

De afgelopen jaren zijn de stookketels van de nieuwe generatie een stuk rendabeler en compacter geworden. Deze evolutie ging echter gepaard met een toename van bepaalde problemen die vroeger zelden of nooit de kop opstaken. In dit artikel gaan we dieper in op twee schadegevallen die onderzocht werden naar aanleiding van de vervanging van een oude atmosferische stookketel door een nieuwe condensatieketel met een gesloten verbrandingskring.

Leveren moderne stookketels die minder verbruiken en compacter zijn ook minder problemen op?

Vochtproblemen ter hoogte van bestaande rookgasafvoerkanalen en een gebrekkige trek

De vervanging van een oude stookketel door een moderne gaat onder meer gepaard met een vermindering van de rookgastemperatuur in het afvoerkanaal van de verbrandingsgassen. De rookgastemperatuur aan de uitgang van de stookketel daalt immers van 200 °C of meer tot 120 °C of minder (bij condensatieketels is het bijvoorbeeld niet uitzonderlijk dat de rookgastemperatuur slechts 40 tot 50 °C bedraagt).

Indien de nieuwe stookketel aangesloten wordt op een bestaand (niet-geïsoleerd) rookgasafvoerkanaal, bestaat er een groot condensatierisico in dit kanaal. Wanneer de schoorsteen niet gevoerd werd, kan deze condensatie vochtplekken doen verschijnen op de binnenafwerking. Deze zullen zich vooral manifesteren aan de omtrek van het rookgasafvoerkanaal, voornamelijk aan de bovenkant ervan (waar de rookgastemperatuur het laagst is) (zie afbeeldingen 1 en 2).

De hoeveelheid condensatie die gevormd kan worden in een rookgasafvoerkanaal, is

onder meer afhankelijk van het debiet van de rookgassen, de temperatuur ervan aan de uitgang van de stookketel en de afkoeling in het rookgasafvoerkanaal. Deze laatste parameter is mede afhankelijk van de sectie en de thermische isolatie van het rookgasafvoerkanaal (een overdimensionering van de sectie en een gebrek aan thermische isolatie leiden tot een grotere daling van de rookgastemperatuur), van de temperatuur in de ruimten die grenzen aan het rookgasafvoerkanaal (buitenomgeving, al dan niet verwarmde ruimte ...), van het tracé en de lengte van het rookgasafvoerkanaal en van de hoeveelheid waterdamp die ontstaat bij de verbranding (afhankelijk van de brandstof).

We willen er bovendien op wijzen dat de aansluiting van een nieuwe stookketel met natuurlijke trek op een bestaand rookgasafvoerkanaal aanleiding kan geven tot een gebrekkige trek, waardoor de beveiliging van de stookketel veelvuldig in werking kan treden.

Om voornoemde problemen (inwendige condensatie en gebrekkige trek) te vermijden, dient men vooraf te verifiëren of het bestaande rookgasafvoerkanaal (type, sectie, hoogte) hergebruikt kan worden (zie § 9.2

van de TV 235). Indien dit niet het geval is, dient men het rookgasafvoerkanaal aan te passen overeenkomstig de huidige normen (NBN B 61-001 of NBN B 61-002) of een nieuw rookgasafvoerkanaal te installeren dat aan voornoemde normen beantwoordt. In dit laatste geval dient men na te gaan of er geen stookketel met horizontaal geplaatste wanddoorvoer geplaatst kan worden.

Bij de vervanging van een stookketel die aangesloten was op een collectief rookgasafvoerkanaal (bv. in een appartementsgebouw) zal men een aantal bijkomende onderzoeken en/of interventies moeten uitvoeren. Bovendien is het gebruik van condensatieketels in combinatie met dergelijke kanalen uitgesloten (zie WTCB-Dossier 2012/4.15 en 2013/4.12).

Lekken in het watercircuit van de stookketel

Onze diensten werden reeds meermaals geconfronteerd met dergelijke lekproblemen. Deze manifesteren zich gewoonlijk enkele jaren nadat de nieuwe stookketel op een bestaande verwarmingskring aangesloten werd. In bepaalde gevallen blijkt de schade te wijten te zijn aan de waterkwaliteit van de installatie (aanwezigheid van afzettingen), aan het feit dat de installatie vooraf niet gereinigd werd en/of aan de afwezigheid (of het gebrekkige onderhoud) van filters of vuilafscidders.

Zoals reeds aangehaald werd, worden de stookketels van de oude generatie alsnog vaker vervangen door compactere ketels met een beter verbrandingsrendement. Deze compactheid is voornamelijk te danken aan het feit dat de warmtewisselaars steeds kleiner worden. Deze evolutie gaat gepaard met een kleiner warmte-uitwisselingsoppervlak,

1 en 2 | Verschijning van vochtplekken op de binnenafwerking en aan de omtrek van het rookgasafvoerkanaal





3 | Warmtewisselaar van een stookketel

een beperktere waterinhoud en een hogere warmtestroom per oppervlakte-eenheid.

