

RAPPORT

PROJECT	: Paleis van Justitie 's Hertogenbosch – Onderzoek (destructief) daken
OPDRACHTGEVER	: Rijksvastgoedbedrijf
ADRES	: Leeghwaterlaan 8 te 's Hertogenbosch
WERKNUMMER	: 20.1599
DATUM	: 03-11-2020
OBJECTNUMMER	:
OPGESTELD DOOR	: FD
GECONTROLEERD DOOR	: AV

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	2
2.0	BESCHRIJVING BESTAANDE SITUATIE.....	3
2.1	BESCHRIJVING DAK BOUWDEEL A.....	3
2.2	BESCHRIJVING DAK BOUWDEEL C.....	5
3.0	BESCHRIJVING (DESTRUCTIEF) ONDERZOEK	6
4.1	BEVINDINGEN DAK EN NOKKAP	11
4.2	BEVINDINGEN DAKKAPTEL	11
4.3	BEVINDINGEN DAK BOUWDEEL A	14
4.4	BEVINDINGEN DAK A6	17
5.0	CONCLUSIE	20
5.1	CONCLUSIE RONDE DAKEN, DAKKAPTEL EN NOKKAP.....	20
5.2	CONCLUSIE DAKEN BOUWDEEL A	21
6.0	ADVIES	23
6.1	ADVIES RONDE DAKEN, DAKKAPTEL EN NOKKAP	23
6.2	ADVIES DAK BOUWDEEL A	24
7.0	KOSTENRAMING.....	25
8.0	BIJLAGEN	26

1.0 INLEIDING

In het Paleis van Justitie te 's Hertogenbosch zijn diverse lekkages en vochtproblemen aan verschillende daken geconstateerd over een periode van meerdere jaren. De problemen doen zich voornamelijk voor rond de dakkapellen (bouwdeelen B t/m E) en de daken van bouwdeel A. Er is geen logboek of rapportage met de exacte locaties waar de problematiek heeft plaatsgevonden. Dit is de aanleiding voor onderzoek naar de algehele staat en opbouw van de daken.

Voorafgaand aan dit onderzoek hebben diverse opnames plaatsgevonden en zijn rapportages gemaakt omtrent de problematiek van de dakkapellen en de overige daken. Deze werkzaamheden hebben aanleiding gegeven om nader destructief onderzoek uit te voeren.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020



Afbeelding 1 - overzicht bouwdeelen Paleis van Justitie 's Hertogenbosch

2.0 BESCHRIJVING BESTAANDE SITUATIE

Er zijn verschillende daken te onderscheiden in het pand. Enerzijds zijn het de zinken ronde daken met dakkapellen op de bouwdelen B t/m E, anderzijds zijn er diverse dakvormen op bouwdeel A. Onderzoek heeft plaatsgevonden aan het dak van bouwdeel C en bouwdeel A, het uitgangspunt is dat de opbouw zoals aangetroffen op bouwdeel C gelijk is aan de daken van bouwdelen B, D en E.

Zie in bijlage 1 de detailtekeningen van de opbouw van de daken.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

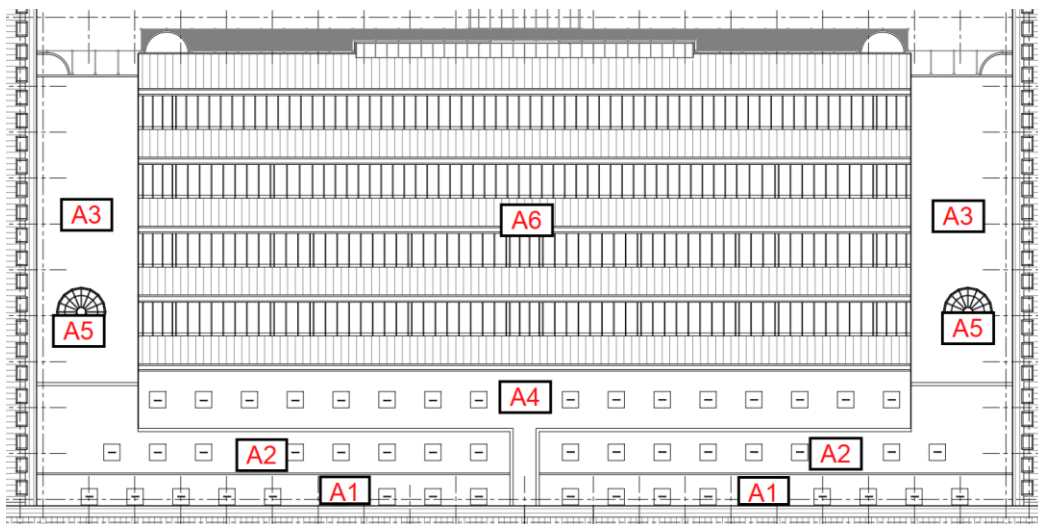
Datum: 03-11-2020

2.1 BESCHRIJVING DAK BOUWDEEL A

Het dak van bouwdeel A bestaat uit verschillende typen daken op verschillende niveaus. Zie afbeelding 2 voor een totaaloverzicht. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende daken:

- Dak **A1** niveau 00
- Dak **A2** niveau 01
- Daken **A3** niveau 02
- Dak **A4** niveau 02+
- Daklichten **A5** niveau 02
- Halfronde zinken en glasdaken **A6** niveau 02+

Zie onder in afbeelding 2 een overzicht van de dakvlakken



Afbeelding 2 – overzicht dakvlakken bouwdeel A

Dak A1

Onderconstructie	beton met hierop een zandcement (afschot)laag
Damp remmende laag	gebitumineerde polyestermat
Isolatie	Een laag tweezijdig met gebitumineerd glasvlies gecacheerd polyurethaanschuim / polyisocyanuraatschuim (PUR/PIR) isolatie in een dikte van 50 mm
Dakbedekkingssysteem	een 1-laags dakbedekkingssysteem van APP-dakbanen
Afwerking	een ballastlaag van betontegels 600 mm x 600 mm x 70 mm

