

Rapport

Gemeentehuis Meerssen
te Meerssen

Opdrachtnummer: 17-B-0950
Referentie: AB/BD



Trust
Quality
Progress



**Het raadgevende
ingenieursbureau**
expertise in gevels en daken

Dakconsult Gemeentehuis te Meerssen

Opdrachtnummer : 17-B-0950

Versie : 01

Status : Definitief

Datum : 30 januari 2018

Opdrachtgever : Gemeente Meerssen
Afdeling Ruimte
Markt 50
NL-6231 LS MEERSSEN
Postbus 90
NL-6230 AB MEERSSEN
T: +31 (0) 43 3614 043
E: info@meerssen.nl
I: www.meerssen.nl

Contactpersoon: mevrouw D. van Rooij
T: +31 (0)6 4660 1689
E: dorine.van.rooij@meerssen.nl

Objectaanduiding : Gemeentehuis

Objectadres : Markt 5
6231 LS MEERSSEN

Project : Gemeentehuis te Meerssen
Opdrachtnummer : 17-B-0950
Datum : 30 januari 2018
Pagina : 2 van 16



Colofon

Opdrachtnemer : Kiwa BDA Dak- en Geveladvies B.V.
Avelingen West 33
NL-4202 MS GORINCHEM
Postbus 389
NL-4200 AJ GORINCHEM
T: +31 (0)183 669690
F: +31 (0)183 630630
E: groep@bda.nl
I: www.kiwabda.nl

Auteur : A. Boterblom
Adviseur
T: +31 (0)6 5315 9559
E: a.boterblom@bda.nl

Vrijgegeven door : ing. R. Versluis
algemeen directeur

Inhoud

Hoofdstuk	Pagina
1 Opdracht.....	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Doel van de opdracht	4
1.3 Werkwijze	4
1.4 Opmerkingen.....	4
2 Conclusies	5
2.1 Conditie van de dakbedekkingsconstructie	5
2.2 Conditie van de detaillering	5
2.3 Resterende levensduurverwachting	5
2.4 Advies.....	5
2.5 Zonne-energiesysteem	5
3 Gegevens en mededelingen.....	6
3.1 Projectgegevens.....	6
3.2 Mededelingen	6
4 Waarnemingen	7
4.1 Dakbedekkingsconstructie in het vlak.....	7
4.2 Detaillering	8
5 Berekeningen	10
5.1 Bouwfysische berekening.....	10
6 Resumé	12
6.1 Conditie van de dakbedekkingsconstructie en detaillering	12
6.2 Warmteweerstand (Rc -waarde).....	12
6.3 Zonne-energiesysteem	12
7 Aanbevelingen.....	14
8 Veiligheidsaspecten.....	15
8.1 Noodafvoeren	15
8.2 Veiligheidsvoorzieningen	15
8.3 Toegevoegde permanente belasting	15
Overzicht bijlagen	16

1 Opdracht

1.1 Inleiding

Door mevrouw D. van Rooij van Gemeente Meerssen is op 12 december 2017 schriftelijk de opdracht verstrekt een onderzoek uit te voeren op het dak van het Gemeentehuis aan Markt 50 te Meerssen.

De opdracht is door Kiwa BDA Dak- en Geveladvies B.V. d.d. 14 december 2017 schriftelijk bevestigd.

1.2 Doel van de opdracht

Het doel van de opdracht is:

- het bepalen van de conditie van de dakbedekkingsconstructie;
- het bepalen van de resterende levensduurverwachting van het dakbedekkingssysteem;
- aangeven indien noodzakelijk hoe onderhoud aan de daken moet worden uitgevoerd;
- het beoordelen van de geschiktheid van het dak voor het plaatsen van een zonne-energiesysteem.

1.3 Werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd d.d. 10 januari 2018 door de heren M. van Zwol en A. Boterblom van Kiwa BDA Dakadvies.

De daken zijn visueel geïnspecteerd en aanvullend zijn enkele insnijdingen verricht teneinde de opbouw en conditie van de dakbedekkingsconstructie te bepalen.

In hoofdstuk 4 worden de waarnemingen omschreven en in bijlage 2 toegelicht door middel van een fotoreportage. In hoofdstuk 7 wordt het advies omschreven.

1.4 Opmerkingen

Het risico van wateraccumulatie is binnen deze opdracht niet beoordeeld. Hiervoor moet een wateraccumulatieberekening worden uitgevoerd volgens NEN-EN-1990+NB, NEN-EN-1991-1-1+NB en NEN-EN-1991-1-3+NB.

Tijdens het onderzoek zijn geen permanente voorzieningen waargenomen die toepasbaar zijn voor het veilig uitvoeren van kortdurende onderhoudswerkzaamheden zoals bedoeld in het A-blad Platte Daken (AI-15) en het document Valgevaar op platte daken.

Kiwa BDA heeft een Risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) uitgevoerd om de noodzaak en de mogelijkheden van permanente veiligheidsvoorzieningen met betrekking tot werken op hoogte te beoordelen. Zie hiervoor het separaat opgestelde Kiwa BDA rapport met opdrachtnummer 17-B-0950.

De brandveiligheid van de dakconstructie in de gebruiksfase is niet beoordeeld.

2 Conclusies

2.1 Conditie van de dakbedekkingsconstructie

De conditie van het dakbedekkingssysteem is over het algemeen slecht. De dakbedekking is sterk verouderd. Deze is structureel gecraquéleerd en voelt hard en bros aan.

De conditie van het isolatiemateriaal en de onderconstructie is goed. Hieraan zijn geen structurele gebreken en/of onvolkomenheden waargenomen. Wel is de warmteweerstand van de dakbedekkingsconstructie beperkt en voldoet niet aan de huidige maatstaven.

2.2 Conditie van de detaillering

De conditie van de detaillering is over het algemeen matig tot slecht. De rand- en opstandstroken verkeren in een vergelijkbare conditie als de dakbedekking in het vlak, maar op diverse locaties is onthechting van de overlapverbindingen aangetroffen. Dit betreft onthechting van rand- en opstandstroken en plakstukken van hemelwaterafvoeren. Door deze gebreken kan mogelijk inwatering in de dakbedekkingsconstructie optreden.

2.3 Resterende levensduurverwachting

Het dakbedekkingssysteem heeft het einde van de technische levensduur bereikt.

2.4 Advies

Geadviseerd wordt op korte termijn de waterdichtheid van het dak te verbeteren door het aanbrengen van een nieuw dakbedekkingssysteem. Geadviseerd wordt om gelijktijdig ook de warmteweerstand van de dakbedekkingsconstructie te verbeteren door het dak aanvullend te isoleren. Het advies is verder uitgevoerd in hoofdstuk 7.

2.5 Zonne-energiesysteem

De daken lenen zich qua oriëntatie en constructieopbouw (na renovatie) voor de toepassing van een zonne-energiesysteem. Een constructieve toetsing is noodzakelijk, zie paragraaf 6.3.

