

**Bijlage 16****(afkomstig uit rapport deel B van van Zanten raadgevende ingenieurs)****NADER ONDERZOEK**

Uit het onderzoek, zoals dat in voorliggende rapportage beschreven is, en uit de concept bouwfysische uitgangspunten (deel A, rapportcode RGR9733R3 d.d. 25 september 1997) blijkt dat inzake een aantal aspecten nader onderzoek op detail-niveau gewenst is.

Het betreft vooralsnog de volgende vervolgonderzoeken:

- *destructief onderzoek*
 - nader onderzoek naar de vrije ruimte onder de parketvloer (via de houten parketvloer);
 - het verloop van het rookkanaal ter plaatse van de voormalige schoorsteen-boezem (via de zoldervloer of de gangwand op de 1^e verdieping).
- *beperkt destructief onderzoek*
 - de samenstelling van de buitengevel bij de geblindeerde ramen, (via de ramen aan de buitenzijde).
- *niet destructief meetonderzoek*
 - meting en registratie van vochtniveaus gedurende de winter in de lantaarnkap ter plaatse van de PUR-schuimisolatie;
 - controle van sensor 21TT9/21MT9.

Voorgesteld wordt om vooralsnog uitsluitend de niet destructieve meetonderzoeken en, indien dit praktisch uitkomt, het beperkt destructieve onderzoek uit te voeren. De overige destructieve onderzoeken kunnen worden uitgevoerd indien meer zekerheid is ontstaan over de noodzaak ervan. Hiertoe moet met name het installatieconcept verder zijn ontwikkeld.





R E S U M É

In deel A van het vooronderzoek zijn bouwfysische uitgangspunten vermeld (rapportcode RGR9733R3 d.d. 25 september 1997).

Het uitgevoerde bouwfysische vooronderzoek inzake de renovatie van de Oranjezaal van paleis Huis ten Bosch wordt in het voorliggende rapport (deel B) beschreven. De rapportage bevat:

- een weergave van de bouwkundige en installatietechnische constatering welke relevant zijn voor het te realiseren binnenklimaat;
- resultaten van verschillende bouwfysische metingen;
- een analyse van het binnenklimaat in de Oranjezaal.

Bij dit rapport hoort een separate bundel met bijlagen (deel C, rapportcode RGR9733R5 d.d. 25 september 1997).

Onderstaand worden de belangrijkste bevindingen uit het vooronderzoek vermeld.

- *klimaatinstallatie*

De bestaande metalen luchtkanalen zijn aan de binnenzijde sterk vervuild.

In de Oranjezaal is een zeer hoog installatiegeluidniveau van 40 tot 45 dB(A) geconstateerd.

Op vloerniveau zijn in de zomer geen tochtverschijnselen geconstateerd, met uitzondering van de directe omgeving van de afzuigroosters.

De verdeling van de afgezogen lucht over de in de parketvloer opgenomen roosters is niet in balans, het zuid-westelijke rooster is wegens geluidproductie zelfs afgesloten.

De huidige luchtbehandelingsinstallatie voldoet qua luchtdebiet aan de ontwerp-specificaties. De technische staat van onderhoud is goed, doch het is gezien de ouderdom en de beperkte ruimte niet rendabel de huidige klimaatinstallatie te voorzien van een koel- en ontvochtigingssectie.

- *temperatuur*

De minimale ontwerptemperatuur voor de Oranjezaal van 18 °C is door de klimaatinstallatie in de afgelopen winter gedurende ruim 50 % van de tijd niet gehaald. De gemiddelde binnentemperatuur is circa 16 °C. Ook in de zomerperiode wordt een temperatuur van 18 °C nog steeds circa 7 % van de tijd niet behaald. In de afgelopen zomer was de temperatuur in de Oranjezaal circa 15 % van de tijd hoger dan 25 °C. Temperaturen tot 30 °C traden vaak op.



- *relatieve luchtvochtigheid*

De huidige klimaatinstallatie was niet goed in staat om de relatieve luchtvochtigheid in de afgelopen winter op de ontwerpwaarde van 50 % RV te houden. Circa 80 % van de tijd werd deze waarde in de winter niet gehaald. Ook in de zomer werd een relatieve luchtvochtigheid van 50 % gedurende 35 % van de tijd overschreden.

In de afgelopen zomer is een relatieve luchtvochtigheid van 60 % gedurende 10 % van de tijd overschreden.

- *verlichtingssterkte en UV-straling*

Metingen van de verlichtingssterkte hebben aangetoond dat er zeer hoge daglichtniveaus optreden en dat er diverse schilderijen en schilderijen door direct zonlicht worden beschenen. Dit is bij de tuindeuren en in de lantaarn het geval.



Metingen van de UV-straling geven hetzelfde patroon.

- *luchtdichtheid en isolatie*

De omhullende constructie van de Oranjezaal is niet luchtdicht en niet thermisch geïsoleerd (met uitzondering van het koepeldak van de lantaarn). Er bestaan vele naden tussen de Oranjezaal en de ruimte onder de parketvloer, de zolder, de kapruimte boven de lantaarn en de buitengevel van de lantaarn.