Dak A2

Onderconstructie	beton met hierop een zandcement (afschot)laag
Dampremmende laag	gebitumineerde polyestermat
Isolatie	een laag tweezijdig met gebitumineerd glasvlies gecacheerd polyurethaanschuim / polyisocyanuraatschuim (PUR/PIR) isolatie in een dikte van 70 mm
Dakbedekkingssysteem	Een 1-laags dakbedekkingssysteem van APP-dakbanen
Afwerking	een ballastlaag van betontegels 600 mm x 600 mm x 70 mm, dakopstanden voorzien van zink.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Daken A3

Onderconstructie	beton met hierop een zandcement (afschot)laag
Dampremmende laag	gebitumineerde polyestermat
Isolatie	een laag tweezijdig met gebitumineerd glasvlies gecacheerd polyurethaanschuim / polyisocyanuraatschuim (PUR/PIR) isolatie in een dikte van 70 mm
Dakbedekkingssysteem	een 2-laags dakbedekkingssysteem bestaande uit een onderlaag van een eenzijdig gebitumineerde polyestermat en een toplaag van APP-dakbanen
Afwerking	een ballastlaag van grind, dakopstanden voorzien van zink.

Dak A4

Onderconstructie	beton met hierop een zandcement (afschot)laag
Dampremmende laag	gebitumineerde polyestermat
Isolatie	een laag tweezijdig met gebitumineerd glasvlies gecacheerd polyurethaanschuim / polyisocyanuraatschuim (PUR/PIR) isolatie in een dikte van 70 mm
Dakbedekkingssysteem	een 1-laags dakbedekkingssysteem van APP-dakbanen
Afwerking	een ballastlaag van betontegels 600 mm x 600 mm x 70 mm, dakopstanden voorzien van zink.

Dak A5

Draagconstructie	Hout, afgetimmerd. Doorsnede lichtkoepel ca. 4m
Afwerking	Aluminium strips (geschroefd), gebogen dubbelwandig acrylaat paneelvulling, valdoorveilig uitgevoerd. Waterdichting d.m.v. rubbers, aan de onderzijde voorzien van kit.
Opstand	APP dakafwerking omgezet tot ca. 150mm

Dak A6

Onderconstructie	Binnenste schaal betonnen boogconstructie in kwartronde vorm, buitenste schaal staalconstructie. Andere kwart voorzien van gebogen kozijn met gebogen isolatieglas.
Dampremmende laag	geen
Isolatie	een laag steenwol isolatie in een dikte van ca. 80 mm, niet voorzien van een waterkerende laag. Voorzien van geventileerde spouw van 100mm
Dakbedekkingssysteem	Zinken stroken onderling gekoppeld door dubbel omgeslagen felsen op ongeschaafde horizontale houten latten. Goten voorzien van PVC afwerking, opstand voorzien van (spouw)lood.
Afwerking	Zink, PVC, lood, glas

2.2 BESCHRIJVING DAK BOUWDEEL C

De opbouw van de daken van bouwdelen B t/m E zijn gelijk aan elkaar. Op de bouwdelen C, D en E zijn dakkapellen geplaatst.

Dak bouwdeel B t/m E

Onderconstructie	2 stuks prefab betonschalen, ellipsvormig welke in de nok zijn gekoppeld
Dampremmende laag	geen
Isolatie	een laag steenwol isolatie in een dikte van 100 mm, niet voorzien van een waterkerende laag. Isolatiemateriaal losliggend tussen horizontale balken h.o.h. 600mm. Voorzien van geventileerde spouw van 100mm
Dakbedekkingssysteem	Zinken felsdak, stroken onderling gekoppeld door dubbel omgeslagen felsen op ongeschaafde horizontale houten latten. T.p.v. de nok is het dak voorzien van zinken nokkappen, delen van 3000mm per 3 delen onderling gekoppeld d.m.v. soldeerlas. Elke ca. 9m voorzien van een schuivende, niet gesoldeerde overlap t.b.v. expansie mogelijkheden. De omgezette opstand van het zinken felsdak onder de nokkap is ca. 120mm.
Afwerking	zink

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Dakkapel bouwdelen C, D en E

Onderconstructie	Deels houten stroken, voor het afschotvlak multiplex plaatmateriaal met gefreesde gootjes.
Dampremmende laag	Aluminium
Isolatie	T.p.v. het dak een laag steenwol isolatie in een dikte van 100 mm, niet voorzien van een waterkerende laag. Isolatiemateriaal losliggend tussen horizontale balklaag h.o.h. 300mm. T.p.v. de zijwangen een EPS isolatieplaat van 25mm, tussen twee lagen multiplex (elk 12mm).
Dakbedekkingssysteem	Zinken stroken onderling gekoppeld door dubbel omgeslagen felsen op ongeschaafde horizontale houten latten. T.p.v. aansluiting met ronde daken voorzien van lood
Afwerking	Zink/lood/houten boeiborden

3.0 BESCHRIJVING (DESTRUCTIEF) ONDERZOEK

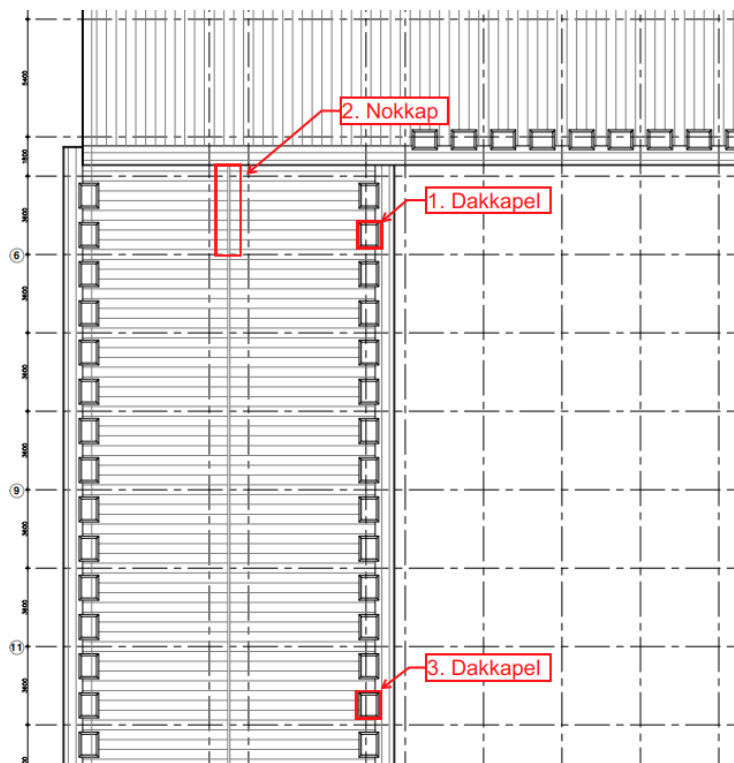
De beschikbare bestekstekeningen uit de bouw blijken niet toereikend te zijn om te achterhalen of de werkelijke situatie overeenkomt. Om een volledig beeld te krijgen van de algehele staat van het dak heeft er mede daarom op verschillende locaties destructief onderzoek plaatsgevonden.

