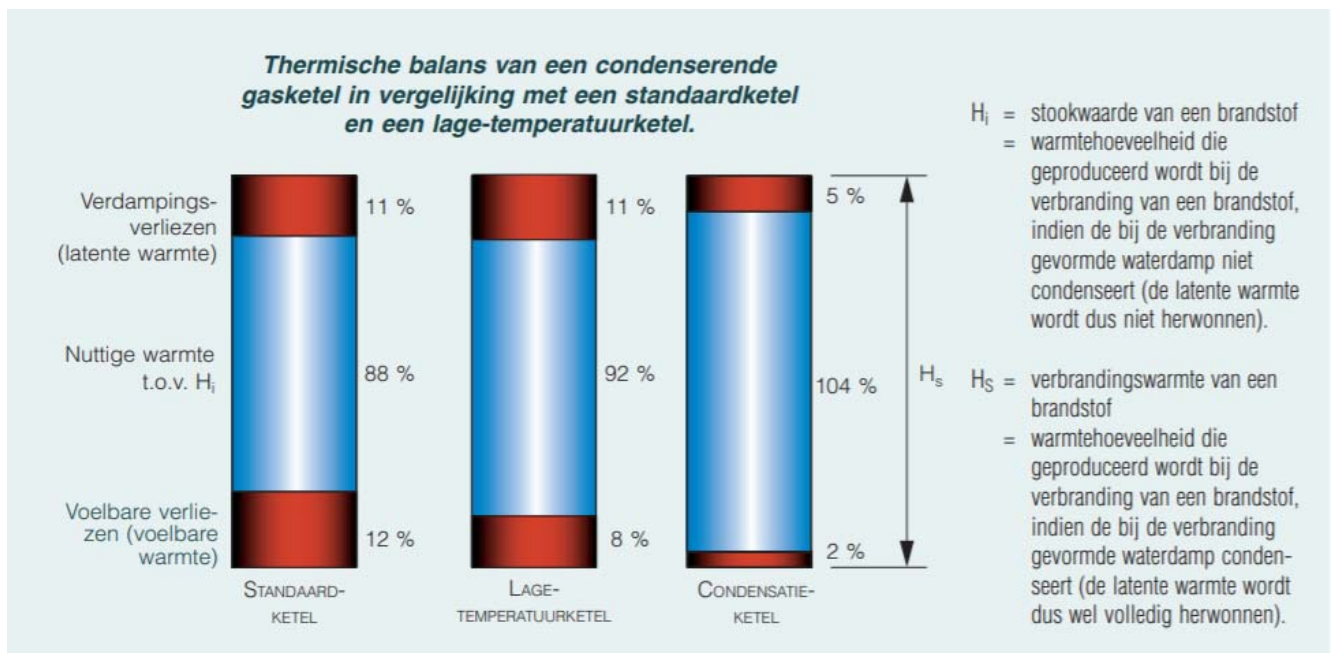
Deze voordelen zullen zich evenwel pas echt voordoen indien de ketel gedurende een voldoende lange tijd op lage temperatuur kan werken. En dit vereist een aangepast warmteverdeelstelsel.

De theoretische winst kan bij condensatie van de volledige hoeveelheid waterdamp 6% (gasolie) tot 11% (aardgas) hoger liggen dan de stookwaarde.

Een andere factor die de energieprestaties van een condensatieketel bevordert, is een optimaal werkende brander die zorgt voor een minimale luchtvermaat. Bovendien kan een modulerende brander interessant

zijn om het aantal start- en stopcycli te beperken. Dit laat toe om de ketel grotendeels op deellast te laten werken, waardoor hij een beduidend hoger rendement zal opleveren dan een brander met een eenvoudige 'aan & uit'-sturing.

Een derde winstbron ligt in de verminderde convectie- en stralingsverliezen van de condensatieketel naar de omgeving als gevolg van de lagere ketelwatertemperatuur.



Afbeelding 2 – Thermische balans van drie soorten gasketels

3 Verbranding

Gas en gasolie zijn koolwaterstoffen en bestaan dus uit koolstof (C) en waterstof (H), aangevuld met een kleine hoeveelheid zwavel (S) in het geval van gasolie.

