



DURZAME HERBESTEMMING OOGLIJDESGASTHUIS

Afstudeerscriptie:

Joris Lucas 1555948

Nick van Harmelen 1532563

Begeleiders:

Henk van Wolfswinkel

Karel Fouraschen

Datum:

juni 2012

Bedrijf:

Hogeschool Utrecht

Peter Rutten

Duurzame Herbestemming Ooglijdersgasthuis is een uitgave van VHV Utrecht



Tekst en samenstelling

Nick van Harmelen & Joris Lucas

VHV Utrecht (Verduurzaming en Herbestemming van Vastgoed)

Met bijdragen van

Peter Rutten, Kathelyn van der ham, Henk Wolfswinkel, Karel Fouraschen, Jan Straatman, Birgit Dulski, Henk Jansen, Richard Rodenburg, Cees van der Vliet, Ronald Willemsen, Jeroen Hilhorst, Joost Dolhain, Tom Haarsten, Robin Angelier en Dries van den Broek

Redactie

VHV Utrecht

Fotografie

VHV Utrecht

Volgens bronvermelding

Vormgeving

VHV Utrecht

Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van VHV Utrecht.



Duurzame herbestemming Ooglijdersgasthuis

Afstudeerscriptie juni 2012

Auteurs:

Joris Lucas
Merelweg 32
4105 WZ Culemborg
Nederland

Bouwkunde, Bouwtechniek
Hogeschool Utrecht
St. Nummer: 1555948
TBWK-AFT8-03
joris.lucas@student.hu.nl
+31 683578611

Nick van Harmelen
Krekelmeent 123
1218 EG Hilversum
Nederland

Bouwkunde, Bouwtechniek
Hogeschool Utrecht
St. Nummer: 1532563
TBWK-AFT8-03
nick.vanharmelen@student.hu.nl
+31 636302634

Schoolgegevens:

Hogeschool Utrecht
Instituut Gebouwde Omgeving
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht

1e begeleider:
Henk Wolfswinkel
henk.wolfswinkel@hu.nl

2e begeleider:
Karel Fouraschen
karel.fouraschen.hu.nl

Afstudeerbedrijf:

Hogeschool Utrecht
IGO | Kamer D06:11
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
bedrijfsbegeleider
Peter Rutten
peter.rutten@hu.nl

SAMENVATTING

Door verlies van hun oorspronkelijke functie komen veel monumentale panden leeg te staan, zoals kerken, kloosters en militaire forten. Door deze leegstand kan bij gebrek aan onderhoud uiteindelijk verval van dit cultuurhistorisch erfgoed optreden. Om deze reden is er een groeiende aandacht voor de herbestemming van deze gebouwen als middel om ze te behouden. Daarbij is het een belangrijke opgave om bij het geschikt maken van monumenten voor nieuwe functies, duurzaamheidsaspecten in acht te nemen. Het voormalige Ooglijdersgasthuis in Utrecht is hierbij als casus gebruikt om de volgende onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden:

Welke technische middelen kunnen ingezet worden bij het duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis met behoud van cultuurhistorische waarde, om het herbestemde gebouw exploiteerbaar te maken?

Bij de herbestemming van het monumentale Ooglijdersgasthuis is gekeken naar de mogelijkheden van verduurzaming van de schil. Met het oog op energieprijsstijging is het verduurzamen van energie-inefficiënte gebouwen noodzakelijk om het gebouw in de toekomst exploiteerbaar te houden. Monumenten nemen hier een bijzondere positie in, vanwege de bouwfysische risico's die de verduurzamingsmaatregelen met zich mee brengen. De mate waarin men een monument kan verduurzamen, wordt in sterke mate bepaald door de cultuurhistorische waarde van het gebouw en niet alleen door de te behalen energiewinst.

Er zijn meerdere verduurzamingsconcepten op te stellen voor het Ooglijdersgasthuis. Uiteindelijk zijn de mogelijke concepten per bouwdeel onderling vergeleken op reversibiliteit, mate van verduurzaming en de mate waarin de bouwhistorische waarde in stand blijft. De concepten die het meeste rekening houden met deze criteria zijn het meest ideaal wanneer men kiest om het Ooglijdersgasthuis te verduurzamen. Voor het Ooglijdersgasthuis is de combinatie van voorzetwanden met achterzetramen het gekozen concept.

Voor de uitvoering van de concepten wordt een bewuste keuze van materialen en systemen gemaakt. De keuze voor de combinatie van houtvezel-isolatie en absorberende leemafwerkingen, is voortgekomen uit de gunstige bouwfysische eigenschappen en de positieve uitwerking op het gebouw. De combinatie met achterzetramen maakt het gebouw comfortabel voor de gebruiker en zal de historische waarde van het gebouw zo min mogelijk aantasten.

Het herbestemmen en verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis vraagt om een hoge investering. Dit resulteert in een lange terugverdientijd. De verbeterde technische kwaliteit van het onroerend goed kan meer huurders trekken, waardoor leegstand vermeden kan worden.

Als de vraag naar duurzaam vastgoed in de toekomst alleen maar groter wordt, is de kans op leegstand kleiner en kan men het gebouw ook langer exploiteren. Zodoende investeert men voor een langere termijn, waardoor de lange terugverdientijd afgezet tegen de lange exploitatietermijn minder ongunstig uitvalt.

Bovenal blijft het Ooglijdersgasthuis een monument dat het behouden meer dan waard is. Wellicht vraagt het herbestemmen en verduurzamen niet om een gewone ontwikkelaar, maar één die voor langere tijd wil investeren in een stukje geschiedenis. Een stukje geschiedenis die alleen maar rijker zal worden, maar die gebruik nodig heeft om voort te bestaan.

VOORWOORD

Verduurzaming en Herbestemming van Vastgoed Utrecht (VHV Utrecht) is een afstudeergroep bestaande uit zes studenten van de Hogeschool Utrecht (HU), Faculteit Natuur & Techniek (FNT). Het afstudeeronderwerp houdt kort samengevat in het verduurzamen en herbestemmen van monumentaal vastgoed en beeldbepalende gebouwen. Dit afstudeeronderzoek wordt toegespitst op het voormalig Ooglijdersgasthuis te Utrecht. De zes studenten, Vincent van Helvoort, Lisanne Colijn, Lars Wopereis, Michel Nijland, Nick van Harmelen en Joris Lucas, studeren elk af in hun eigen afstudeerrichting. Daarbij zal ieder een eigen, relevante vraag met betrekking tot het eerder genoemde onderwerp beantwoorden. De respectievelijke afstudeerrichtingen zijn Architectuur (1x), Hogere Installatietechniek (2x) en Bouwtechniek (3x).

Het onderzoek is mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van de Lighthouse Club. Nyenrode Business Universiteit levert een bijdrage in natura, door het leveren van netwerken die bepalend zijn voor dit onderzoek. De nauwe samenwerking met dhr. ir. Peter Rutten maakte het mogelijk om dit onderzoek op een professionele manier uit te werken en direct naar de praktijk te koppelen.

Wij willen graag van de gelegenheid gebruik maken om alle partijen te bedanken die hebben geholpen bij het onderzoek. In het bijzonder willen wij Peter Rutten bedanken die gefungeerd heeft als bedrijfsbegeleider. Ook willen wij graag Henk Wolfswinkel en Karel Fouraschen bedanken voor de begeleiding in dit onderzoek.

Wij, Nick van Harmelen en Joris Lucas, studeren beide af op bouwtechniek. Omdat wij qua samenwerking goed aanvullen. Hebben wij ervoor gekozen om dit onderzoek samen aan te pakken. Wij zijn erg tevreden over het resultaat van deze samenwerking en willen elkaar daarvoor graag bedanken. De samenwerking met de overige studenten is ook goed bevallen en we willen de studenten hiervoor ook graag bedanken.

Nick van Harmelen & Joris Lucas -

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
VOORWOORD	3
1 INLEIDING.....	7
1.1 LEESWIJZER	7
1.2 AANLEIDING VAN HET ONDERZOEK	8
1.3 PROBLEEMSTELLING	8
1.4 DOELSTELLING	8
1.5 ONDERZOEKSVRAGEN.....	10
2 HET OOGLIJDESGASTHUIS	11
2.1 BOUWGESCHIEDENIS EN WAARDERING VAN HET OOGLIJDESGASTHUIS.....	12
2.1.1 <i>Samenvatting bouwgeschiedenis</i>	12
2.1.2 <i>Samenvatting waardering</i>	13
2.2 BOUWBESLUIT EN HERBESTEMMEN	14
2.2.1 <i>Het Ooglijdersgasthuis en het bouwbesluit</i>	16
2.3 CONSTRUCTIES.....	17
2.4 BOUWFYSICA.....	20
2.4.1 <i>Eigenschappen van monumenten</i>	20
2.4.2 <i>Kwaliteit van de schil van het Ooglijdersgasthuis</i>	21
2.4.3 <i>Geluidwering van de gevel</i>	23
2.4.4 <i>Materiaal en staat</i>	24
2.4.5 <i>Transmissieverlies bestaande situatie</i>	24
2.5 DEELCONCLUSIE	25
3 MONUMENTEN IN DE PRAKTIJK	27
3.1 HERBESTEMMEN VAN MONUMENTEN.....	27
3.2 VERDUURZAMEN VAN MONUMENTEN	28
3.3 VERDUURZAMINGSMAATREGELEN BIJ MONUMENTEN	30
3.3.1 <i>Niet-bouwtechnische oplossingen</i>	30
3.3.2 <i>Na-isoleren gevels</i>	30
3.3.3 <i>Na-isoleren vensters</i>	31
3.3.4 <i>Na-isoleren daken</i>	31
3.3.5 <i>Na-isoleren vloeren</i>	31
3.3.6 <i>Aangrenzend onverwarmde ruimten</i>	31
4 VERDUURZAMEN VAN HET OLG	33
4.1 VERDUURZAMEN.....	33
4.2 HERBESTEMMEN FUNCTIE OOGLIJDESGASTHUIS.....	35
4.3 SCENARIO'S.....	36
4.4 CONCEPTEN	42
4.4.1 <i>Bouwdeel 1</i>	43
4.4.2 <i>Bouwdeel 2</i>	44
4.4.3 <i>BOUWDEEL 3</i>	45
4.4.4 <i>Gekozen concepten</i>	46
4.5 HAALBAARHEID VAN DE CONCEPTEN.....	47
4.5.1 <i>Verduurzamen van de gevels</i>	47
4.5.2 <i>Materialisering</i>	48

4.5.3	Verduurzamen van de vensters	52
4.5.4	Isoleren van de vloeren	53
4.5.5	Aangrenzend onverwarmde ruimten (AOR)	53
4.5.6	Isoleren van de daken	54
4.6	KWALITATIEVE BEOORDELING GEVELDETAILS OOGLIJDESGASTHUIS	56
4.6.1	Resultaat bouwdeel 1	56
4.6.2	Resultaat bouwdeel 2	60
4.6.3	Resultaat bouwdeel 3	61
4.7	CONSTRUCTIE	62
4.7.1	Bouwdeel 1	62
4.7.2	Bouwdeel 2	62
4.7.3	Bouwdeel 3	62
4.8	TRANSMISSIEVERLIEZEN	63
4.8.1	Bouwdeel 1	63
4.8.2	Bouwdeel 2	63
4.8.3	Bouwdeel 3	63
4.9	DETAILS ONTWERP	64
4.9.1	Bouwdeel 1	64
4.9.2	Bouwdeel 2	66
4.9.3	Bouwdeel 3	66
4.10	DEELCONCLUSIE	67
5	EXPLOITATIE OLG	69
5.1	IS HET VERDUURZAMEN VAN HET OOGLIJDESGASTHUIS RENDABEL?	69
6	CONCLUSIE	73
7	AANBEVELINGEN	75
8	PROCES	77
9	BRONVERMELDING	81

Deze scriptie omvat één deel van de afstudeeropdracht 'duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis'. Hierbij worden de technische middelen voor verduurzaming nader onderzocht en wordt er gekeken naar de exploitatiebaarheid van het Ooglijdersgasthuis. In deel twee wordt er ingegaan op de hypothese *'Duurzame maatregelen kunnen alleen in samenhang en door de architect worden ontworpen - de verduurzaming van historische gebouwen is een ontwerpopgave'*.

1.1

Leeswijzer

Hoofdstuk twee behandelt de analyse van de huidige staat en kwaliteiten van het gebouw. Deze kennis van het gebouw is noodzakelijk om te weten welke verduurzamingsmethoden mogelijk zijn om toegepast te worden op het gebouw. In hoofdstuk drie zijn deze methodes onderzocht, maar ook de problemen die vervolgens zouden kunnen ontstaan ten aanzien van het monument.

Hoofdstuk vier beschrijft de ambitie die is bepaald met het oog op verduurzaming. Dit is gedaan door drie scenario's te schetsen en de gevolgen van verduurzamen op de exploitatie van het Ooglijdersgasthuis te bepalen. Hieruit komt naar voren dat de noodzaak tot verduurzamen aanwezig is, maar dat de mate waarin dit dient te gebeuren rekening dient te houden met de monumentale status van het gebouw. De ambitie ligt tussen de bestaande situatie en de passieve situatie in.

Per bouwdeel is gekeken met welk concept deze ambitie gehaald kan worden en er met het oog op de cultuurhistorische waarde en het behoud van het monument het beste verduurzaamd kan worden. Dit is gedaan door twee à drie concepten per bouwdeel op te stellen. Uiteindelijk zijn de concepten per bouwdeel onderling vergeleken op reversibiliteit, mate van verduurzaming en het in stand houden van de bouwhistorische waarde.

De gekozen concepten worden vanaf paragraaf 4.5 uitvoerig geanalyseerd op hun haalbaarheid. Hierin is gekeken naar systemen op aspecten als duurzaamheid, terugverdientijd en bouwfysische eigenschappen. Er is gekeken of het gebouw het nieuwe pakket kan dragen. De detaillering is onderworpen aan verschillende berekeningen op het gebied van constructie, kosten en bouwfysica. De details zijn kritisch geanalyseerd en bijgesteld opdat er geen schade toegebracht wordt aan het gebouw vanwege een verstoord bouwfysisch evenwicht.

Hoofdstuk 5 beschrijft de gevolgen van de investering op de exploitatie van het Ooglijdersgasthuis. De opbrengsten van de herbestemming zijn door marktonderzoek bepaald, evenals de marktwaarde van het gebouw. De overige parameters van de kasstromen zijn bepaald. De terugverdientijd van de investering is nadien vastgesteld.

In de daarop volgende hoofdstukken volgt de conclusie van dit onderzoek, de aanbeveling voor vervolgonderzoek. Tot slot wordt ingegaan op het proces dat is doorlopen in dit onderzoek.

1.2

Aanleiding van het onderzoek

Monumenten maken deel uit van ons cultureel erfgoed: het behoud hiervan is noodzakelijk. Monumenten stellen bijzondere eisen aan technische ingrepen waardoor de betaalbaarheid en exploitatiebaarheid in het geding komt. Dit is te verbeteren door energiereductie, verbetering van gebruiksfunctionaliteit en eventueel herbestemming. Het exploiteerbaar maken van monumentale gebouwen vraagt om maatoplossingen en om een gezamenlijke inspanning van de beschermers van het cultureel erfgoed, duurzaamheidsexpert en exploitanten. Dit geldt zowel voor deze technische ingrepen zelf als voor de inrichting van het proces.

Herbestemmen is een actueel vraagstuk, waarbij duurzaamheid een belangrijke rol inneemt. Dit onderwerp staat ook bij de Hogeschool Utrecht (HU) hoog op de agenda. Vlak voor de zomer van 2010 vond dan ook de aftrap voor het programma 'De Omslag' (Duurzame ontwikkeling in Utrechtse energie (DUO HU)) plaats. Het verduurzamen van de monumentale binnenstad is een van de ruim twintig projecten binnen dit programma. Het hier beschreven onderzoek sluit goed aan bij dit programma en de ambitie van de HU om zich te profileren op dit gebied. Een voorbeeld van dit programma is de minor 'Duurzame Monumentenzorg', uitgevoerd door studenten van de HU in de periode september 2011 tot februari 2012. Zij hebben kennis opgedaan over dit onderwerp aan de hand van het Ooglijdersgasthuis. Dit monumentale gebouw aan de F.C. Dondersstraat in Utrecht vormt de casus voor dit onderzoek, waarbij de opgedane kennis uit de minor kritisch zal worden toegepast en geanalyseerd.

1.3

Probleemstelling

Door verlies van hun oorspronkelijke functie komen veel monumentale panden leeg te staan, zoals kerken, kloosters en militaire forten. Door deze leegstand kan bij gebrek aan onderhoud uiteindelijk verval van dit cultuurhistorisch erfgoed optreden. Om deze reden is er een groeiende aandacht voor de herbestemming van deze gebouwen als middel om ze te behouden.¹ Daarbij is het een belangrijke opgave om bij het geschikt maken van monumenten voor nieuwe functies duurzaamheidsaspecten in acht te nemen.

Eén van de problemen bij het technisch verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis is de cultuurhistorische waarde van het pand. De technische aanpassingen kunnen deze waarde aantasten. Toch zijn deze ingrepen noodzakelijk om het herbestemde gebouw rendabel te kunnen exploiteren. Het is hierbij de vraag waar de grens ligt voor de technische verduurzamingsingrepen zonder de cultuurhistorische waarde aan te tasten.

De probleemstelling van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Welke technische middelen met betrekking tot de schil kunnen ingezet worden bij het duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis om het gebouw exploiteerbaar te maken, met behoud van de cultuurhistorische waarde?

1.4

Doelstelling

Doelstelling van dit onderzoek is het toetsen van de centrale hypothese: *Duurzame maatregelen kunnen alleen in samenhang en door de architect worden ontworpen - de verduurzaming van historische gebouwen is een ontwerp-opgave*. Dit gebeurt door het Ooglijdersgasthuis met zijn verschillende bouwperiodes als casus te gebruiken en het proces te analyseren.

¹ www.cultureelerfgoed.nl

De volgende zes aspecten komen hierbij aan bod: bouwtechniek, rendement, inpasbaarheid, wet- en regelgeving, installatie en energie. Binnen het bredere onderzoek hebben wij ons op de analyse van de bouwtechniek en het rendement van de duurzame monumentenzorg gericht, waarbij wij de rol vertolken van aannemer en bouwkundig ontwikkelaar. De overige vier aspecten en bijbehorende rollen worden door de vier andere studenten behandeld. Door onderling samen te werken, gaan wij waar deze disciplines elkaar raken de dialoog aan om tot een goed afgewogen resultaat te komen.

Bij de door ons te analyseren aspecten - bouwtechniek en rendement -, hebben wij de volgende doelen gesteld:

Bouwtechniek:

In dit onderdeel worden de verschillende bouwmethoden voor Duurzame Monumentenzorg onderzocht. Welke methodieken en materialen worden in Nederland gehanteerd om de schil van een gebouw met bouwhistorische waarden te verduurzamen? In hoeverre zijn deze methodieken en materialen duurzaam en reversibel? Zijn er overeenkomsten en verschillen ten aanzien van de aanpak te ontdekken voor de verschillende bouwperiodes en wat is daarin bepalend?

Rendement:

In dit onderdeel staat het rendement van Duurzame Monumentenzorg centraal. De ambities, investeringen en de beoogde exploitatievorm na herbestemming zijn noodzakelijk om het rendement te kunnen bepalen. De voorgestelde bouwmethodieken worden op basis van aangeleverde kengetallen in dit onderdeel doorgerekend. Hierbij worden de investeringen afgewogen tegen de mogelijke opbrengsten in de toekomst.

De vragen die de overige vier studenten geformuleerd hebben zijn als volgt:

Inpasbaarheid, Lianne:

“Hoe kan het Ooglijdersgasthuis vanuit het oogpunt van de architectuur verduurzaamd worden? Hierbij vormt een flexibel ontwerp voor veranderende functies het uitgangspunt in combinatie met het behoud van cultuurhistorische waarden.”

Wet- & Regelgeving, Vincent:

“Staat regelgeving in de bouw een duurzame herbestemming van het Ooglijdersgasthuis met behoud historische en cultuurhistorische kwaliteiten in de weg?”

Installatie en Energie, Lars en Michel:

“Hoe kan het OLG duurzaam en flexibel worden herbestemd, met behoud van cultuurhistorische waarde?”