Op bouwdeel A heeft daarnaast een hydrodetector onderzoek plaatsgevonden, om de vochtgehalten in het onderliggende isolatiepakket te meten, zie bijlage 2.

Daarnaast zijn alle daken middels een visuele inspectie beoordeeld op gebreken en op een juiste uitvoering en kwaliteit.

Op de volgende locaties heeft (destructief) onderzoek plaatsgevonden (afbeelding 3):

- Dakkapel bouwdeel C, positie 1
- Nokkap bouwdeel C, positie 2
- Dakkapel bouwdeel C, positie 3



Afbeelding 3 – overzicht destructief onderzoek bouwdeel C

Positie 1 - dakkapel

Op deze positie is een loodaansluiting losgemaakt om de onderliggende opbouw te achterhalen (zie afbeelding 4). Tevens is de zinken zijwang hier deels gedemonteerd om de zinken opstand te controleren.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020



Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Afbeelding 4 –destructief onderzoek dakkapel, het lood losgemaakt

Positie 2 - nokkap

Een nokkap (het eindstuk) is gedemonteerd om de ondergelegen opbouw te achterhalen. In het onderliggende timmerwerk van deze nokkap is een stuk van ca. 20cm uitgezaagd om de volledige opbouw van de dakconstructie op deze positie te achterhalen. Tevens is er een visuele inspectie uitgevoerd van ca. 50% van de nokkappen (en lasnaden) van bouwdeel C, zie afbeelding 5



Afbeelding 5 – visuele inspectie nokkap

Positie 3 – dakkapel

Van binnenuit is de dakkapel destructief onderzocht ter plaatse van het dak en de zijwang om de achterliggende opbouw en constructie te achterhalen. Er is in de zijwang geen dampremmende laag aangetroffen (zie afbeelding 6a). In de dakconstructie van de dakkapel is een dampremmende laag geconstateerd (zie afbeelding 6b).



Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

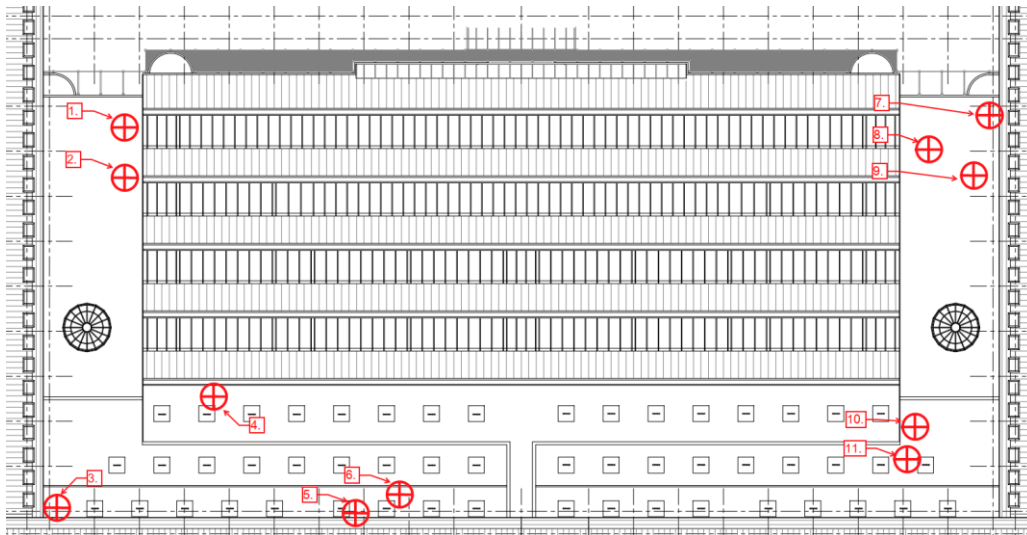
Afbeelding 6a – destructief onderzoek aan binnenzijde zijwang dakkapel



Afbeelding 6b – dampremmende folie in plafond dakkapel

Bouwdeel A - insnijdingen

Ter plaatse van bouwdeel A zijn meerdere insnijdingen gemaakt om het vochtgehalte en opbouw te achterhalen, zie afbeelding 7b. In onderstaande afbeelding 7a zijn alle locaties van insnijdingen aangegeven.



Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Afbeelding 7a – overzicht insnijdingen bouwdeel A



Afbeelding 7b – voorbeeld van insnijding op positie 3

Bouwdeel A – hydrotector onderzoek

Alle platte dakvlakken zijn gescand met het hydrotector onderzoek (A1 t/m A4), voor de exacte posities van de scan zie bijlage 2.

Bouwdeel A2 – destructief onderzoek zinken dakrand

Ter plaatse van bouwdeel A2 is een deel van de zinken dakrand destructief onderzocht om de achterliggende opbouw te achterhalen. Geconstateerd is dat de dakbedekking is niet doorgezet over het gehele detail, er is geen waterkerende laag aangetroffen, zie afbeelding 7c.



Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Afbeelding 7c – destructief onderzoek zinken dakrand dakvlak A2

4.0 BEVINDINGEN

4.1 BEVINDINGEN DAK C EN NOKKAP

Er is geconstateerd dat het detail van de nokkap anders is uitgevoerd dan in de bestekstekeningen omschreven. Het juiste detail is te vinden in bijlage 1. In afwijking op de bestekstekening is er geen waterkerende laag over de isolatie aangebracht in het dak pakket. Er tijdens het destructief onderzoek geconstateerd dat de spouw een sterk ventilerende werking heeft.

