

**TNO-rapport****TNO 2013 R10196 | Eindrapport****Waardeoordeel rapportages waterlekkages  
door gevel en dak van de Poldertoren te  
Emmeloord****Technical Sciences**Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft  
Postbus 49  
2600 AA Delft[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

[infodesk@tno.nl](mailto:infodesk@tno.nl)

Datum	8 februari 2013
Auteur(s)	A.J. Koelemij
Exemplaarnummer	-
Oplage	-
Aantal pagina's	12 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	0
Opdrachtgever	Gemeente Noordoostpolder Emmeloord
Projectnaam	Waterlekkages Poldertoren
Projectnummer	054.02254/01.20.01
Postdossier	TNO-060-DTM-2013-00383

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, 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 belang-hebbenden is toegestaan.

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Gegevens</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Analyse</b> .....	<b>5</b>
3.1 Korte beschrijving van de rapportages .....	5
3.2 Bevindingen .....	5
<b>4 Aanbevelingen</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Samenvatting</b> .....	<b>11</b>
<b>6 Ondertekening</b> .....	<b>12</b>

# 1 Inleiding

Door Gemeente Noordoostpolder Emmeloord is aan TNO opdracht verleend voor het geven van een inhoudelijk waardeoordeel (seconde opinion) over eerder opgestelde rapportages betreffende waterlekkages door gevel en dak van de Poldertoren te Emmeloord.

Het doel van de TNO rapportage is, om op basis van de in de eerdere rapportages beschikbare gegevens en waarnemingen, zelfstandig een analyse te maken van de oorzaken van waterlekkages en van de in de rapportages voorgestelde maatregelen om de lekkages te verhelpen.

## 2 Gegevens

Er zijn 3 rapportages betreffende de oorzaken van waterlekkages in de Poldertoren te Emmeloord:

Titel: Onderzoeksrapport Vochtproblematiek Poldertoren De deel 25 te Emmeloord

Van: VISIPLAN

Auteur : R. Vogelaar

Datum: 21 november 2008

Titel: Onderzoek gevel- en daklekkages Poldertoren te Emmeloord

Van: Nieman/Kettlitz

Auteur : ing. P. Kuindersma

Datum: 15 februari 2012

Titel: Poldertoren te Emmeloord: Onderzoek bouwkundige details + herstelplan

Van : CAUBERG-HUYGEN Raadgevende Ingenieurs BV

Auteur: ing. J. Hooiveld

Datum: 16 oktober 2012

Hierbij wordt opgemerkt dat volgens informatie van de Gemeente Noordoostpolder Emmeloord de auteurs van latere rapportages bij hun onderzoek beschikten over de eerdere rapportages.

Op vrijdag 25 januari 2013 is een bezoek ter plaatse afgelegd om het inwendige van de toren te bekijken om de waarnemingsgegevens in de bovenstaande rapportages te kunnen plaatsen. Er is door TNO geen zelfstandig onderzoek ter plaatse uitgevoerd.

## 3 Analyse

### 3.1 Korte beschrijving van de rapportages

#### Rapportage Visieplan

Het onderzoek heeft bestaan uit metingen van de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheidsgehalte van de binnenlucht, oppervlakte temperaturen van de metselwerk gevel binnen en buiten en vochtmeting van het metselwerk d.m.v. boormonsters. Dit onderzoek is op 3 plaatsen uitgevoerd.

#### Rapportage Nieman/Kettlitz

Deze rapportage is gebaseerd op een zeer uitgebreid onderzoek ter plaatse, o.a. bestaand uit:

- visueel onderzoek binnen en buiten;
- onderzoek luchtdichtheid;
- sproeitesten dak en gevel;
- infrarood onderzoek;
- destructief onderzoek binnenafwerking.

#### Rapportage CAUBERG-HUYGEN

De rapportage is naast dossieronderzoek gebaseerd op inspecties van de gevel van binnen en buiten en op sproeitesten. Daarnaast is op enkele plaatsen destructief onderzoek uitgevoerd.

### 3.2 Bevindingen

Op basis van de in de rapportages vermelde waarnemingsgegevens is een analyse gemaakt van de oorzaken van de problemen.

De rapporten geven aan dat op diverse plaatsen waterlekkages zijn vastgesteld aan de hand van sporen van lekwater en waterlekkages bij sproeitesten.

De lekkages worden onderverdeeld in :

#### *A Lekkages via het dak op 42,2 m en de daar boven gelegen verblijfs-ruimten*

Op het dak staan 3 verblijfsruimten:

- ruimte voor entree van de lift /installatieruimte,
- entree ruimte trap,
- bedieningsruimte voor het carillon.