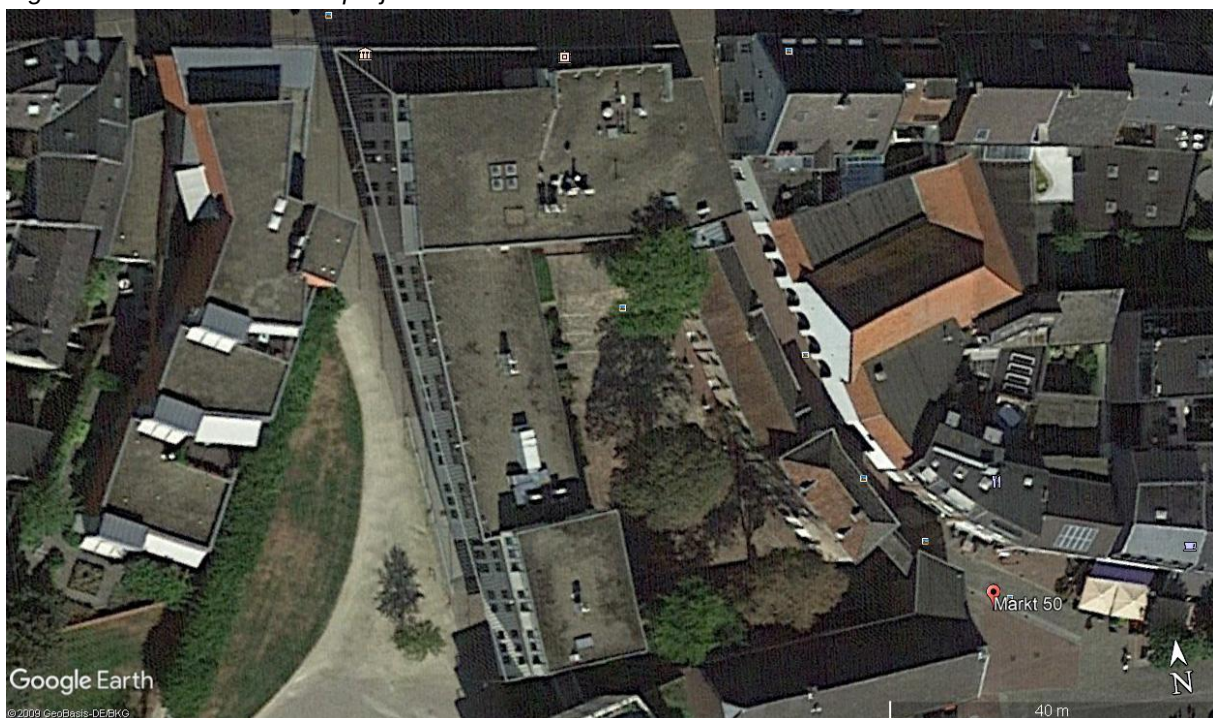
3 Gegevens en mededelingen

3.1 Projectgegevens

Het project bestaat uit een Gemeentehuis met platte daken op verschillende niveaus. De totale dakoppervlakte bedraagt circa 1000 m². De daken bevinden zich op respectievelijk circa 6 m en 9 m boven maaiveld. Het dak is verdeeld over drie dakvlakken.

Op onderstaande luchtfoto en de in de bijlage 1 toegevoegde dakplattegrond is een overzicht van het project weergegeven.

Figuur 1 – overzicht van het project



3.2 Mededelingen

De volgende mededelingen zijn gedaan:

- Men is voornemens de daken te voorzien van een zonne-energiesysteem.

4 Waarnemingen

De opbouw van de dakbedekkingsconstructie is op alle drie de dakvlakken vergelijkbaar. Bij de gemaakte insnijdingen is de opbouw van de dakbedekkingsconstructie als volgt:

Onderconstructie	: betonvloer (plaatselijk houten dakbeschot);
Isolatiemateriaal	: geëxpandeerd polystyreen (EPS), dik 60 mm;
Dakbedekkingssysteem	: tweelaags losliggend bitumen dakbedekkingssysteem;
Ballastlaag	: grof grind, korrelgradatie 16/32, dik circa 40 mm.

4.1 Dakbedekkingsconstructie in het vlak

Afschot

Op het dak is een meerzijdig afschot aanwezig. De afvoeren bevinden zich in het midden van het dakvlak. Het hoofdafschot is matig tot slecht. Op diverse locaties op het dak treedt plasvorming op.

Onderconstructie

De onderconstructie bestaat hoofdzakelijk uit een betonvloer. Plaatselijk is op het hoge hoofddak een houten dakbeschot aangetroffen. Beide onderconstructies verkeren ter hoogte van de gemaakte insnijdingen in goede conditie en vertonen geen bijzonderheden.

Isolatiemateriaal

Het isolatiemateriaal bestaat uit eenzijdig met gebitumineerd glasvlies gecacheerd geëxpandeerd polystyreen (EPS). Het isolatiemateriaal vertoont bij de gemaakte insnijdingen geen bijzonderheden. De conditie is goed. Plaatselijk is tussen de isolatie en het dakbedekkingssysteem een laag paraffinepapier aanwezig.

Dakbedekkingssysteem

Het dakbedekkingssysteem bestaat uit een meerlaags losliggend geblazen bitumen dakbedekkingssysteem op basis van gebitumineerd polyester. De conditie van het dakbedekkingssysteem is over het algemeen slecht. De dakbedekking is sterk verouderd, vertoont vrijwel structureel aanzienlijk craquelévorming en voelt hard en bros aan. De dakbedekking is kwetsbaar.

Er zijn geen gebreken geconstateerd die kunnen leiden tot directe inwatering in de dakbedekkingsconstructie.

Ballastlaag

De ballastlaag bestaat uit grof grind, korrelgradatie 16/32, aangebracht in een dikte van gemiddeld circa 40 mm. De ballastlaag is structureel goed dekkend aanwezig. Het grind is sterk vervuild.

Op grote delen van het dak treedt aanzienlijke mosgroei op en is de ballastlaag dichtgeslibd.

4.2 Detaillering

Dakranden

De dakranden bestaan uit haakse opstanden waartegen een PUR-mastiekschroot is aangebracht en welke is ingewerkt met SBS-randstroken en voorzien van een aluminium afdekkap. De randstroken zijn sterk gecraquéleerd en op diverse locaties vindt onthechting van de overlapverbindingen plaats. Ook onthechten de randstroken van de dakbedekking in het vlak. Hierdoor kan mogelijk inwatering optreden. De conditie van de afdekkappen op zich is goed maar deze zijn wel op veel plaatsen sterk vervuild door korstmossen. Plaatselijk liggen de dakranden onder tegenschot waardoor plasvorming op de afdekkappen optreedt. De hoogte van de dakrandopstand bedraagt gemiddeld circa 240 mm.

Op het grote hoge dak is op een gedeelte langs de dakrand een borstwering gecreëerd met een metaalen gevelbeplating. De dakbedekking is opgezet onder de waterslag van het gevelsysteem. De conditie van dit detail is vergelijkbaar met de dakranden. Op de gevelbeplating en de afdekkappen zijn veel korstmossen aanwezig. De borstwering wordt ondersteunt met poeren op het dak die zijn voorzien van een stalen rok waaronder de dakbedekking is opgezet.

Opgaand werk

Op het lage dak is een aansluiting met opgaand metselwerk aanwezig. Hierbij zijn randstroken opgezet over de mastiekschroot tot onder de loodslabbe die in het metselwerk is opgenomen. De conditie van de loodslabben is slecht. Hierin treedt scheurvorming op. De opstandhoogte bedraagt gemiddeld circa 150 mm.

Dakluik

De toegang naar het dak is gerealiseerd met behulp van een dakluik. De opstand is ingewerkt met SBS-randstroken en het houten luik is voorzien van een zinkafwerking. De conditie hiervan is over het algemeen redelijk.

Luchtbehandelingsinstallaties

Op het dak zijn diverse luchtbehandelingsinstallaties aanwezig in de vorm van mechanische ventilatoren, ventilatiekasten en luchtbehandelingskasten met kanalen. Laatstgenoemde installaties zijn aangebracht op een stalen frame die is geplaatst op een verhoogde opstand die is ingewerkt met dakbedekking. De kleinere installaties c.q. ventilatiekasten en mechanische ventilatoren zijn aangebracht op een opstand die is ingewerkt met bitumen randstroken. De opstandhoogte bedraagt gemiddeld circa 130 mm.

Lichtkoepels

De lichtkoepels zijn aangebracht op schuine opstanden die zijn ingewerkt met SBS-randstroken. De conditie van de lichtkoepels op zich is redelijk. Plaatselijk is een waterblaas in de opstandafwerking aangetroffen. De conditie van de opstandstroken is vergelijkbaar met de dakbedekking in het vlak.

Doorvoeren

Op het dak zijn diverse doorvoeren aanwezig in de vorm van aluminium ontluchtungs- en ventilatiekoekers en rookgasafvoeren. De doorvoeren zijn ingewerkt met een SBS-plakstuk. De conditie hiervan is over het algemeen redelijk.

Hemelwaterafvoeren

De hemelwaterafvoeren bestaan uit aluminium onderuitlopen van het type UV-systeem. De afvoeren zijn ingewerkt met een bitumen plakstuk. Plaatselijk is (beginnende) onthechting van het plakstuk waargenomen en kan mogelijk inwatering opgetreden. De conditie van de uitloop op zich is goed.

Een weergave van de waarnemingen is als bijlage 2 aan dit rapport toegevoegd in de vorm van een fotoreportage.

5 Berekeningen

5.1 Bouwfysische berekening

5.1.1 Uitgangspunten

Met behulp van het computerprogramma Bouwfysica THERMA, laatste versie, is een bouwfysische controleberekening (semi-dynamisch) uitgevoerd van de bestaande dakbedekkingsconstructie. De gehanteerde klimaatcondities in de berekening zijn onderstaand weergegeven:

- buitenklimaat; statistisch bepaalde gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid, per decade (gegevens KNMI over 25 jaar);
- binnenklimaat; statistisch bepaalde gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid, per decade uitgaande van klimaatklasse II.