Daarnaast is het zinkwerk anders uitgevoerd dan aangegeven op de bouwtekening. Zo zijn alle zinken banen (gekoppeld door dubbel omgeslagen felsen) omgeslagen tot een hoogte van ca.120mm en ook aan de bovenzijde onder de nokkap omgezet om het binnenkomen van vocht door wind te minimaliseren.

Er zijn enkele gebreken geconstateerd bij de nokkap en de zinken daken. Allereerst zijn diverse lasnaden van de nokkappen gescheurd, zie afbeelding 8, na visuele inspectie is geconstateerd dat dit bij ca. 50% van de lasnaden van bouwdeel C het geval is.



Afbeelding 8 – gescheurde lasnaden in zinken nokkap

Ten tweede is geconstateerd dat diverse omgeslagen zinken felsen ter plaatse van de nokkap kleine scheuren vertonen. Dit komt incidenteel voor in het onderzochte gebied.

Als derde is geconstateerd dat de zinken nokkappen niet zijn voorzien van expansiestukken. In plaats daarvan zijn elke 9m nokkap-delen overlappend over elkaar gelegd tegen het uitzetten van de nokkap, het overlappende deel is ca. 70-90mm zoals omschreven in de rapportage door DGI (bijlage 4).

Als laatste is geconstateerd dat de isolatie in het dakpakket droog was en geen sporen van doordringend vocht liet zien.

4.2 BEVINDINGEN DAKKAPSEL

Er is geconstateerd dat de dakkapel anders is uitgevoerd dan in de bestekstekeningen omschreven. De juiste detaillering is te vinden in bijlage 1.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

In afwijking van de bestektekening is het zinken dak voorzien van een opstaande kant (120mm) met omgeslagen rand (ca. 10mm) om binnentredend/opstuwend water te weren. Daarnaast is er een loodslab tussen het zinken dak en de betonconstructie aangebracht. Als laatste wijkt de opbouw van de zijwang af van de tekening. Er is geen damp werende laag in de zijwang aangetroffen, terwijl deze wel op tekening staat aangegeven.

Er zijn enkele gebreken geconstateerd aan de dakkapellen. Allereerst zijn er op meerdere plaatsen scheuren in het lood geconstateerd, waar het zinken dak van de dakkapel en de ronde daken elkaar ontmoeten. Dit is middels een visuele inspectie geconstateerd bij ca. 50% van alle loodaansluitingen (inventarisatie d.d. oktober 2017).

Als tweede is de opstand van het zinken dak van de dakkapel niet doorgezet aan de zijkant en onder de ronde daken. De achterzijde van de opstand van het dak heeft een hoogte van ca. 120mm, echter is de opstand aan de zijkanten ca. 50-60mm.

Als derde is er geconstateerd dat er diverse zinken lasnaden zijn gescheurd op de hoeken van de dakkapellen. Dit is middels een visuele inspectie geconstateerd bij ca. 40% van alle aansluitingen (inventarisatie d.d. oktober 2017), zie afbeelding 9a. In diezelfde inventarisatie is geconstateerd dat een gelijk percentage houtrot vertoont aan de boeiborden, of waar zichtbare reparaties aan boeiborden hebben plaatsgevonden.



Afbeelding 9a – gescheurde lasnaden op de hoeken van het dakzink van de dakkapel

Daarbij is de afwatering van de daken minimaal gedimensioneerd, de doorsnede van de afwatering is ca. 30mm. Aangezien er maar 1 afvoerpunt per dakje bestaat het risico op verstoppingen en wateraccumulatie.

Tevens zijn er aan de binnenzijde van 4 dakkapellen in bouwdeel C duidelijk sporen zichtbaar van doordringend vocht. Deze zijn gelokaliseerd aan de 'binnenzijde' waar de betonconstructie en dakkapel zijn verbonden, zie afbeelding 9b. Op 1 locatie is er

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

duidelijk vochtschade zichtbaar bij het kozijn, zie afbeelding 9c. Bij het destructief onderzoeken van 1 dakkapel is geconstateerd dat het isolatiemateriaal van het dakje licht vochtig is en is er schimmelvorming/zwam en houtrot waargenomen (zie afbeelding 10a). Met het destructief onderzoek is geconstateerd dat de spouw van het dakje van de dakkapel niet geventileerd wordt.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

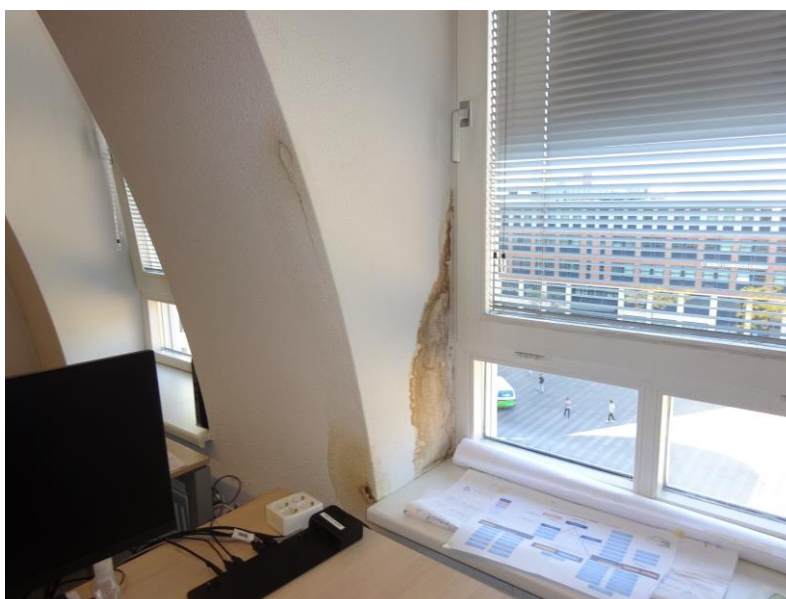
tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020



