

Leeghwaterstraat 44  
2628 CA Delft  
Postbus 6012  
2600 JA Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 22 00

## TNO-rapport

**TNO 2018 R11383**

## Onderzoek Nefit Topline CV-ketels

Datum	19 november 2018
Auteur(s)	F.G.H. Koene
Aantal pagina's	111 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	9
Opdrachtgever	Nefit
Projectnaam	Nefit
Projectnummer	060.32332

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

## Management samenvatting

Nefit heeft TNO gevraagd de veiligheidsrisico's te onderzoeken van de Nefit Topline CV-ketels, gefabriceerd in de periode van 2006 tot en met 2009. Bij deze toestellen zijn problemen geconstateerd die kunnen leiden tot het vrijkomen van rookgassen in het toestel.

Begin 2018 ontstond een discussie over de vraag of de veiligheidsmaatregelen die Nefit in afstemming met de NVWA voor deze Topline toestellen heeft genomen, afdoende zijn. Hierbij gaat het om twee onderdelen: de warmtewisselaar en de branderset.

### *Warmtewisselaar*

De warmtewisselaar is van het type B3M met een thermisch vermogen van ca. 30 kW. Gebleken is dat de bovenkant (het topprofiel) van de warmtewisselaar enkele millimeters kan doorbuigen. Hierdoor sluit de warmtewisselaar niet meer goed aan op de erboven geplaatste branderset, waardoor er rookgas uit de warmtewisselaar naar de omringende mantel kan ontsnappen.

Er zijn drie constructietypen warmtewisselaar in omloop, namelijk:

- 1) de eerste versie met een topprofiel van 2.5 mm dik (B3M2.5),
- 2) een verbeterde versie met een topprofiel van 6 mm dik (B3M6) en
- 3) een nogmaals verbeterde versie met een zogenaamd 'heat shield' (B3M6hs).

### *Branderset*

De branderset is met klemmen bovenop de warmtewisselaar bevestigd. Vanwege problemen van rookgaslekkage is de V1- branderset vanaf eind 2009 vervangen door een V3-versie. Vanaf februari 2017 is Nefit bezig alle nog aanwezige V1- brandersets van in gebruik zijnde toestellen preventief te vervangen door een V3-branderset.

### *Onderzoeksvragen*

Het onderzoek zal een antwoord moeten geven op de twee door Nefit gestelde hoofdvragen:

1. Bestaat de mogelijkheid van uittreding van CO vanuit het toestel naar de opstellingsruimte en zo ja, onder welke omstandigheden kan CO-lekkage zich voordoen?
2. Bestaat de mogelijkheid tot brand met de beschreven constructie-typen en zo ja, onder welke omstandigheden kan deze mogelijkheid zich voordoen?

Specifiek is de vraag of het risico van CO-uittreding en/of de kans op brand door lekkende rookgassen voldoende laag is, nadat bij de oorspronkelijke warmtewisselaars de V1- branderset is vervangen door een V3-branderset. Het onderzoek richt zich daarom op de drie bovengenoemde typen wisselaars in combinatie met een V3-branderset. De noodzaak van vervanging van de V1-branderset staat immers niet ter discussie.

### *Aanpak van het onderzoek*

TNO heeft voor het onderzoek op aselechte wijze warmtewisselaars aangewezen uit ca. 1800 Topline toestellen die aan Nefit waren geretourneerd, de zogenaamde

‘veldretouren’. De verzameling is uitgebreid met enkele exemplaren met verhoogde beschadiging van de warmtewisselaar, in totaal 45 stuks.

De mate van doorbuiging varieerde bij de 45 onderzochte warmtewisselaars van minder dan 1 mm tot bijna 3 mm, wat overeenkomt met geconstateerde doorbuigingen in de ca. 1800 veldretouren. Aangenomen wordt dat de selectie in dit opzicht representatief is voor de praktijk.

#### *CO-onderzoek*

De 45 warmtewisselaars werden met een V3-branderset in een afgesloten meetopstelling ingebouwd en 10 minuten op vol vermogen beproefd. De meetopstelling kon op onderdruk worden gebracht ten opzichte van het toestel om praktijkomstandigheden na te bootsen. In de testen zijn onder meer de CO- en CO<sub>2</sub> concentraties binnen de mantel, in de meetopstelling en in de rookgasafvoer gemeten.

#### *Brandveiligheidsonderzoek*

In het onderzoek naar de kans op brand is de temperatuur aan de binnenkant van de mantel gemeten met thermokoppels en zijn warmtebeelden met een infraroodcamera gemaakt. Ook zijn een zogenaamde ‘kleine vlamtest’ en een ‘Cone-Caloritest’ gedaan om een beeld te krijgen van de brandbaarheid van de in de ketel gebruikte materialen, zoals de isolatie aan de binnenzijde van de mantel.

#### *Conclusie ten aanzien van de mogelijkheid van het uitreden van koolmonoxide*

In de testen van de 45 warmtewisselaars was de CO-concentratie binnen de mantel in alle gevallen lager dan 1 ppm (1 part per million), de detectiegrens van de CO-meter.

TNO acht het risico van verspreiding van CO naar de opstellingsruimte of naar de woning zeer laag bij B3M-warmtewisselaars met matige doorbuiging van het topprofiel (maximaal 2-3 mm) en voorzien van een V3-branderset.