Bij een verbranding op hoge temperatuur (>1000 °C) gaan de koolstof-, waterstof- en zwavelelementen reageren met de zuurstof uit de lucht (O₂) waarbij koolstofdioxide (CO₂), waterdamp (H₂O) en zwaveldioxide (SO₂) gevormd worden. Daarnaast reageert een kleine hoeveelheid stikstof (N) in de lucht ook met de zuurstof, wat aanleiding geeft tot de vorming van stikstofoxiden (NO_x, zijnde NO en NO₂). De warmte die door deze reacties geproduceerd wordt, manifesteert zich in de rookgassen onder de vorm van voelbare warmte en latente warmte.

4 Meer dan 100% rendement?

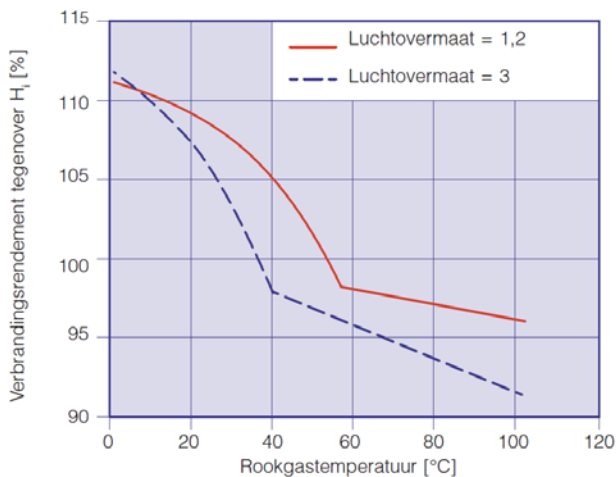
Aangezien er vroeger geen sprake was van terugwinning van condensatiewarmte, ging men ervan uit dat de maximale prestatie van een ketel

(100% rendement) bereikt werd indien alle door de verbranding geproduceerde voelbare warmte teruggewonnen werd. Rendementen rond de 90% (in vergelijking met de onderste verbrandingswaarde H_i van de brandstof) werden dan ook als goed beschouwd.

Dankzij de condensatie van de waterdamp in de rookgassen wordt er meer energie teruggewonnen. Hierdoor kan het verbrandingsrendement (d.w.z. ten opzichte van de stookwaarde H_i van de brandstof) meer dan 100 % bedragen.

De grafiek hieronder toont de evolutie van het verbrandingsrendement in functie van de temperatuur van de rookgassen en de luchtvermaat in een condenserende gasketel.

Met een dergelijke ketel kan men, dankzij de temperatuurdaling van de rookgassen van 120°C tot 35°C, een rendementstijging van zo'n 10% bereiken door de herwinning van de voelbare en de latente warmte in de rookgassen. Bovendien zorgt de beperking van de luchtvermaat voor een stijging van het rendement (van 6% bij 35°C in de grafiek hieronder).



Afbeelding 3 – Evolutie van het verbrandingsrendement in functie van de rookgastemperatuur en de luchtvermaat in een condenserende gasketel.

5 Warmtedistributie en -afgifte

Voor een optimaal globaal systeemrendement kan men een condensatieketel best combineren met distributie- en afgiftesystemen die werken op een (zeer) lage temperatuur.

5.1 Radiatoren

Aangezien het watertemperatuurregime in een lage-temperatuurverwarming lager ligt dan het proefwaterregime (75/65°C), dient de werkelijke warmteafgifte van elke radiator omgerekend te worden. Men zal dan grotere radiatoren moeten gebruiken dan bij een regime op 75/65°C.