1.5

Onderzoeksvragen

1. Wat is het technisch uitgangspunt en bestaande kwaliteit van de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis? Op het gebied van:
 - constructie
 - bouwfysica (vocht, geluid, thermisch -transmissie en accumulerend vermogen- van de schil)
 - materiaal
 - bouwbesluit
2. Wat zijn de raakvlakken van de verschillende partijen die betrokken zijn bij het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis? (Gemeenschappelijke vraag VHV)
 - Welke zijn de partijen die bij het verduurzamen van Ooglijdersgasthuis een rol spelen (aannemer en bouwkundig ontwikkelaar)?
 - Wat is de expertise van deze partijen en hoever reikt deze (aannemer en bouwkundig ontwikkelaar)?
 - Wat zijn de belangen en behoefte van deze actoren bij het technisch verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis en welke voorwaarden leggen zij op (aannemer en exploitant)?
3. Welke technische middelen kunnen het best worden ingezet bij het verduurzamen van de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis?
 - Met welke middelen kan een monument verduurzaamd worden?
 - Wat zijn de mogelijke oplossingen voor het verduurzamen van de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis op het gebied van:
 - Welke middelen en mogelijke oplossingen kunnen voor de verschillende bouwdelen worden gecombineerd?
4. Hoe ziet het exploitatiemodel er uit voor de gekozen functie van het verduurzaamde Ooglijdersgasthuis?
 - Welk exploitatiemodel is toepasbaar op het Ooglijdersgasthuis?
 - Met welke kengegevens en relevante kostenkengetallen zijn de investering- en exploitatiemogelijkheden voor de herbestemming van het Ooglijdersgasthuis te bepalen?
 - Wat zijn de opbrengsten van de gekozen functie van het Ooglijdersgasthuis?
 - Wat is het financieel rendement van het Ooglijdersgasthuis na verduurzaming?
5. Wanneer en in welke mate kunnen de partijen het best betrokken worden bij het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis?
 - In welke fase worden de verschillende partijen betrokken bij het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis?
 - Welke partij(en) is/zijn er leidend bij het proces van verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis?
 - Welke expertise moet er aanwezig zijn bij de persoon die de leidende rol vertolkt bij het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis?
6. In welke mate zijn de aannemer en bouwkundig ontwikkelaar van invloed geweest voor de keuzes die er zijn gemaakt met betrekking tot het technisch verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis?

HOOFDVRAAG

Welke technische middelen kunnen ingezet worden bij het duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis met behoud van cultuurhistorische waarde, om het herbestemde gebouw exploiteerbaar te maken?

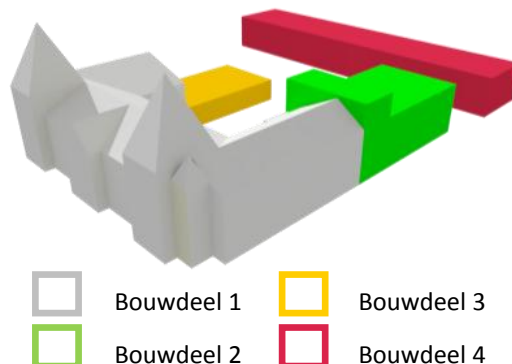
2 HET OOGLIJDERSGASTHUIS

Het analyseren van de huidige situatie en de geschiedenis van een bouwwerk is essentieel bij het verduurzamen en herbestemmen van een gebouw, zeker wanneer het een monument betreft. Het gebouw moet de nieuwe functie letterlijk en figuurlijk kunnen dragen. Noodzakelijke aanpassingen mogen echter de cultuurhistorische waarde niet schaden. De huidige “kwaliteit” van het gebouw dient dus goed in kaart te zijn gebracht. Dit hoofdstuk beschrijft de kwaliteit van het OLG.

Het Ooglijdersgasthuis ligt in de stad Utrecht in de Zeeheldenbuurt, een gebied ten noordoosten van de binnenstad, zie figuur 1. Het Ooglijdersgasthuis bestaat uit 4 bouwdelen, zie Figuur 2. Bouwdeel 1, het eerste gebouwdeel, is gelegen aan de cultuurhistorisch waardevolle F.C. Dondersstraat. Een gedeelte van bouwdeel 1 en bouwdeel 2 in zijn geheel zijn gelegen aan de Bleyenburgstraat. Deze straat wordt gekenmerkt door de grote platanen die langs de straat en het spoor staan. Op het binnenterrein tussen de vleugels bevindt zich bouwdeel 3. Dit bouwdeel kan vanaf de straat niet worden gezien. Bouwdeel 4 is gelegen aan de Cornelis Evertsenstraat. Deze straat is niet beeldbepalend of (cultuur-)historisch waardevol. Het pand heeft een BVO van ongeveer 7630 m².



Figuur 1: Locatie Ooglijdersgasthuis (bron: maps.google.nl)



Figuur 2: Bouwdelen in isometrie (bron: minorgroep 2)



Figuur 3: Call-out locatie met bouwdelen (bron: eigen illustratie)

2.1

Bouwgeschiedenis en waardering van het Ooglijdersgasthuis

Onderstaand hoofdstuk is een samenvatting uit de door Vincent van Helvoort opgestelde waardestelling. De complete waardestelling van het Ooglijdersgasthuis is te vinden in de afstudeerscriptie van Vincent van Helvoort.

2.1.1

Samenvatting bouwgeschiedenis

Het voormalige “Nederlandsch Gasthuis voor Behoeftige en Minvermogende Ooglijders” is een groot, statig pand in de binnenstad van Utrecht. Het gebouw ligt aan de F.C. Dondersstraat, de Bleyenburgstraat en de Cornelis Evertsenstraat; vlak langs de spoorrails die naar het spoorwegmuseum leidt. Het pand is gemarkeerd als rijksmonument en heeft een grote cultuurhistorische waarde. Het gebouw bestaat uit vier verschillende bouwdelen (zie Figuur 4 en bijlage 1.1, 1.2 en 1.3), die in verschillende bouwperioden zijn gebouwd. Het grootste bouwdeel, bouwdeel 1, stamt uit 1894 en is door de Utrechtse architect D. Kruijf in neorenaissancestijl gebouwd. Ongeveer 44 jaar later is er een tweede deel aan het eerste bouwdeel bijgebouwd. Dit bouwdeel werd in 1939 door architect H.F. Mertens gebouwd in de stijl van het Nieuwe Bouwen. Vervolgens werd in 1967 net na een grote interne verbouwing van het complex een derde bouwdeel aan het oorspronkelijke bouwdeel gemaakt. Dit bouwdeel is ontworpen door architect S. Wouda in een moderne stijl. Het pand heeft tot eind jaren '80 dienst gedaan als ziekenhuis, gespecialiseerd in het behandelen van mensen met oogproblemen. Daarnaast was het ook een ziekenhuis die als eerste in Nederland, artsen zowel in de studie als in praktijk opleidde tot oogartsen. Eind jaren tachtig is het pand door de Hogeschool Utrecht gekocht en omgebouwd tot instituut voor chemie. Een aantal jaar later, in 1997, is het pand gerestaureerd; sindsdien is de bouwkundige staat van het pand uitstekend. Het pand is momenteel nog in gebruik door de Hogeschool Utrecht, maar is in 2011 verkocht aan ontwikkelaar Driestar. De HU mag het pand nog gebruiken tot 2015. Daarna zal de HU eruit moeten en wordt het pand door Driestar gebruikt.

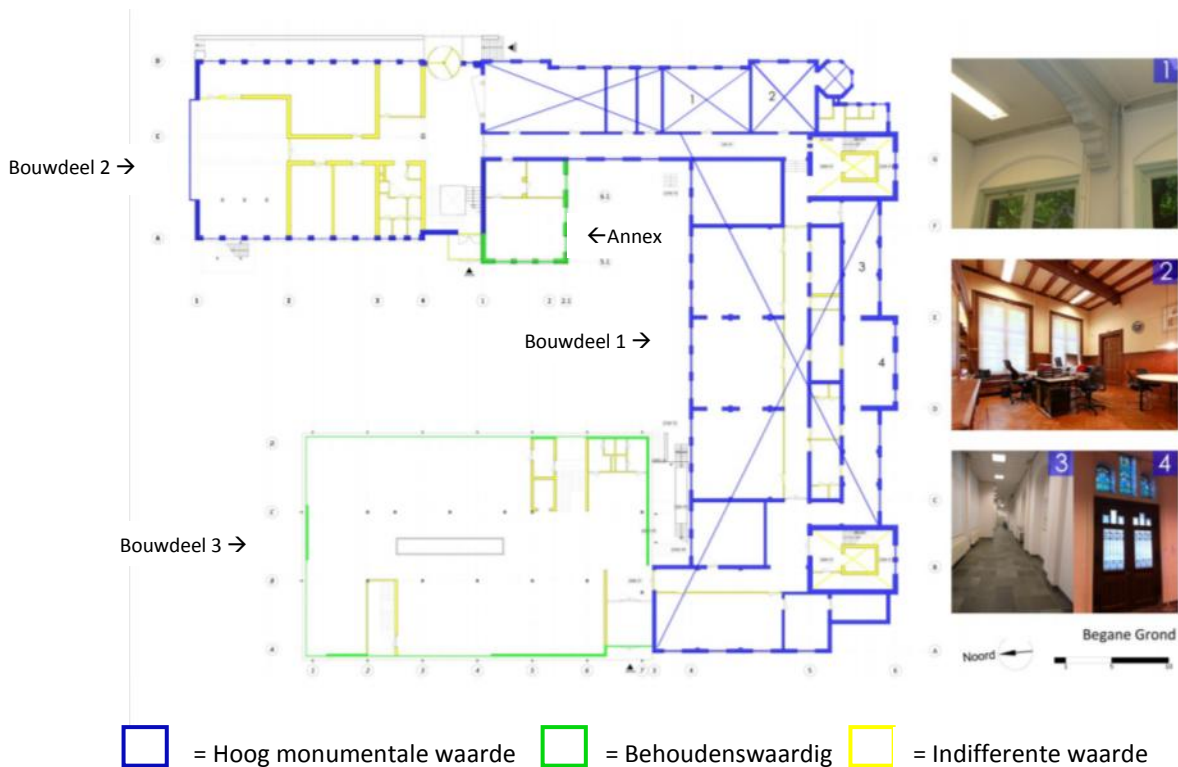


Figuur 4: Eigen foto's; links boven bouwdeel 1, rechts boven bouwdeel 2, linksonder bouwdeel 3, rechts onder bouwdeel 4

2.1.2

Samenvatting waardering

De waardestelling bestaat uit waardestellingskaarten, zie Figuur 5, in de vorm van plattegronden en beschrijvingen met foto's. De Rijksdienst voor cultureel erfgoed geeft een aantal definities voor de waarde van een monument². In de waardestelling worden de elementen van het gebouw beoordeeld met de volgende waarderingen: hoge monumentale delen, delen met positieve waarde, delen met indifferente waarde. In onderstaande hoofdstukken zal in grote lijnen aangegeven worden welke delen welke waardering hebben gekregen. De complete waardestelling is te vinden in de scriptie van Vincent van Helvoort. In algemene zin kan gesteld worden dat het voormalige Gasthuis voor Ooglijders van hoge architectuurhistorische waarde is, vanwege de goed bewaarde neorenaissance bouwstijl in het oudste bouwdeel, in combinatie met de subtiele maar toch duidelijk aanwezige aansluiting van het tweede bouwdeel in de stijl van Het Nieuwe Bouwen. Het pand verkeert over het algemeen in uitstekende staat. De oorspronkelijke details in het gevelbeeld zijn goed bewaard gebleven. De restauratie in 1997 heeft hier mede voor gezorgd. Hieronder zullen de uitkomsten verder uiteen worden gezet, welke ten slotte in Tabel 1 zijn samengevat.



Figuur 5: Kaart uit de waardestelling van de begane grond (bron: waardestelling VHV)

2.1.2.1

Hoge monumentale waarde

Hoog monumentale waarde wil zeggen dat het gebouw of delen daarvan, van dusdanig cruciaal bouwhistorisch of maatschappelijk belang zijn dat zij het beschermen waard zijn. Uit de waardestelling van het Ooglijdersgasthuis is naar voren gekomen dat van hoge monumentale waarde zijn uit bouwdeel 1: de complete gevels en kozijnen met hun versieringen en ornamenten, de constructie, de vloeren met uitzondering van de begane grondvloer en de spantenkap. De hoog

² www.cultureelerfgoed.nl

monumentale elementen van bouwdeel 2 zijn: de gevels en kozijnen, met uitzondering van de tourniquetdeur en het tochtportaal op de begane grond.

2.1.2.2

Behoudenswaardig

Delen die als behoudenswaardig zijn aangemerkt hebben geen monumentale waarde, maar zijn bij het evalueren van dusdanig hoge bouwhistorische waarde gebleken, dat zij het behouden waard zijn. Dit komt er op neer dat zij niet gesloopt dienen te worden. De behoudenswaardige delen zijn: de in het groen aangegeven gevels van de annex in de oksel van bouwdeel 1 en 2, zie

Figuur 5; de rij dakkapellen in de noordgevel van bouwdeel 1; enkele binnenwanden in de westkant van bouwdeel 1; de complete gevels en kozijnen van bouwdeel 3.

2.1.2.3

Indifferente waarde

Indifferente waarde wil zeggen dat deze delen geen bouwhistorische waarde toegekend hebben gekregen. Dit zijn veelal latere toevoegingen aan het gebouw. Delen die als indifferent zijn aangemerkt kunnen in principe gesloopt worden. Indifferent in bouwdeel 1 zijn de enkele niet dragende binnenwanden; de trappenhuisen en liftschachten in de torens van bouwdeel 1; de binnenwanden, ook de constructieve wanden in bouwdeel 2. De optopping op de annex van bouwdeel 2 is later toegevoegd en ook als indifferent aangemerkt. Tot slot zijn de binnenwanden en stijpunten in bouwdeel 3 indifferent.

	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3
Monumentaal	complete gevels, kozijnen, constructie, vloeren, spantenkap	gevels, kozijnen,	x
Behoudenswaardig	dakkapellen noordgevel enkele binnenwanden westkant, balkons	gevels annex	gevels en kozijnen
Indifferent	binnenwanden, begane grondvloer	tourniquetdeur, tochtportaal, binnenwanden	binnenwanden

Tabel 1: gebundelde uitkomsten waardestelling

2.2

Bouwbesluit en herbestemmen

Vooraf is in het PVA gesteld dat bij het in kaart brengen van de uitgangssituatie van het Ooglijdersgasthuis het bouwbesluit meegenomen zou worden. In april 2012 is het nieuwe bouwbesluit van kracht geworden; hierin wordt heel anders omgegaan met verbouwingen dan in het oude bouwbesluit. In dit hoofdstuk wordt kort toegelicht wat deze verandering voor een te herbestemmen gebouw inhoudt en hoe hier bij de verduurzaming van het Ooglijdersgasthuis mee omgegaan zal worden. Het bouwbesluit 2003 is onderverdeeld in afdelingen voor nieuwbouw en bestaande bouw. De eisen voor nieuwbouw zijn zwaarder dan die voor bestaande bouw. Hebben we te maken met een renovatie, dan diende hier in het oude bouwbesluit als volgt mee omgegaan te worden. Een renovatie betrof het wijzigen, verbeteren of veranderen van de bestaande situatie en men diende aan de actuele nieuwbouweisen te voldoen. Dit bleek in sommige gevallen niet of moeilijk haalbaar. Zodoende had de gemeente de mogelijkheid tot het geven van een ontheffing. In de praktijk bleek dit een erg subjectieve benadering en het leverde veel discussie op. Het nieuwe bouwbesluit gaat hier anders mee om. Het bouwbesluit 2012 stelt naast de nieuwbouw en bestaande bouw eisen, nu ook verbouweisen in het bouwbesluit:

Artikel 1.12 Verbouw:

Lid 1: Op het geheel of gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk zijn wat betreft de hoofdstukken 2 tot en met 5 de voorschriften van een te bouwen bouwwerk van toepassing tenzij in de desbetreffende afdeling voor een voorschrift anders is aangegeven.³

Dit geeft wederom specifieke eisen bij de verschillende afdelingen van het bouwbesluit, zoals dit bij de afdelingen nieuwbouw en bestaande bouw het geval is. Te zien is dat in artikel 1.12 het verbouwniveau verder is opgesplitst in vier vormen van verbouw:

- Verbouw (geheel)
- Verbouw (gedeeltelijk)
- Veranderen
- Vergroten

Het begrip verbouwen kan breed geïnterpreteerd worden; het bouwbesluit zelf geeft ook geen uitsluitel over wat hieronder moet worden verstaan. De woningwet geeft meer duidelijkheid over wanneer aan welke vorm van verbouw voldaan dient te worden. Hoewel ook dit slechts een interpretatie is, komt het op het volgende neer:

- Geheel vernieuwen is het (tot op de fundering) herbouwen
- Gedeeltelijk vernieuwen is het gedeeltelijk slopen of verbouwen, of bijvoorbeeld het slopen tot op het casco.
- Veranderen is het aanpassen van het gebouw zonder dat de bouwmassa wordt gewijzigd
- Vergroten is het aanpassen van het gebouw waarbij de bouwmassa wordt vergroot

Kijken we naar de hoofdstukken 2 tot en met 5 dan zien we de welbekende onderdelen veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid terugkomen. Het lijkt er dus op dat bij een verbouwing de “voorschriften van een te bouwen bouwwerk van toepassing zijn”. Dit zou dus nieuwbouw betekenen. Echter het laatste zinnetje in dit artikel staat dat dit niet het geval is wanneer voor een voorschrift anders is aangegeven. Dit lijkt bij vrijwel alle hoofdstukken het geval te zijn.

Dit betekent dat een verbouwing (anders dan in het oude bouwbesluit) niet hoeft te voldoen aan de nieuwbouweisen, maar aan de specifieke verbouw-bouweisen. Onder afdeling 5.1, Energiezuinigheid, wordt bij artikel 5.6 het verbouwniveau beschreven:

Artikel 5.6 verbouw.

Bij het gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk zijn de voorschriften van artikel 5.2 niet van toepassing en de voorschriften van artikel 5.3, eerste tot en met vierde lid, en 5.4 van overeenkomstig toepassing, waarbij wordt uitgegaan van het rechtens verkregen niveau voor zover dat niveau voor de warmteweerstand niet lager is dan 1.3m².K/W

In het artikel is feitelijk omschreven dat bij verbouwen artikel 5.3 uit de nieuwbouwvoorschriften geldig is, maar dat in plaats van de nieuwbouweisen mag worden uitgegaan van het rechtens verkregen niveau. De Rc-waarde van een uitwendige constructie dient echter te allen tijde minimaal 1,3m².K/W te bedragen.

³ Bron: www.bouwbesluitonline.nl

We hoeven dus bij verbouwen m.b.t. de isolatiewaarde slechts te voldoen aan het rechtens verkregen niveau. Het rechtens verkregen niveau is lastige juridische bepaling, wanneer is iets immers rechtens verkregen? Een praktische vertaling van het artikel is:

*Het rechtens verkregen niveau van een gebouw is het kwaliteitsniveau dat bij een rechtmatig gebouwd gebouw direct voor aanvang van de verbouwwerkzaamheden aanwezig is”.*⁴

Deze omschrijving houdt in dat het kwaliteitsniveau van een pand in de huidige situatie in principe leidend is, mits dit gebouw op een legale manier gebouwd is. Dit zijn in de praktijk alle gebouwde elementen waar in het verleden een vergunning voor is verleend. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van PH-bouwadvies⁵ over de thermische schil en het nieuwe bouwbesluit. Uitgegaan wordt van een ongeïsoleerd pand uit 1910, een pand uit 1970 met een geïsoleerde spouwmuur en een zeer goed geïsoleerd pand uit 2010.

Het pand uit 1910 heeft geen isolatie; dit is dus het rechtens verkregen niveau. Omdat men zonder het toevoegen van isolatie onder de gestelde ondergrens (bestaande bouwniveau) zit, moet men dus aan bestaande bouw voldoen; dusdanig isoleren van de uitbouw dat een Rc van 1,3m².K/W gehaald wordt. Voor de beglazing bestaat geen ondergrens: er kan dus enkel glas (rechtens verkregen niveau) worden aangehouden.

Het pand uit 1970 heeft een geïsoleerde spouwmuur met een Rc van 2,0m².K/W. Omdat dit hoger is dan de eis voor bestaande bouw moet het rechtens verkregen niveau worden aangehouden. Er moet dusdanig worden geïsoleerd dat minstens een Rc van 2,0m².K/W voor de aanbouw wordt gehaald. Dit geldt ook voor de beglazing.

Het pand uit 2010 is zeer goed geïsoleerd en heeft een Rc van 5,0m².K/W. Dit terwijl de nieuwbouweis ‘maar’ een Rc van 3,5m².K/W heeft. Men hoeft nooit boven de nieuwbouweis te zitten, ook al is het rechtens verkregen niveau soms hoger. Dit geldt eveneens voor de beglazing.