Afbeelding 9b – vochtschade aan dakkapel bouwdeel C



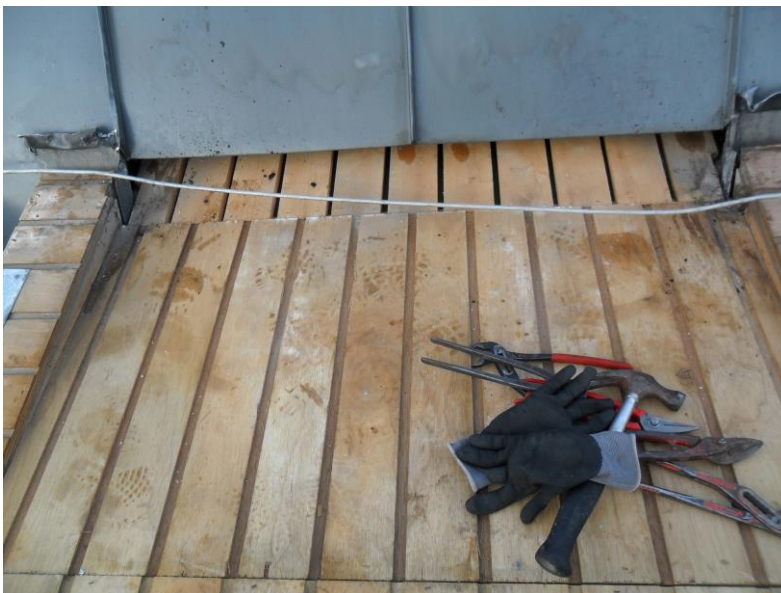
Afbeelding 9c – vochtschade aan dakkapel bouwdeel C

Het dakzink van het afschot dakvlak is aangebracht op een multiplex plaat met daarin groeven aangebracht als ware het een ondergrond van latten, zie afbeelding 10b. Zink behoort normaliter te worden aangebracht op een houten latten ondergrond van ongeschaafd hout.

Tijdens de pilot zijn op dit houtwerk geen sporen van houtrot of schimmel aangetroffen echter deze dakplaat als ondergrond is geen optimale oplossing voor het aanbrengen van zinken dakbedekking omdat de ventilatie van eventuele opgetreden condens minder goed kan weg ventileren t.o.v. traditioneel aangebracht dakzink op een latten werk met ruimte tussen de latten voor voldoende ventilatie.



Afbeelding 10a - schimmel/zwam en houtrot



Afbeelding 10b – multiplex onderplaat voor zinken dak voorzien van groeven

4.3 BEVINDINGEN DAK BOUWDEEL A

Er is geconstateerd dat de daken van bouwdeel A een andere opbouw hebben dan omschreven in de bestekstekeningen. De dikte van het isolatiepakket wijkt daarbij af, de aangetroffen diktes zijn te vinden in hoofdstuk 2. Tevens zijn er meerdere gebreken geconstateerd.

Als eerste zijn er diverse locaties gemeten waar de vochtgehalten van het isolatiepakket te hoog zijn. Er wordt gesproken over een te hoog vochtpercentage als ca. 3-5mm of meer van de aangetroffen isolatie nat is (vuistregel). Voor dak A1 geldt voor ca. 25% van het oppervlak dat er een te hoog vochtpercentage is gemeten en voor dak A4 geldt voor ca. 40% van het oppervlak dat er een te hoog vochtpercentage is gemeten. Voor daken A2 en A3 geldt dat er lokaal een te hoog

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

vochtpercentage is gemeten. In de rapportage van BDA (bijlage 2) is een totaaloverzicht van de meetwaardes te vinden.

Ten tweede is er geconstateerd dat de opstandhoogte rondom voor dakvlakken A1 t/m A4 onvoldoende is. De hoogtes van de gemeten opstanden variëren tussen de 70mm en 90 mm. Dat geldt voor zowel het spouwlood als de opstand onder de kozijnen aan de zijde van bouwdeel A. de fa. BDA adviseert een opstand hoogte van minimaal 120mm.

Ten derde is geconstateerd dat er gootvorming op de bovenzijde van het spouwlood plaatsvindt van de daken A3 (beide zijden). Hierdoor kan slagregen dat over de gevel naarbededen stroomt op

Daarnaast zijn op diverse locatie gescheurde zinknaden aangetroffen nabij de dakranden. Er hebben reparaties plaatsgevonden om deze openstaande naden waterdicht af te werken door middel van overlagen met een bitumineuze afwerking (zie afbeelding 11a). Er is tevens geconstateerd dat er onder deze zinken afwerking geen waterkerende laag is aangebracht (zie afbeelding 11b).

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020



Afbeelding 11a – overlagen van scheuren in het zink



Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Afbeelding 11b – geen waterkerende laag onder het zink

Tevens is ter plaatse van de opstanden van dakvlak A2 naar A1 aan de bovenzijde destructief onderzocht wat de opbouw onder het zink is. Er is geconstateerd dat de waterkerende laag van dakvlak A2 niet is doorgezet tot onder de zinken dakafwerking, zie afbeelding 12. Het is niet mogelijk gebleken om op deze locatie uit te sluiten of te bevestigen of er een damp remmende laag is toegepast. Uitgangspunt is dat deze detaillering is toegepast bij alle dakranden van dak A.



Afbeelding 12 – waterkerende laag onder het zink niet doorgezet

De afwerklaag van zware betontegels (dikte 70mm) is geplaatst op tegel dragers met minimale afmetingen, waardoor de dakbedekking (APP) nauwelijks tot geen vrije ruimte tussen de dakbedekking en de betontegels is en deze vast komen te zitten aan de bitumen. Op dakvlak A1 en A2 ontstaan plassen door wateraccumulatie.

Er is geconstateerd dat de APP dakbedekking zich in goede staat bevindt, er zijn enkele aanwijzingen van oude reparaties. Op de daken A1, A2 en A4 is het dak voorzien van 1 laag APP, terwijl op de daken A3 2 lagen zijn geconstateerd. De dakafwerking van A3 is aangebracht in 2008, terwijl de andere dakafwerkingen uit het bouwjaar dateren.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Op de daken A3 is het aannemelijk dat het detail van de dakrand gelijk is aan het aangetroffen detail van het dak A2 (afbeelding 13). De dakbedekking is in 2008 opnieuw aangebracht, de dakbedekking is op dezelfde wijze aangebracht als het originele (bestaande) detail.



Afbeelding 13 – dakrand detail van dakvlak A3 is in 2008 niet gewijzigd

Als laatste is geconstateerd dat ter plaatse van de bloembakken op de daken A1, A2 en A4 de dakbedekking zichtbaar wordt vervormd (indrukking) door het gewicht. Er is tijdens het onderzoek geen schade geconstateerd.