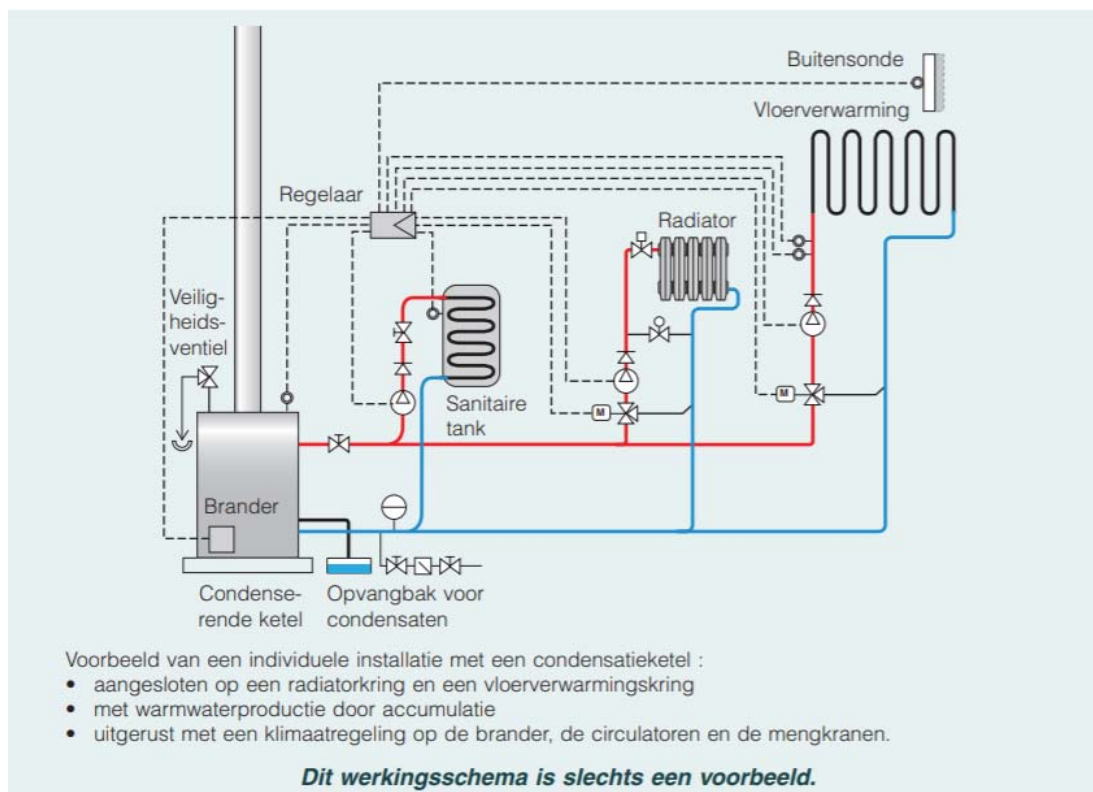
5.2 Convectoren

De nieuwste ontwikkelingen op het gebied van convectoren zijn gericht op het verhogen van de warmteafgifte bij lagere watertemperaturen: aanpassing van de vorm en de afmetingen van de convectieribben rond de buizen, gedwongen convectiestroming door de inbouw van miniventilatoren* die automatisch aangedreven worden volgens de verwarmingsbehoeften. Hierdoor kunnen convectoren eveneens gebruikt worden in combinatie met een condensatieketel.

** In voorkomend geval dient men te letten op het stroomverbruik en het lawaai dat de ventilatoren veroorzaken.*

5.3 Vloer- en muurverwarming

De zeer lage temperatuur waarop vloer- en muurverwarmingssystemen werken, is in het bijzonder geschikt voor condensatieketels.



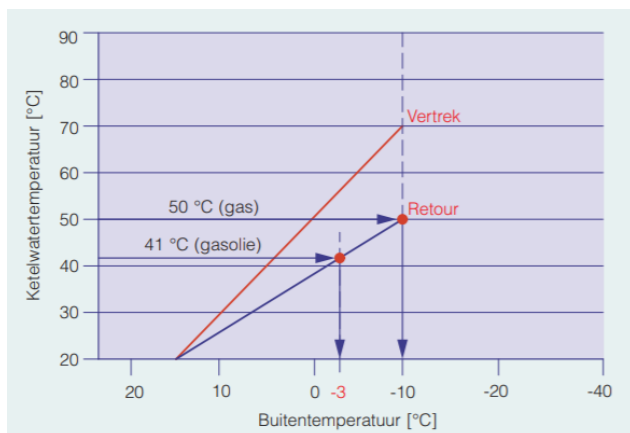
Afbeelding 4 – Voorbeeld van een individuele installatie met een condensatieketel

6 Een bestaande ketel vervangen

De voornaamste vraag die men zich moet stellen bij de vervanging van een oude ketel door een condensatieketel, is of deze wel in een condenserende fase kan werken indien hij aangesloten wordt op een traditionele radiatorkring die ontworpen werd voor een hogetemperatuurregime (bv. 90/70 °C).