2.2.1

Het Ooglijdersgasthuis en het bouwbesluit

Het bouwbesluit 2012 gaat anders om met verbouwingen dan voorheen. In de praktijk hoeft men vaak aan veel minder strenge eisen te voldoen. Voor het Ooglijdersgasthuis komt dit er heel kort gezegd op neer dat wanneer het Ooglijdersgasthuis wordt herbestemd, het rechtens verkregen niveau gehandhaafd dient te worden, en dat deze minimaal het bestaande bouwniveau haalt. De versoepelde eisen geven veel meer bewegingsruimte in de herbestemming. Het te halen niveau is lager, wat een gunstige uitkomst zal hebben op de investering. De afweging is of dit lage niveau ook het gewenste niveau is. In veel gevallen is het beter zelf een hogere kwaliteit te realiseren. Een comfortabel appartement zal in alle waarschijnlijkheid op langere termijn meer opbrengen dan een lawaaiërig, tochtig appartement. Eigenlijk geeft het bouwbesluit de ontwikkelaar nu deze vrijheid om zelf het niveau te bepalen met een gesteld minimum. Belangrijk bij de beoordeling van een verbouwplan is dus de kwaliteit van het rechtens verkregen niveau. Dit zal in de toekomst betekenen dat een goede bestaande situatie van belang wordt om dit rechtens verkregen niveau met de vergunningsverlener (de gemeente) te kunnen communiceren. Het vervolg van hoofdstuk 2 gaat in op de bestaande situatie, die dus het rechtens verkregen niveau bepaalt. De afstudeerscriptie van Vincent van Helvoort is toegewijd aan dit onderwerp.

⁵ Bron: ph-bouwadvies.nl/verbouwen-en-het-rechtens-verkregen-niveau/

2.3

Constructies

Gebouwen moeten bestand zijn tegen de krachten die erop werken. Deze krachten worden opgenomen door de dragende constructiedelen die met elkaar moeten zorgen voor een deugdelijke afdracht van de belastingen naar de vaste grond. Het gebouw laat zien dat zijn constructie vrij duurzaam is, het gebouw herbergt immers een complete school en staat al decennia overeind. Bij een herbestemming worden er echter vaak nieuwe toevoegingen gedaan aan het gebouw, of er is de wens delen te verwijderen. Dit heeft zijn impact op de draagfunctie. De draagfunctie moet in de nieuwe toestand naar behoren blijven functioneren en dient zodoende te voldoen aan drie criteria:

- De constructie moet sterk genoeg zijn
- De constructie moet stijf genoeg zijn
- De constructie moet stabiel zijn

De werking van het draagsysteem wordt enerzijds bepaald door de krachten die op een constructie aangrijpen en anderzijds door de constructieve opzet van het gebouw. Een constructieve analyse geeft inzicht in de constructieve opzet van het gebouw. Dit is nodig om de mogelijkheden voor de herbestemming van het Ooglijdersgasthuis te bepalen. In deze analyse spitsen we ons toe op de structuur van het gebouw.

2.3.1.1

Structuur van de constructie

Een draagconstructie bestaat uit een stelsel van dragende elementen die op een bepaalde wijze zijn geordend; dit is de structuur van de constructie. Deze structuur heeft invloed op het draagprincipe en de stabiliteit. In dit hoofdstuk worden de constructieve structuren van de bouwdelen besproken.

Bouwdeel 1

Het bouwdeel uit 1894 is op traditionele wijze gebouwd, hieronder verstaan we de bouwmethode die in de loop van jaren is ontwikkeld en waarbij gebruik is gemaakt van vooral lokaal aanwezige materialen. In Nederland zijn dit combinaties van bakstenen muren, houten balklagen en dakpannen. Deze methode wordt ook wel stapelbouwmethode genoemd. In het geval van bouwdeel 1, zijn de wanden uit bakstenen op elkaar gestapeld en tot muren gemetseld. Houten kozijnen doorbreken deze wanden plaatselijk om de muuropeningen functioneel te kunnen maken. De vloeren zijn opgebouwd uit een stelsel van kruislingse elementen van ingemetselde moerbalken met daarop steunende kinderbinten. Vloerplanken maken de vloeren functioneel. Het dak is een zogenaamde spantenkap. De vloeren zijn opgebouwd uit houten moerbalken, kinderbinten en vloerplanken.



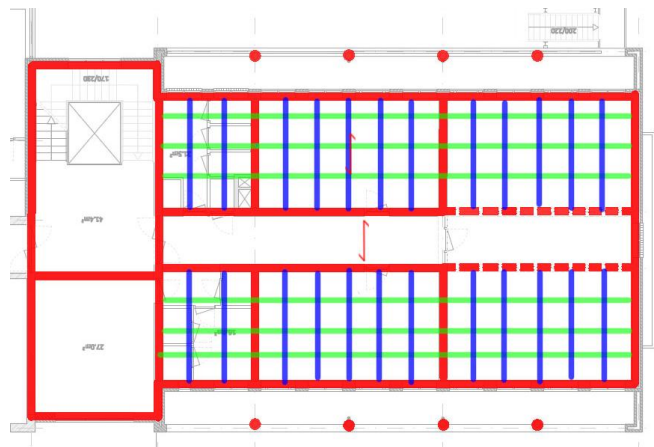
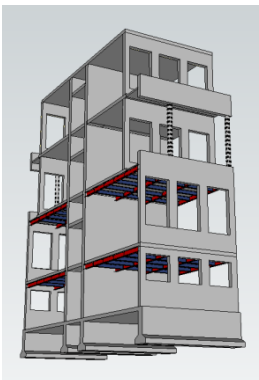
Figuur 6: Constructie plattegronden bouwdeel 1 (bron: Illustratie VHV)

De structuur van het gebouw bestaat uit aan elkaar grenzende ruimten, die elk omsloten zijn door vier wanden. Dit primaire systeem is kenmerkend voor de massieve bouwwijze. Gevelopeningen doorbreken dit primaire systeem, dit wordt ook wel het complementaire systeem genoemd⁶. De gevelopeningen zijn vanwege de krachtsafdracht van de wanden meestal lang en smal, een doorbreking van de constructie doet immers afbreuk aan het dragend vermogen van de wand. Stabiliteit wordt verkregen door de zijdelingse ondersteuning van de wanden. Het gewicht van de vloer- en dakconstructie kan hier ook nog een bijdrage aan leveren. Tevens bevat het gebouw ook muurankers in de buitengevel, deze verankeren de moerbalken in de wanden. De moerbalken in combinatie met de muurankers, leveren zo een wezenlijke bijdrage aan de constructie en stabiliteit van het gebouw. De moerbalken nemen de trekkrachten op die ontstaan door het willen uitknikken van de gevels en voorkomen dit zodoende. Het gebouw heeft een vrij brede plint, wat de stevige fundamente van het gebouw nog eens extra versterkt. Het gebouw is op staal gefundeerd volgens de Amsterdamse methode.⁷

Door de jaren heen is de constructie plaatselijk ingrijpend veranderd. De vroegere bordestrappen in de torens zijn verwijderd en hier is bij een interne verbouwing in de jaren '60 een lift en een nieuwe betonnen trap geplaatst. Er is in bouwdeel 1 op de verdiepingsvloeren een nieuwe zwaluwstaartvloer geplaatst. De begane grondvloer is tijdens diezelfde verbouwing vervangen door een kweekvloer. Deze ingrepen hebben de draagfunctie niet geschaad. De vervanging van de begane grondvloer draagt niet bij aan voorkomen van uitknikken van de gevels.

Bouwdeel 2

Het bouwdeel uit 1940 bestaat uit een betonconstructie met een hybride vloersysteem. Hoewel de structuur in eerste instantie veel overeenkomsten vertoont met bouwdeel 1, is in dit bouwdeel gebruik gemaakt van modernere bouwmaterialen en bouwprincipes. Betonconstructies geven de mogelijkheid tot andere bouwwijze, door de grotere sterkte van gewapend beton. De wanden bestaan uit een betonnen binnenblad en een stenen buitenblad, waartussen zich een spouw bevindt. De vloeren zijn opgebouwd uit vlakke monoliete vloeren met een overspannend vermogen in twee richtingen, betonvloeren met ingestorte IPE-profielen die de overspanning van de betonvloeren verkorten. Door de grotere sterkte van beton zijn gevelopeningen frequenter toegepast en konden breder worden uitgevoerd.



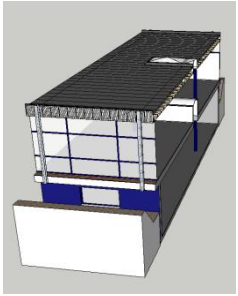
⁶ Bron: ir Maarten Meijs, dictaat bouwconstructies bouwstructuur TU Delft (2005)

⁷ Bron: Jellema 7 Bouwmethodiek

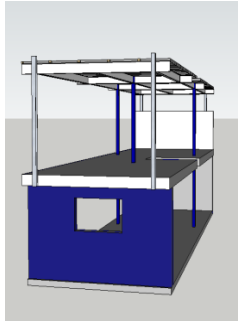
Figuur 7: Constructie plattegrond bouwdeel 2 (bron: Illustratie VHV)

De structuur van het gebouw is door zijn constructiewijze aan te merken als een massieve bouwwijze. In de structuur is een bepaalde herhaling te zien, wat kenmerkend is voor gietbouw. De ruimtes zijn eveneens omsloten door vier wanden. De wanden liggen in een duidelijker stramien dan in bouwdeel 1. De stabiliteit wordt verkregen doordat de wanden elkaar zijdelings ondersteunen. Daarnaast is door het aaneenknopen van de wapening een schijfwerking tot stand gekomen in de vloeren, wat bijdraagt aan de stabiliteit van het gebouw.

Bouwdeel 3



Het bouwdeel uit 1967 is van een heel andere opzet dan de vorige besproken twee. Dit is al te zien aan het gebruik van modernere materialen en een veel opener structuur van de begane grond. De gevels bestaan grotendeels uit glasvlakken met af en toe een schijf opgebouwd uit een kalkzandsteen binnenblad en een metselwerk buitenblad, waartussen zich een spouw bevindt. De gevels dragen echter niet bij aan de draagfunctie van het gebouw. Het staalskelet in het gebouw neemt deze functie voor zijn rekening. Het staalskelet geeft de mogelijkheid tot gelijkwaardige en grotere openingen. De kelderbak is weer van een geheel massieve bouwwijze en de betonnen vloer is richtingloos. De begane grond-vloer is een vlakke monoliete betonvloer die overspant naar de primaire balken in de lengterichting van het gebouw.

**Figuur 8:** Constructie plattegrond bouwdeel 3, links kelder en rechts begane grond (bron: Illustratie VHV)

Het primaire systeem bestaat zoals gezegd uit een stelsel van kolommen. Deze staan in een strak geordend stramien. Dit stramien is gekozen vanuit de maat van de overspanning van de primaire en secundaire liggers. Te zien is in Figuur 8 hoe deze geordend zijn. Het primaire systeem kent geen wanden, de stabiliteit wordt bereikt door secundaire middelen. In de tekeningen en gevels zijn geen tekenen van een geschoorde constructie te ontdekken. De meest reële optie is dat de constructie stijf is door het klemmend moment van de kolommen in de vloeren, of door een verbinding tussen de liftschacht en het staalskelet.

2.4

Bouwfysica

Vaak wordt gezegd dat historische gebouwen van zichzelf relatief gunstige bouwfysische eigenschappen bezitten, denk hierbij aan kerken die zonder koeling in de zomer lekker koel blijven. In dit hoofdstuk wordt gekeken welke gunstige bouwfysische eigenschappen het Ooglijdersgasthuis bezit. De drie bouwdelen zijn zodoende geanalyseerd op hun bouwfysische eigenschappen.

2.4.1

Eigenschappen van monumenten⁸

“Monumenten zijn tochtig en niet warm te stoken.” Een vaak gehoorde kreet wanneer met het heeft over monumenten. Er zijn echter diverse onderzoeken die ook positieve bouwfysische aspecten laten zien van monumenten. Uit recent onderzoek in Engeland en Wales naar het energieverbruik van ruim 250 gerechtgebouwen komt een opvallend beeld naar voren. Uit het analyseren van de energienota's van gerechtsgebouwen, musea en overheidsgebouwen uit verschillende bouwperiodes kwam naar voren, dat gebouwen van voor 1900 minder energie gebruiken dan die uit de twintigste eeuw.

- 1900-1939 34% meer dan gebouwen van voor 1900
- 1940-1959 45% meer dan gebouwen van voor 1900
- Jaren 60 36% meer dan gebouwen van voor 1900

Deze cijfers komen uit Engeland, in Amerika blijkt deze stelling nog veel breder op te gaan: alle utiliteitsgebouwen van voor 1920 zijn energiezuiniger dan die in alle later periodes. Ook in de stad New York verbruiken kantoorgebouwen van voor 1900 aanzienlijk minder energie dan die van na de Tweede Wereldoorlog.

De oorzaak van deze “energiezuinigheid” ligt in het feit dat in de jaren '50 en '60 de brandstof goedkoop was. Juist in die periode verrezen gebouwen met een lichte constructie en grote glaspartijen. Vanaf de jaren '70 gebouwen meer kunstlicht, verwarming en luchtbehandelinginstallaties.

Het feit dat historische gebouwen energiezuiniger zijn dan gebouwen uit de jaren '90 is nog niet goed onderzocht, maar zit hem waarschijnlijk in de bouwwijze. Historische gebouwen zijn zorgvuldig “ontworpen” op toetreding van daglicht en lucht en het toelaten/weren van zonlicht/zonwarmte. Men had immers nog geen elektriciteit om het anders te regelen. Andere voorbeelden zijn vensters die groot genoeg zijn voor voldoende daglicht, maar niet te groot dat in de zomer oververhitting wordt veroorzaakt. Natuurlijke ventilatie kost geen energie. En de raamluiken hadden de functie in de zomer warmte te weren en in de winter binnen te houden. Door hun maximale gebruik van daglicht, natuurlijke ventilatie en soms ook zonnewarmte, sparen veel monumentale gebouwen energie. De isolatiewaarde van historische gebouwen valt vaak tegen, maar ze hebben wel veel massa (meer dan moderne gebouwen). De grote massa vult de temperatuur schommelingen af, waardoor zelfs in de zomer nog een comfortabel (koel) klimaat bestaat.

Volgens Amerikaans onderzoek kan een zware constructie tot 18% besparen op het energieverbruik voor het verwarmen en koelen van lichte constructies, waarbij de hoogte van dit percentage overigens wel afhangt van een aantal factoren.

⁸ Bron: Duurzaam erfgoed 2011

Dit neemt niet weg dat veel historische gebouwen slecht geïsoleerd zijn, wat ondanks de bovengenoemde energetische voordelen hogere energierekeningen tot gevolg heeft. De isolatiewaarde kan verbeterd worden, maar dit heeft een aantal ongunstige bijkomstigheden. Het energieverbruik hangt ook af van het gebruik van het gebouw en het energiebewust gedrag van bewoners en eigenaren. Een slecht geïsoleerd woonhuis zet bewoners aan tot zuiniger stookgedrag. Isoleren van een gebouw daarentegen kan een averechts effect hebben op het energieverbruik.

Ten slotte is het isoleren van historische gebouwen lang niet altijd mogelijk of wenselijk. Het isoleren van gebouwen geeft een verstoring in het evenwicht tussen warmte, ventilatie en vocht en kan ook gemakkelijk neerslaan op de technische conditie van traditionele gebouwen en op de gezondheid van bewoners.

2.4.2

Kwaliteit van de schil van het Ooglijdersgasthuis

De nadruk bij deze analyse is gelegd op de thermische schil, specifiek de R-waarde omdat de wens is deze te verbeteren, en de warmtecapaciteit omdat dit vaak wordt gezien als een gunstige kwaliteit van een monument.

De R-waarde geeft het warmte-isolerend vermogen van een materiaal laag aan, vaak gebruikt als isolerende waarde van dubbelglas, muren, vloeren, daken. De R is de warmteweerstand van een materiaal laag. Met R_c wordt de totale R-waarde aangegeven van een constructie (spouwmuur, combinatievloer, dubbelglas e.d.). De R is afgeleid van Resistance (weerstand, verzet), de c van R_c van het woord combinatie of constructie. Voor een berekening van de R-waarde zie bijlage 1.6.

Warmteaccumulatie (Q) [MJ/m^2] is het opslaan van energie in de vorm van warmte. Deze energie kan op een later moment worden afgestaan aan de omgeving. Een constructie met dikke wanden van beton warmt langzamer op dan een constructie met dunne wanden. Het accumulerend vermogen van de dikke wanden is daarom beter, ze zijn in staat om de warmte langer vast te houden en dus ook langzamer af te geven. Een goed voorbeeld van een goed accumulerend gebouw is een kerk: deze is in de zomer behaaglijk koel en in de winter relatief warm. Dit komt doordat de constructie zijn temperatuur lang kan vasthouden waardoor het binnenklimaat niet al te onderhevig is aan temperatuursinvloeden. Een warmtebron zorgt ervoor dat, in dit geval, de constructie wordt opgewarmd. Hoe beter het accumulerend vermogen van de constructie is, des te langer het duurt voordat het gebouw is opgewarmd. Het is daarom van groot belang om de functie vooraf goed vast te stellen. Bij een functie waar niet continue mensen aanwezig zijn zal een korte opwarmtijd, dus laag accumulerend vermogen, de voorkeur genieten. Een warmtebron kan de warmtevoorziening van het gebouw zijn, maar ook personen, elektronica en de zon zijn warmtebronnen. Het is in de winter zeer wenselijk om de zonnewarmte te gebruiken. Dit kan namelijk een besparing opleveren op de energievraag. De warmteaccumulatie is afhankelijk van de warmtecapaciteit (C) [J/kgK] van een materiaal. De warmtecapaciteit is de hoeveelheid energie die benodigd is om 1m^3 van het materiaal met één graad Kelvin te laten stijgen. Voor de formules van de warmtecapaciteit en accumulerend vermogen (zie bijlage 1.8).

Bouwdeel 1 heeft massieve gevels opgetrokken uit metselwerk. Te zien is Tabel 2 is dat dit een behoorlijk lage R_c -waarde oplevert voor de gevels. De ongeïsoleerde kweekvloer op de beganegrond heeft, hoewel een hogere λ een lagere R_c door zijn geringe dikte. Het dak is in 1997 vervangen, maar er is toen niet voor gekozen deze meteen te isoleren. Het dak heeft zodoende een erg lage R_c -waarde. De zware massa van het gebouw resulteert echter wel een hoge warmtecapaciteit.

Bouwdeel 1	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,33	1,000	0,33	1750	0,84	0,49
Stucwerk	0,01	0,800	0,01	1000	0,96	0,01
Binnen			0,13			
			0,51			0,49
Bg. vloer bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,17			
Dekvloer	0,050	1,900	0,03	2400	0,92	0,11
Kwaaitaalvloer	0,200	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
Binnen			0,17			
			0,47			0,55
Dak bestaand						
Buiten			0,04			
Leien/zink/pannen						
Houten spant			0,22			
Binnen			0,13			
			0,39			
Enkel glas	5,8		0,17			
Houten kozijn	2,4		0,42			

Tabel 2: Rc-waarde, warmtecapaciteit bouwdeel 1

Bouwdeel 2 bezit een betere Rc-waarde door de dunne spouw. Het dak is in het verleden geïsoleerd waardoor hier een redelijk goede isolatiewaarde wordt verkregen. Deze isolatie is echter in dusdanig slechte staat dat het vervangen dient te worden. De begane grond vloer is ongeïsoleerd. De vensters vormen door de stalen kozijnen een behoorlijk thermisch lek in de schil.

Bouwdeel 2	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	1	0,71	0,000
Beton	0,25	1,900	0,13	2400	0,92	0,552
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
			0,13			
			0,77			0,709
Dak bestaand						
Buiten			0,04			
Bitumen	0,01	0,200	0,03	1050	1,8	0,01
Isolatie materiaal	0,100	0,045	2,22	35		
Beton	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
			0,13			
			2,53			0,453
Vloer bestaand						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Dekvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
Binnen			0,17			
			0,47			0,552
Venster bestaand						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			

Tabel 3: Rc-waarde, warmtecapaciteit bouwdeel 2

Bouwdeel 3 heeft grote glasvlakken met een lage Rc-waarde. De glasvlakken worden af en toe onderbroken met een spouwmuur. Deze zijn echter ongeïsoleerd waardoor de gevels een lage Rc-waarde hebben. Het dak is opgebouwd uit houtvezelbetonplaten welke een gunstige lambda waarde hebben.