Met betrekking tot de capaciteit van het afvoersysteem van regenwater valt op dat er relatief weinig afvoerpunten zijn op dakvlak A3 voor de hoeveelheid dakoppervlak. De aangebrachte bladroosters werken tevens beperkend voor de doorstroming. Een korte berekening geeft aan dat het aantal afvoerpunten en de bijbehorende dimensies net aan voldoende zijn. Bij verstopping van 1 afvoerpunt en een verhoogd aanbod van regenwater kan dit leiden overmatige wateraccumulatie.

4.4 BEVINDINGEN DAK A6

Op dakvlak A6 heeft een visuele inspectie plaatsgevonden, alsmede destructief onderzoek aan de glaslatten en het zinkwerk. Schade aan de PVC afwerking in de goten is lastig te herstellen als het wordt ingesneden, er is daarom voor gekozen om deze afwerking verder niet in te snijden. Middels dit onderzoek is het tekenwerk uit de bouw geverifieerd.

Er is geconstateerd dat de rubbers van de glaslatten nog in goede conditie zijn (deze zijn niet verdroogd en geven niet zwart af), zie afbeelding 14a. De glaslatten aan de boven- en onderzijde van het glas zijn van een andere opbouw (zie afbeelding 14c), en bevinden zich, behoudens dat deze sterk vervuild zijn, in een goede conditie.



Afbeelding 14a –rubbers en glaslatten zijn in goede conditie



Afbeelding 14b –rubbers en glaslatten zijn in goede conditie

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Er is geconstateerd dat de detaillering van de nokken van dakvlak A6 overeenkomt met de geleverde tekeningen. Het zinkwerk is verouderd maar in goede conditie aangetroffen, zie afbeelding 14c.



Afbeelding 14c –zinkwerk inclusief lasnaden zijn verouderd maar in goede conditie

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

5.0 CONCLUSIE

5.1 CONCLUSIE RONDE DAKEN, DAKKAPEL EN NOKKAP

Vochtschade binnenzijde dakkapellen

Om de oorzaak van vochtschade aan de binnenzijde van de dakkapellen van bouwdeel C te verklaren zijn 4 mogelijke scenario's onderzocht. Deze scenario's zijn schematisch weergegeven in afbeelding 15.

1. Vocht blijft op het dakje van de dakkapel staan en door windinvloeden wordt het water omhooggestuwd richting de opstaande rand van het zink, waar het via de lagere zijkanten van het dakje binnentreedt en schade veroorzaakt.
2. Vocht kan binnentreden via het gescheurde lood, mits de scheur zich aan de binnenzijde bevindt van de zijwang, en daarmee schade veroorzaken aan de binnenzijde.
3. Vocht treedt binnen via de nokkap en loopt via het isolatiepakket naar de dakkapel, waar het achter waterkerende lagen komt (zink/lood) en schade veroorzaakt. Vocht zou binnen kunnen treden via scheurtjes in de lasnaden van de zinken nokstukken bovenin alsmede de opstaande naden van de nokkap.
4. Vocht treedt binnen via de gescheurde lasnaden op de buitenhoeken van de zinken dakrand van de dakkapel.
5. Vocht in de dakconstructie ontstaat door condensvorming dat niet kan worden weg geventileerd.

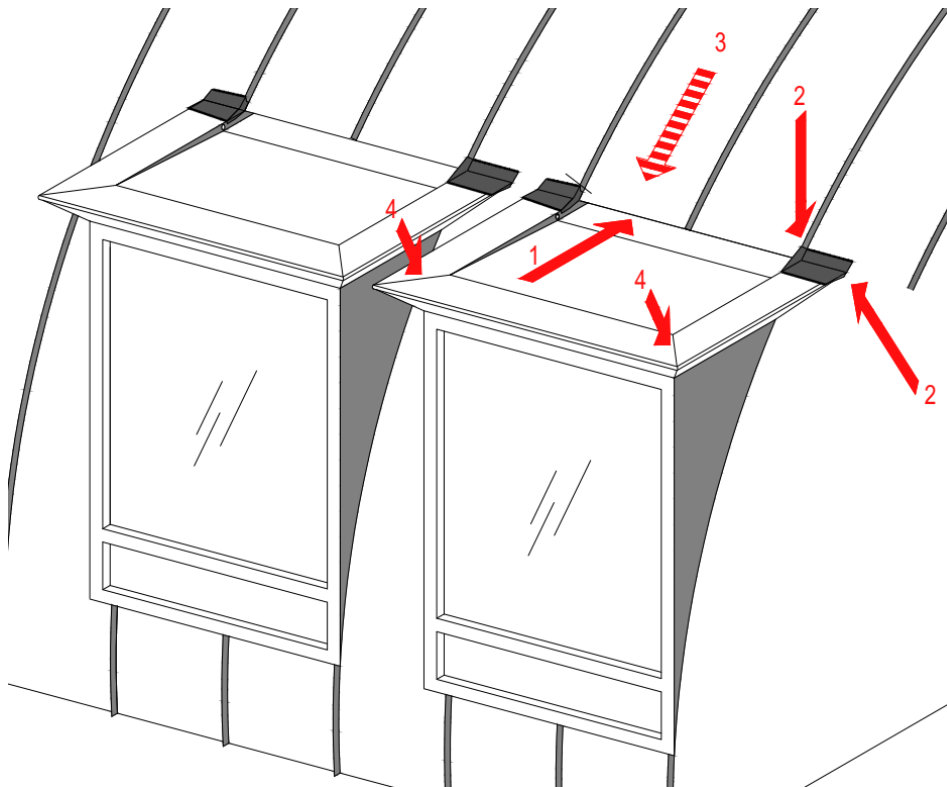
Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020



Afbeelding 15 – 4 scenario's voor het binnentredend vocht

Scenario 3 is door middel van het destructief onderzoek nagenoeg uitgesloten, ter plaatse van vochtschade aan de dakkapellen zijn geen gebreken aangetroffen in de daar boven liggende nokkap en/of felsen van zink. Tevens zijn er in de dakconstructie voorzieningen aangetroffen in de vorm van een loden lekgoot boven elke dakkapel. Dit maakt het zeer onwaarschijnlijk dat de vochtschade is ontstaan vanuit de nok kap.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

Scenario 1 is een mogelijkheid doordat de opstanden aan de zijkanten van de zinken daken lager zijn dan de opstand aan de achterzijde. Het risico bestaat dat er bij ongunstige weersomstandigheden water binnen treedt. Bij een groot regenwateraanbod zou mogelijk water op dak kunnen blijven staan door de minimaal gedimensioneerde afwatering.