De indeling van de klimaatklassen is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 1 – Indeling klimaatklassen

Klimaat-klasse	Mate van dampproductie	Temperatuur	Dampdruk P_i in Pa (N.m ⁻²)
I	condities heersend in ruimten zonder of met zeer geringe dampproductie	18 °C (+ / - 2 °C)	1080 (+ / - 386)
II	condities heersend in ruimten met geringe dampproductie	20 °C (+ / - 2 °C)	1320 (+ / - 324)
III	condities heersend in ruimten met matige dampproductie	22 °C (+ / - 2 °C)	1430 (+ / - 342)
IV	condities heersend in ruimten met hoge dampproductie	30 °C (+ / - 2 °C)	2500 (+ / - 220)

5.1.2 Resultaten

In tabel 2 zijn de meest relevante resultaten van de bouwfysische berekening weergegeven.

Tabel 2 - Resultaten bouwfysische berekening

Omschrijving	Resultaat	Waardering
R _c -waarde	1,69 m ² .K.W ⁻¹	onvoldoende
Inwendige condensatie (buitenste condenslaag)	72,7 g.m ⁻²	goed
Droging (buitenste condenslaag)	160,4 g.m ⁻²	goed

5.1.3 Toelichting berekening

Thermische aspecten van het dak

De dakbedekkingsconstructie heeft een warmteweerstand van $R_c = 1,69 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. De waardering is onvoldoende omdat daarmee niet wordt voldaan aan de eis van het huidige Bouwbesluit ($R_c \geq 6,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$) alsmede aan de nieuwbouweis die volgens het Bouwbesluit gesteld wordt sinds 1988 ($R_c \geq 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$).

Hygrische aspecten van het dak

De hoeveelheid inwendige condensatie in de dakbedekkingsconstructie bedraagt per jaar $72,7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Daartegenover staat dat de dakbedekkingsconstructie per jaar $160,4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ uitdroogt, waarmee de dakbedekkingsconstructie een extra drogingscapaciteit heeft van $87,7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Er is geen sprake van cumulatieve vochtopbouw. De dakbedekkingsconstructie functioneert in hygrisch opzicht goed.

De bouwфysische berekening is als bijlage 3 toegevoegd aan deze rapportage.

6 Resumé

6.1 Conditie van de dakbedekkingsconstructie en detaillering

De conditie van de waterdichte afwerking van het dak is over het algemeen slecht. Hoewel de dakbedekking in het vlak geen gebreken vertoont die kunnen leiden tot directe inwatering in de dakbedekkingsconstructie, is wel vastgesteld dat algehele veroudering van het dakbedekkingssysteem is opgetreden. Structureel treedt aanzienlijke craquelévorming op en voelt het dakbedekkingssysteem hard en bros aan. Het dakbedekkingssysteem is daardoor kwetsbaar. Het einde van de technische levensduur van het dakbedekkingssysteem is bereikt. Aan de waterdichte afwerking van de detaillering zijn wel diverse gebreken en onvolkomenheden waargenomen waardoor mogelijk inwatering in de dakbedekkingsconstructie kan optreden. Geadviseerd wordt op korte termijn de waterdichtheid van het dak te verbeteren door het aanbrengen van een nieuw dakbedekkingssysteem en alle details opnieuw waterdicht in te werken.

6.2 Warmteweerstand (R_c -waarde)

De warmteweerstand van de bestaande dakbedekkingsconstructie is slecht. De R_c -waarde bedraagt $1,69 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Sinds 1988 liggen de nieuwbouweisen omtrent de warmteweerstand hoger dan $R_c = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Geadviseerd wordt gelijktijdig met het verbeteren van de waterdichtheid ook de warmteweerstand van de dakbedekkingsconstructie te verbeteren. Dit kan door op de bestaande dakbedekkingsconstructie een laag isolatiemateriaal aan te brengen en vervolgens een nieuw dakbedekkingssysteem en nieuwe ballastlaag. Gezien het feit dat ook het afschot op het dak over het algemeen matig tot slecht is, wordt geadviseerd aanvullend te isoleren met afschotisolatiemateriaal. Door te kiezen voor een isolatiemateriaal met een hoge druksterkte, zoals bijvoorbeeld PIR-isolatie, kan het dak gelijktijdig geschikt gemaakt worden voor het aanbrengen van een zonne-energiesysteem (in verband met drukbelasting op het dakbedekkingspakket). Zie ook paragraaf 6.3.

Geadviseerd wordt de dakbedekkingsconstructie dusdanig aanvullend te isoleren dat ingrijpende bouwkundige werkzaamheden in relatie tot het verhogen van opstanden zoveel mogelijk kunnen uitblijven en daarmee renovatiekosten worden beperkt. Dit komt uiteraard ten goede van de terugverdientijd voor de extra investering die wordt gedaan voor het aanvullend isoleren van de dakbedekkingsconstructie. In relatie tot de opstandhoogte van de dakranden wordt geadviseerd de dakbedekkingsconstructie aanvullend te isoleren tot $R_c \geq 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. De dikte van de nieuw aan te brengen isolatie mag ter hoogte van de dakranden niet meer zijn dan circa 80 mm.

6.3 Zonne-energiesysteem

De daken lenen zich qua oriëntatie en omgeving voor de toepassing van een zonne-energiesysteem. Ook zal de dakbedekkingsconstructie na het uitvoeren van de geadviseerde dakrenovatie geschikt zijn als ondergrond voor bijvoorbeeld een zonne-energiesysteem op basis van kristallijne panelen, bevestigd op een geballast frame. Hiervoor zal echter wel een toetsing van de constructieve sterkte moeten worden uitgevoerd. Door het aanbrengen van het zonne-energiesysteem is de permanente belasting van het dak verhoogd. Uit een constructieve controleberekening volgens NEN-EN 1990 +NB (Eurocode 0) en de Eurocode serie NEN-EN 1991 + NB (Eurocode 1) met de bijbehorende materiaalgebonden Eurocode, moet zijn aangetoond dat het dak voldoende capaciteit (sterkte en stijfheid) heeft voor deze aanvullende permanente belasting.

Bij de plaatsing van zonnepanelen op de daken zal rekening gehouden moeten worden met schaduwwerking van de op het dak aanwezige voorzieningen en in geval van het lage platte dak met schaduwwerking van hoger gelegen bouwdelen. Er moeten op het dak beschermende maatregelen worden getroffen om beschadiging van de dakbedekking te voorkomen.

Geadviseerd wordt de zonnepanelen op minimaal 2 m vanaf de dakrand te plaatsen in verband met de bereikbaarheid en windbelasting op de panelen. Het zonne-energiesysteem moet voldoen aan NEN 7250. Het mogelijke aantal te plaatsen zonnepanelen is relatief beperkt. Voorafgaande aan het nemen van het besluit voor plaatsing van zonnepanelen zal moeten worden bepaald waarvoor de opgewekte zonne-energie gebruikt zal worden. Het aan te brengen valbeveiligingssysteem op het dak zal moeten worden afgestemd op het ontwerp van de plaatsing van de zonnepanelen.

7 Aanbevelingen

Geadviseerd wordt op korte termijn de volgende werkzaamheden uit te voeren:

- Het verwijderen en afvoeren van de bestaande grindballastlaag;
- Het controleren en waar nodig repareren van het bestaande dakbedekkingssysteem, dusdanig dat deze kan functioneren als dampremmende laag;
- Het aanbrengen van PIR-afschotisolatieplaten in een dikte dusdanig dat $R_c \geq 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$;
- Het aanbrengen van een tweelaags losliggend APP-gemodificeerd bitumen dakbedekkingssysteem;
- Het aanbrengen van een nieuwe grindballastlaag conform een op te stellen windbelastingberekening volgens NEN-EN 1991-1-4+NB, NEN 6707 en NPR 6708;
- Het opnieuw waterdicht inwerken van alle details;
- Het reinigen van de bestaande aluminium afdekkappen en geschikt maken voor hergebruik of, wanneer in esthetisch opzicht verandering gewenst is, de afdekkappen vervangen;
- Het vervangen van de loodslabben bij opgaand metselwerk en deze op een hoger niveau aanbrengen;
- Het herzien van de detaillering ter hoogte van de borstwering op het grote hoge dak;
- Het vervangen van alle doorvoeren.

8 Veiligheidsaspecten

8.1 Noodafvoeren

Er zijn geen noodafvoeren aanwezig. Voor het controleren op het risico van wateraccumulatie moet een berekening worden uitgevoerd volgens NEN-EN-1990+NB, NEN-EN-1991-1-1+NB en NEN-EN-1991-1-3+NB. Uit deze berekening moet worden bepaald in welke dimensionering en positionering de noodafvoeren moeten worden aangebracht.