Bouwdeel 3	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	1	0,71	0,000
Kalkzandsteen	0,12	1,900	0,06	2400	0,92	0,265
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
Binnenblad			0,13			
			0,70			0,422
Dak bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Bitumen	0,03	0,170	0,18	1050	1,84	0,06
Durisol Mevriet	0,100	0,088	1,14	80	0,147	0,001
Binnen			0,13			
			1,48			0,06
Vloer bestaand						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
Dekvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Binnen			0,17			
			0,47			0,552
Venster bestaand						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			

Tabel 4: Rc-waarde, warmtecapaciteit bouwdeel 3

2.4.3

Geluidwering van de gevel

Zoals genoemd is er in het nieuwe bouwbesluit veel veranderd ten aanzien van verbouwingen. De geluidwering van de gevel heeft een rechte verkregen niveau, dit is het niveau dat nu aanwezig is. Dit niveau moet minimaal de eis voor bestaande bouw halen. Geluidseisen worden echter niet gesteld voor bestaande bouw. Zodoende dient het rechte verkregen niveau gehanteerd te worden. Dit komt er kort gezegd op neer, dat volgens het nieuwe bouwbesluit de kwaliteit van de geluidwering niet van belang is.

De eis tot het isoleren van binnenruimten in een gebouw tegen geluidsoverlast van buiten komt voort uit de Wet Geluidhinder. Het Rijk stelt de algemene kaders, de gemeenten passen deze in concrete situaties toe. Ook bij monumenten hebben we soms te maken met dergelijke eisen. Per geval dient, rekening houdend met de monumentale waarde, bekeken te worden hoe aan zulke eisen voldaan kan worden.⁹

⁹ www.cultureelerfgoed.nl

2.4.4

Materiaal en staat

Het gebouw verkeert in een algemeen goede bouwkundige staat. Dit is toe te schrijven aan het grote onderhoud dat is gepleegd in 1997 bij de overname van het pand door de Hogeschool Utrecht. In bijlage 1.4 zal een analyse van de materialisering en de staat van het bouwkundig object te vinden zijn. Alle analyses hebben geresulteerd in de basis voor het opzetten van de tekeningen voor de bestaande toestand (plattegronden, doorsneden, fragmenten en details).

2.4.5

Transmissieverlies bestaande situatie

De transmissieverliezen zijn de warmteverliezen door de buitenschil van een gebouw. Door een gebouw te verwarmen kunnen deze verliezen gecompenseerd worden. Hoe beter een pand geïsoleerd is des te minder de transmissieverliezen zullen zijn. In de onderstaande tabel zijn de huidige transmissieverliezen van de bouwdelen van het Oogliedersgasthuis in kaart gebracht.

Bouwdeel 1 bestaand	RC	U	Opp. M ²	DeltaT	W	Gj	Kosten Gj		
Dak	0,39	2,56	1242,7	14,04	44.728,51	817	€	10.860,98	10%
Gevel	0,51	1,95	2695,4	14,04	73.828,00	1.348	€	17.926,92	40%
Venster	-	5,80	603,80	14,04	49.159,70	898	€	11.936,96	41%
Vloer	0,47	2,12	970	14,04	28.874,01	527	€	7.011,19	9%
					196.590,22	3.589,2	€	47.736,0	100%
Bouwdeel 2 bestaand									
Dak	2,53	0,40	287,1	14,04	1.594,54	29	€	387,19	3%
Gevel	0,77	1,30	555,10	14,04	10.159,14	185	€	2.466,84	20%
Venster		6,00	348,63	14,04	29.363,02	536	€	7.129,93	59%
Vloer	0,47	2,12	287,1	14,04	8.546,11	156	€	2.075,17	17%
					49.662,81	906,7	€	12.059,1	100%
Bouwdeel 3 bestaand									
Dak	1,48	0,67	1242,68	14,04	11.764,04	215	€	2.856,54	20%
Gevel	0,70	1,43	2695,41	14,04	54.161,04	989	€	13.151,38	24%
Venster		3,00	603,80	14,04	25.427,43	464	€	6.174,29	25%
Vloer	0,47	2,12	970	14,04	28.874,01	527	€	7.011,19	31%
					120.226,52	2.195,0	€	29.193,4	100%
							€	88.988,57	

Tabel 5: Transmissieverliezen

2.4.5.1**Bouwdeel**

Uit Tabel 5 blijkt dat 41% van de transmissie plaatst vindt door de gevel en 41% door de vensters. 81% van het totale energieverlies gaat dus verloren door de gevel. Het dak en de begane grondvloer spelen een kleinere rol bij het verlies van energie. Het totale transmissieverlies resulteert in een verbruik van 3.589,2 GigaJoule. Dit komt neer op een energienota van €47.736,- voor bouwdeel 1.

2.4.5.2**Bouwdeel 2**

Door het grote glasoppervlak van bouwdeel 2 gaat er 59% van het totale transmissieverlies door de vensters verloren. Doordat het dak reeds is geïsoleerd is dit het gunstigste onderdeel van het bouwdeel. Het totale transmissieverlies resulteert in een gebruik van 906.7 GigaJoule. Dit heeft een energienota van €12.059,10 tot gevolg.

2.4.5.3**Bouwdeel 3**

De verliezen van bouwdeel 3 zijn gelijkmatige verdeeld. Elk gebouw-onderdeel zit rond de 25% van het totale transmissieverlies. Het gehele transmissieverlies van bouwdeel 3 komt neer op 2.195.0 GigaJoule. Dit resulteert in een energienota van €29.1934.

2.5**Deelconclusie**

Het gebouw verkeert in goede staat van onderhoud. Dit komt door het groot onderhoud dat in 1997 is gepleegd. Hierdoor ligt er een goede basis voor het herbestemmen van de bouwdelen. Doordat het gebouw in deze staat verkeert zullen er geen grote uitgaven gedaan hoeven te worden wat betreft het exterieur. Op het gebied van Rc-waarden liggen er echter nog wel mogelijkheden tot verbetering. Indien men dit gebouw wil laten voldoen aan de hedendaagse eisen die worden gesteld aan een bouwwerk, liggen er op dit vlak veel mogelijkheden. Naast de negatieve bouwfysische eigenschappen bezitten de bouwdelen ook positieve kwaliteiten. Zo doen de bouwdelen het erg goed op het gebied van warmteaccumulerend vermogen. Het zal positief zijn om deze kwaliteit te gebruiken bij het verduurzamen. Doordat de gebouwdelen elk hun duidelijke constructie hebben, dient het interieur in samenhang met de constructie aangepast te worden.

Om te bepalen welke mogelijke functies er geschikt zijn voor het Ooglijdersgasthuis, is een stedenbouwkundige analyse gemaakt door Lisanne Colijn. Om geen inbreuk te doen aan de bouwhistorische waarde van het pand is er een waardestelling gemaakt door Vincent van Helvoort. Hierin wordt omschreven wat monumentaal is en waar ruimte is voor ingrepen.

Op het gebied van de kwaliteit van de bestaande installaties en afgiftesystemen kunt u meer informatie vinden in de scriptie van Lars Wopereis en Michel Nijland.

De opgestelde tekeningen van de bestaande toestand (te vinden in het tekeningenboek) zijn het resultaat van inmetingen en de analyses aan het Ooglijdersgasthuis. De tekeningen dienen als onderlegger tijdens het gehele onderzoek.

3 MONUMENTEN IN DE PRAKTIJK

Gebruik is essentieel voor het behoud van monumenten. Herbestemmen gaat afhankelijk van de ambitie en financiële mogelijkheden van de opdrachtgever gepaard met verduurzamingsingrepen. Juist over de aanpak van monumenten is veel te doen. Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van enkele andere monumenten en hoe de meningen zijn verdeeld bij het verduurzamen van monumenten.

3.1

Herbestemmen van monumenten

Het herbestemmen van gebouwen in het algemeen kan gedaan worden uit financieel oogpunt. Ook is het herbestemmen van een gebouw duurzamer omdat er minder kosten en energie mee gepaard gaan dan telkens een gebouw te slopen en een nieuw gebouw te ontwikkelen. Voor het herbestemmen van monumenten tellen ook andere argumenten mee. Zo is de keuze voor behoud van een gebouw vaak gebaseerd op de waarden die het gebouw vertegenwoordigt. Deze waarden kunnen verwijzen naar gebeurtenissen of associaties en herinneringen oproepen.

We kennen in Nederland veel monumentale gebouwen die leeg komen te staan en om een nieuwe bestemming vragen. Herbestemmen is geen nieuw fenomeen, vrijwel iedereen kent voorbeelden van kerken die een woonbestemming hebben gekregen. Het blijven gebruiken van gebouwen voorkomt verval. Zeker bij monumenten zou verval doodzonde zijn. Het behoud van monumenten is belangrijk, omdat ze beeldbepalend zijn voor een stad, dorp of landschap, maar ook omdat ze een historisch, volkskundige, artistiek, wetenschappelijke, of andere sociaal-culturele waarde bezitten die andere gebouwen (nog) niet bezitten. Hoewel Rijksmonumenten op grond van een besluit van de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) beschermd zijn, is het voorkomen van verval van monumenten hier niet mee gewaarborgd.

Leegstand zorgt voor sneller verval waardoor sloop onvermijdelijk kan zijn. Rijksmonumenten kunnen niet zomaar gesloopt worden en om verval te voorkomen, is herbestemming noodzakelijk. Bij de politiek is het behoud en beschermen van monumenten zeker een issue, zo valt te lezen in deze quote van staatssecretaris Zijlstra; *“Herbestemming wordt steeds belangrijker in ons monumentenbeleid. Onze levendige cultuur heeft Nederland in de loop der eeuwen veel karakteristieke gebouwen opgeleverd: kerken, kloosters, boerderijen, fabrieken, watertorens, postkantoren, enzovoort. Als ze hun oorspronkelijke functie verliezen, kunnen we er via herbestemming voor zorgen dat waardevol erfgoed behouden blijft. Deze duurzame oplossing geeft gebouwen een tweede leven dat kan worden ingevuld met wonen, werken en met culturele bestemmingen.”*¹⁰

Via subsidies probeert de overheid herbestemming van monumenten te stimuleren en bevordert een duurzaam gebruik van monumenten. Deze regeling zet in op twee sporen. De rijksoverheid kan bijdragen in de kosten: om de haalbaarheid van een herbestemming te onderzoeken en om het monument in de tussentijd wind- en waterdicht te houden. Vaak staat een monument jaren leeg voordat het een nieuwe bestemming krijgt. In de tussentijd is er geen geld voor onderhoud en raakt het gebouw in verval. Blootgesteld aan wind en regen raken monumentale waarden aangetast of gaan zelfs verloren. Ook lopen de kosten op om het gebouw in de toekomst weer

¹⁰ Bron: www.cultuurerfgoed.nl

gereed te maken voor een nieuwe bestemming. Herbestemming wordt dan steeds moeilijker en ook het omliggende gebied verloedert.

Herbestemmen lijkt eenvoudig. Men kijkt naar de functiebehoefte in de wijk, stad en regio, kiest een functie en geeft het monument een nieuwe bestemming. Ervaringen uit de praktijk laten echter zien herbestemming altijd maatwerk is en dat per geval moet worden gekeken naar de context van het monument, de te behouden cultuurwaarden, de exploitatie en beheer en of het gebruik wel bij het gebouw past.

3.2

Verduurzamen van monumenten

Duurzaamheid en energiebesparing staan midden in de maatschappelijke belangstelling. Nieuwe gebouwen worden steeds duurzamer en veel oudere gebouwen ontkomen ook niet aan deze noodzakelijke trend. Door de jaren heen zijn er al veel slecht isolerende kozijnen vervangen, spouwmuuren volgespoten en zolders geïsoleerd. Dit komt de energierekening ten goede, verlaagt de CO₂ uitstoot en zorgt voor een hoger thermisch comfort in gebouwen. Isoleren is wellicht de goedkoopste manier om geld te besparen op je energierekening. Isoleren biedt veel voordelen ten aanzien van het verhogen van het comfort. Door na-isoleren zal het eenvoudiger zijn het gebouw warm te stoken in de winter en koel te houden in de zomer.¹¹

Toch wordt er niet altijd even goed gehandeld bij het verduurzamen van gebouwen. Verduurzamen betekent ook dat het bestaande evenwicht verstoord kan worden, met grote gevolgen¹². Bij het isoleren bijvoorbeeld is het van groot belang dat de constructie goed op elkaar aansluit en dat kieren en naden goed worden afgeplakt. Elke onderbreking is een kritisch punt. Een koudebrug zorgt bijvoorbeeld voor extra warmte verlies en daardoor ook tot hogere dampspanningen in de constructie. Wanneer er overmatige condensatie optreedt, krijgen schimmels vrij spel, kan scheurvorming optreden en kunnen op de duur balkkoppen in de muur weggroten. Het is daarom zeer belangrijk dat de technische ingrepen worden ontworpen in samenhang met het gebouw.

Desastreuze gevolgen voor een monument zijn niet acceptabel. De meningen zijn dan ook verdeeld wanneer het aankomt op verduurzamen van monumenten. Han van der Zanden van Bureau Onderzoek en Ontwikkeling Monumenten in Den Haag, stelt bijvoorbeeld dat het beter is zo weinig mogelijk aan een monument te doen. In veel gevallen zal de historische waarde groter zijn dan het energiebesparende effect en monumenten hebben vaak 'van nature' een gunstig binnenklimaat (natuurlijke ventilatie en vermogen als warmte- en koudebuffer). Het toepassen van standaard-isolatieoplossingen in monumenten is in zijn optiek geen optie. *"Monumentale waarden en constructie zijn altijd leidend voor de isolatie(on)mogelijkheden"*.¹³

VillaNova architecten aan de andere kant, stelt dat ook monumenten goed verduurzaamd kunnen worden. En dat als je verduurzaamt je een hoge ambitie moet hanteren, dus het beter meteen passief kunt renoveren. Dit blijkt bijvoorbeeld uit een renovatieproject op het Noordereiland te Rotterdam, waar deze panden - hoewel beschermd stadsgezicht - passief worden gemaakt. Dat houdt in dat er zonder actieve energiewinningssystemen toch een uiterst minimaal energieverbruik gerealiseerd moet worden.¹⁴

¹¹ Bron: Duurzaam erfgoed.

¹² Bron: Handleiding Muts voor je huis

¹³ Bron: De zwakste schakel is bepalend voor de totale constructie, 2009

¹⁴ Bron: PassiefBouwen renovatie, Villanova 2009

Waar voor nieuwbouwprojecten geëist wordt dat ze steeds duurzamer worden, is men bij monumenten wat terughoudender. Het mogelijk schaden van het monument is hierbij het argument. Daarbij hebben monumenten een groot voordeel ten opzichte van nieuwbouw. Dit komt voort uit het feit dat monumenten er al een tijd staan. Monumenten zijn vaak op een duurzame wijze gebouwd, met materialen uit de nabije omgeving. Voor wat betreft de milieubelasting van deze materialen zou men kunnen zeggen dat ze, omdat ze uitgespreid zijn over de levensduur van het gebouw, duurzaam zijn.

In deze redenering is een monument dus al behoorlijk duurzaam. In de praktijk wordt hiervan gebruik gemaakt. Duurzaamheid is namelijk tweeledig. Enerzijds wordt hiermee de milieubelasting van materialen en gebruik mee bedoeld, anderzijds heeft het betrekking op de levensduur. In de praktijk plakt men graag een label op een gebouw om aan te geven hoe duurzaam het gebouw is. Het feit dat monumenten van zichzelf al als duurzaam worden beschouwd, heeft geleid tot verschillende rekenmodellen die rekening houden met de duurzaamheidsaspecten van monumenten.

Een ander belangrijk punt bij het herbestemmen van gebouwen met een cultuurhistorische waarde is de reversibiliteit¹⁵ van de technische ingrepen. Reversibiliteit is een term die er op duidt dat iets omkeerbaar is. In de bouw worden hier het omkeerbare van oplossingen mee bedoeld. Dit begrip wordt vaak gebruikt bij restauratie van monumentale gebouwen. De oplossingen dienen reversibel te zijn omdat zo de monumentale staat van het gebouw niet aangetast wordt. Zo is het mogelijk dat een volgende generatie anders over de technische ingrepen denkt, of er zijn in de toekomst beter oplossingen dan nu. Het is daarom van belang dat de ingrepen die nu gedaan worden later eenvoudig verwijderd/aangepast kunnen worden zonder dat het gebouw beschadigd raakt. Reversibel bouwen vraagt om een goed doordacht ontwerp. Er dienen oplossingen aangedragen te worden voor problemen die er bij renovatie normaalgesproken niet zijn. Reversibiliteit kan niet alleen door lastige ingrepen gerealiseerd worden, het zit 'm ook in de kleine onderdelen. Een aantal voorbeelden:

- Schroeven in plaats van lijm gebruiken
- Achterzetbeglazing i.p.v. nieuwe kozijnen/glas gebruiken
- Voorzetwand plaatsen i.p.v. spouwmuurisolatie
- Cv-leidingen plaatsen zonder de bestaande constructie aan te tasten
- Passende functie voor het gebouw, zo hoeft het gebouw in mindere mate aangepast te worden
- Een buffer tussen de bestaande en nieuwe thermische schil aanbrengen om de kans op condens en schimmels te verminderen.

¹⁵ Bron: www.joostdevree.nl/shtmls/reversibel.shtml

3.3 Verduurzamingsmaatregelen bij monumenten

In dit hoofdstuk zullen enkele veel gehanteerde verduurzamingsmaatregelen kort aan de orde komen. Kennis van deze maatregelen is van belang geweest bij het kiezen van de systemen voor verduurzaming van het Ooglijdersgasthuis.

3.3.1 Niet-bouwtechnische oplossingen

Er zijn veel eenvoudige oplossingen die bijdragen aan het verbeteren van de energiezuinigheid van gebouwen. Met kleine ingrepen en gedragsveranderingen valt er vaak al veel winst te behalen in het verbruik van het gebouw. Zodoende zijn er aantal punten benoemd die eenvoudig te realiseren zijn, maar toch een positieve bijdrage zullen leveren aan het monument.¹⁶

3.3.1.1 Kieren dichten

Een van de goedkoopste en minst ingrijpende manieren om warmteverlies tegen te gaan, is het dichten van kieren. Hiermee zijn een grote energiebesparing en geluidsisolatie te bereiken. Daarnaast is het een groot voordeel dat gedichte kieren niet of nauwelijks van invloed zijn op de uitstraling van het gebouw. Kieren dichten is op eenvoudige wijze te realiseren met tochtprofielen. Het is belangrijk zorgvuldig te bezien waar ze aangebracht worden, zodat het beste resultaat wordt verkregen. Het is raadzaam deskundige hulp in te roepen voor de keuze van het soort profielen en voor de uitvoering. Sommige profielen worden namelijk minder effectief door overschilderingen of kleine reparaties, omdat dan de flexibiliteit ervan aangetast wordt. De extra kosten voor een deskundige betalen zich over het algemeen weer snel terug, omdat goed uitgevoerde dichting van de kieren de kosten voor energie flink laat dalen.¹⁷

3.3.1.2 Luiken en gordijnen sluiten

Veel historische gebouwen zijn voorzien van luiken. Deze worden van oudsher al gebruikt om het gebouw te beschermen tegen weersinvloeden en inbrekers. Door de buitenluiken 's nachts te sluiten wordt de condens op de ramen beperkt en kan er energie bespaard worden. Tevens wordt er zo tegemoetgekomen aan inbraakpreventie. Ook binnenluiken kunnen bijdragen aan de beperking van warmteverlies. Als er geen luiken aanwezig zijn, is het ophangen van dikke gordijnen een goed en vaak goedkoper alternatief. Ook bij deze ingrepen blijft de uitstraling van het gebouw behouden.¹⁸

3.3.2 Na-isoleren gevels

Er zijn respectievelijk drie methodieken van na-isolatie te onderscheiden:¹⁹

- Buitenisolatie
- Binnenisolatie
- Spouwmuurisolatie

Buitenisolatie zal aan de koude zijde van de constructie geplaatst worden, bijvoorbeeld aan de buitengevel. Zie voor een korte uitleg over buitengevel isolatie bijlage 1.9.1. Voor monumenten is binnenisolatie of spouwisolatie een betere oplossing, deze methode zal het gevelbeeld niet veranderen. Spouwisolatie wordt behandeld in bijlage 1.9.2. Binnenisolatie zal uitvoerig worden behandeld in dit verslag. Dit is namelijk een techniek die zeer interessant is om het Ooglijdersgasthuis te verduurzamen. Bij binnenisolatie zal het isolatiemateriaal aan de warme zijde van de constructie geplaatst worden. Dit heeft als voordeel dat het gevelbeeld ongewijzigd blijft.

¹⁶ Bron: Jan Tjeme van Wieringen, Duurzaam erfgoed, 2011

¹⁷ Bron: www.cultureelerfgoed.nl/.../rce%20gids%20cultuurhistorie%2021.pdf.

¹⁸ Bron: www.cultureelerfgoed.nl/.../rce%20gids%20cultuurhistorie%2021.pdf.