In combinatie met een verstopte goot zou bovenstaand scenario zich nog eerder kunnen voordoen. Een betere afwatering zou het risico op binnentredend vocht door opstuwend water wegnemen.

Scenario 2 zou de algehele vochtschade kunnen verklaren. Ter plaatse van een van de dakkapellen waar vochtschade aan de binnenzijde is aangetroffen was ook gescheurd lood zichtbaar. De reden dat niet bij alle dakkapellen met schade in het lood (ca. 50%) vochtschade is aangetroffen is omdat niet alle scheuren zullen leiden tot het doordringen van vocht. Scheuren aan de 'goede' kant van de zinken fels zullen afwateren via de ronde zinken daken.

Scenario 4 verklaart de houtrot aan de boeiborden.

Door de gescheurde lasnaden in het zink kan er houtrot plaatsvinden met name aan de boeidelen, dit is momenteel een voorkomend probleem. Deze lasnaden kunnen niet opnieuw gelast worden, en kunnen alleen overlaagd worden met bijvoorbeeld een bitumenstrook.

Scenario 5 verklaart mogelijk de schimmel en houtrot in de dakconstructie. Door gebrekkige ventilatie van de condensvorming onder het dakzink en de detaillering van de gegroefde multiplex ondergrond van het dakzink kan vocht ophoping ontstaan wat kan leiden tot schimmelvorming en houtrot in de dakconstructie van de dakkapel.

Openstaande naden nokkappen

Ondanks dat er waarschijnlijk geen direct verband is tussen de vochtschade aan de dakkapellen en de openstaande naden van de nokkappen, blijft de aangetroffen situatie een risico tot het binnendringen van vocht. De huidige oplossing van het overlappend plaatsen van de nokkappen ten behoeve van thermische zetting is verouderd.

Als laatste kan geconcludeerd worden dat er de algehele opbouw van de dakconstructie zonder waterkerende en damp remmende laag verouderd is, maar geen verhoogd risico tot inwatering of lekkages oplevert. Doordat de spouw sterk geventileerd is kan het dak zonder waterkerende en damp remmende laag functioneren.

5.2 CONCLUSIE DAKEN BOUWDEEL A

Een kleine hoeveelheid vocht in de isolatielaag als aangetroffen in het grootste deel van de daken is niet verrassend, en zal ook geen problemen veroorzaken. Op plaatsen waar een hoger vochtpercentage is gemeten/aangetroffen zorgt de aanwezigheid van water voor een hogere warmtecoëfficiënt waardoor de isolatiewaarde daalt. Als de situatie onveranderd blijft kan dit lokaal leiden tot

lekkages. De oorzaak van het binnentrekkende vocht is niet met zekerheid vast te stellen, maar enkele scenario's zijn denkbaar.

1. Door de lage opstanden van dak A1 t/m A4 is het mogelijk dat bij een grote hoeveelheid regenwater accumulatie plaatsvindt tot boven de opstanden. Eenmaal boven de opstand komt er water onder de dakbedekking terecht. Voor de daken A3 geldt tevens dat door gootvorming aan de bovenzijde van het spouwlood water kan binnentreden, echter dan ook bij een lager aanbod van regenwater.
2. Door het gewicht van de plantenbakken is de dakbedekking lokaal beschadigd/ingedeukt, waardoor op den duur vocht onder de dakbedekking terecht komt via scheuren in de APP afwerklaag.
3. De dakafwerking van zware betontegels voegt dermate veel massa toe bovenop de dakbedekking dat er weinig tot geen sprake is van het weg ventileren van vocht dat zich heeft verzameld in de isolatielaag.

Scenario 1 is de meest waarschijnlijke verklaring voor de grote hoeveelheid vocht in de isolatielaag van dak A1 (positie 3), en het lokaal aangetroffen vocht in de isolatielaag van dak A3 (positie 7).

Er is geen aanleiding voor om aan te nemen dat *scenario 2* de verklaring is voor het vocht aangetroffen in het isolatiepakket. Er valt te verwachten dat de problemen zich onder die voorwaarden op meerdere plaatsen voordoen, met name op dak A2. Aangezien dat niet het geval is valt dit scenario uit te sluiten.

Het is onwaarschijnlijk dat *scenario 3* de hoofdoorzaak is van het vocht dat is aangetroffen in de isolatielaag. Het is wel waarschijnlijk dat deze omstandigheden de problematiek verergert indien er vocht op een andere wijze onder de dakbedekking binnentreedt.

Er is geconstateerd dat er voor de grote hoeveelheid water die wordt afgevoerd via dak A1 minimale afvoerpunten zijn opgenomen. Dit kan bijdragen aan de problematiek als omschreven in scenario 1, omdat er dan bij een relatief laag aanbod van regenwater al wateraccumulatie kan plaatsvinden.

Als laatste is geconstateerd dat de dakbedekking onder de zinken dakranden van dak A niet volledig is doorgezet. Dit betekent dat bij schade of openstaande lasnaden van het zink vocht kan binnentreden in de achterliggende constructie.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

6.0 ADVIES

6.1 ADVIES RONDE DAKEN, DAKKAPEL EN NOKKAP

Dakkapellen

Zoals omschreven in hoofdstuk 5 zijn er gebreken geconstateerd aan de daken van de dakkapellen welke mede oorzaak kunnen zijn van vochtschade aan de binnenzijde van de dakkapellen, en houtrot aan de boeidelen.

Naar aanleiding van gevoerd overleg over het 1^e concept van deze rapportage d.d. 22 oktober 2020 met de heren A. Jansen en W. van Neck is het advies uitgebreid met een 2^e te overwegen optie, namelijk het geheel vervangen van alle dakkapellen.

Optie 1

Het advies optie 1 is om de zinken dakafwerking van de dakkapellen integraal te vervangen, en om verbeteringen aan het ontwerp door te voeren alsmede de tijdens demontage van het dak zink de aangetroffen houtrot te vervangen.