8.2 Veiligheidsvoorzieningen

Tijdens het onderzoek zijn geen permanente voorzieningen waargenomen die toepasbaar zijn voor het veilig uitvoeren van kortdurende onderhoudswerkzaamheden zoals bedoeld in het A-blad Platte Daken (AI-15) en het document Valgevaar op platte daken.

In het kader van de Arbo-wetgeving is de verplichting aanwezig medewerkers, zowel van de eigen organisatie als van partijen die werkzaamheden verrichten op het dak, de werkzaamheden op een veilige wijze te laten uitvoeren. Indien deze werkzaamheden binnen een zone van 4 meter van de dakrand plaatsvinden en het valgevaar 2,5 m of meer bedraagt zullen veiligheidsvoorzieningen moeten worden geplaatst. Dit kunnen tijdelijke voorzieningen zijn in de vorm van bijvoorbeeld een dakrandbeveiliging. Zeker indien frequent onderhoud wordt uitgevoerd zijn permanente veiligheidsvoorzieningen in de meeste gevallen in economisch opzicht het meest interessant. Geadviseerd wordt een Risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) te laten uitvoeren om de noodzaak en de mogelijkheden hieromtrent te kunnen beoordelen. Het BDA infoblad is te downloaden door op de volgende link te klikken: [Risico-inventarisatie en evaluatie platte daken](#).*

*(Ctrl + klik op het document om de link naar dit document te openen)

8.3 Toegevoegde permanente belasting

Er is geadviseerd een nieuw dakbedekkingssysteem (en aanvullende isolatie en/of ballastlaag) toe te passen. Dit betekent dat de permanente belasting van het dak wordt verhoogd. Voordat het nieuwe dakbedekkingssysteem (en aanvullende isolatie en/of ballastlaag) wordt aangebracht moet eerst een constructieve toetsing volgens NEN-EN-1990+NB, NEN-EN-1991-1-1+NB en NEN-EN-1991-1-3+NB worden uitgevoerd.

Project : Gemeentehuis te Meerssen
Opdrachtnummer : 17-B-0950
Datum : 30 januari 2018
Pagina : 16 van 16



Overzicht bijlagen

Bijlage 1

Dakplattgrond

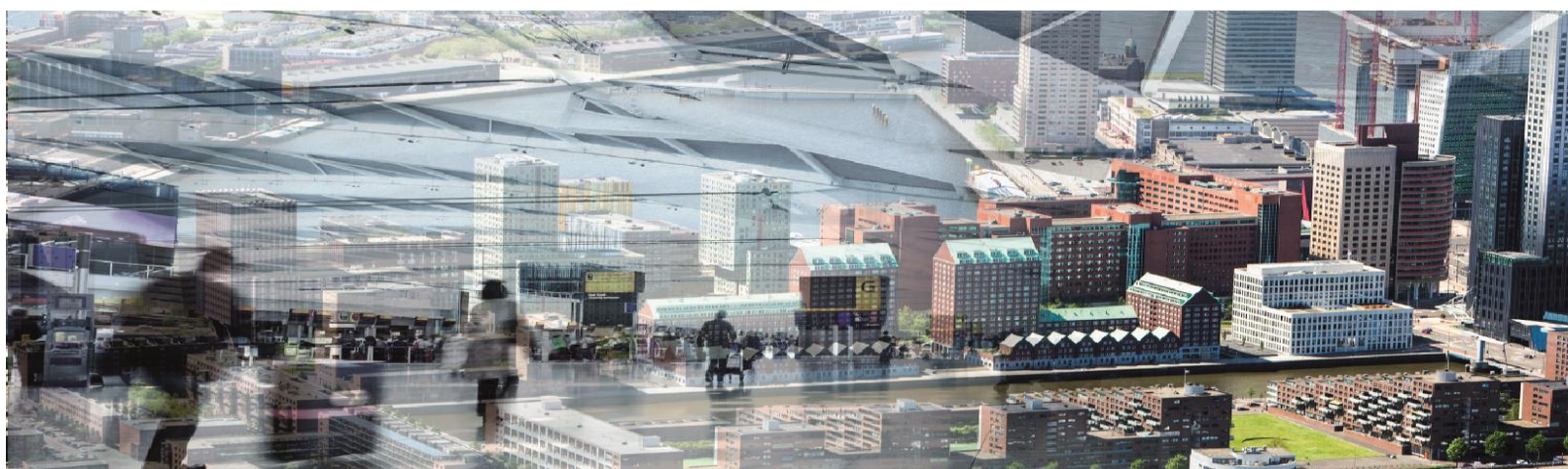
Bijlage 2

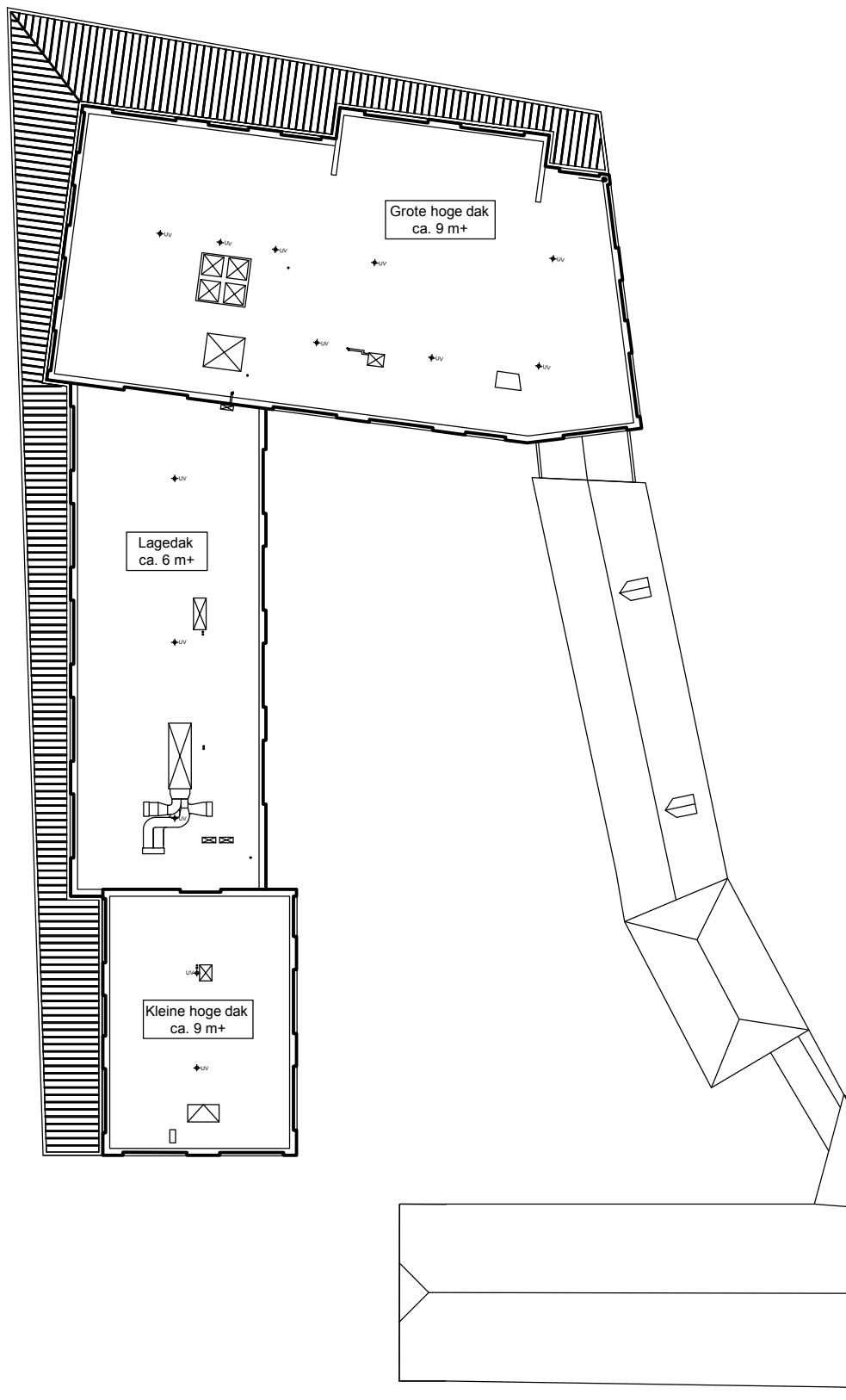
Fotoreportage

Bijlage 3

Bouwfysische berekening

BIJLAGE 1





 Kiwa BDA Dakadvies Avelingen West 33 Postbus 389 NL - 4200 AJ Gorinchem Tel.: +31(0)183669690* Fax: +31(0)183630630 Site: www.kiwabda.nl			
Opdrachtgever Gemeente Meerssen Markt 50 6231 LS Meerssen			
Onderwerp Gemeentehuis Meerssen		Opdrachtnummer 17-B-0950	
		Getekend G.L.	Datum 180131
Onderdeel Dakplattengrond		Schaal N.v.t.	Datum aangepast .
		Formaat A4	Bladnummer 01