Een compactere warmtewisselaar kan echter ook bepaalde nadelen vertonen. Het gebruik van leidingen met een kleinere diameter zorgt er immers voor dat ze gevoeliger worden voor afzettingen (die bv. afkomstig zijn uit de oorspronkelijk geplaatste installatie-onderdelen). Een afzetting van 1 mm in een warmtewisselaar die opgebouwd is uit leidingen met een diameter van 12 mm zorgt bij wijze van voorbeeld voor een sectievermindering van 20 %. De aanwezigheid van vaste deeltjes in het water van de installatie en de accumulatie ervan in een warmtewisselaar kan dan ook gepaard gaan met een minder goede door-

stroming, een rendementsdaling, een verhoging van de temperatuur van de materialen en een vroegtijdige slijtage, wat dan weer aanleiding kan geven tot mogelijke lekken.

Indien men wil komen tot een moderne stookketel met een duurzame werking en een constant rendement, dient men er met andere woorden voor te zorgen dat deze in de mate van het mogelijke gespaard blijft van afzettingen. De kwaliteit van het water zou aan de volgende eisen moeten voldoen:

- visueel aspect: geen deeltjes in suspensie
- pH bij 25 °C: 8,2 tot 10 indien er geen onderdelen uit aluminium aanwezig zijn (max. 8,5 indien de installatie onderdelen uit ongelegeerd aluminium bevat, max. 9 indien er onderdelen uit gelegeerd aluminium aanwezig zijn)
- zuurstofgehalte: < 0,02 mg/liter
- geleidbaarheid: ≤ 1500 µS/cm.

Indien men een nieuwe stookketel aansluit op een bestaande installatie waarvan het water niet aan deze eisen voldoet, dient men niet alleen de afzettingen te verwijderen (zie kader), maar ook de mogelijke toevoer van zuurstof in het circuit tot een minimum te beperken (zie kader 'Vermijden van slibvorming', p. 26).

De verwijdering van afzettingen uit een bestaande installatie kan gebeuren door een reiniging met water met een hoog debiet (of met een mengsel van water en perslucht). Men kan eveneens overgaan tot een chemische reiniging. Hierbij worden er bepaalde producten aan het water van de installatie toegevoegd die de afzettingen in suspensie



4 Afzettingen van ijzeroxides in de leidingen

brengen, waarna deze opgevangen worden door een slibfilter of geëvacueerd worden bij het ledigen van de installatie.

Indien de installatie zodanig opgebouwd is dat de toevoer van zuurstof en/of van corrosiebronnen niet uitgesloten kan worden, dient men te opteren voor een geschikte continue waterbehandeling die afgestemd moet worden op de in het water aanwezige materialen (1 tot 10 liter product per 1000 liter te behandelen water). De effecten van deze behandeling op de waterkwaliteit moeten op regelmatige basis gecontroleerd worden. Indien er water aan de installatie toegevoegd wordt, willen we erop wijzen dat ook dit vulwater behandeld moet worden. ■

Oorzaken van de afzettingen

De afzettingen in een centrale-verwarmingsinstallatie zijn meestal toe te schrijven aan:

- de vorming van ketelsteen als gevolg van een hoge watertemperatuur
- de vorming van slib ten gevolge van inwendige corrosie.

De vorming van ketelsteen (calciumcarbonaat)

Bij de opwarming van water dat calciumionen en - in mindere mate - magnesiumionen bevat (wat het geval is voor het grootste deel van het in België verdeelde drinkwater), zorgt de hierna vermelde reactie tussen deze ionen en de bicarbonaationen tot de neerslag van onoplosbaar calciumcarbonaat, kortweg aangeduid als kalk of ketelsteen: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Hoewel dit fenomeen zich ook voordoet bij lage temperaturen, zal het zich des te sneller manifesteren in geval van een temperatuurstijging (voornamelijk vanaf 60 °C).

De hoeveelheid ketelsteen die zich kan afzetten in een installatie (met name in het circuit van de stookketel) is sterk afhankelijk van de hardheid van het vulwater, de waterinhoud van de installatie en de hoeveelheid navulwater. De totale hardheid van het water (TH) weerspiegelt de hoeveelheid oplosbare calcium- en magnesiumionen en wordt vaak uitgedrukt in Franse (°f of °fH) of Duitse (°dH) graden, waarbij 1 °dH overeenstemt met 1,786 °fH. Afhankelijk van de plaats, varieert deze waarde in België van minder dan 6° fH

Vervolg op pagina 26

(zeer zacht water) tot meer dan 40° fH (zeer hard water). De fysico-chemische karakteristieken van het water kunnen opgevraagd worden bij de waterdistributiemaatschappij of kunnen eenvoudig afgeleid worden uit een meting van de hardheid van het water met behulp van een in de handel verkrijgbare kit.