Via het dak treedt omvangrijke waterlekkage op. De waterlekkages worden zichtbaar op het niveau 42,2 m zelf: in de entree ruimte van de trap in de ruimte voor entree van de lift /installatieruimte. De waterlekkages geven wateroverlast op de ondergelegen verdieping via doorvoeren in de betonnen vloer en via het trapgat.

Als plaatsen van inwatering in deconstructie zijn in de rapportages vermeld:

- de aansluiting van de houten toegangspui van de lift installatie ruimte,
- de bouwkundige aansluiting van het raam in de liftentree ruimte,
- de aansluitdetails van dak en aluminium gevel van de entree ruimte trap,
- de aansluiting van voetlood in het metselwerk aan aluminium pui van de entree ruimte trap.

Opmerking: deze lekwegen zijn vastgesteld bij gericht belasten met water. Het is niet zeker dat dit de enige oorzaken van de waterlekkages zijn. Immers ook andere gebreken kunnen bijdragen tot water onder de dakbedekking en kunnen zo aan de bovenstaande lekkages bijdragen.

Gezien de hoogte ten opzichte van de bebouwde omgeving is de expositie aan regen en wind hoog. De toegepaste detailleringen van de aansluitingen op het dak hebben onvoldoende reserve ten aanzien van doorlaten van water en zijn onvoldoende afgestemd op de hoge water- en windbelasting op de betreffende locatie.

### *B Lekkages via de gevels*

De lekkages via de gevels kunnen worden onderverdeeld in:

#### *B1 lekkages door de aluminium ramen*

Uit de rapportages blijkt dat op een aantal plaatsen waterlekkage door de aluminium ramen zelf is vastgesteld: ter plaatse van de aansluiting tussen de onderste glaslat op de onderdorpel. Deze lekkage wijst op een onvoldoende functioneren van de beluchting van de kozijnspinning vanaf buiten en onvoldoende afvoer van in de spinning gedrongen water.

In de rapportages van Nieman/Kettlitz en Cauberg-Huygen wordt aangegeven dat de ramen (onder dakniveau) te laag zijn ingebouwd waardoor de waterafvoer is belemmerd.

De door Nieman/Kettlitz vastgestelde gebreken in de luchtdichting (te korte glaslaten en onjuist geplaatste rubbers alsmede het gedeeltelijk afsluiten van de afwateropeningen (die tevens het systeem moeten beluchten), kunnen de waterdichtheid van het raamsysteem sterk negatief beïnvloeden. Immers bij wind op de gevel kan een slechte beluchting en luchtlekkage aan de binnenzijde ertoe leiden dat meer water in de spinning doordringt en de waterafvoer uit de spinning door het drukverschil wordt tegengegaan. Hierdoor wordt het water dat in de sponningen van het aluminium raam kan en mag doordringen, belemmerd om via het reguliere afwatersysteem in de onderdorpel naar buiten af te voeren. Het gevolg is dat het water in de spinning van het onderste glasvak te hoog stijgt en via de glaslaten aan de binnenzijde gaat lekken.

Het Alcoa type RT62 systeem moet, mits een correcte uitvoering en plaatsing, wel geschikt worden geacht voor de toepassing op deze locatie en hoogte.

De waterdichtende eigenschappen van de ramen zijn in de onderzoeken van Nieman/Kettlitz en Cauberg-Huygen niet specifiek beproefd. Dit blijkt althans niet uit de rapportages.

Door het corrigeren van de luchtdichting aan de binnenzijde en het mogelijk vergroten van de beluchting aan de buitenzijde kan de waterdichtheid van de ramen zelf naar verwachting worden verbeterd.

Als er in de onderdorpel van de ramen ondichtheden aanwezig zijn zoals niet afgesloten schroefgaten en/of open versteknaden kan water uit de kozijnspinning ook in de ruimte tussen de aluminium onderdorpel en betonnen kader doordringen en daar lekkage kunnen geven (zie verder onder B2).

#### *B2 lekkages door de bouwkundige aansluiting van de aluminium ramen*

Uit de ruimte tussen de onderdorpel van het aluminium kozijn en het betonnen kader is waterlekkage vastgesteld.

Het inbouwdetail van de aluminium ramen in de spinning van het betonnen kader is onjuist.

De waterdichting van de aansluiting tussen het aluminium kozijn en het betonnen kader is volledig afhankelijk van de kitvoeg aan de buitenzijde. Deze kitvoeg is uitvoeringsgevoelig (met name aan de betonzijde) en staat bloot aan verschilvormingen tussen aluminium en beton. In deze kitvoeg zijn gebreken aanwezig. Dit is een kwetsbare en weinig duurzame oplossing. Van het later aangebrachte kitband mag, mits goed aangebracht, wel een vermindering van de lekkages worden verwacht. Het is mogelijk dat water uit de kozijnspinning via ondichtheden in de onderdorpel bijdraagt aan deze lekkage.