BIJLAGE 2

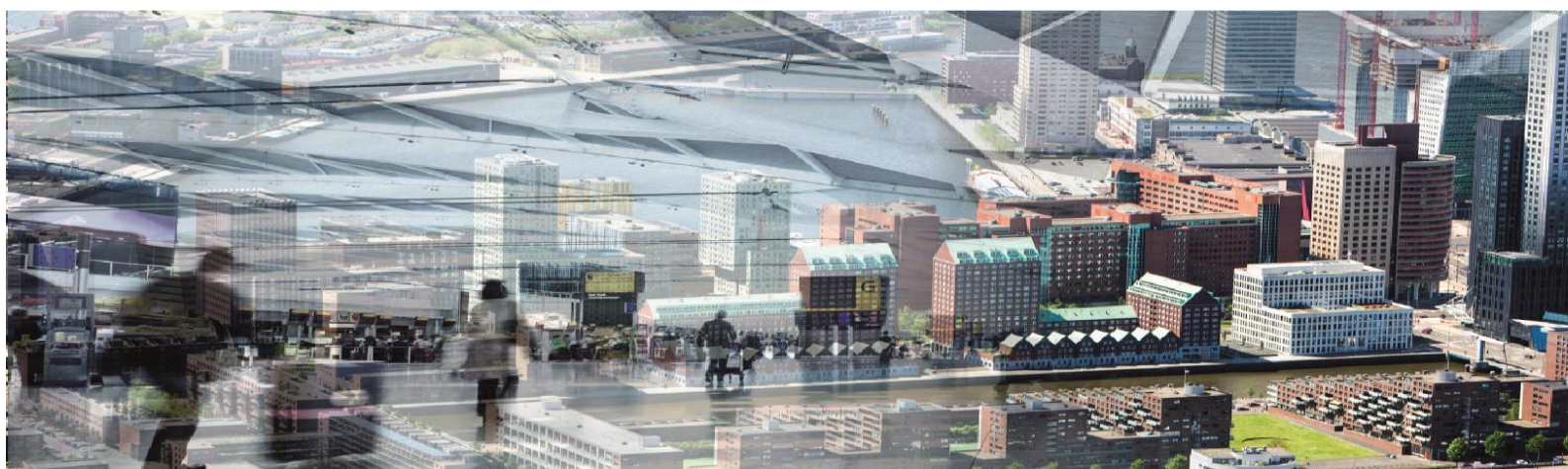




Foto 1
Grote hoge dakvlak.



Foto 2
Insijding 1 op het grote hoge dakvlak.



Foto 3
Insijding 2 op het grote hoge dakvlak.



Foto 4
Korstmossen op randafwerking.



Foto 5
Onthechting overlap randstrook.



Foto 6
Onthechting plakstuk van hemelwaterafvoer.



Foto 7
Onthechting opstandstrook van dakbedekking in het vlak.



Foto 8
Waterblaas in opstand lichtkoepel.



Foto 9
(Beginnende) onthechting plakstuk doorvoer.



Foto 10
Onthechting randstrook van dakbedekking in het vlak.



Foto 11
Lage dakvlak.

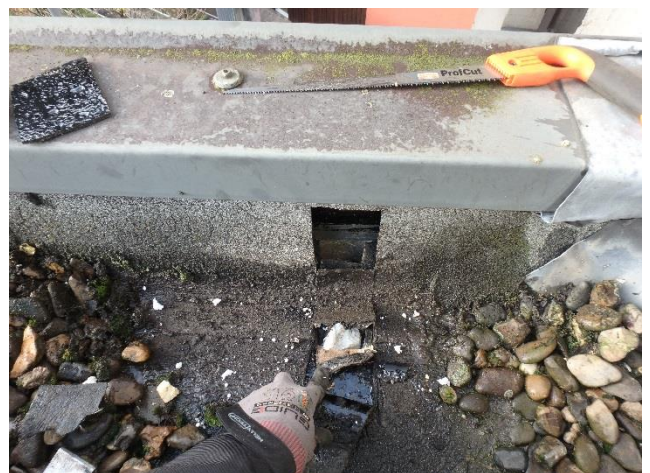


Foto 12
Insnijding in dakrandopstand op lage dakvlak.



Foto 13
Slechte conditie loodslabbe.

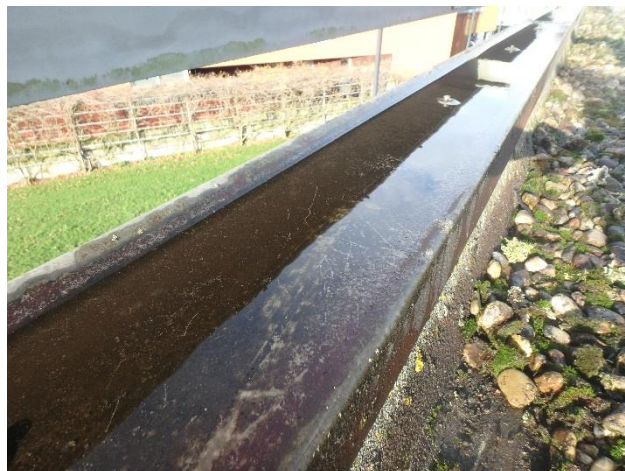


Foto 14
Plasvorming op afdekkap.



Foto 15
Slechte conditie van plakstuk hemelwaterafvoer.

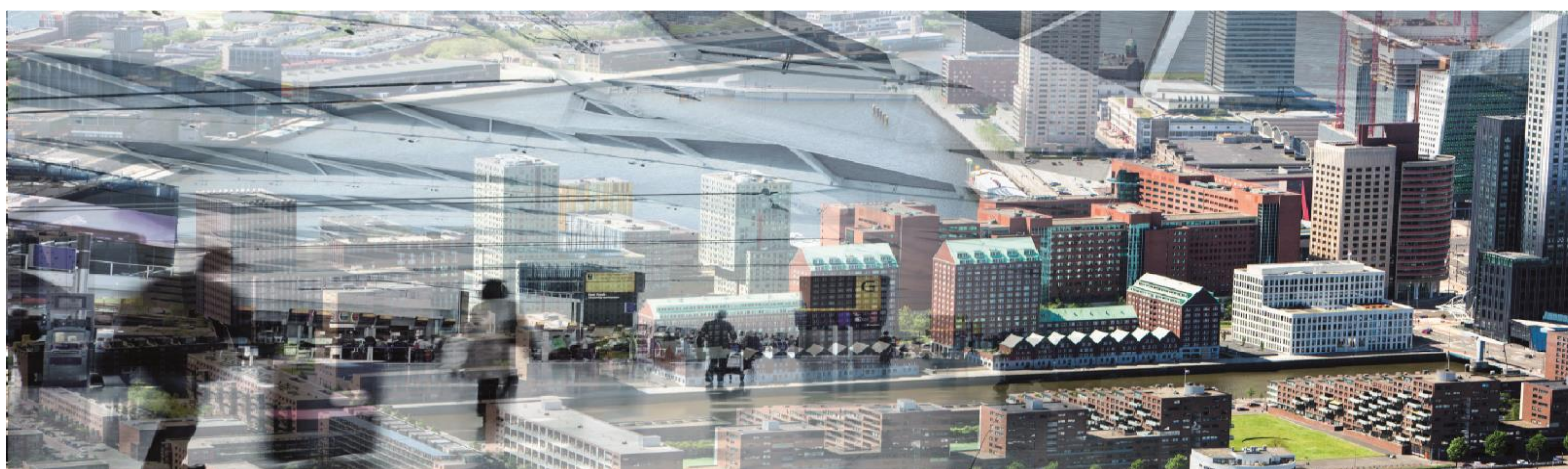


Foto 16
Kleine hoge dakvlak.



Foto 17
Insnijding kleine hoge dakvlak.

BIJLAGE 3



Projectgegevens

Opdrachtgever: Gemeente Meerssen
Adres: Postbus 90
Postcode en plaats: 6230 AB Meerssen
Contactpersoon: D. van Rooij
Behandeld door: A. Boterblom
Projectcode: 17-B-0950
Omschrijving: Gemeentehuis Meerssen
Constructie: Bestaande dakbedekkingsconstructie
Datum Berekening: 25-01-2018
Berekend door: A. Boterblom

Samenvatting resultaat

Rc-waarde: 1,69 m²K/W

Beoordeling Rc t.o.v. de opgegeven richtwaarde van 6,00 m²K/W **onvoldoende**

Oppervlaktecondensatie *:

Er is GEEN oppervlaktecondensatie aan de binnenzijde van de constructie.