Door de luchtlekken in de daken, de gewelven en de lantaarnwand is er altijd sterke ventilatie met binnen- en buitenlucht geweest. Dit is waarschijnlijk een belangrijke reden waarom de houten constructies en kunstwerken van de zaal nog in een relatief goede conditie verkeren.

Uit het onderzoek van het lantaarndak nabij de geboorte van het lantaarngewelf is gebleken dat de PUR-schuimisolatie en dampdichte coating gebreken vertoont. Er bestaat een kans op (inwendige) condensatie bij de gebreken in de PUR-schuimisolatie in het koepeldak.

- *bouwkundige ruimte*

Bij een mogelijke uitbreiding of aanpassing van de bestaande klimaatinstallaties kan worden overwogen gebruik te maken van de voormalige schoorsteenboezem waarvandaan naar verwachting een goede verbinding met de huidige techniekruimte gemaakt kan worden. De aansluiting met het oude rookkanaal moet echter nog worden opgespoord.

AANBEVELINGEN EN SCENARIO

aanbevelingen

• *klimaatinstallatie*

De vervuilde luchtkanalen moeten worden gereinigd. Aangenomen wordt dat reinigen echter niet of onvoldoende mogelijk is zonder de parketvloer en voorzetwanden (gedeeltelijk) te openen.

Nagegaan moet worden of in de (bestaande) luchtbehandelingsinstallatie extra geluiddempers kunnen worden aangebracht.

In combinatie met eventuele nieuwe geluiddempers moet de mogelijkheid voor het aanbrengen van inregelvoorzieningen worden onderzocht.

• *temperatuur*

In verband met de geconstateerde lage ruimtetemperaturen moet aanvullende verwarmingscapaciteit en/of verbetering van de gebouwschil worden overwogen teneinde aan de ontwerpspecificaties te voldoen. Mogelijk is de regeling, met name in de zomer, niet optimaal.

Geadviseerd wordt zonwerende voorzieningen en beperkte koeling aan te brengen teneinde hoge temperaturen in de zomer te voorkomen.

• *relatieve luchtvochtigheid*

Het aanbrengen van aanvullende bevochtigingscapaciteit moet worden overwogen teneinde de ontwerpspecificaties te garanderen.

Indien een hogere relatieve luchtvochtigheid zal worden gehandhaafd dan momenteel, bestaat er kans op condens- of schimmelvorming op ongeïsoleerde bouwdeelen en koudebruggen. Er zijn constructies welke dan mogelijk kritisch worden: onder andere de geblindeerde vensters in de tuingevel en de betonnen balk boven deze vensters. De koudebruggen moeten, afhankelijk van het niveau van bevochtiging, worden geïsoleerd.

Ook het dak en de gehele lantaarn worden dan kritisch doordat een luchtstroming door respectievelijk het gewelf van de zaal en de lantaarn-binnenwand en -gewelf mogelijk is. De genoemde luchtlekken moeten dan worden tegengegaan.

• *verlichtingssterkte en UV-straling*

Aanbevolen wordt om lichtwerende voorzieningen in de lantaarn aan te brengen en de luiken en/of gordijnen van de tuindeuren zo vaak mogelijk te sluiten teneinde de verlichtingssterkte te beperken.

De UV-straling kan met overeenkomstige voorzieningen worden beperkt als het daglicht. De ruiten van de lantaarn moeten worden voorzien van een UV-werend filter.





- *luchtdichtheid en isolatie*

Aanbevolen wordt om in de komende winter vochtmetingen bij de gebreken van de PUR-schuimisolatie in het koepeldak uit te voeren teneinde dit risico in kaart te brengen.

- *voorwaarden bij een nieuw installatieconcept*

Voor een zo stabiel mogelijk klimaat in de Oranjezaal zal getracht moeten worden de beïnvloeding door het buitenklimaat te beperken. Hierdoor kan de omvang van ingrepen in de bestaande klimaatinstallaties en van de bijkomende voorzieningen en aanpassingen zo beperkt mogelijk worden gehouden.

Het van invloeden afschermen van de te klimatiseren ruimte kan bestaan uit:

- het luchtdicht maken;
- het thermisch isoleren;
- het beperken van de toetreding van zonne-energie (met name via de ramen in de lantaarn).

Het luchtdicht maken en thermisch isoleren van de Oranjezaal zal in hoofdzaak de bovenzijde van de zaal moeten betreffen en kan geschieden door het afschermen op het scheidingsvlak tussen de Oranjezaal en de zolder (ter plaatse van het gewelf) of op het scheidingsvlak tussen de zolder en buiten (ter plaatse van het dak). Het bovendakse gedeelte van de lantaarn moet in beide gevallen worden aangepast ten aanzien van luchtdichtheid. De onvolkomenheid van de bestaande isolatie vormt een risico.