#### *B3 lekkages via de betonnen kaders*

Aan de binnenzijde van de gevel loopt soms water uit de stuiknaden van de geprefabriceerde betonnen kaders.

De betonnen kaders zijn samengesteld uit geprefabriceerde elementen en in de gevel samengesteld.

Door Cauberg-Huygen is in ieder geval op één plaats vastgesteld dat de betonnen kaders aan de buitenzijde zijn afgewerkt met een bitumineuze laag. Het rapport stelt op blz. 5 dat het toegepaste hydrofobeermiddel Funcosil SNL de afdichting van bitumen rond de betonnen gevelkaders aantast en daardoor de waterdichting plaatselijk teniet is gedaan. Dit is evenwel niet aangetoond.

Het is mogelijk dat de aansluiting van de betonnen omranding aan het metselwerk aan de buitenzijde van de gevel niet waterdicht is en dat water daar direct via de naden tussen de geprefabriceerde betonelementen lekkage veroorzaakt. Meer waarschijnlijk is het dat water via ondichtheden in de gekitte aansluiting van het aluminium kozijn op het betonnen kader in de spinning tussen het aluminium kozijn en het betonnen kader loopt en van daaruit via de stuiknaden naar binnen lekt.

#### *B4 Lekkages via de regeninslag werende roosters*

Onder de regeninslag werende roosters, die in de gevel zijn geplaatst, zijn leksporen aanwezig. Dergelijke roosters zijn niet volledig waterdicht.

Waterdruppeltjes worden in de luchtstroom meegenomen en slaan achter het rooster neer. De hoeveelheid is afhankelijk van het luchtdrukverschil over het rooster.

Door, zoals het rapport van Cauberg-Huygen aangeeft, een extra rooster voor het huidige rooster te plaatsen zal een veel groter deel van het water door het rooster worden afgevangen. Een andere mogelijkheid is het doorslaande water in het achter het rooster gelegen kanaal op te vangen en af te voeren.

Voor nader beoordeling is van belang welk drukverschil over het rooster optreedt.

#### *B5 Lekkages door het metselwerk*

Het metselwerk bestaat steens metselwerk aan de buitenzijde en aan de binnenzijde, steens metselwerk tot 7,87m hoogte en hoger halfsteens metselwerk. Volgens tekeningen in het rapport van Nieman/Kettlitz, is tussen het binnen- en het buitenmetselwerk is een (met mortel gevulde) ruimte aanwezig. Dit is in de uitgevoerde onderzoeken niet geverifieerd/vastgesteld.

Volgens het detail in het rapport van Nieman/Kettlitz loopt het metselwerk tot aan de dakvloer voor de vloeren langs. Waarschijnlijk is het metselwerk voor horizontale afsteuning wel met ankers verbonden aan de vloerranden. Hoe deze verankering is uitgevoerd is niet in de rapportages aangegeven.

Het metselwerk is effectief gehydrofobeerd zoals blijkt uit het rapport van Nieman/Kettlitz.

Er zijn geen aanwijzingen dat via het metselwerk zelf waterlekage optreedt. De witte uitslag die plaatselijk zichtbaar is op de binnenzijde van de gevel duidt erop dat hier wel sprake is geweest van doorslaand vocht dat bij verdamping kalk heeft achtergelaten. Het is niet waarschijnlijk dat dit na hydrofoberen van het metselwerk nog optreedt.

In het metselwerk zijn scheuren aanwezig. Volgens het rapport Nieman/Kettlich zijn dit overwegend verticale scheuren. Deze scheuren duiden op belemmerde krimp van het metselwerk ten opzichte van de vloeren. Een mogelijke verklaring is dat sinds de hydrofobering van het metselwerk en verwarming van de toren is het metselwerk aan de regenzijde droger geworden waarbij krimp van het metselwerk is opgetreden. Deze krimp wordt door de verankering aan de vloeren belemmerd. Het is raadzaam om de scheurvorming in de gevel te volgen door de beweging over enkele scheuren te registreren. Daarnaast dient informatie te worden verkregen van de eventuele verankering van het metselwerk aan de vloerranden.

#### *C Overige oorzaken voor waterlekkages*

Het rapport van Cauberg-Huygen wijst de leksporen aanwezig zijn op het plafond van de waterkamer, toe aan lekkage uit de keuken van het bovengelegen restaurant. Gezien de plaats en omvang van de lekkage is deze oorzaak aannemelijk.