In de weinig waarschijnlijke hypothese dat een condensatieketel niet zou condenseren, zou zijn rendement toch nog altijd beter zijn dan dat van een traditionele ketel. Uit een WTCB-onderzoek naar nieuwe woningen op het einde van de jaren negentig is bovendien gebleken dat het geïnstalleerde verwarmingsvermogen in de meeste ruimten sterk overgedimensioneerd is. Het vermogen van de geïnstalleerde radiatoren bleek gemiddeld 1,7 maal groter te zijn dan het berekende benodigde vermogen, waardoor men in dergelijke gevallen zou kunnen overgaan van een regime op 90/70°C naar een regime op 70/50°C, zonder enig verlies aan comfort.

Dankzij een dergelijke regimewijziging kan een ketel overigens veel langer in condenserende voorwaarden werken, tot vrijwel -3°C (gasolie) à -10°C (gas), zoals de afbeelding hieronder aantoont. In dat geval zal een ketel gedurende bijna de volledige stookperiode condenserend kunnen werken, voor zover hij uitgerust is met een aangepast regelingssysteem. Indien de ketelvervanging daarenboven gepaard gaat met een gebouwrenovatie (met een verbetering van de thermische isolatie), zal de overdimensionering van de radiatoren verder toenemen, waardoor de condenserende ketelwerking nog beter tot haar recht zal komen.



Afbeelding 5 – Effect van de omschakeling van een regime op 90/70°C naar een regime op 70/50°C.

7 Regeling van een condensatieketel

7.1 Kamerthermostaat

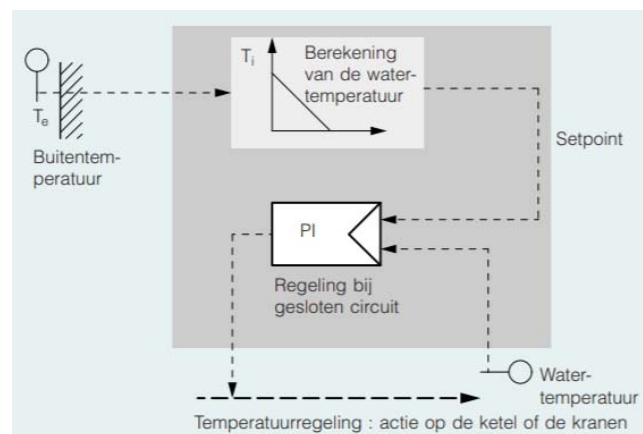
Indien de ketel geregeld wordt door een kamerthermostaat die opgesteld staat in de woonkamer (zoals in de meeste eengezinswoningen), kiest men best voor een 'intelligente' thermostaat (met een tijdsproportioneel gedrag) waarmee het werkgebied van de ketel kan aangepast worden in functie van de effectieve last.

7.2 Klimaatregeling

Indien geen enkele referentieruimte geschikt is voor de kamerthermostaat, kan de verwarmingsinstallatie geregeld worden naargelang van de belangrijkste invloedfactor op de warmtebehoefte, namelijk de buitentemperatuur. Deze regeling wordt dan ook een 'weersafhankelijke' regeling genoemd. Onderstaande afbeelding geeft het werkingsschema van een dergelijke regeling weer.

In de praktijk wordt er bij een dergelijke regeling een zogenoemde stooklijn ingesteld die het verband aangeeft tussen de door een buitensonde gemeten buitentemperatuur en de gewenste watertemperatuur, rekening houdend met de ketelprestaties en de eigenschappen van het gebouw en zijn warmteafgiftesysteem.

Aan een regelaar met buitensonde kan men ook één of meerdere ruimtesondes koppelen om de temperatuur in de verschillende ruimten nauwkeuriger te regelen.



Afbeelding 6 – Werkingsschema van de klimaatregeling

8 Afvoer van rookgassen

8.1 Rookgasafvoerkanalen

De verbrandingsproducten moeten afgevoerd worden volgens de voorschriften uit de normen NBN EN 15287-1 en -2.