¹⁹ Bron: www.monumenten.nl

Het nadeel van deze methodiek is echter dat er vloeroppervlak verloren gaat en dat er mogelijke problemen op het gebied van bouwfysica kunnen ontstaan. Op dit probleem zal verder worden ingegaan in hoofdstuk vier.

3.3.3

Na-isoleren vensters

Enkele gehanteerde methoden van na-isoleren van vensters zijn:

- Achterzetbeglazing
- Voorzetramen
- Enkel (dun) isolatieglas
- Vacuümglas
- HR++ glas in bestaande sponning
- Vervangen bestaand kozijn

Een uitleg over deze methoden voor verduurzaming is te vinden in bijlage 1.11.

Het plaatsen van voorzetramen is een verandering in het beeld van het monument. Dit is voor een monument veelal geen reële optie. Maar ook het plaatsen van achterzetbeglazing als het vervangen van het glas door dun of dik isolatieglas in rijksmonumentale vensters is er meestal sprake van een ingreep die als een wijziging van het monument moet worden aangemerkt. Voor het wijzigen van een beschermd monument is een omgevingsvergunning vereist, te verlenen door de gemeente.

3.3.4

Na-isoleren daken

Men kan bij monumenten te maken hebben met verschillende verschijningsvormen van daken, zoals platte en hellende daken. Daarnaast verschillen daken onderling in dakbedekking. Wanneer men gaat isoleren heeft men drie mogelijkheden: koud dak, warm dak en een omgekeerd dak.

Het maken van een warm dak heeft bouwfysisch gezien de voorkeur bij zowel platte als hellende daken. Bij hellende daken is dit bij een monument niet altijd een optie. Het isoleren aan de exterieur kant verhoogt het dakbeschot. Hierdoor kunnen vreemde aansluitingen ontstaan met kopgevels, dakdoorbrekingen en afvoer goten. Bij platte daken is dit vaak wel een mogelijkheid. Voor verdere informatie over dakisolatie zie bijlage 1.13.

3.3.5

Na-isoleren vloeren

Net als bij daken geniet bij het isoleren van vloeren de voorkeur dit aan de exterieur zijde te doen. Hierdoor ontstaat een warme vloer. Bij vloeren heeft men echter niet altijd de mogelijkheid of de ruimte dit te doen. Er wordt daarom vaak gekozen om het isolatiepakket op de bestaande vloer te plaatsen. Het risico hiervan is afhankelijk van het type vloer. Indien er gebruik is gemaakt van een betonnen vloer, zal het risico aanzienlijk kleiner zijn dan wanneer er een houten vloerconstructie is.

3.3.6

Aangrenzend onverwarmde ruimten

Ruimtes die niet of nauwelijks gebruikt worden (bijvoorbeeld zolderruimtes of voorraadkamers), worden niet verwarmd, maar wel goed geïsoleerd. Deze ruimtes vormen een buffer tussen de verwarmde ruimtes en de koude buitenlucht. Dit levert een forse energiebesparing op. Zo'n ruimte noemt men een Aangrenzende Onverwarmde Ruimte (AOR).

4 VERDUURZAMEN VAN HET OLG

Dit hoofdstuk geeft weer hoe gekomen is tot de verschillende concepten voor aanpassing van de schil met het oog op verduurzaming. Allereerst is door te argumenteren een richting gekozen in de ambitie en het niveau van verduurzaming. Deze richting is bepaald door het schetsen van verschillende scenario's voor de schil en de gevolgen hiervan te analyseren. Hierin komen zaken aan bod als exploitbaarheid, milieu, energieprijsstijging en cultuurhistorische waarden.

4.1

Verduurzamen

Kijkend naar de hoofdvraag: "Welke technische middelen kunnen ingezet worden bij het duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis met behoud van cultuurhistorische waarde, om het herbestemde gebouw exploiteerbaar te maken?", zijn een aantal zaken te onderscheiden. Wij zijn op zoek naar technische middelen om het Ooglijdersgasthuis te verduurzamen - zonder hierbij de cultuurhistorische waarde aan te tasten - en daarmee het te herbestemmen gebouw exploiteerbaar te maken. Aan een bouwwerk of een gebied wordt een cultuurhistorische waarde toegekend op basis van het beeld dat is ontstaan door het menselijk gebruik van dat bouwwerk of dat gebied in de loop van geschiedenis. Met betrekking tot een gebouw wordt dit ook wel bouwhistorische waarde genoemd.

Vanuit bepaalde optiek wordt verondersteld dat de cultuurhistorische waarde van het gebouw bij een aanpassing aan de schil wordt aangetast. Met aantasten kunnen meerdere zaken bedoeld worden. Zo kan bij het verduurzamen van een monument de esthetische kwaliteit afnemen. Een technische ingreep kan consequenties hebben voor de cultuurhistorische waarde wanneer het oorspronkelijke karakter van het bouwdeel verandert of de gebruikte materialen niet origineel zijn. Het beste voor het behoud van de cultuurhistorische waarde vanuit deze optiek zou dus zijn: geen technische ingrepen aan de schil doen.

Naast deze aantasting op esthetisch en bouwhistorisch niveau, kan bij een technische verduurzaming ook sprake zijn van aantasting op bouwkundig niveau. Wanneer men een gebouw gaat isoleren, verandert de klimatologische situatie in het gebouw. Naast positieve veranderingen zijn er helaas ook een aantal negatieve te benoemen, bijvoorbeeld condensatie in de constructie, waardoor historische vloerbalken die in het metselwerk liggen dit vocht zullen opnemen, met aantasting tot gevolg. De cultuurhistorische waarde van een gebouw wil je niet aan tasten, zeker niet als deze onomkeerbaar is. Er wordt dan ook dikwijls gezegd dat het beter is zo weinig mogelijk aan een monument te veranderen: de energiebesparende effecten wegen niet op tegen de historische waarde als de risico's op aantasting groot zijn.

Leegstand van een monument brengt echter ook risico's met zich mee. Een monument dat niet wordt gebruikt kan in verval raken door de elementen, vandalisme en gebrek aan onderhoud. Om dit te voorkomen zoekt men naar mogelijkheden om een monument weer te gebruiken. Dit leidt vaak tot een herbestemming van het monument, waarbij gezocht wordt naar een nieuwe, passende functie. Het bouwbesluit eist bij een herbestemming minimaal het bestaande bouwniveau. Voor monumenten echter gaat deze eis niet altijd op.

Juist met het oog op de mogelijkheid van herbestemming kan niet zondermeer worden gesteld dat energiebesparende maatregelen maar achterwege moeten worden gelaten. Energiebesparende maatregelen kunnen bepalend zijn voor de haalbaarheid van de exploitatie van het monument. Lagere energielasten leiden tot een gunstigere exploitatie, zeker wanneer men de stijgende energieprijzen in de toekomst meeweegt. Neemt men ook de steeds groter wordende maatschappelijke bewustwording over het milieu (klimaatverandering) en de noodzaak van een

duurzamere samenleving mee, dan is verduurzaming van monumenten een voor de hand liggende keuze. Bovendien willen toekomstige gebruikers in een comfortabel gebouw zitten. Verduurzaming kent dus een zekere noodzaak.

Er bestaat dus een spanningsveld tussen de bescherming van de cultuurhistorische waarde van het monument en de noodzaak tot verduurzaming. Aan de ene kant wordt geroepen dat het verduurzamen van monumenten een druppel op een gloeiende plaat is; immers, *wanneer we alle monumenten zouden isoleren en voorzien van de nieuwste installaties – even aangenomen dat zoiets technisch kan – dan bespaart dit ruwweg 1% op het totale energieverbruik van gebouwen in Nederland* (Van de Ven, 2011). Aan de andere kant wordt gesteld dat bij niks doen aan energiezuinigheid het gebouw niet exploiteerbaar is. En dat omdat de energieprijzen zal stijgen, het beste is om een monument “passief” te maken. Met een passief gebouw wordt een zo energiezuinig mogelijke woning bedoeld. Het verbruik is in een passiefhuis minder dan 15 kWh/m² bruto per jaar voor ruimteverwarming. Dit wordt bereikt door het verminderen van het warmteverlies en het maximaliseren van de warmtewinst.

Bij het verduurzamen van monumenten dien je met beide opvattingen rekening te houden. Zoals ook uit de doelstelling van dit onderzoek blijkt, is dit een zoektocht naar de grens van het technisch haalbare bij het verduurzamen van de schil van het Ooglijdersgasthuis, zonder de cultuurhistorische waarde aan te tasten. Om aan het Kyoto-verdrag te voldoen dient het energieverbruik per jaar met 2% omlaag te gaan. In 2020 moet de CO₂-uitstoot 30% lager liggen dan het niveau in 1990. Om dit te behalen dient er ook een reductie van de CO₂-uitstoot van de bestaande bouw gerealiseerd te worden. Onder de noemer duurzaamheid valt ook een welonderbouwde keuze voor de materialen. Ook ten aanzien van de exploiteerbaarheid en het comfort van de toekomstige gebruikers is het verduurzamen van de schil van belang. De cultuurhistorische waarde mag echter niet onomkeerbaar aangetast worden.

4.2 Herbestemmen functie Ooglijdersgasthuis

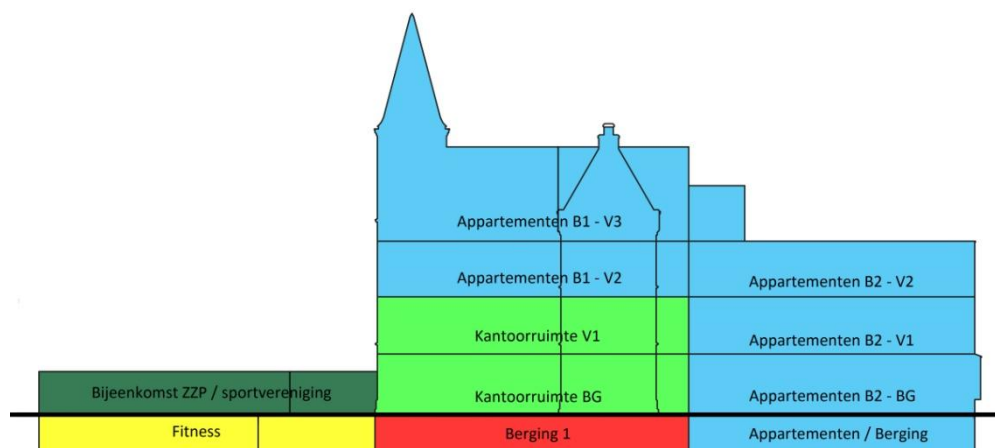
20

Uitgebreide analyses naar de mogelijkheden van het gebouw en de behoefte op wijkniveau hebben geleid tot een aantal functies. Deze functies zijn belangrijk om te weten, omdat verduurzamingsconcepten voor de schil gekozen worden met het oog op de achterliggende functie. In de afstudeerscriptie van Lisanne Colijn is een uitgebreide analyse te vinden over de functiebeoordeling. Deze paragraaf zal kort de uitkomsten van deze analyse behandelen.

Bouwdeel 1 zal worden bestemd voor twee gebruiksfuncties. In het souterrain worden bergingen ondergebracht. De kantoorruimten voor het bedrijfsverzamelgebouw worden ondergebracht op de begane grond en de eerste verdieping. Op de tweede en derde verdieping worden luxe appartementen ondergebracht.

Bouwdeel 2 wordt volledig bestemd voor starterappartementen. In het souterrain wordt tevens een deel gebruikt om bergingen in onder te brengen. Zowel bouwdeel 1 als bouwdeel 2 krijgen een aparte entree.

Bouwdeel 3 bestaat uit twee gebruiksfuncties. In het souterrain wordt een sportschool ondergebracht. De begane grond zal dienst doen als bijeenkomst ruimte. De bijeenkomst ruimte wordt gekoppeld aan bouwdeel 1, zodat het bedrijfsverzamelgebouw gebruik kan maken van deze ruimte.



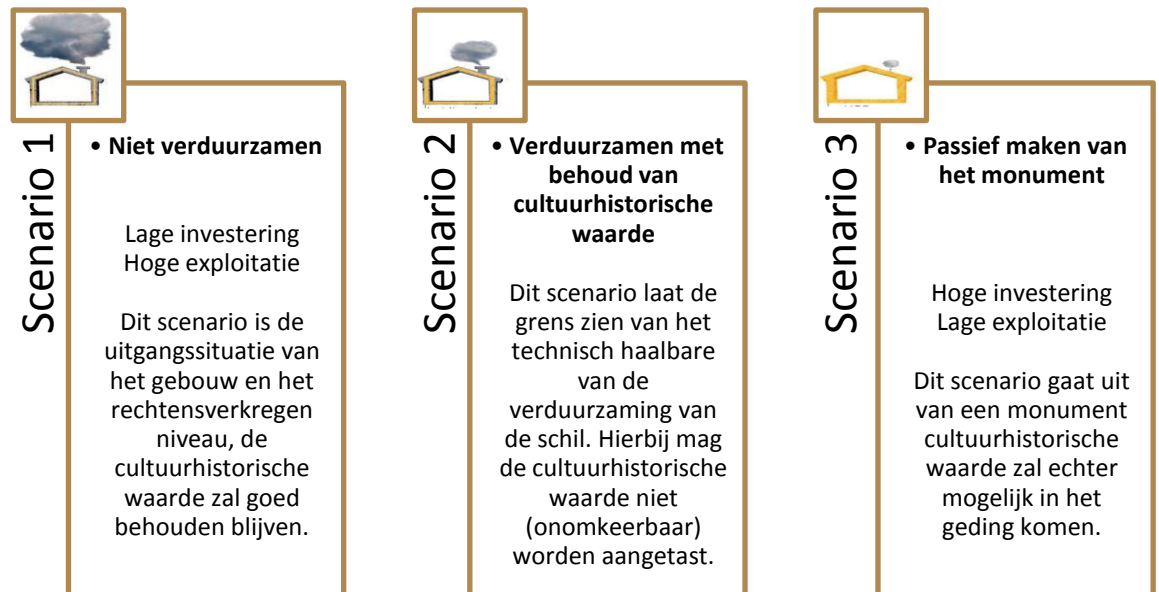
Figuur 9: Functie Bouwdeel één, twee drie

²⁰ Samengesteld door Vincent van Helvoort en Lisanne Colijn

4.3

Scenario's

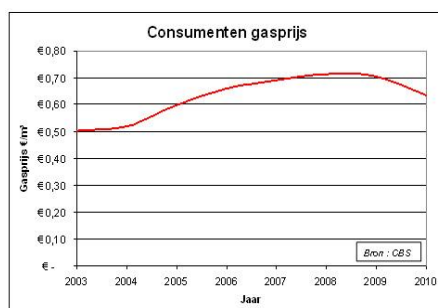
Voor wat betreft het al dan niet aanpassen van de schil van het gebouw zijn er 3 scenario's mogelijk. Aan de ene kant bekijken wij het scenario waarin je geen aanpassing doet aan de schil en aan de andere kant het scenario waar het gebouw passief wordt gemaakt. Het middelste scenario houdt rekening met beide kanten. In het onderstaande schema 1 worden deze drie scenario's naast elkaar gezet en is de onderlinge relatie te zien. Kort gezegd komt het neer op de vraag of je wilt isoleren en zo ja, hoeveel je wilt isoleren. Daarbij spelen verschillende factoren een rol. In deze paragraaf worden de verschillende factoren bekeken aan de hand van een rekenvoorbeeld. Hiermee kan worden toegelicht wat de effecten zijn van isoleren op de exploitatie.



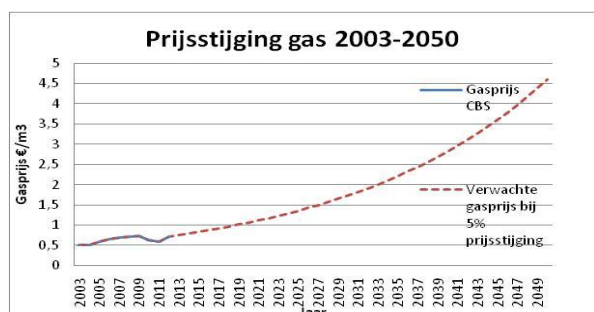
D

Schema 1: 3 scenario's bij het verduurzamen van het monument, bron: VHV

De reden om te isoleren is des te groter als je rekening houdt met energieprijsstijgingen. In Grafiek 2 is de prijsstijging van gas te vinden van 2003 tot 2010. De gemiddelde prijsstijging is verkregen door de gasprijzen tussen 2003 en 2012 te bepalen. Deze stijging bedraagt 5%. Zet deze trend zich door, dan is te zien dat de prijs voor gas op termijn behoorlijk hoog wordt. De bedragen die je jaarlijks uitgeeft aan het warm stoken zullen dus alleen maar toenemen. In dit hoofdstuk zullen de effecten meegenomen worden van de 3 aangenomen prijsstijgingen (2.5%, 5. 0% en 7.5%).



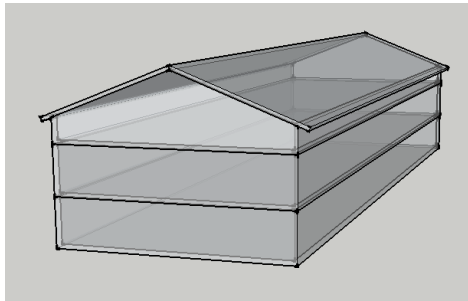
Grafiek 1: Consumenten gasprijs, bron: CBS



Grafiek 2: Aangenomen gasprijsstijging, bron: VHV

Wanneer ervan wordt uitgegaan dat een gebouw enkel aan de binnenzijde geïsoleerd mag worden, zoals vaak het geval is bij monumenten, dan komt de vraag naar voren welk isolatieniveau men wil behalen. Hoe meer men isoleert, hoe lager het verbruik is. Meer isolatie zorgt echter wel voor een dikker isolatiepakket. Dit heeft niet alleen een negatieve invloed op cultuurhistorisch waardevolle aspecten van het interieur, maar zorgt ook voor minder verhuurbaar oppervlak. Zodoende kan de winst die behaald wordt op het energieverbruik, deels te niet worden gedaan door het verlies aan huuropbrengst. De vraag is nu hoeveel dit verlies bedraagt. Daarom worden de drie scenario's vergeleken op een gekozen thermische weerstand van de schil. Hierin worden de effecten van energieprijsstijging op de exploitatie meegenomen. Daarmee is de terugverdientijd te berekenen, die weer gecorrigeerd wordt met het verlies van verhuurbaar vloeroppervlak.

Als voorbeeld dient een fictief gebouw van drie bouwlagen met een verhuurbaar vloeroppervlak van 2250m^2 en een totale schil van 2670m^2 . Het gebouw heeft een slechte thermische schil van $0,5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, vergelijkbaar met die van het Ooglijdersgasthuis. Uitgaande van een verhuurprijs van $240\text{€}/\text{m}^2$ wordt er een huuropbrengst van $540.000\text{€}/\text{j}$ behaald. Het verbruik aan energie van het gebouw betreft $18.201,85$ per jaar (Tabel 6).



Rekenvoorbeeld

VVO:	2250m^2
Schil:	2670m^2
Rc-waarde:	$0,5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
Huur:	$240\text{€}/\text{m}^2$
Verbruik:	$18.201,85$ per jaar

Het verbruik dient teruggedrongen te worden door te isoleren. Er wordt gekozen voor de drie scenario's met drie verschillende Rc-waarden om de effecten te analyseren.