Indien gekozen wordt voor een thermisch isolerende afscherming op het niveau van het dak zullen, in verband met het niet luchtdicht zijn van het gewelf, de in de Oranjezaal te realiseren binnencondities ook op de zolder worden bereikt.

scenario's

De noodzakelijke en mogelijke maatregelen ten behoeve van de klimatisering van de Oranjezaal van paleis Huis ten Bosch zijn verdeeld in vier niveaus, die in toenemende mate ingrijpen in de huidige bouwkundige en installatietechnische situatie. Per niveau zijn onderling samenhangende maatregelen gegroepeerd.

Globaal zijn de hierbij te bereiken effecten op het binnenklimaat aangegeven.



- *scenario A - noodzakelijke aanpassingen*

Uit de onderzoeken is gebleken dat de onderstaande maatregelen zeer gewenst zijn, of dermate eenvoudig uitvoerbaar zijn dat zij zeker niet nagelaten zouden moeten worden:

- zonwering bij ramen van lantaarn aanbrengen;
- UV-filter bij ramen van lantaarn aanbrengen;
- het telkens sluiten van de luiken en gordijnen van de deuren naar het tuinbord;
- in de winter nader onderzoeken of het PUR-schuim in koepel van lantaarn schadelijke gevolgen heeft voor de constructie;
- geluiddempers en inregelvoorzieningen in het (kanalen)systeem aanbrengen;
- sensoren en regeling van de klimaatinstallatie nazien;
- reiniging van de luchtkanalen;
- luchtdicht maken of vernieuwen van het inblaaskanaal.



Verwacht wordt dat in de zomer de hoge temperaturen beperkt zullen worden.

Schade door hoge licht- en UV-niveaus zal worden voorkomen.

Mogelijke vochtschade aan het dak van de lantaarn wordt in kaart gebracht.

Door verbeterde afzuigroosters wordt een betere verdeling van de ventilatielucht gerealiseerd. Geluidarmere afzuigroosters en luchtkanalen zullen het uitschakelen van de luchtbehandelingsinstallatie minder noodzakelijk maken.

Een betere regeling van de klimaatinstallatie kan onder andere voorkomen dat in de zomer te lage temperaturen optreden.

- *scenario B - aanvullende installaties*

Dit scenario is gebaseerd op het tegelijkertijd uitvoeren, of reeds uitgevoerd zijn, van de maatregelen van scenario A.

Extra klimaatinstallaties, in aanvulling op de bestaande centrale installatie, kunnen bijvoorbeeld ter plaatse van de voormalige schoorsteenboezem worden voorzien:

- aanvullende toe- en afvoerroosters;
- aanvullende koeling en ontvochtiging.

De consequentie van een eventuele aanpassing aan de voormalige schoorsteenboezem, en daarmee de wenselijkheid van deze optie, moet echter zorgvuldig worden bepaald in relatie tot de volgens dit scenario aan te brengen installatiedelen.

Excessief hoge temperaturen en relatieve luchtvochtigheidsniveaus kunnen verder worden voorkomen. De regelbaarheid en constantheid van het binnenklimaat neemt verder toe.

De losse ontvochtigingsunit kan door bovenstaande maatregelen vervallen.

- *scenario C - installaties en gebouwschil aanpassen*

Dit scenario is gebaseerd op het tegelijkertijd uitvoeren, of reeds uitgevoerd zijn, van de maatregelen van scenario's A en B.

Door essentiële aanpassingen in de gebouwschil worden invloeden van buitenaf verminderd:

- luchtdichte en geïsoleerde gebouwschil bij zolder en lantaarn aanbrengen;
- koudebruggen isoleren;
- (decentrale) bevochtigingscapaciteit uitbreiden;
- (decentrale) verwarmingscapaciteit uitbreiden.

De extremen in het binnenklimaat worden verder beperkt. Door uitschakeling van invloeden van buiten wordt het klimaat stabiel. Aanvullende verwarming en bevochtiging beperkt de optredende klimaatvariëaties tot een minimum.

- *scenario D - installaties volledig vernieuwen*

Dit scenario is gebaseerd op het tegelijkertijd uitvoeren, of reeds uitgevoerd zijn, van de maatregelen van scenario's A, B en C. De aanvullende installaties van scenario B en C komen dan echter te vervallen.

Door het ontwerpen en realiseren van een geheel nieuw installatieconcept kunnen de ideale condities zo dicht mogelijk worden benaderd:

- nieuwe klimaatinstallaties met centrale koeling en ontvochtiging aanbrengen;
- nieuwe inblaas- en afzuigroosters aanbrengen;
- luchtkanalen reinigen of aanpassen.

Het voor de kunstwerken gewenste klimaat wordt geëvenaard. De luchtcirculatie in de Oranjezaal kan worden geoptimaliseerd. De klimaatinstallaties worden zodanig ontworpen dat zij niet hoeven te worden uitgeschakeld bij evenementen.

van Zanten raadgevende ingenieurs B.V.



ir. W.F. Westgeest