Inwendige condensatie *:

Er is WEL sprake van inwendige condensatie in de constructie.

*) Zie vervolgbladen

Constructie



Dikte constructie: 226,00 mm

Gegevens bevestiger

N.v.t.

Opbouw Constructie

Type constructie: dak

Richting warmtestroom: omhoog

Overgangsweerstand buiten R_{si} [m^2K/W]: 0,10

Overgangsweerstand binnen R_{se} [m^2K/W]: 0,04

Laag	Omschrijving	Dikte [mm]	Lambda Decl./Calc [W/(m.K)]	Mu [-]	Rho [kg/m3]	C [J/(kg.K)]	Rm [m^2K/W]	Rm Calc [m^2K/W]	Mu.d [m]
------	--------------	---------------	-----------------------------------	-----------	----------------	-----------------	--------------------	-------------------------	-------------

(! wil zeggen dat de materiaalgegevens afwijken van die in de materialenbibliotheek.)

1	grof grind	40,00	3,500	4,550	2,0	1600	840	0,01	0,01	0,08
2	bestaande dakbedekking	6,00	0,200	0,200	10000,0	1050	1470	0,03	0,03	60,00
3	EPS 100	60,00	0,036	0,036	30,0	20	1470	1,67	1,67	1,80
4	grindbeton (2400 kg/m3)	120,00	1,800	2,250	30,0	2400	840	0,07	0,05	3,60

Rc-berekening conform NEN 1068:2012 + C2:2016

Let op! De ingevulde waarden kunnen zijn afgerond terwijl er met de niet afgeronde waarde wordt gerekend.

Warmteweerstand van de totale constructie (met verwaarlozing van eventuele thermische bruggen)

$$R_T = R_{si} + \sum (R_{m,i}) + R_{se} = 0,10 + 1,7800 + 0,04 = 1,9200 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Rm dakbedekking aangevuld of verlaagd tot 0,06 (m².K)/W. NEN 1068:2012+C1 A.1.4

Warmtedoorgangscoefficiënt van de totale constructie (zonder correctie op de U-waarde)

$$U_T = \frac{1}{R_T} = 1 / 1,9200 = 0,5208 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Toeslagfactor voor bouwkwaliteit

$$\Delta U_w = \Delta U_w'' \times U_T = 0,05 \times 0,5208 = 0,0260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Toeslagfactor voor convectie

$$\Delta U_a = \Delta U'' \times \left(\frac{R_1}{R_T} \right)^2 = 0,0000 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (geen convectie)}$$

Correctiefactor voor bevestigingshulpmiddelen

$$\alpha_{fa} = \left(0,8 \times \frac{d_{fa}}{d_{iso}} \right) \times \frac{(n_{fa} \times \lambda_{fa} \times A_{fa})}{d_{iso}} = (0,8 \times (0,000 / 0,000)) \times ((0,0 \times 0,000 \times 0,000000) / 0,000) = 0,0000$$

Toeslagfactor voor bevestigingshulpmiddelen

$$\Delta U_{fa} = \alpha_{fa} \times \left(\frac{R_1}{R_T} \right)^2 = 0,0000 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (n.v.t.)}$$

Toeslagfactor voor een omgekeerd dak

$$\Delta U_r = (p \times f \times x) \times \left(\frac{R_1}{R_T} \right)^2 = 0,0000 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (n.v.t.)}$$

Toeslagfactor voor U-waarde

$$\Delta U = \Delta U_a + \Delta U_{fa} + \Delta U_r + \Delta U_w = 0,0000 + 0,0000 + 0,0000 + 0,0260 = 0,0260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Warmtedoorgangscoefficiënt van de totale constructie (met correctie op de U-waarde)

$$U_C = U_T + \Delta U = 0,5208 + 0,0260 = 0,5469 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Warmteweerstand van de totale constructie

$$R_C = \frac{1}{U_C} - R_{si} - R_{se} = 1 / 0,5469 - 0,10 - 0,04 = 1,69 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Beoordeling Rc t.o.v. de opgegeven richtwaarde van 6,00 m².K)/W: onvoldoende

Overige resultaten

Warmteweerstand 'lucht op lucht'

$$R_l = R_C + R_{si} + R_{se} = 1,69 + 0,10 + 0,04 = 1,83 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Richtwaarde maximale warmtestroom in de zomer

$$q = 15,63 \text{ W/m}^2 \quad \text{Beoordeling } q \text{ t.o.v. beoordelingsmaatstaven} \quad \text{goed}$$

Tijdstip maximale warmtebelasting: 17:45 uur

Resultaat condensberekening

Er is voor het binnenklimaat gerekend met Dynamische Klimaatklasse II en voor het buitenklimaat met Nederland gem. 5 hoofdstations KNMI (1981-2010).

Er komt gedurende het jaar GEEN oppervlaktecondensatie voor aan de binnenzijde van de constructie.

Er is sprake van inwendige condensatie in de constructie.

Er is condensatie vastgesteld op laagovergang 3

Beoordeling condens/droging:

De totale hoeveelheid condens per jaar bedraagt: 72,7 g/m²

De totale hoeveelheid droging per jaar bedraagt: 160,4 g/m²

Oordeel hoeveelheid condensatie: GOED

Oordeel drogingscapaciteit: GOED, er is extra drogingscapaciteit van 87,7 g/m²

Conditie dynamische berekening

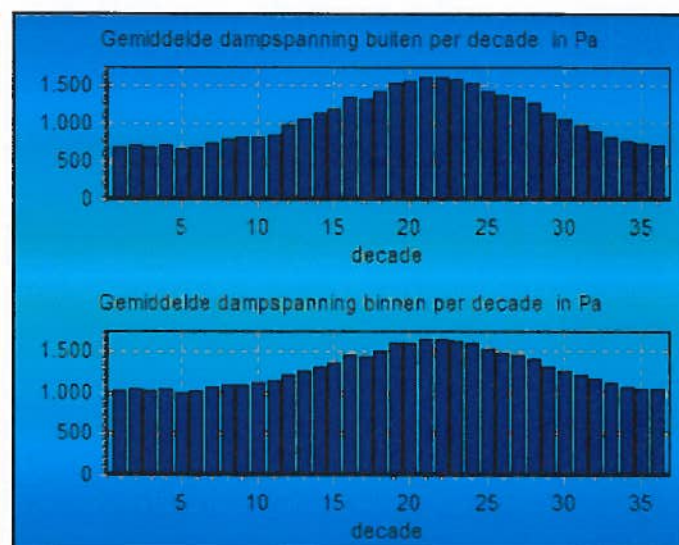
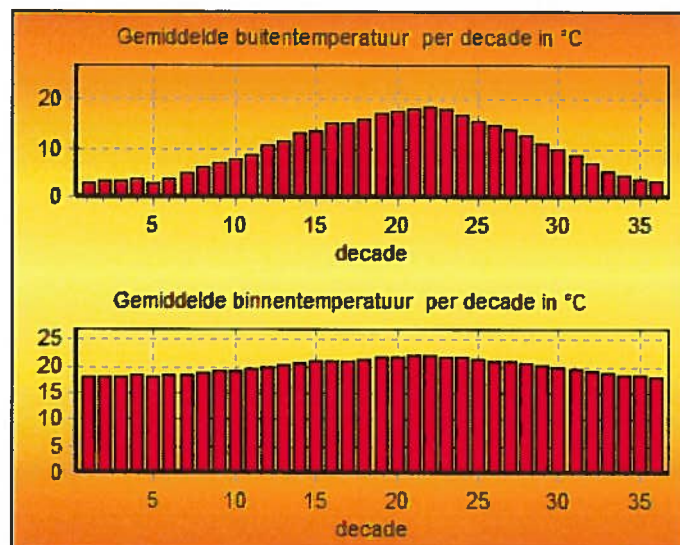
Klimaatlocatie: Nederland gem. 5 hoofdstations KNMI (1981-2010) Klimaatklasse: Dynamische Klimaatklasse II