- Scenario 1, de testcase, krijgt geen isolatie en bezit zodoende een Rc van $0,5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. Het pand verliest geen ruimte door de isolatie en heeft een VVO van 2250m^2
- Scenario 2, krijgt een thermische schil van $3,0\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$; dit is met gebruikelijke isolatiematerialen te verkrijgen met een pakket van 10cm. Door aan de binnenzijde te isoleren krijg je een VVO van 2211m^2 .
- Scenario 3, gaat uit van een passief gebouw, met een Rc van $3,0\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, wat neerkomt op een isolatiepakket van 20cm. Dit resulteert in een VVO van 2172m^2

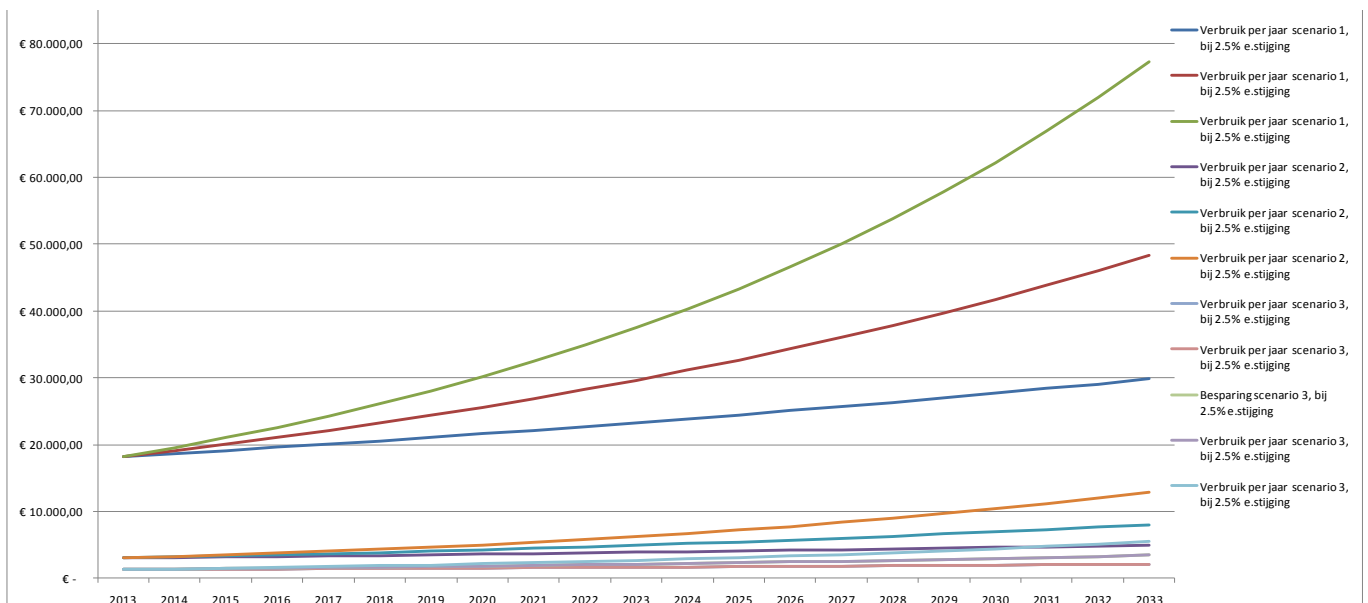
Hierna wordt er op deze effecten ingegaan en worden de uitkomsten vergeleken per scenario.

Scenario 1

		SCENARIO 1		Niks doen aan de schil											
		0,5 W/m2K													
		0,0 mm													
		2250 m2													
		240 €/m2/j													
		540000 €/j													
		1466 m2													
		0 €/j													
		0 €/m2													
		0 €													
		2,5%													
Jaar		Verbruik per jaar scenario 1, bij 2.5% e.stijging		Besparing scenario 1, bij 2.5% e.stijging		Verbruik per jaar scenario 1, bij 2.5% e.stijging		Besparing scenario 1, bij 2.5% e.stijging		Verbruik per jaar scenario 1, bij 2.5% e.stijging		Besparing scenario 1, bij 2.5% e.stijging		werkelijke besparing bij 5% energieprijsstijging scenario 1	
2013	0	€	18.201,85	€	-	€	18.201,85	€	-	€	18.201,85	€	-	€	-
2014	1	€	18.656,89	€	-	€	19.111,94	€	-	€	19.566,99	€	-	€	-
2015	2	€	19.123,32	€	-	€	20.067,54	€	-	€	21.034,51	€	-	€	-
2016	3	€	19.601,40	€	-	€	21.070,91	€	-	€	22.612,10	€	-	€	-
2017	4	€	20.091,43	€	-	€	22.124,46	€	-	€	24.308,01	€	-	€	-
2018	5	€	20.593,72	€	-	€	23.230,68	€	-	€	26.131,11	€	-	€	-
2019	6	€	21.108,56	€	-	€	24.392,22	€	-	€	28.090,94	€	-	€	-
2020	7	€	21.636,28	€	-	€	25.611,83	€	-	€	30.197,76	€	-	€	-
2021	8	€	22.177,18	€	-	€	26.892,42	€	-	€	32.462,59	€	-	€	-
2022	9	€	22.731,61	€	-	€	28.237,04	€	-	€	34.897,29	€	-	€	-
2023	10	€	23.299,90	€	-	€	29.648,89	€	-	€	37.514,58	€	-	€	-
2024	11	€	23.882,40	€	-	€	31.131,34	€	-	€	40.328,18	€	-	€	-
2025	12	€	24.479,46	€	-	€	32.687,90	€	-	€	43.352,79	€	-	€	-
2026	13	€	25.091,45	€	-	€	34.322,30	€	-	€	46.604,25	€	-	€	-
2027	14	€	25.718,73	€	-	€	36.038,41	€	-	€	50.099,57	€	-	€	-
2028	15	€	26.361,70	€	-	€	37.840,33	€	-	€	53.857,04	€	-	€	-
2029	16	€	27.020,75	€	-	€	39.732,35	€	-	€	57.896,31	€	-	€	-
2030	17	€	27.696,26	€	-	€	41.718,97	€	-	€	62.238,54	€	-	€	-
2031	18	€	28.388,67	€	-	€	43.804,92	€	-	€	66.906,43	€	-	€	-
2032	19	€	29.098,39	€	-	€	45.995,16	€	-	€	71.924,41	€	-	€	-
2033	20	€	29.825,85	€	-	€	48.294,92	€	-	€	77.318,74	€	-	€	-

Tabel 6: Scenario 1, gevolgen van energieprijsstijging voor testcase bij verschillende energieprijsstijgingen, bron: VHV

In Tabel 6 is te zien, dat wanneer de energie in prijs zal stijgen de kosten voor verbruik in alle gevallen erg hoog zal zijn in de toekomst. Omdat er geen ingrepen zijn gedaan aan de schil zijn de kolommen onder besparing leeg. Het effect van dezelfde energieprijsstijgingen (Tabel 7 & Tabel 8 op de volgende pagina), worden ook bepaald voor de overige twee scenario's. Vervolgens zijn deze gegevens gecombineerd in onderstaande Grafiek 3.

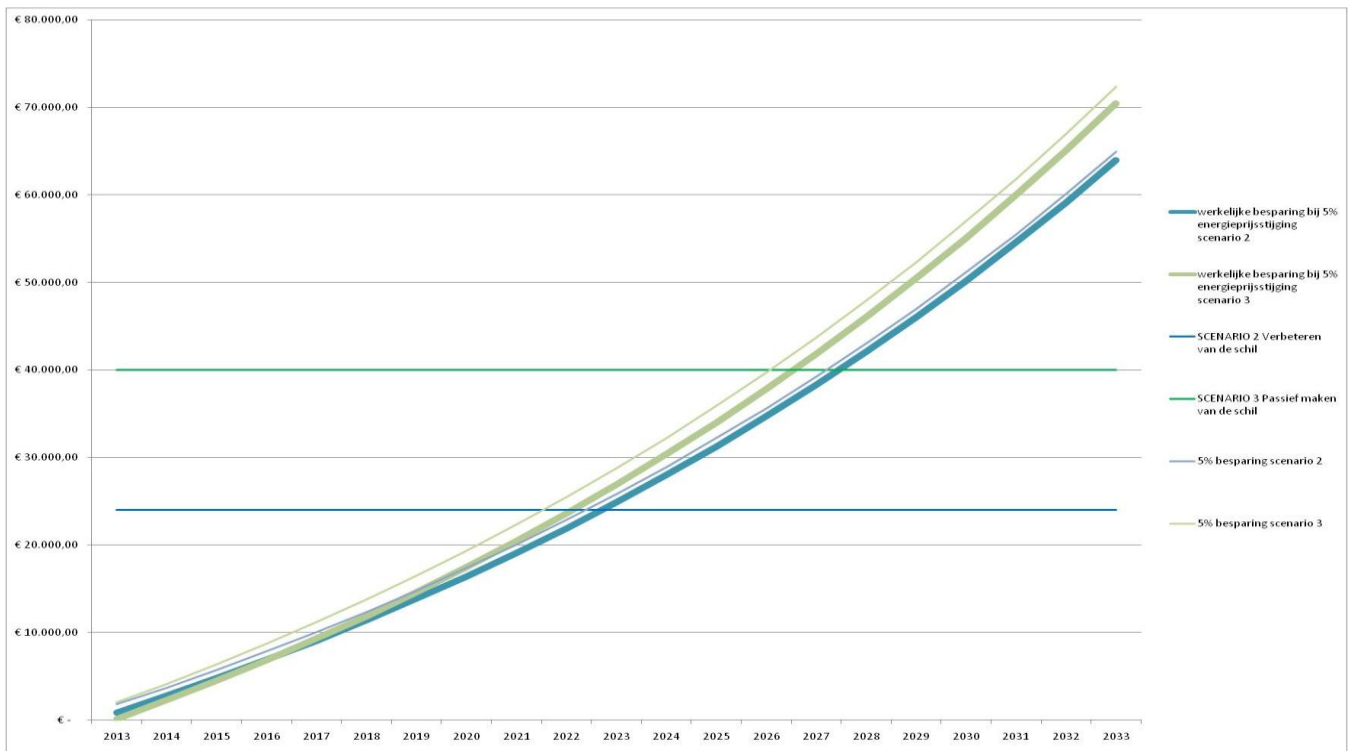


Grafiek 3: Verbruik in verschillende scenario's bij verschillende energieprijsstijgingen, bron VHV

Scenario 2 & 3

		SCENARIO 2								Verbeteren van de schil					werkelijke besparing bij 5% energieprijsstijging scenario 2		
RC dikte pakket VVO Huurprijs Huuropbrengst Schil verlies huur Isolatieprijs Investering schil Energieprijsstijging		3,0 W/m2K 0,1 mm 2211 m2 240 €/m2/j 530669 €/j 1466 m2 9331 €/j 90 €/m2 131940 € 3%								5% 7,5%							
Jaar		Verbruik per jaar scenario 2, bij 2,5% e.stijging		Besparing scenario 2, bij 2,5% e.stijging		Verbruik per jaar scenario 2, bij 2,5% e.stijging		Besparing scenario 2, bij 2,5% e.stijging		Verbruik per jaar scenario 2, bij 2,5% e.stijging		Besparing scenario 2, bij 2,5% e.stijging					
2013	0	€	3.033,64	€	15.168,21	€	3.033,64	€	15.168,21	€	3.033,64	€	15.168,21			€	5.837,01
2014	1	€	3.109,48	€	30.715,62	€	3.185,32	€	31.094,82	€	3.261,16	€	31.474,03			€	21.763,62
2015	2	€	3.187,22	€	46.651,72	€	3.344,59	€	47.817,77	€	3.505,75	€	49.002,79			€	38.486,57
2016	3	€	3.266,90	€	62.986,21	€	3.511,82	€	65.376,87	€	3.768,68	€	67.846,20			€	56.045,67
2017	4	€	3.348,57	€	79.729,08	€	3.687,41	€	83.813,92	€	4.051,33	€	88.102,87			€	74.482,72
2018	5	€	3.432,29	€	96.890,51	€	3.871,78	€	103.172,82	€	4.355,18	€	109.878,80			€	93.841,62
2019	6	€	3.518,09	€	114.480,98	€	4.065,37	€	123.499,67	€	4.681,82	€	133.287,91	€	114.168,47		
2020	7	€	3.606,05	€	132.511,21	€	4.268,64	€	144.842,86	€	5.032,96	€	158.452,71	€	135.511,66		
2021	8	€	3.696,20	€	150.992,20	€	4.482,07	€	167.253,21	€	5.410,43	€	185.504,87	€	157.922,01		
2022	9	€	3.788,60	€	169.935,21	€	4.706,17	€	190.784,07	€	5.816,21	€	214.585,95	€	181.452,87		
2023	10	€	3.883,32	€	189.351,80	€	4.941,48	€	215.491,48	€	6.252,43	€	245.848,10	€	206.160,28		
2024	11	€	3.980,40	€	209.253,80	€	5.188,56	€	241.434,26	€	6.721,36	€	279.454,91	€	232.103,06		
2025	12	€	4.079,91	€	229.653,35	€	5.447,98	€	268.674,18	€	7.225,47	€	315.582,24	€	259.342,98		
2026	13	€	4.181,91	€	250.562,89	€	5.720,38	€	297.276,10	€	7.767,37	€	354.419,11	€	287.944,90		
2027	14	€	4.286,46	€	271.995,17	€	6.006,40	€	327.308,11	€	8.349,93	€	396.168,75	€	317.976,91		
2028	15	€	4.393,62	€	293.963,25	€	6.306,72	€	358.841,72	€	8.976,17	€	441.049,61	€	349.510,52		
2029	16	€	4.503,46	€	316.480,54	€	6.622,06	€	391.952,02	€	9.649,39	€	489.296,54	€	382.620,82		
2030	17	€	4.616,04	€	339.560,76	€	6.953,16	€	426.717,82	€	10.373,09	€	541.161,99	€	417.386,62		
2031	18	€	4.731,45	€	363.217,99	€	7.300,82	€	463.221,92	€	11.151,07	€	596.917,35	€	453.890,72		
2032	19	€	4.849,73	€	387.466,64	€	7.665,86	€	501.551,22	€	11.987,40	€	656.854,35	€	492.220,02		
2033	20	€	4.970,97	€	412.321,52	€	8.049,15	€	541.796,99	€	12.886,46	€	721.286,64	€	532.465,79		

Met isoleren is bij een relatief lage investering vrij gemakkelijk en snel een besparing te bereiken op de energierekening. Voor de verschillende mogelijke stijgingen van de gasprijs is de terugverdientijd bepaald. Te zien is dat hoe meer de energieprijzen stijgt, des te sneller de investering eruit is en dus hoe korter de terugverdientijd is. In Tabel 7 en Tabel 8 zijn de terugverdientijden in het groen weergegeven. Maar zoals gezegd nemen we bij deze testcase ook mee, wat de invloed is van het verlies van VVO. Deze is bij de verschillende scenario's te zien in de meest rechter kolom. De werkelijke terugverdientijd is dus de besparing min het jaarlijkse huurverlies. Te zien is dat hierdoor de terugverdientijd van beide scenario's iets langer is. Scenario 2 en scenario 3 zijn vervolgens uitgezet in Grafiek 4.

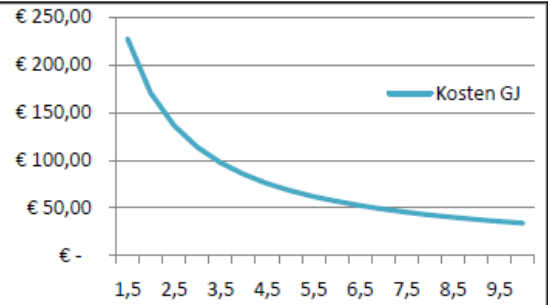


Grafiek 4: Vergelijking terugverdientijd scenario 2 & 3, met werkelijke besparing, bron:VHV

Te zien is dat de dikgedrukte blauwe lijn (werkelijke besparing scenario 2) in de eerste jaren boven die van de dikgedrukte groene lijn (werkelijke besparing scenario 3) ligt. Ook is te zien dat in scenario 2 de investering een aantal jaren eerder is terugverdiend. De dunne en dikke blauwe lijn liggen daarbij dicht bij elkaar dan de dunne en dikke groene lijn. Dit grotere verschil geeft het kleine effect aan van het verlies van VVO door het dikkere isolatiepakket.

Het rekenvoorbeeld is een erg versimpeld model van de werkelijkheid; er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met vensters. Dit is gedaan om het aantal variabelen te verkleinen. Toch schetst deze testcase een duidelijk beeld. Al met al kunnen we hieruit concluderen dat het kiezen voor scenario 2 de voorkeur geniet boven de overige. Allereerst moeten we stellen dat de noodzaak om te isoleren zeker aanwezig is. Het beeld dat scenario 1 schetst is financieel onaantrekkelijk, en nadelig voor het milieu. Isoleren aan de binnenzijde schaadt, als er veel oorspronkelijke details in het interieur aan de buitengevels zijn, de cultuurhistorische waarde. Hiermee dient dus rekening gehouden te worden. De invloed van het dikke pakket op het VVO wordt groter bij kleinere te isoleren ruimtes. Bij het bepalen van de huuropbrengsten wordt echter uitgegaan van het totale verlies van VVO op het gebouw. De terugverdientijd is een stuk interessanter bij het tweede scenario. Daarbij is de grootste winst te behalen in de eerste paar centimeter isolatie, zoals te zien is in onderstaande tabel.

Gemiddelde temperatuur buiten	6 °C
Gemiddelde temperatuur binnen	20 °C
Gemiddelde temperatuur grond	10 °C
Stookseizoen (8 maanden)	5.112 uur
Kosten GJ rapport EPBD)	€ 13,30 per GJ



RC	U	Opp. M²	Delta T	Vermogen	KWH	Mj	GJ	M3 gas	Kosten GJ	
0,5	2,00	100	14,04	2.808	14.352	51.257	51	1.460	€ 681,72	100%
1,5	0,67	100	14,04	936	4.784	17.086	17	487	€ 227,24	33%
2	0,50	100	14,04	702	3.588	12.814	13	365	€ 170,43	25%
2,5	0,40	100	14,04	562	2.870	10.251	10	292	€ 136,34	20%
3	0,33	100	14,04	468	2.392	8.543	9	243	€ 113,62	17%
3,5	0,29	100	14,04	401	2.050	7.322	7	209	€ 97,39	14%
4	0,25	100	14,04	351	1.794	6.407	6	183	€ 85,21	13%
4,5	0,22	100	14,04	312	1.595	5.695	6	162	€ 75,75	11%
5	0,20	100	14,04	281	1.435	5.126	5	146	€ 68,17	10%
5,5	0,18	100	14,04	255	1.305	4.660	5	133	€ 61,97	9%
6	0,17	100	14,04	234	1.196	4.271	4	122	€ 56,81	8%
6,5	0,15	100	14,04	216	1.104	3.943	4	112	€ 52,44	8%
7	0,14	100	14,04	201	1.025	3.661	4	104	€ 48,69	7%
7,5	0,13	100	14,04	187	957	3.417	3	97	€ 45,45	7%
8	0,13	100	14,04	175	897	3.204	3	91	€ 42,61	6%
8,5	0,12	100	14,04	165	844	3.015	3	86	€ 40,10	6%
9	0,11	100	14,04	156	797	2.848	3	81	€ 37,87	6%
9,5	0,11	100	14,04	148	755	2.698	3	77	€ 35,88	5%
10	0,10	100	14,04	140	718	2.563	3	73	€ 34,09	5%

4.4

Concepten

In deze paragraaf wordt een nadere uitleg gegeven over de gekozen concepten voor de schil van de bouwdelen. We hebben te maken met drie bouwdelen uit drie verschillende bouwperiodes met ieder een eigen bouwstijl. Dit vraagt om concepten die rekening houden met deze situatie. Twee van deze bouwdelen zijn rijksmonument en de overige waarderen wij eveneens om de bouwhistorische waarde. In de vorige paragraaf hebben we drie scenario's geschetst voor de bouwdelen, die opeenvolgend de uitgangssituatie beschrijft (scenario 1), de optimale situatie (scenario 2) en de passieve situatie (scenario 3). In onderstaande paragraaf worden de door ons opgestelde concepten voor de schil beschreven en hoe deze tot stand zijn gekomen.

De huidige situatie van de bouwdelen is geanalyseerd en vormt het 0-concept. Bij de beide overige concepten hebben wij ons allereerst twee zaken afgevraagd: "Verandert door het concept het aanzicht van het exterieur en is dit onwenselijk?" en "Is de uitvoering van het concept reversibel?". Bij de eerste afweging vallen in geval van de rijksmonumenten al snel een aantal concepten af, bijvoorbeeld het toepassen van natte buitengevel-isolatie en het plaatsen van dubbelglas. Uit de analyse van de uitkomsten van de minorgroepen bleken die concepten op een aantal punten te botsen met onze ideeën.

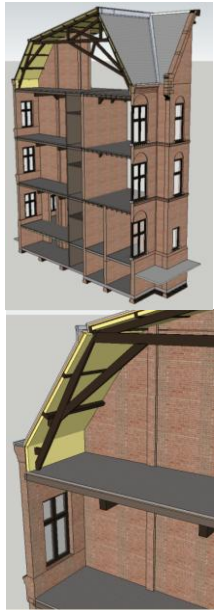
Op basis van de eerste afwegingen zijn er twee à drie concepten per bouwdeel opgesteld. Deze concepten hebben wij in een workshop (zie tekeningenboek voor de bladen met concepten) met experts uit het beroepsveld besproken. De uitkomsten gaven ons extra houvast bij het kiezen van het juiste concept. Hieronder worden deze concepten besproken.