Naargelang van zijn totale hardheid kan het water gekwalificeerd worden als:

TH [°fH]	0-7	7-15	15-25	25-42	>42
Hardheid	Zeer zacht	Zacht	Halfhard	Hard	Zeer hard

Naarmate de hardheid van het water groter is, zal het ook meer ketelsteenvormende ionen bevatten. Men zou dus geneigd kunnen zijn om zijn toevlucht te nemen tot regenwater (bijna volledig vrij van opgeloste zouten) of gedemineraliseerd water. Dit is echter niet aangeraden omdat dit gepaard kan gaan met een groter corrosierisico. Men dient dus de voorkeur te geven aan het gebruik van drinkwater, ondanks het feit dat dit gewoonlijk een grotere hardheid vertoont.

De hoeveelheid ketelsteen die zich in een installatie kan afzetten, is eveneens afhankelijk van de capaciteit ervan. Zo vertonen grotere installaties een groter watervolume. Dit volume is niet alleen afhankelijk van het totale geïnstalleerde ketelvermogen, maar ook van de aard van het warmteafgiftesysteem (radiatoren hebben een grotere waterinhoud dan convectoren).

De hoeveelheid navulwater kan eveneens een invloed uitoefenen op de omvang van de afzettingen. De regelmatige toevoeging van vers water leidt immers tot de toevoer van nieuwe calcium- en magnesiumionen die op hun beurt aanleiding kunnen geven tot de vorming van calciumcarbonaat. De hoeveelheid water die na de eerste vulling aan de installatie toegevoegd wordt (bv. na werken aan de installatie) zou met andere woorden beperkt moeten blijven. De norm NBN EN 14868 stelt in deze context trouwens dat er over de volledige levensduur van de installatie en na de eerste vulling ervan maximum twee totale bijkomende verversingen van de waterinhoud mogen plaatsgrijpen (dit is essentieel om het corrosierisico binnen de perken te houden; zie onderstaand kader).

Voor meer informatie over de kwaliteit van het vulwater van een centrale-verwarmingsinstallatie verwijzen we naar het [WTCB-Dossier 2012/2.13](#). Uit dit document blijkt dat men ter beperking van het risico op ketelsteenvorming gebruik zou kunnen maken van vulwater dat vooraf verzacht werd (bv. door een behandeling met harsen die een ionenuitwisseling tot stand brengen). Er loopt momenteel een prenormatief onderzoek naar de doeltreffendheid van de verschillende ketelsteenwerende behandelingen.

De vorming van slib

Wanneer ijzer (staal) in contact komt met zuurstofhoudend water (en dus niet met 'dood' water) worden de volgende ijzeroxiden gevormd:

- magnetiet (Fe_3O_4) dat zich afzet onder de vorm van een zeer dunne zwarte laag. Deze afzetting beschikt over magnetische eigenschappen
- hematiet (Fe_2O_3). Dit type afzetting ontstaat wanneer er een grote hoeveelheid zuurstof aanwezig is en wordt gekenmerkt door een roodbruine kleur.

Gezien 1 g in water opgelost O_2 aanleiding kan geven tot de vorming van 3,62 g Fe_3O_4 is het duidelijk dat de herhaalde toevoer van zuurstof in een installatie na verloop van tijd aan de grondslag kan liggen van een aanzienlijke hoeveelheid afzettingen. Als we ervan uitgaan dat 1 liter leidingwater ongeveer 10 mg opgeloste zuurstof bevat, mogen we aannemen dat elke in de waterinstallatie geïnjecteerde liter (niet-behandeld) water aanleiding zal geven tot de afzetting van 36 mg magnetiet.



In water gesuspenderde hematiet- of roestsporen

Vermijden van slibvorming

Indien men de gevormde hoeveelheid slib wil verminderen, dient men de zuurstoftoevoer in het water van de installatie te beperken. Hiertoe kunnen onder meer de volgende maatregelen getroffen worden:

- beperken van de waterhoeveelheid die aan de installatie toegevoegd wordt (volgens de norm NBN EN 14868): de som van het beginvolume (V_i) en de latere toevoegingen moet beperkt blijven tot 3 V_i . Hiertoe dient men erop toe te zien dat de installatie lekvrij is en uitgerust is met een correct gedimensioneerd expansievat. Bij grotere installaties moeten de in het circuit geïnjecteerde waterhoeveelheden overigens op regelmatige basis opgetekend worden
- afzien van het gebruik van open expansievaten (in oude installaties)
- opteren voor leidingen met een hoge zuurstofdiffusiedichtheid (bv. kunststofleidingen met een zuurstofbarrière of metalen leidingen).