Gem. temperatuur binnen [°C]: 20,0

Amplitudo [°C]: 2,0

Gem. dampdruk binnen [Pa]: 1320

Amplitudo [Pa]: 324



Decade	Periode	Dagen	Buiten				Binnen			
			Temperatuur [°C]	Dampdruk [Pa]	Pmax [Pa]	RV [%]	Temperatuur [°C]	Dampdruk [Pa]	Pmax [Pa]	RV [%]
1	01 t/m 10 jan	10	2,9	698	752	92,8	18,1	1027	2069	49,6
2	11 t/m 20 jan	10	3,4	712	779	91,4	18,2	1036	2086	49,7
3	21 t/m 31 jan	11	3,1	694	763	91,0	18,1	1024	2076	49,3
4	01 t/m 10 feb	10	3,5	704	785	89,7	18,2	1031	2090	49,3
5	11 t/m 20 feb	10	2,7	652	741	88,0	18,0	996	2063	48,3
6	21 t/m 28 feb	8	3,6	688	790	87,1	18,2	1020	2093	48,7
7	01 t/m 10 mrt	10	4,8	748	860	87,0	18,5	1060	2134	49,7
8	11 t/m 20 mrt	10	6,0	786	935	84,1	18,8	1086	2175	49,9
9	21 t/m 31 mrt	11	6,9	810	994	81,5	19,1	1102	2207	49,9
10	01 t/m 10 apr	10	7,7	824	1050	78,5	19,3	1111	2235	49,7
11	10 t/m 20 apr	10	8,4	848	1102	77,0	19,5	1127	2260	49,9
12	21 t/m 30 apr	10	10,6	976	1278	76,4	20,0	1213	2341	51,8
13	01 t/m 10 mei	10	11,6	1052	1365	77,1	20,3	1264	2378	53,2
14	11 t/m 20 mei	10	12,9	1132	1487	76,1	20,6	1318	2427	54,3
15	21 t/m 31 mei	11	13,7	1194	1567	76,2	20,8	1360	2458	55,3
16	01 t/m 10 juni	10	15,0	1336	1704	78,4	21,2	1455	2509	58,0
17	11 t/m 20 juni	10	15,1	1312	1715	76,5	21,2	1439	2513	57,3
18	21 t/m 30 juni	10	16,1	1418	1829	77,5	21,4	1510	2553	59,1
19	01 t/m 10 juli	10	17,3	1538	1974	77,9	21,7	1590	2601	61,1
20	11 t/m 20 juli	10	17,6	1560	2012	77,5	21,8	1605	2614	61,4
21	21 t/m 31 juli	11	18,2	1616	2089	77,4	22,0	1643	2638	62,3
22	01 t/m 10 aug	10	18,3	1618	2102	77,0	22,0	1644	2642	62,2
23	11 t/m 20 aug	10	17,8	1588	2037	78,0	21,9	1624	2622	61,9
24	21 t/m 31 aug	11	16,7	1539	1900	81,0	21,6	1591	2577	61,7
25	01 t/m 10 sep	10	15,7	1438	1783	80,7	21,3	1523	2537	60,0
26	11 t/m 20 sep	10	14,7	1386	1672	82,9	21,1	1488	2497	59,6
27	21 t/m 30 sep	10	13,8	1344	1577	85,2	20,8	1460	2462	59,3
28	01 t/m 10 okt	10	12,6	1259	1458	86,4	20,5	1403	2416	58,1
29	11 t/m 20 okt	10	10,9	1128	1303	86,6	20,1	1315	2352	55,9
30	21 t/m 31 okt	11	9,8	1056	1211	87,2	19,8	1267	2311	54,8
31	01 t/m 10 nov	10	8,5	986	1109	88,9	19,5	1220	2264	53,9
32	11 t/m 20 nov	10	6,8	892	988	90,3	19,1	1157	2203	52,5
33	21 t/m 30 nov	10	5,5	830	903	91,9	18,7	1115	2158	51,7
34	01 t/m 10 dec	10	4,5	770	842	91,4	18,5	1075	2123	50,6
35	11 t/m 20 dec	10	3,7	734	796	92,2	18,3	1051	2096	50,1
36	21 t/m 31 dec	11	3,4	726	779	93,2	18,2	1046	2086	50,1

Overzicht Condensatie/Uitdroging op de laagovergang 3 van laag 2 naar laag 3

mud-binnen: 5,40
mud-buiten: 60,08

Laag 2: bestaande dakbedekking
Laag 3: EPS 100

Totale hoeveelheid condens per jaar: 72,7 g/m² Oordeel: GOED
Totale hoeveelheid droging per jaar: 160,4 g/m² Oordeel: GOED, er is extra drogingscapaciteit van 87,7 g/m²

Decade	Periode	Dagen	Temperatuur [°C]	Dampdruk [Pa]	Condensatie [g/m ²]	Uitdroging [g/m ²]	Saldo [g/m ²]	Max. dampdruk [Pa]
1	01 t/m 10 jan	10	3,5	999	6,6		6,6	785
2	11 t/m 20 jan	10	4,0	1.009	6,1		12,7	813
3	21 t/m 31 jan	11	3,7	997	6,8		19,5	796
4	01 t/m 10 feb	10	4,1	1.004	5,7		25,2	819
5	11 t/m 20 feb	10	3,3	967	6,0		31,2	774
6	21 t/m 28 feb	8	4,2	992	4,2		35,4	824
7	01 t/m 10 mrt	10	5,4	1.034	4,2		39,6	897
8	11 t/m 20 mrt	10	6,5	1.061	2,9		42,5	967
9	21 t/m 31 mrt	11	7,4	1.078	1,7		44,2	1.029
10	01 t/m 10 apr	10	8,2	1.087	0,0		44,2	1.087
11	10 t/m 20 apr	10	8,9	1.104		-1,0	43,2	1.140
12	21 t/m 30 apr	10	11,0	1.193		-3,6	39,6	1.312
13	01 t/m 10 mei	10	12,0	1.247		-4,7	34,9	1.402
14	11 t/m 20 mei	10	13,2	1.302		-6,6	28,3	1.517
15	21 t/m 31 mei	11	14,0	1.346		-8,5	19,8	1.598
16	01 t/m 10 juni	10	15,3	1.445		-9,0	10,8	1.738
17	11 t/m 20 juni	10	15,3	1.428		-9,5	1,3	1.738
18	21 t/m 30 juni	10	16,3	1.502		-10,7	-9,4	1.852
19	01 t/m 10 juli	10	17,5	1.586		-12,7	-22,1	1.999
20	11 t/m 20 juli	10	17,8	1.601		-13,4	-35,5	2.037
21	21 t/m 31 juli	11	18,4	1.640		-16,1	-51,6	2.115
22	01 t/m 10 aug	10	18,5	1.642		-15,0	-66,6	2.129
23	11 t/m 20 aug	10	18,0	1.621		-13,6	-80,2	2.063
24	21 t/m 31 aug	11	16,9	1.587		-11,4	-91,6	1.924
25	01 t/m 10 sep	10	15,9	1.516		-8,9	-100,5	1.806
26	11 t/m 20 sep	10	15,0	1.480		-6,9	-107,4	1.704
27	21 t/m 30 sep	10	14,1	1.450		-4,8	-112,2	1.608
28	01 t/m 10 okt	10	12,9	1.391		-2,9	-115,1	1.487
29	11 t/m 20 okt	10	11,3	1.300		-1,1	-116,2	1.338
30	21 t/m 31 okt	11	10,2	1.249	0,2		-116,0	1.244
31	01 t/m 10 nov	10	9,0	1.200	1,7		-114,3	1.147
32	11 t/m 20 nov	10	7,3	1.135	3,5		-110,8	1.022
33	21 t/m 30 nov	10	6,0	1.092	4,8		-106,0	935
34	01 t/m 10 dec	10	5,1	1.050	5,3		-100,7	878
35	11 t/m 20 dec	10	4,3	1.024	6,0		-94,7	830
36	21 t/m 31 dec	11	4,0	1.019	7,0		-87,7	813