De keuze van het concept voor de bouwdelen geschiedt aan de hand van een aantal criteria. Ten eerste is de bouwhistorische waarde belangrijk. Daarnaast kijken we in dit stadium naar de reversibiliteit van de maatregel. Ook de mate van verduurzaming is belangrijk in onze keuze. Daarnaast zijn er een aantal factoren die moeilijk te kwalificeren zijn. Daarbij moet men denken aan de wens van de architect, de toekomstige functie en de eisen van monumentenzorg. Factoren als investering, uitvoering, gebruik, materialisering en detaillering zijn in dit stadium nog niet medebepalend bij de keuze.



Figuur 10: 0-concept, van links naar rechts; bouwdeel 1, 2 en 3, bron:VHV

4.4.1

Bouwdeel 1Minor concept :

Voor dit bouwdeel zijn door de minoren een drietal concepten opgesteld. Na beschouwing van deze concepten hebben wij de meest reële meegenomen voor verdere analyse. Dit concept gaat uit van de bewering dat het toepassen van isolatie op de gevels niet rendabel zou zijn, omdat er in verhouding weinig dicht geveleppervlak is. Ook vanwege de gevaren van muurisolatie is hier niet voor gekozen. Tevens bezit het gebouw al goede kwaliteiten ten aanzien van warmteaccumulatie door de dikke steensmuren. Van de drie concepten hebben wij het vervangen door dun isolerend glas meegenomen in onze afweging. Het dak is als koud dak geïsoleerd, omdat dit de minst ingrijpende verbouwing is voor het monument. De begane grondvloer van het kweekhuis-systeem is in dit concept aan de koude zijde geïsoleerd; hierbij is rekening gehouden met onze gebouwindeling.

Concept minor bouwdeel 1:

Dak:	Geïsoleerd koud dak
Gevel:	Ongeïsoleerd
Vensters:	Vervangen voor dun isolerend glas
Vloer:	Kweekhuis geïsoleerd aan koude zijde

De gevaren van na-isoleren zijn bekend. De veronderstelling dat isolatie niet rendabel zou zijn is echter niet waar, zo blijkt uit voorgaand hoofdstuk. Ook het argument dat het te isoleren geveleppervlak te klein is, is niet goed bekeken. Het percentage wand te opzicht van vensters is zelfs 82% (zie bijlage 1.30 voor de geveleppervlakken). Het kiezen van dun isolerend glas is zeker te overwegen. Door de gevels niet te isoleren en het glas te vervangen verandert het beeld van het Ooglijdersgasthuis amper. Dit is echter wel een vrij kostbare ingreep en daarbij wordt er veel in goede staat verkerend materiaal gesloopt.

Concept VHV :

Bij het opstellen van dit concept vielen de opties die het exterieur onwenselijk veranderden bij voorbaat af, monumentenzorg zou hier immers nooit in meestemmen. Het dak hebben wij in dit concept evenals de minorgroep als koud dak uitgevoerd. Hier hebben wij voor gekozen omdat het dak in 1997 is gerenoveerd. Koude hellende daken zijn met enige voorzichtigheid goed uit te voeren, daarbij verandert het aanzicht van het gebouw niet. De buitenwanden hebben wij in dit concept wel durven isoleren met uiteraard voorzetwanden, het zoeken is hier naar de juiste wijze om geen bouwkundige aantasting van het monument te veroorzaken en het vraagt dus om extra aandacht. Alle ingrepen dienen reversibel te zijn, daarom worden de vensters in het concept onaangetast gelaten. Om extra comfort te realiseren wordt er achterzetbeglazing geplaatst. Uit de functiebepaling is naar voren gekomen dat de kelder van bouwdeel 1 uitgevoerd zal worden als berging. Dit zal daarom een onverwarmde ruimte worden.

Ons Concept bouwdeel 1:

Dak:	Geïsoleerd koud dak
Gevel:	Geïsoleerd
Vensters:	Achterzetbeglazing
Vloer:	Nieuwe combinatievloer

Valt de keuze op dit concept dan dient het gevaar van na-isoleren goed in kaart te worden gebracht. Het isoleren van het dak gebeurt op een overeenkomstige manier als het minor concept voor dit bouwdeel. Achterzetbeglazing is in combinatie met de voorzetwanden een goede oplossing, mits goed gedetailleerd en uitgevoerd. De maatregelen die hier beschreven zijn, zijn reversibel uit te voeren. Tevens komt er weinig tot geen sloop aan te pas. De bouwhistorische waarde zal wel meer aangetast worden dan in het vorige concept.

4.4.1.1

Keuze concept bouwdeel 1

	Minor concept	Ons concept
Cultuur historische waarde	+	+/-
Reversibiliteit	+/-	+/-
Verduurzaming schil	-	+
TOTAAL	+/-	+

Het eerste concept heeft een betere beoordeling gekregen op het behouden van het oorspronkelijke karakter. Het isolatiepakket aan de binnenzijde schaadt als deze niet te dik is uitgevoerd geen historische kenmerken, omdat er geen ornamenten, architraven om de vensters, en lambrisering is aangetroffen. Geen isolatiepakket aanbrengen is echter nog beter voor de bouwhistorische waarde. Op het gebied van reversibiliteit is, hoewel er onderlinge verschillen zijn toch tot hetzelfde oordeel gekomen. Isolatie is namelijk te verwijderen, al zal het ongetwijfeld sporen achter laten. Beter is dus om geen isolatie toe te passen. Het vervangen van glas betekent echter sloop van de bestaande beglazing. Zodoende is gekomen tot hetzelfde oordeel. Het tweede concept scoort echter beter op de verduurzaming van de schil; het vervangen van glas heeft door zijn lage U-waarde nauwelijks invloed op het terugdringen van het energieverbruik.

4.4.2

Bouwdeel 2Minor concept:

Het concept van de minor hebben wij meegenomen in onze beschouwing omdat het enkele discutabele punten wat betreft verduurzaming heeft. Er is gekozen voor het naisoleren van de spouw. Spouwisolatie staat erg ter discussie; de mogelijkheden wat betreft spouwisolatie zullen in kaart gebracht worden. Ten tweede zijn de stalen vensters vervangen door qua uiterlijk gelijkende aluminium vensters, waarvoor monumentenzorg toestemming heeft gegeven. Verder is er gekozen voor een warm dak, die –zo volgde uit de functiebestemming – gebruikt dient te worden als buitenruimte. Het souterrain is evenals bouwdeel 1 een berging en is daarom geïsoleerd aan de koude zijde.

Minor Concept bouwdeel 2

Dak:	Geïsoleerd warm dak
Gevel:	Spouwmuur isolatie
Vensters:	Vervangen voor aluminium variant
Vloer:	Vloer geïsoleerd aan de koude zijde

Na-isoleren van de spouw wordt niet overal als positief ervaren. Als het gebouw aan bepaalde randvoorwaarden voldoet hoeft dit echter geen probleem te zijn. De monumentenzorg zou toestemming kunnen geven op het vervangen van de kozijnen. De uitvoering dient zorgvuldig te verlopen. Het betekent echter wel de sloop van de bouwhistorisch waardevolle kozijnen. Het verhuurbaar vloeroppervlak wordt optimaal benut.

Ons concept

Bij dit concept wordt een warm dak geplaatst. De gevels worden aan de binnenzijde geïsoleerd. De vensters blijven intact, in de voorzetwanden worden achterzetvensters geplaatst. Aandachtspunt zijn de deuren naar de loggia's.

Ons Concept bouwdeel 2

Dak:	Geïsoleerd warm dak
Gevel:	Voorzetwanden
Vensters	Achterzetvensters
Vloer:	Vloer geïsoleerd aan de koude zijde

Dit concept heeft veel overeenkomsten met het tweede concept van bouwdeel 1. In de uitwerking loop je door de bouwwijze echter tegen hele andere problemen aan. Koudebruggen vormen een risico die goed geanalyseerd dienen te worden. Alle maatregelen zijn echter goed terug te draaien. Alle bestaande elementen kunnen behouden blijven in de gevel.

4.4.2.1

Keuze concept bouwdeel 2

	Minor concept	Ons concept
Bouwhistorische waarde	+/-	+/-
Reversibiliteit	-	+/-
Verduurzaming schil	+/-	+
TOTAAL	-	+

De keuze is gevallen op het tweede concept op grond van de score in bovenstaande matrix. Het vervangen van de kozijnen heeft negatieve impact op het oorspronkelijke karakter en de reversibiliteit, daarnaast is de ingreep slechts van kleine invloed op de verduurzaming van de schil. Het na-isoleren van de spouw is niet reversibel en de gevolgen op lange termijn zijn niet te overzien.

4.4.3

BOUWDEEL 3Minor concept :

Het concept van de minor laat bouwfysisch gezien eigenlijk de eenvoudigste oplossing te zien, door het gebouw buitenom te isoleren. Dit kan in hun redenering omdat het gebouw geen monument is. Het dak is als warm dak uitgevoerd met vegetatie. De boeidelen zijn vervangen voor beter isolerende varianten. De gevel zelf is met een nat-isolatie-systeem afgewerkt. De stalen pui is vervangen door een nieuwe aluminium pui met HR++ glas. De vloer in het souterrain is aan de warme zijde geïsoleerd.

Minor concept bouwdeel 3:

Dak:	Geïsoleerd warm dak met vegetatief dak
Gevel:	Natte-gevel-isolatie en nieuwe boeidelen
Vensters:	Vervangen voor nieuwe pui met HR++ glas
Vloer:	Vloer geïsoleerd aan warme zijde

Dit concept vergt erg veel aanpassing aan het gebouw, eigenlijk blijft alleen het casco staan. Bouwfysisch gezien en qua verduurzaming is dit een goede optie. Het gebouw is niet aangemerkt als monument, dus verandering in het beeld is met het oog op de monumentenzorg geen discussiepunt.

Ons concept 1 (zie blad 7):

In dit concept worden onze stellingen iets breder geïnterpreteerd. Het exterieur van het gebouw mag in onze optiek niet veranderen. Toch hebben we in dit concept een vliesgevel om het gebouw geplaatst. Omdat het geen monument is en omdat dit concept architectonisch versterkend kan werken voor het Ooglijdersgasthuis hebben wij dit concept meegenomen. Daarbij is het niet strijdig met onze tweede redenering, dat het gebouw niet blijvend mag worden aangetast. Immers, de vliesgevel kan van het gebouw getrokken worden, waarna het originele gebouw weer zichtbaar is. Verder is er gekozen voor een warm dak, buitengevelisolatie, en de vloer in het souterrain is aan de warme zijde geïsoleerd.

Ons concept 1 bouwdeel 3:

Dak:	Geïsoleerd warm dak met vegetatief dak
Gevel:	Natte-gevel-isolatie
Vensters:	Behouden nieuwe vliesgevel aan buitenzijde
Vloer:	Vloer geïsoleerd aan warme zijde

Hoewel dit concept het beeld verandert, zijn de aanpassingen wel reversibel. Problemen kunnen zich echter voordoen bij het gebruik van de gevel. Daarbij kan de detaillering vrij lastig zijn.

Ons concept 2 (zie blad 8):

Dit concept gaat uit van het principe van een tweede-huid-façade. De functie-indeling liet een mogelijkheid zien voor een verkeersruimte aan de zijde van de grote stalen pui. Door een tweede pui te plaatsen ontstaat er een zone die enkele bouw fysieke voordelen heeft. Door dit concept zo uit te voeren strookt het met onze stelling dat het exterieur niet aangetast mag worden. Om deze stelling door te voeren in de rest van dit concept, is gekozen voor een doos-in-doos constructie in het souterrain. Verder is er wederom gekozen voor een warm dak met vegetatie.

Ons concept 1 bouwdeel 3:

Dak:	Geïsoleerd warm dak met vegetatief dak
Gevel:	Voorzetwanden
Vensters:	Aangrenzend onverwarmde ruimte
Vloer:	Vloer geïsoleerd aan warme zijde

De keuze voor dit concept laat zich mede bepalen door de functie-bepaling door de architect. Gekozen is om een sportzaal in het souterrain te plaatsen en een bijeenkomstfunctie op de begane grond. Dit laatste paste goed bij de indeling die de architect voor ogen had. Echter zal de keuze voor het concept allereerst op een zelfde wijze geschieden als bij de overige bouw delen.

4.4.3.1

Keuze concept bouwdeel 3

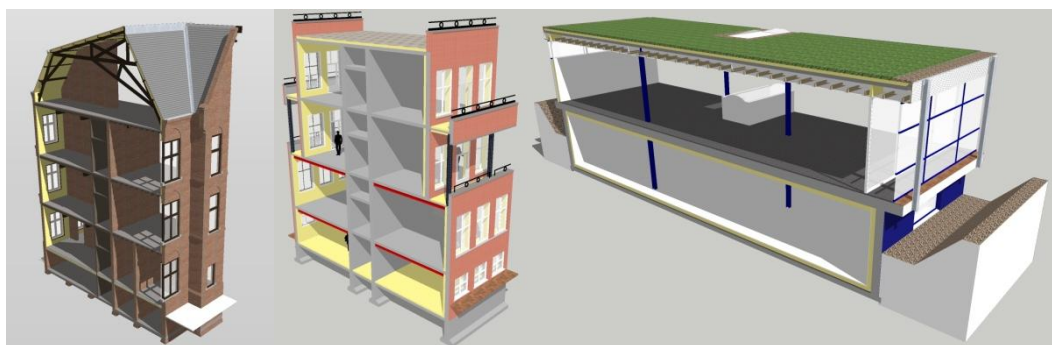
	Minor concept	Ons concept 1	Ons concept 2
Bouwhistorische waarde	-	+/-	+
Reversibiliteit	-	+	+
Verduurzaming schil	+	+	+
TOTAAL	-	++	+++

De keuze is gevallen op het derde concept op grond van de scores in de bovenstaande matrix. Het gebouw blijft maximaal behouden en het beeld wijzigt niet. De aanpassingen zijn reversibel.

4.4.4

Gekozen concepten

Hieronder staan nogmaals de gekozen concepten. Voor een toelichting betreft de keuze van de bouw systemen zie bijlage 1.10, 1.12 en 1.15.



Figuur 11: Gekozen concepten

4.5 Haalbaarheid van de concepten

Nu de concepten gekozen zijn, worden deze verder uitgewerkt. De haalbaarheid en de detaillering moet volgen uit dit hoofdstuk. Er zal aandacht worden besteed aan de keuzen van de materialen voor de verschillende onderdelen. Deze worden getoetst aan een aantal criteria waaronder duurzaamheid, terugverdientijd en bouwfysische aspecten. Gekeken zal worden of het gebouw de gekozen systemen aankan. Dit is gedaan aan de hand van berekeningen op het gebied van bouwfysica en bouwconstructies. Vervolgens zijn de kosten van de systemen bepaald om het exploitatiemodel te kunnen opzetten. In de verschillende scenario's is gekozen voor niets doen, een Rc-waarde van 3 m²K/W en een Rc-waarde van 7 m²K/W. In de afweging tussen scenario twee en drie worden de Rc-waarde van 3 en 7 meegenomen.

4.5.1 Verduurzamen van de gevels

Voor het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis komen diversen methodieken aan bod; deze methodieken stroken met de gekozen concepten. De verduurzamingmethodieken voor het Ooglijdersgasthuis, voortkomend uit de concepten, zijn onder te verdelen in de volgende onderdelen:

- Na-isoleren aan de binnenzijde
- Achterzet ramen
- Isoleren van de vloeren
- Isoleren van de daken

Voor een toelichting voor de gekozen middelen zie :bijlage 1.25.

Overigens hoeft bij het zoeken naar oplossingen de meest hoogwaardige oplossing niet altijd extra energiebesparend te zijn. Het effect van een hoogwaardige oplossing kan totaal te niet worden gedaan door een niet aangepakte zwakke schakel, waardoor het uiteindelijke isolatieniveau laag is. Het is daarom van belang dat de isolerende voorzieningen goed op elkaar afgestemd zijn. Het na-isoleren geschiedt volgens de concepten aan de warme zijde van de gevels. Met de wetenschap omtrent de gevaren van het na-isoleren van bestaand vastgoed is er een studie gedaan naar de isolatievormen. Deze isolatievormen beschikken over verschillende eigenschappen en werken op verschillende wijzen. Kennis van deze vormen van binnenisolatie is dus zeer belangrijk alvorens ze toe te passen op het Ooglijdersgasthuis. Er zal in dit hoofdstuk worden gekeken naar de voor- en nadelen die deze isolatievormen hebben en welke geschikt zijn voor het na-isoleren van de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis.

Warmte-isolatie of thermische isolatie is de eigenschap van materialen en constructies om de overdracht van thermische energie (warmte) tussen twee zijden van het materiaal of de constructie tot een minimum te reduceren. In gebouwen treden meerdere types warmtetransport op:²¹

- door geleiding of conductie;
- door convectie of luchtstroming;
- door straling;

Door het na-isoleren aan de binnenzijde vermindert weliswaar het warmtetransport. Het heeft wel gevolgen voor het vloeroppervlak en de vochtthuishouding. In een gebouw wordt veel vocht

²¹ <http://www.vankavelnaardroomhuis.nl/isolatie.html>

geproduceerd, dit geldt vooral voor een gebouw dat een functie heeft waarbij continu mensen verblijven. Waterdamp zal van een zone met een hoge dampconcentratie naar een zone met een lagere dampconcentratie trekken. Dit verschil in dampconcentratie ontstaat door een verschil in temperatuur of in de relatieve vochtigheid van de lucht. Wanneer de relatieve vochtigheid van de binnenlucht stijgt, zal waterdamp naar een zone trekken waar de relatieve vochtigheid lager is (buiten); dit proces wordt dampdiffusie genoemd.²²

Doordat de dampdiffusie door de constructie zal gaan wordt de concentratie vocht in de constructie ook hoger. De constructie van het gebouw is kouder dan de warme binnenlucht; hierdoor zal een percentage van de waterdamp gaan condenseren. Dit percentage wordt nog eens vergroot wanneer men de wand door middel van een achterzetwand gaat isoleren. Het verschil van temperatuur tussen de ruimtes en de constructie zal toenemen, met als gevolg dat er meer waterdamp zal condenseren. Dit komt doordat koude lucht minder waterdamp kan bevatten dan warme lucht. Dit kan voornamelijk bij aansluitingen tussen verschillende constructiedelen zeer ernstige gevolgen hebben. Zo kunnen de balkkoppen nat worden. Uiteraard werden de balkkoppen in een eerder stadium ook vochtig. Alleen wordt de periode waarin de koppen nat zijn vergroot. Hierdoor is het mogelijk dat de balkkoppen niet droog worden, maar langdurig nat blijven en kunnen gaan rotten. Er zal in hoofdstuk 4.5.1 verder op dit onderwerp worden ingegaan.

Dampdiffusie vindt dus plaats door de lucht of door de poriën van een materiaal. Omdat een constructie van bijvoorbeeld een spouwmuur uit allerlei verschillende materialen bestaat, zal de dampdiffusie per laag afwijken. Dit hangt namelijk af van de hoogte van de dampdruk tussen de beide zijden van de constructie en de dampdiffusieweerstand per laag.

Er zijn twee methoden van isoleren die elk anders omgaan met de dampdiffusieweerstand; dit zijn het dampdicht en dampopen isoleren. Deze methodieken worden in bijlage 1.17 en 1.18 nader toegelicht.:

4.5.1.1

Dampopen of dampdicht?

Doordat er bij zowel bouwdeel één, twee en drie sprake is van een zware dampdichte constructie, zal het vocht door de gevels en de vloeren niet snel kunnen diffunderen. Hierdoor zal er condens ontstaan met alle gevolgen van dien. Dampdicht isoleren wordt echter ook niet optimaal geacht omdat er altijd kieren en gaten zullen ontstaan bij bijvoorbeeld wandcontactdozen, aansluitingen en onzorgvuldige afwerking. Er wordt daarom aan een combinatie gedacht van dampopen en dampdicht isoleren. Er dient een materiaal gekozen te worden dat zowel dampdicht als vochtregulerend is. Dit zou kunnen met bijvoorbeeld een externe dampremmer aan de koude zijde van het isolatiemateriaal of een geïntegreerde dampremmer in het product. Door de dampremmer aan de koude warme kant van het materiaal te plaatsen, is het isolatiemateriaal in staat om het vocht te op te slaan zonder dat het gevangen zit achter een dampremmer. Zo blijft de constructie toch voor het grootste gedeelte droog.

4.5.2

Materialisering

Voor het naisoleren van het Ooglijdersgasthuis zijn er uiteraard isolatiematerialen benodigd. Maar welk materiaal is er geschikt? Er zijn drie verschillende klassen van isolatiematerialen, hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de bestandsdelen die de materialen bevatten:²³

- Nagroeibare grondstoffen

²² <http://www.joostdevree.nl/shtmls/dampdiffusie.shtml>

²³ Bron: Handleiding Muts voor je huis

- Minerale grondstoffen
- Petrochemische grondstoffen

Voor een uitgebreide omschrijving van de verschillende grondstoffen zie bijl 1.19, 1.20 en 1.21.