#### *Conclusie ten aanzien van de mogelijkheid van brand*

De temperaturen die zijn gemeten aan de binnenzijde van de mantel waren 100°C of lager. Bij één warmtewisselaar werd een maximale temperatuur gemeten van 124°C. Deze warmtewisselaar is gedurende zijn leven extreem zwaar belast geweest en was ruim voorbij zijn levensduur. Als er periodiek onderhoud was gepleegd, zoals Nefit voorschrijft, dan had de warmtewisselaar dit stadium nooit kunnen bereiken.

De gemeten temperaturen in de mantel liggen ruim onder de smeltemperatuur van het isolatiemateriaal in de mantel (160 - 175°C). De ontbrandingstemperatuur van de isolatie is met ca. 250°C nog aanzienlijk hoger dan de smeltemperatuur. Zelfs bij een temperatuur van 250°C is er een vonk of vlam nodig om de brandbare gassen te ontsteken.

TNO en Efectis achten de kans op brand door de ontsnapping van hete rookgassen uit B3M-warmtewisselaars met matige doorbuiging van het topprofiel (maximaal 2-3 mm) en voorzien van een V3-branderset zeer klein. Voorwaarde is dat periodiek onderhoud wordt uitgevoerd, zoals Nefit voorschrijft. Hieronder valt een controle op het goed vastzetten van de branderklemmen.

### *Conclusie ten aanzien van de branderklemmen*

Er zijn geen tekortkomingen geconstateerd in de constructie of materiaaleigenschappen van de gebruikte branderklemmen van een V3-branderset. TNO gaat er in dit rapport verder van uit dat de branderklemmen in de praktijk goed worden vastgezet.

### *Aanvullend onderzoek - beschadigingstesten*

Bovenstaande conclusies betreffen warmtewisselaars met matige doorbuiging van het topprofiel (maximaal 2-3 mm) en met een niet-beschadigde V3-branderset. Er is echter een kans dat in de praktijk toestellen staan opgesteld waarvan de warmtewisselaar een grotere doorbuiging heeft dan 2-3 mm, of waarvan de branderpakking is aangetast.

Om het effect van die beschadigingen na te gaan, heeft TNO aanvullend onderzoek gedaan. Daarbij is onderzocht in welke mate de doorbuiging van de warmtewisselaar en of de beschadiging aan de branderpakking (afdichting van de brander) moeten verergeren, om te leiden tot substantiële CO-lekkage of kans op smeltschade. Er zijn testen uitgevoerd met warmtewisselaars en branders die in het kader van het onderzoek opzettelijk zeer ernstig zijn beschadigd. Deze beschadigingen zijn aanzienlijk ernstiger dan die bij de veldretouren zijn aangetroffen.

Het onderzoek toont aan dat zelfs bij de onderzochte combinaties van (opzettelijk aangebrachte) grote doorbuigingen van warmtewisselaars en ernstige beschadigingen van V3-branderpakkingen, de concentraties CO in de mantel laag zijn (minder dan 5 ppm). TNO acht het risico van verspreiding van CO naar de woning bij in de praktijk opgestelde Topline toestellen met een B3M-warmtewisselaar en met een vervangende V3-brander daarom zeer laag.

Het onderzoek toont verder aan dat er een aanzienlijke marge in beschadiging bestaat tussen enerzijds doorbuigingen van maximaal 2-3 mm (en een niet-beschadigde branderpakking) en anderzijds (opzettelijk aangebrachte) ernstige beschadigingen aan warmtewisselaar en branderpakking die tot smelt kunnen leiden. Voor brand zijn nog hogere temperaturen vereist dan voor smeltschade én een vonk of een vlam voor de ontsteking van brandbare gassen. TNO en Efectis achten daarom de kans op brand bij in de praktijk opgestelde Topline toestellen met een B3M-warmtewisselaar en met een vervangende V3-brander zeer klein. Voorwaarde is dat de voorschriften van Nefit met betrekking tot periodiek onderhoud in acht worden genomen.

### *Aanvullend onderzoek - algemeen*

Aan de hand van een rekenmodel is onderzocht in hoeverre CO-verspreiding kan optreden, als in een toestel een afdichting in de rookgasafvoer opzettelijk wordt beschadigd. In de praktijk voorkomende omstandigheden, zoals onderdruk in de woning door ventilatie, windaanval etc. zijn meegenomen in de berekeningen. Daarnaast zijn voor een vergelijking met de praktijk in-situ metingen in een woning uitgevoerd. De resultaten bevestigen de conclusie dat het risico van verspreiding van CO naar de opstellingsruimte of naar de woning bij toestellen met een B3M-warmtewisselaar en met een vervangende V3-brander (en een niet-beschadigde afdichting) zeer laag is.

Los van het risicoprofiel dat specifiek van toepassing is op de betreffende serie toestellen heeft TNO gekeken naar de risico's die bij alle merken en typen toestellen zouden kunnen optreden in geval van extreme situaties, zoals grove nalatigheid bij installatie of onderhoud.

Het onderzoek heeft geleid tot een aantal aanbevelingen, waaronder enkele specifiek voor Nefit, zoals een steekproefsgewijze check of tijdens onderhoud is gecontroleerd op rookgaslekkage, zoals Nefit voorschrijft.