Overzicht oppervlaktecondensatie aan binnenzijde constructie

decade	periode	oppervlaktecondensatie	dauwpunttemperatuur [°C]	dauwpunt rv [%]	dauwpunt dampdruk [Pa]
1	01 t/m 10 jan	Nee	7,4	93,9	1.949
2	11 t/m 20 jan	Nee	7,5	93,9	1.961
3	21 t/m 31 jan	Nee	7,3	94,5	1.961
4	01 t/m 10 feb	Nee	7,4	94,5	1.974
5	11 t/m 20 feb	Nee	6,9	93,9	1.937
6	21 t/m 28 feb	Nee	7,3	94,5	1.974
7	01 t/m 10 mrt	Nee	7,8	95,1	2.024
8	11 t/m 20 mrt	Nee	8,2	95,1	2.063
9	21 t/m 31 mrt	Nee	8,4	95,1	2.102
10	01 t/m 10 apr	Nee	8,5	95,7	2.142
11	10 t/m 20 apr	Nee	8,7	95,7	2.169
12	21 t/m 30 apr	Nee	9,8	96,4	2.252
13	01 t/m 10 mei	Nee	10,4	96,3	2.294
14	11 t/m 20 mei	Nee	11,1	96,9	2.351
15	21 t/m 31 mei	Nee	11,5	97,6	2.395
16	01 t/m 10 juni	Nee	12,6	97,6	2.455
17	11 t/m 20 juni	Nee	12,4	97,6	2.455
18	21 t/m 30 juni	Nee	13,1	98,2	2.501
19	01 t/m 10 juli	Nee	13,9	98,8	2.563
20	11 t/m 20 juli	Nee	14,1	98,8	2.579
21	21 t/m 31 juli	Nee	14,4	98,2	2.594
22	01 t/m 10 aug	Nee	14,4	98,8	2.610
23	11 t/m 20 aug	Nee	14,3	98,2	2.579
24	21 t/m 31 aug	Nee	13,9	98,2	2.532
25	01 t/m 10 sep	Nee	13,3	98,2	2.486
26	11 t/m 20 sep	Nee	12,9	97,6	2.440
27	21 t/m 30 sep	Nee	12,6	97,6	2.395
28	01 t/m 10 okt	Nee	12,0	97,0	2.337
29	11 t/m 20 okt	Nee	11,0	96,4	2.266
30	21 t/m 31 okt	Nee	10,5	96,4	2.224
31	01 t/m 10 nov	Nee	9,9	95,7	2.169
32	11 t/m 20 nov	Nee	9,1	95,1	2.102
33	21 t/m 30 nov	Nee	8,6	95,1	2.050
34	01 t/m 10 dec	Nee	8,0	94,5	2.012
35	11 t/m 20 dec	Nee	7,7	93,9	1.974
36	21 t/m 31 dec	Nee	7,6	93,9	1.961

Energieverbruik

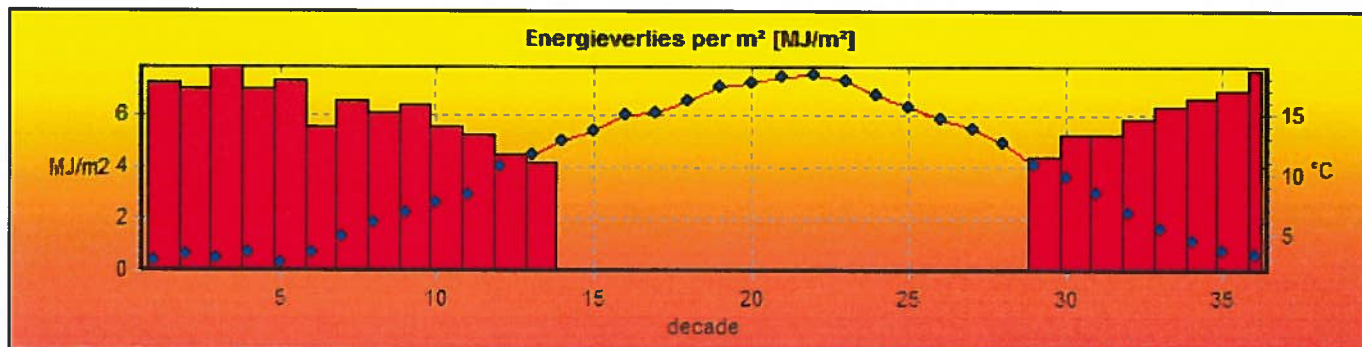
Bij de berekening van het energieverbruik wordt er van uitgegaan, dat men begint met stoken, als de buitentemperatuur lager is dan 12 graden Celcius.

Er wordt gerekend met een ketelrendement van 80%.

Voor aardgas wordt een stookwaarde aangehouden van 35 MJ/m³.

De berekende energieverliezen zijn slechts bedoeld om een vergelijking met een alternatieve constructie mogelijk te maken. U kunt hiermee dus niet het energieverlies van een gebouw berekenen. In een dergelijke berekening dienen veel meer gegevens betrokken te worden.

Het gaat hier dus uitsluitend om de vergelijking van twee of meer (dak)constructies.



Energieverlies per m² per jaar:

127,7 MJ/m²

Komt overeen met:

4,562 m³ aardgas

of

5,059 Watt elektrisch stookvermogen per m²

Jaaroverzicht per decade

decade	periode	dagen	buitentemperatuur [°C]	energie [MJ/m²]	gas [m³]	Watt
1	01 t/m 10 jan	10	2,9	7,159	0,256	0,284
2	11 t/m 20 jan	10	3,4	6,983	0,249	0,277
3	21 t/m 31 jan	11	3,1	7,798	0,278	0,309
4	01 t/m 10 feb	10	3,5	6,948	0,248	0,275
5	11 t/m 20 feb	10	2,7	7,229	0,258	0,286
6	21 t/m 28 feb	8	3,6	5,530	0,198	0,219
7	01 t/m 10 mrt	10	4,8	6,491	0,232	0,257
8	11 t/m 20 mrt	10	6,0	6,070	0,217	0,240
9	21 t/m 31 mrt	11	6,9	6,329	0,226	0,251
10	01 t/m 10 apr	10	7,7	5,473	0,195	0,217
11	10 t/m 20 apr	10	8,4	5,227	0,187	0,207
12	21 t/m 30 apr	10	10,6	4,454	0,159	0,176
13	01 t/m 10 mei	10	11,6	4,102	0,147	0,162
14	11 t/m 20 mei	10	12,9	0,000	0,000	0,000
15	21 t/m 31 mei	11	13,7	0,000	0,000	0,000
16	01 t/m 10 juni	10	15,0	0,000	0,000	0,000
17	11 t/m 20 juni	10	15,1	0,000	0,000	0,000
18	21 t/m 30 juni	10	16,1	0,000	0,000	0,000
19	01 t/m 10 juli	10	17,3	0,000	0,000	0,000
20	11 t/m 20 juli	10	17,6	0,000	0,000	0,000
21	21 t/m 31 juli	11	18,2	0,000	0,000	0,000
22	01 t/m 10 aug	10	18,3	0,000	0,000	0,000
23	11 t/m 20 aug	10	17,8	0,000	0,000	0,000
24	21 t/m 31 aug	11	16,7	0,000	0,000	0,000
25	01 t/m 10 sep	10	15,7	0,000	0,000	0,000
26	11 t/m 20 sep	10	14,7	0,000	0,000	0,000
27	21 t/m 30 sep	10	13,8	0,000	0,000	0,000
28	01 t/m 10 okt	10	12,6	0,000	0,000	0,000
29	11 t/m 20 okt	10	10,9	4,348	0,155	0,172
30	21 t/m 31 okt	11	9,8	5,208	0,186	0,206
31	01 t/m 10 nov	10	8,5	5,191	0,185	0,206
32	11 t/m 20 nov	10	6,8	5,789	0,207	0,229
33	21 t/m 30 nov	10	5,5	6,245	0,223	0,247
34	01 t/m 10 dec	10	4,5	6,597	0,236	0,261
35	11 t/m 20 dec	10	3,7	6,878	0,246	0,272
36	21 t/m 31 dec	11	3,4	7,682	0,274	0,304

Beoordelingsmaatstaven

Voor de beoordeling van constructies kunnen de volgende maatstaven worden gehanteerd:

Inwendige condensatie

steenachtige poreuze materialen, bijv. gasbeton	houtachtige en overige materialen	waardering
groter of gelijk 1000 g/m ²	groter of gelijk 200 g/m ²	slecht
tussen 500 en 1000 g/m ²	tussen 100 en 200 g/m ²	matig
kleiner of gelijk 500 g/m ²	kleiner of gelijk 100 g/m ²	goed

Droging in de zomerperiode

	waardering
in de zomerperiode droogt meer dan in de winterperiode condenseert	goed
in de zomerperiode droogt minder dan in de winterperiode condenseert, er is dus sprake van vochttopbouw in de loop der jaren	slecht

Warmteweerstand (Rc)

	waardering
Rc groter dan opgegeven richtwaarde	goed
Rc kleiner dan opgegeven richtwaarde	onvoldoende
Let op! Het Bouwbesluit stelt voor verwarmde ruimtes minimum eisen aan de Rc. Vloer 3,5 m ² K/W, gevel: 4,5 m ² K/W, dak 6,0 m ² K/W.	

Maximale warmtestroom (q)

Klimaatklasse I	Klimaatklassen II t/m IV	waardering
groter of gelijk 45 W/m ²	groter of gelijk 35 W/m ²	slecht
tussen 30 en 45 W/m ²	tussen 20 en 35 W/m ²	matig
kleiner of gelijk 30 W/m ²	kleiner of gelijk 20 W/m ²	goed