De materialen en producten die hierbij gebruikt worden, moeten op hun beurt voldoen aan de geldende Europese normen. In combinatie met condensatieketels moeten de rookgasafvoerkanalen behoren tot temperatuurklasse T80 tot T160 (volgens het keteltype) en tevens bestand zijn tegen condensaten (weerstandsklasse tegen condensaten W). De weerstandsklasse tegen corrosie (1, 2 of 3) zal gekozen worden in functie van de brandstof (EN 1443).

Indien men een bestaande ketel vervangt door een condenserende ketel, mag men deze laatste niet zonder meer aansluiten op het bestaande afvoerkanaal (schouw). Aangezien de rookgassen bij condenserende ketels verder afgekoeld worden, zijn deze immers compacter en zwaarder. Het is daarom belangrijk om enerzijds te zorgen voor een aangepaste dimensionering van het schoorsteenkanaal en anderzijds de schoorsteenwanden te isoleren. Het afvoerkanaal van de condensatieketel moet bovendien bestand zijn tegen de corrosie die veroorzaakt wordt door het condenswater dat erin terecht komt. Traditionele gemetselde schouwen of schouwen die opgebouwd zijn uit niet-bestendige schouwpotten voldoen niet aan deze eis. In dit geval zal het aanbrengen van een buis vereist zijn. Indien het technisch mogelijk is, kan men natuurlijk altijd de installatie van een volledig nieuw rookgasafvoerkanaal overwegen.

Over het algemeen raadt men aan om de voorkeur te geven aan een uitmondning boven het dak. Deze moet zich altijd in een toegelaten zone bevinden (zie NBN EN 15287-1 en -2).

8.2 Open verbrandingskring

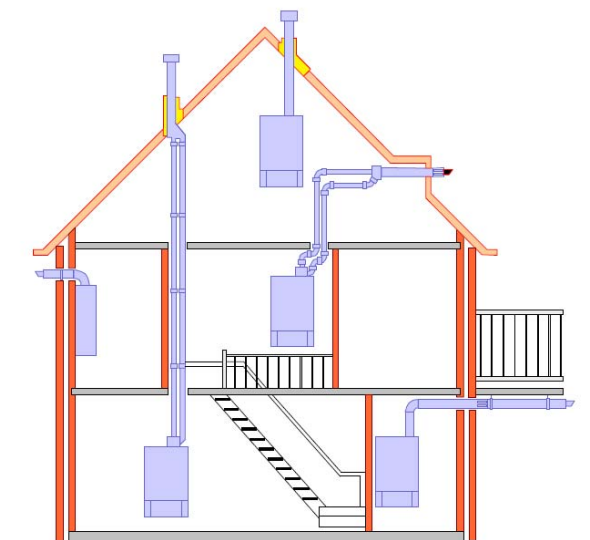
Voor condensatieketels met een open verbrandingskamer zijn de plaatselijke voorwaarden, de ketelwerking, de rookgastemperatuur en de schoorsteentrek bepalend voor de dimensionering van de rookgasafvoerkanalen. Dit geschiedt volgens de rekenmethode bepaald in de normen van de reeks NBN EN 13384.

Wegens de complexiteit van deze methode ontwikkelde het Franse CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*), in samenwerking met een aantal professionele organisaties, een softwareprogramma waarmee men de verschillende mogelijke gevallen en situaties eenvoudig en snel kan berekenen door middel van simulaties. Deze software is gratis beschikbaar op de website www.bbs-slama.com/cheminees (enkel in het Frans).

8.3 Gesloten verbrandingskring

Condensatieketels met een gesloten verbrandingskring worden door de fabrikanten zelf op de markt gebracht als één goedgekeurd systeem waarbij de onderdelen voor de luchttoevoer en rookgasafvoer onafscheidelijk met het toestel verbonden zijn.

De dimensionering van de rookgasafvoerkanalen behoort dus tot de bevoegdheid en de verantwoordelijkheid van de fabrikant, niet die van de installateur, die de ketel en zijn toebehoren als één geheel plaatst volgens de voorschriften van de fabrikant. Zoals weergegeven in onderstaande afbeelding, kunnen de leidingen zowel verticaal in het dak als horizontaal in de gevel uitmonden.



Afbeelding 7 - Uitmondning van de leidingen in de gevel en het dak