Verder dient het gegroefde multiplex plaatmateriaal onder het dakzink te worden vervangen door een lattenwerk van ongeschaafd hout met openingen.

Om opstuwend water tot een minimum te beperken zal de afwatering van de daken moeten worden verbeterd door het aanbrengen van een open uitloopgoot, aan twee zijden van elk dak.

Tevens zullen bij het nieuwe zinken dakje de zijkanten van de opstanden in een gelijke hoogte als de achterzijde moeten uitgevoerd en is het advies om dwarsventilatie boven in de dakconstructie van de dakkapellen te realiseren zodat vocht kan wegventileren.

Optie 2

Bovenstaand advies (optie 1) omtrent de zinken daken van de dakkapellen kan aanleiding geven om het vernieuwen van de gehele dakkapel te overwegen. Vooral als blijkt dat de aanwezige houtrot zich regelmatig voordoet i.p.v. incidenteel. Dit kan redelijk eenvoudig en op korte termijn worden onderzocht door een n.t.b. aantal daken en zijwangen van binnenuit open te zagen en te inspecteren.

De optie tot algehele vernieuwing wordt wellicht versterkt door het feit dat de thermische kwaliteiten van de dakkapel dateren uit 1998, de buitenzonwering ook op termijn vervangen zal moeten worden en er gebreken zijn geconstateerd aan kozijnen en dubbel glas, zoals aangegeven in de rapportage d.d. oktober 2017.

Nokkappen

Voor de nokkappen geldt dat de openstaande naden moeten worden hersteld en er expansie stukken moeten worden aangebracht op een onderlinge afstand van 9m. Het advies is om de nokkappen integraal te vervangen, aangezien de naden niet meer gelast kunnen worden (materiaal is te dun en te oud voor optimale hechting).

Eventuele aangetroffen horizontale scheurtjes in de kim van het omgezette dakzink ter plaatse van de nok dienen te worden hersteld met bijvoorbeeld een triflex oplossing.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

6.2 ADVIES DAK BOUWDEEL A

Dak A1, A2 en A4

Zoals omschreven in hoofdstuk 5 zijn er gebreken geconstateerd aan de dakopstanden, bij de zware bloembakken en de betontegels van dak A1, A2 en A4. Het advies is om op dak A1, A2 en A4 een volledig nieuw dak pakket aan te brengen. Wijzigingen op het huidige ontwerp zijn:

- Een nieuw isolatiepakket met lagere dikte aanbrengen met verbeterde thermische eigenschappen ten opzichte van het huidige isolatiepakket, om een hogere opstand te creëren. Ter plaatse van geklimatiseerde ruimtes in de kelderverdieping 50mm hoogwaardige harde persing isolatie, ter plaatse van technische ruimtes 30mm hoogwaardige harde persing isolatie aanbrengen. Zo ontstaat een hogere capaciteit om een groter aanbod regenwater te bergen.
- Daar waar de dakbedekking wordt vervangen (dakvlak A1, A2 en A4) dient de dakbedekking te worden aangebracht op een correcte wijze ter plaatse van de dakranden. Dat wil zeggen dat het dakrand detail dient te worden gewijzigd, en de dakbedekking onder het zink wordt aangebracht.
- Ter plaatse van de bloembakken hoogwaardige drukvaste isolatie toepassen (bv. XPS), en het gewicht verdelen over een groter oppervlak. Optioneel kan ervoor gekozen worden om de lasten op het dakpakket te verlagen door kleinere of lichtere bloembakken te plaatsen.
- Het dakplan van de tegels aanpassen zodat er paden ontstaan en het grootste deel van het dak niet wordt bedekt door tegels. Optioneel kan omwille van de noodzaak voor ballast grind worden geplaatst ter vervanging van tegels.

Daken A3

Zoals omschreven in hoofdstuk 5 zijn er gebreken geconstateerd aan de dakopstanden van de daken van A3. Het advies is om op de daken van A3 ter plaatse van hoge vochtwaardes het dakpakket te vervangen (ca. 15m²). Daarnaast dient de dakopstand (spouwlood) over de gehele lengte aan de zijde van het metselwerk hoger te worden aangebracht. Tevens dient ook hier het detail van de zinken dakranden te worden aangepast, dit is niet aangepast ten tijde van het aanbrengen van nieuwe dakbedekking in 2008.

Omdat is aangetoond dat de huidige afvoercapaciteit net aan voldoende is adviseren wij om aanvullende afvoerpunten in de dakrandopstanden bij de dakvlakken A3 te realiseren, om zodoende zeker te stellen dat huidige afvoercapaciteit ruim voldoet.

Dak A5 en A6

Het advies voor de lichtkoepels A5 en de halfronde daken van A6 is om geen wijzigingen uit te voeren. Er is geen aanleiding om aan te nemen dat het zinkwerk en de detaillering niet voldoet, en dat er vocht binnentreedt in de achterliggende constructie. De aangetroffen materialen zijn wellicht verouderd, echter nog niet einde levensduur.

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

7.0 KOSTENRAMING

- Vervangen zinken daken dakkapellen, dakbeschot en houtrot herstel (294 st.): ca. € 1.100.000,-
- ***OPTIONEEL:*** *Integraal vervangen dakkapellen (294 st.): ca. € 4.000.000,-*
- Aanpassen nokkappen (ca. 400m1): ca. € 100.000,-
- Vervangen dak pakket A1, A2 en A4 (840m2): € 125.000,-
- Correct aanbrengen dakbedekking dak pakket A1, A2 en A4 onder zink, herstelwerkzaamheden zink (ca. 210m1): € 75.000,-
- Aanpassen dakrand detail dak A3 (ca. 50m1): € 25.000,-
- Aanpassen opstand A3 (70m1): € 25.000,-

(kosten excl. BTW).

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020

8.0 BIJLAGEN

BIJLAGE 1: Overzicht tekeningen en details

BIJLAGE 2: Rapportage BDA

BIJLAGE 3: Rapportage Voorberg dakkapellen d.d. oktober 2017

BIJLAGE 4: Rapportage DGI d.d. 20-10-2020

Voorberg Bouwkunde B.V.

Stadhoudersweg 135b
3039 EH Rotterdam

tel: (010) 467 45 33
www.voorbergbouwkunde.nl

20.1599

Datum: 03-11-2020