## 4 Aanbevelingen

Met betrekking tot lekkage ter plaatse van de ramen:

De watertoren heeft de kenmerken van een industrieel bouwwerk in een enkelvoudige constructie; de waterdichtheid had gezien de functie geen hoge prioriteit. Door de diepe neggen (de ramen zijn in het binnenvlak van de gevel geplaatst) is met name het gebied rond de ramen gevoelig voor vochtdoorslag. Door het toepassen van aluminium kozijnen is ruimte tussen beton en kozijn noodzakelijk geworden. Deze ruimten vormen nu transportwegen voor lekwater.

Het alsnog inbrengen van een hoge zekerheid tegen vochtdoorslag in de bestaande aansluitingen van het kozijn op het metselwerk, dit in combinatie met nieuwe kozijnen, is ingrijpend en kostbaar.

Alternatieve reparatiemogelijkheden, bijvoorbeeld: kozijnen naar buiten verplaatsen, waterdicht bekleden van de negge aansluitend aan het buitenvlak van het kozijn of het aanbrengen van een regenscherm aan de buitenzijde van het raam, hebben grote esthetische consequenties.

Een minder ingrijpende oplossing is het optimaliseren van de bestaande constructie en afvangen van lekwater met de onderstaande maatregelen:

naziën van het kozijn m.b.t. luchtlekken beluchtingsopeningen en de waterdichtheid van de sponning;

contoleren en verbeteren van de afdichting van het kozijn op het metselwerk;

aanbrengen van een gootje aan de binnenzijde van de gevel ter hoogte van de onderdorpel waarin doorslaand lekwater wordt opgevangen en niet tot waterplassen op de vloer leidt. Dit laatste alleen bij ernstige lekkages.

Met deze laatste minder ingrijpende oplossing zullen vochtplekken in de gevel niet kunnen worden voorkomen. Door de aansluitingen aan de buitenzijde zorgvuldig uit te voeren en te onderhouden kan o.i. wel de omvang van de lekkages sterk worden beperkt en waterplassen op de vloer worden voorkomen.

Met betrekking tot daklekkage

De daklekkage leidt tot waterplassen op de ondergelegen vloer (verdieping trouwzaal) en daarmee tot verminderde gebruiksmogelijkheden.

Het doel van herstelmaatregelen is de constructie beter bestand te maken tegen de hoge water en windbelastingen ter plaatse. De verschillende detailleringen die invloed kunnen hebben op de waterdichtheid moeten daarvoor in onderlinge samenhang op waterdichtheid worden beoordeeld en waar nodig aangepast.

Speciale aandacht moet daarbij worden gegeven aan:

- Waterdoorslag door hoger opgaand metselwerk (ook in de entreerimte van het trappenhuis). (Het metselwerk boven dakniveau zal moeten worden gehydrofobeerd als blijkt dat water zo die in het metselwerk doordringt dat met een verbeterde (dieper in het metselwerk gebrachte) voetslab waterlekkage door achter de slab langs lopend water niet kan worden verholpen.)
- Het deel van de voet slab in het metselwerk moet waterdicht worden uitgevoerd.
- Controle van de aansluiting van de dakbedekking op de dakrand en de dakrand op gevels.
- De doorvoer van staalconstructies door de dakbedekking.

- De onderlinge aansluitingen van voetslabbe in het metselwerk en onder entreepuien.
- Voetslabben onder puien moeten bij voorkeur tot voorbij de binnenzijde van de pui zijn doorgezet en aan de binnenzijde opgezet.

Het is daarnaast aan te bevelen om door volledig plakken van de dakbedekking op de betonnen vloer te zorgen dat bij lekkage water zich niet kan verspreiden tussen de dakbedekking en de betonnen vloer zodat de plaats waar eventueel nog het water binnendringt eenvoudiger is vast te stellen.

## 5 Samenvatting

TNO is het in grote lijnen eens met de herstelmaatregelen die Cauberg-Huygen voorstelt als het scenario beheersbaar waterdicht voor de gevels. Wij verwachten dat dit kan worden gerealiseerd met behoud van de bestaande kozijnen en inbouwdetails.

Wel dienen de aluminium kozijnen nader te worden beoordeeld en verbeterd. Gebreken in de kitvoegen aan de buitenzijde en eventuele gebreken tussen het betonnen kader en metselwerk moeten worden gecorrigeerd en met onderhoud worden bestreden.

Wij sluiten ons aan bij de in de rapportage van Cauberg-Huygen aangegeven maatregelen ten aanzien van het dak.

## 6 Ondertekening

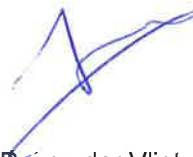
Delft, 12 februari 2013



Ing. A.J. Koelemij  
Auteur



Ir. M.D. Stamm  
Research Manager



J.R. van der Vliet  
Tweede lezer