4.5.2.1

Keuze isolatiemateriaal

Voor het isoleren van de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis dient een goede afgewogen beslissing genomen te worden wat betreft de keuze van het isolatiemateriaal. Elk bouwdeel heeft zijn specifieke bouwmethode en kwaliteiten. Het onderwerp van het onderzoek is dan ook het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis met behoud van bouwhistorische karakteristieken. Hierbij is de thermische kwaliteit ook van belang; deze kwaliteit dient de cultuurhistorische kwaliteit echter niet in het geding te brengen.

Om een keuze te maken voor het isolatiemateriaal is er een selectie tussen verschillende isolatiematerialen gemaakt. De volgende isolatiematerialen zijn in de afweging meegenomen, onderverdeeld naar natuurlijke, minerale- en petrochemische materialen:

<u>Natuurlijke grondstoffen</u>	<u>Minerale grondstoffen</u>	<u>Petrochemischegrondstoffen</u>
Vlas	Glaswol	PIR
Schapevool	Steenwol	PUR
Katoen	Cellulair glas	EPS
Cellulose	Perliet	XPS
Hennep		Rescholschuim
Leem		
Kurk		
Houtvezel		
Lamda-waarde		Ruimtverlies in %
Warmteopslagcapaciteit C		Dichtheid
Opwarmtijd		Dampdiffusieweerstand
Vochtabsorptie		Brandklasse
Milieuklasse		Kosten
Condensatie		

Door deze kenmerken tegen elkaar uit te zetten kan er een gegronde keuze gemaakt worden voor het meest geschikte materiaal. Op de volgende pagina staat een schema waarin alle materialen worden vergeleken. In bijlage 1.25 is een uitgebreide omschrijving opgesteld per isolatiemateriaal, hierbij worden de bovenstaande punten uitgelicht.

	λ	RC 3 mm	-A %	RC 7 mm	-A %	C	ρ	OT	μ	VA 90%	Bk.	Gez.	Mk.	€/m ² Rc 3	€/m ² Rc 7
Natuurlijke materialen															
Vlas	0,039	117	€ 2.870,90	273	€ 6.698,76	1575	25	3,84	1,5	14	B-C, S2, D0	+	1b	€ 12,13	€ 28,30
Schapevool	0,037	111	€ 2.723,67	259	€ 6.355,24	1735	28	4,49	3	25	B2-E	+	1b	€ 24,00	€ 56,00
Katoen, kleding	0,038	114	€ 2.797,29	266	€ 6.527,00	1300	22	2,72	2,2	-	E	+	1b	€ 15,56	€ 36,31
Cellulose	0,037	111	€ 2.723,67	259	€ 6.355,24	1850	45	7,70	1,5	20	B2	+	1c	€ 10,24	€ 23,89
Hennep	0,038	114	€ 2.797,29	266	€ 6.527,00	1975	36	6,75	5	14	B2	+		€ 21,00	€ 49,00
leem	0,91	2730	€ 66.987,65	6370	€ 156.304,51	1725	850	3335,72	7,5	20	B2	+	1b	€	-
Kurk	0,039	116	€ 2.834,09	270	€ 6.612,88	1670	28	4,50	17,5	5	B2	+	1b	€ 25,00	€ 58,33
Houtvezel	0,040	120	€ 2.944,51	280	€ 6.870,53	2100	158	33,08	3	14	B2	+		€ 17,70	€ 41,30
Minerale grondstoffen															
Glaswol	0,036	108	€ 2.650,06	252	€ 6.183,48	800	25	1,80	1	-	A2, S1, D0	-	1b	€ 6,76	€ 15,77
Steenwol	0,036	108	€ 2.650,06	252	€ 6.183,48	800	48	3,46	3	-	A2, S1, D0	-	2b	€ 9,00	€ 21,00
Cellulair glas	0,048	144	€ 3.533,41	336	€ 8.244,63	840	110	11,09	∞	-	A1, S0, D0	0	4b	€ 60,30	€ 140,70
Perliet	0,051	153	€ 3.754,25	357	€ 8.759,92	900	150	17,21		-		+/		€ 17,25	€ 40,25
Petrochemische grondstoffen															
PIR	0,026	78	€ 1.913,93	182	€ 4.465,84	1200	33	2,57	70	-	B, S2, D0	-		€ 13,00	€ 30,33
PUR	0,025	75	€ 1.840,32	175	€ 4.294,08	1200	30	2,25	70	-	B, S2, D0	-	4c	€ 10,80	€ 25,20
EPS	0,035	105	€ 2.576,45	245	€ 6.011,71	1500	25	3,28		-	B, S1, D0	-	2b	€ 9,50	€ 22,17
XPS	0,034	102	€ 2.502,84	238	€ 5.839,95	1500	23	2,93	225	-	E	-		€ 14,00	€ 32,67
Resolschuim	0,021	63	€ 1.545,87	147	€ 3.607,03	800	40	1,68	>35	-	B, S1, D0	-/+	1c	€ 21,05	€ 49,12

λ	Lamda-waarde(W/m.K)	μ	Dampdiffusieweerstand
RC 3	Dikte pakket RC-waarde 3,0 m ² K/W	VA 90%	vocht absorptie bij 90% RV
-A %	Verlies % VVO app. 2A	Bk.	Brandklasse
Rc 7	Dikte pakket RC-waarde 7,0 m ² K/W	Mk.	Mileuklasse
C	Thermische capaciteit [J/kgK]	Gez.	Gezondheid
ρ	Dichtheid [kg/m ³]	€/m ² Rc 3	Kosten per m ² Rc 3 (opgegeven prijs)
OT	Opwarmtijd in uren	€/m ² Rc 7	Kosten per m ² Rc 7 (aanname)

4.5.2.2

Beoordeling materialen

De onderstaande tabel geeft aan welke isolatiematerialen niet aan de voorgaande criteria voldoen en daarom zullen afvallen. Voor een toelichting van deze afweging zie bijlage 1.25.

Natuurlijke grondstoffen	Minerale grondstoffen	Petrochemische grondstoffen
Vlas	Glaswol	PIR
Schapevool	Steenwol	PUR
Katoen	Cellulair glas	EPS
Cellulose	Perliet	XPS
Hennep		Rescholschuim
leem		
Kurk		
Houtvezel		

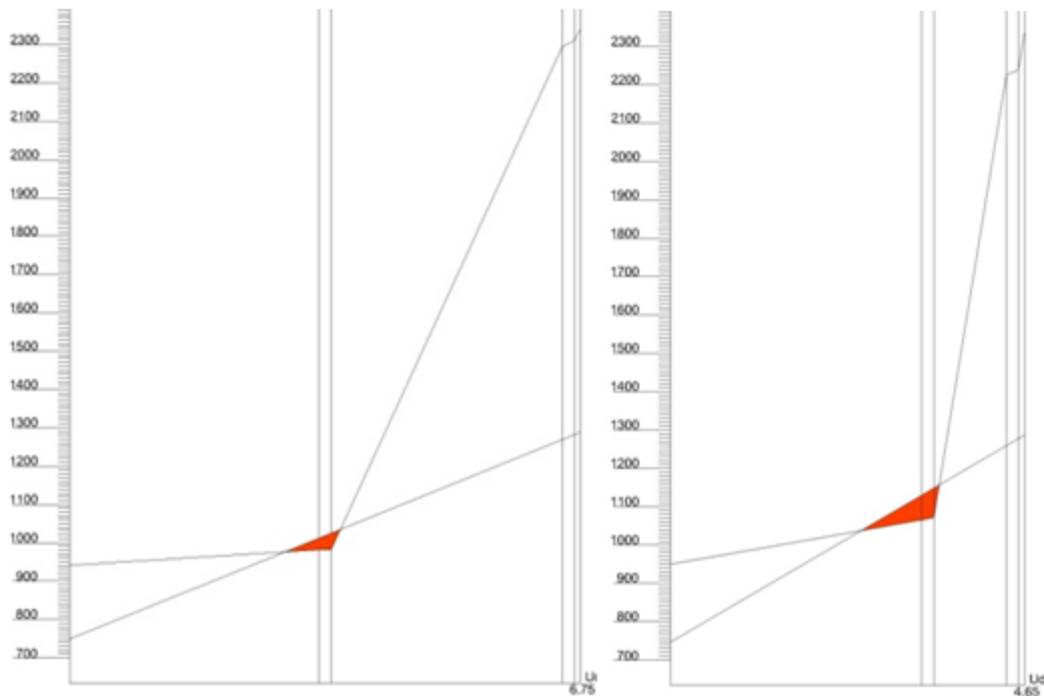
De materialen die het meest geschikt worden geacht voor het na-isoleren van het Ooglijdersgasthuis zijn: vlas, schapevool, cellulose, hennep en houtvezel. Er zal een isolatiemateriaal aan deze lijst toegevoegd worden. Dit is een combinatie van materialen, houtvezel en leem. Deze combinatie is zeer gunstig uit de bus gekomen ten aanzien van het vochtregulerende vermogen van beide materialen. In het laatste onderdeel zullen de bovenstaande materialen (die niet doorgestreept zijn) worden getoetst op dampspanning. Deze berekening is in bijlage 1.26 terug te vinden. Deze afweging zal gedaan worden voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W en Rc-waarde 7 m²K/W

4.5.2.3

Houtvezel en leemislatie

De combinatie houtvezel met leem geeft de meest positieve uitkomst op het gebied van condensatie.

Voor het concept van bouwdeel één, met een Rc-waarde van $2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$ ontstaat in het winterseizoen 211.2 gr/m^2 vocht. Bij het concept met een Rc-waarde van $7.18 \text{ m}^2\text{K/W}$ ontstaat er maar 61 gr/m^2 . Door gebruik te maken van houtvezel-leemislatie zal het accumulerend vermogen toenemen. Een bijkomend voordeel van de houtvezelplaten is het vermogen om vocht te absorberen. Het materiaal is namelijk in staat om water op te nemen en te bufferen. Het zal de waterdamp op een later moment afstaan wanneer de vochtconcentratie in het vertrek zal dalen. Hierdoor zal de constructie minder vochtig worden dan bij een traditionele methode.



Figuur 12: Dampspanning verloop bouwdeel 1: Rc $7.1878 \text{ m}^2\text{K/W}$ en Rc $2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$



Figuur 13: Houtvezel leemislatie, technostuc

Zoals vermeld kan het naisoleren van gebouwen de nodige problemen opleveren in verband met het dauwpunt. Dit zal met name problemen opleveren bij houten constructie onderdelen, zoals de vloeren van bouwdeel één. De vloer draagt zijn krachten af op kinderbinten en moerbalken. Deze balken zijn opgelegd in de buitenmuur. De balken zullen in de winter koud worden omdat de gevel ook koud wordt. Indien de wand geïsoleerd wordt, zal de temperatuur nog eens afnemen met als gevolg dat de balken nog kouder worden. Hierdoor zal de balk vochtiger worden en langer vochtig blijven met als gevolg kans op rotting van de balk.

Uit de analyse van hoofdstuk 0 is gebleken dat een Rc-waarde van $7 \text{ m}^2\text{K/W}$ niet rendabel is. Er is daarom gekozen voor een Rc-waarde van $3 \text{ m}^2\text{K/W}$. Uit deze analyse blijkt echter dat er in de constructie van bouwdeel één met Rc-waarde van $2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$ 211.2 gr/m^2 vocht ontstaat. Dit is een probleem dat verder onderzocht dient te worden. Zie hoofdstuk 4.6

4.5.3

Verduurzamen van de vensters



Figuur 14:
Architectenbureau J. van Stigt B.V., Amsterdam

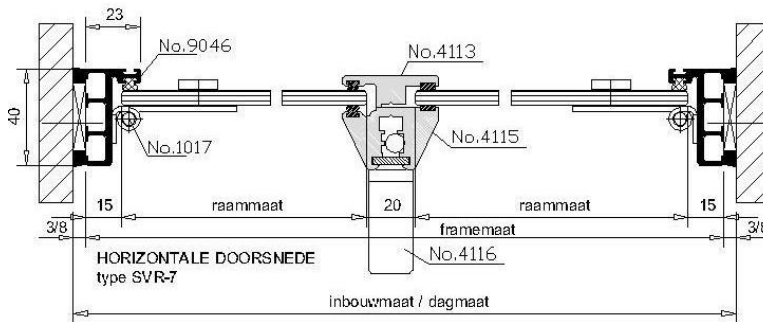
Figuur 15:
Rothuizen van Doorn 't Hooft, Middelburg



Door gebruik te maken van achterzetramen kan tocht, geluidsoverlast en koudeval verminderd of voorkomen worden. Het is vaak een wens dat het achterzetraam zo min mogelijk opvalt, dit om de cultuurhistorische waarde van een gebouw te waarborgen. Door achterzetramen toe te passen kunnen bestaande kozijnen behouden blijven en zal het thermisch comfort toch toenemen. Achterzetramen zijn leverbaar in allerlei soorten en maten. Voor het Ooglijdersgasthuis zal er gekozen worden voor een achterzetraam met een zeer slanke profilering; hierdoor zal het kozijn minder opvallen en zal het interieur iets moderns uitstralen. Dit zal met het klassieke exterieur een interessant contrast opleveren.

Er ontstaat tussen het achterzetraam en het bestaande kozijn een koude zone door de slechte warmteweerstand van het oude kozijn. Het binnenraam moet kierdicht zijn, terwijl in de ruimte tussen de ramen wat buitenlucht moet kunnen circuleren. Is dit niet het geval, dan bestaat er kans op condensvorming tussen de ramen. Bij het Ooglijdersgasthuis is dit op een aantal manieren op te lossen. Men kan links onder en rechtsboven een gaatje boren in het bestaande glas van het venster. Dit kan men ook doen in het bestaande kozijnhout. Een andere optie is het raam kieropen te laten, of maatregelen te treffen opdat er kieren ontstaan. Dit kan men doen door de bestaande kierdichting van het bestaande kozijn te verwijderen. Zorgen voor kieren geniet de voorkeur, omdat de cultuurhistorische waarde niet wordt geschaad. Dit zorgt voor voldoende luchtbeweging in de spouwruimte om het condensvocht weg te ventileren. De keuze is dan ook op deze optie gevallen.

Voor het Ooglijdersgasthuis heeft men de optie op voorzetramen zelf te maken, of deze te bestellen. Wat erg belangrijk is bij achterzetramen is de goede kierdichting. Dit vraagt om een goed gefabriceerd product. Daarbij zit er garantie op de in de fabriek gemaakte achterzetramen. Voor het Ooglijdersgasthuis is dan ook gekozen voor de achterzetramen van Metaglas®. Gekozen is voor het type SVR-7, dit type heeft namelijk een zeer slanke profilering waardoor het kozijn zo min mogelijk opvalt.



Figuur 16: Metaglas® SVR-7

4.5.4

Isoleren van de vloeren

4.5.4.1



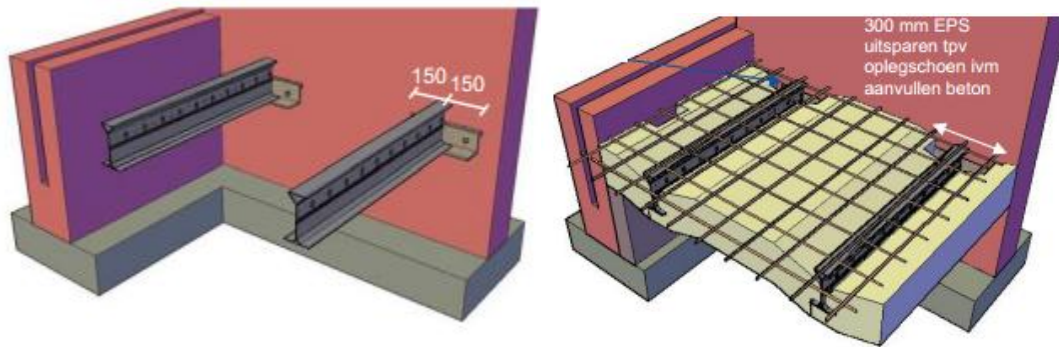
Figuur 17: VBI®
Renovatievloer

Bouwdeel 1:

De begane grondvloer heeft zoals vermeld in de analyse van de bestaande situatie een kwaaitaalvloer. Het probleem van deze kwaaitaalvloer is dat de vloer een aantal gebreken vertoont. De vloer toont tekeningen van betonrot en op een aantal delen is de wapening te zien. De vloer zal waarschijnlijk niet langer dan 20 jaar kunnen voldoen aan de eisen die aan de vloer gesteld worden. Er wordt daarom aanbevolen om de vloer te vervangen voor een VBI® Renovatievloer. Dit is een EPS-combinatievloer met stalen liggers. De stalen liggers zijn weliswaar duurder in de aanschaf, maar toepassing ervan zal zich terug besparen in de arbeidskosten. De vloer is namelijk veel eenvoudiger te plaatsen. De liggers kunnen met twee man geleid worden zonder dat er een kraan benodigd is. Hierdoor zullen de arbeidsuren veel lager uitvallen dan wanneer er wordt gekozen voor betonnen liggers.

VBI® Combinatievloer

Voor de uitvoering van de vloer is er gekozen voor wit EPS, dit EPS zal een Rc-waarde generen van 5.0 m²K/W. Dit zal een zeer gunstig effect hebben op de transmissieverliezen. De liggers zijn op verschillende manier aan te brengen. Er is hierbij gekozen om stalen L-profielen aan te brengen tegen de bestaande bouwmuren.



Figuur 18: VBI® Renovatievloer²⁴

Bouwdeel 2 en 3

Voor bouwdeel 2 en 3 zal er isolatie geplaatst worden op de bestaande vloeren van het souterrain. Doordat er geen kruipruimte aanwezig is zal het noodzakelijk zijn om de vloeren aan de bovenzijde te isoleren. Hierbij is er gekozen voor drukvaste EPS isolatieplaten. Deze platen zullen een hoge Rc-waarde voor de beide bouwdelen generen. Er zal voor bouwdeel 2 een isolatieplaat geplaatst worden van 160mm. Dit i.v.m. de aansluiting op de bestaande trap. De vloer zal afgewerkt worden met een Knauf® Brio zwevende dekvloer met geïntegreerde vloerverwarming. Voor verdere informatie betreft de vloerpakketten wordt u doorverwezen naar de scriptie van Vincent van Helvoort.

4.5.5

Aangrenzend onverwarmde ruimten (AOR)

Bij bouwdeel 3 is er gekozen voor toepassing van een AOR als gangzone. Dat wil zeggen dat de gang niet verwarmd wordt. De thermische schil wordt hierbij opgeschoven; hiervoor wordt een nieuwe pui uitgevoerd voor de vertrekken, die wel verwarmd zullen worden.

²⁴ : http://www.vbi.nl/Files/PDF/Verwerkingsinstructie_PS_renovatievloer.pdf

4.5.6

Isoleren van de daken

4.5.6.1

Bouwdeel 1

Bij het naisoleren van het dakspant van bouwdeel één zal er worden geïsoleerd tussen de gordingen. Hierdoor zal de dampspanning tussen de houten constructie en het isolatiemateriaal drastisch toenemen. Hierdoor is de kans op condensatie erg groot. Om deze reden zal er een dampscherm worden toegepast aan de warme zijde van het materiaal. Het isolatiemateriaal dat toegepast zal worden voor het naisoleren zal vlasisolatie zijn. Uit analyse uit hoofdstuk 4.5.2.1 is gebleken dat dit materiaal accumulerend, vochtregulerend, dampopen en ecologisch zeer geschikt is.

Door een luchtdichte binnenafwerking te plaatsen, wordt er voor gezorgd dat de constructie luchtdicht wordt afgesloten. Hierdoor kan er geen vochtige lucht in het isolatiepakket gaan circuleren en kan de lucht niet van binnen naar buiten gaan. Hierdoor wordt voorkomen dat er condensatie in de constructie ontstaat. Het is van belang dat de buitenzijde voldoende dampopen is dat vocht dat ondanks het dampscherm toch in de constructie trekt, naar buiten kan diffunderen. Er zullen namelijk altijd naden en kieren ontstaan waarlangs het vocht zich kan verplaatsen. Dit heeft te maken met een onnauwkeurige uitvoering en aansluitingen bij de constructie.²⁵

Het is dus van belang om een dampremmende laag toe te passen. Er is gekozen voor de intelligente dampremmer van Miofol®. Door deze dampremmer wordt een gezond binnenklimaat gerealiseerd. Het membraam van de dampremmer kent namelijk twee functies. In de winter zal het fungeren als een dampremmer, in de zomer laat het echter de damp door. Hierdoor zal de dampconstructie droog kunnen ventileren indien er condens ontstaat in de winter. Er wordt vanuit gegaan dat het dak voldoende waterdicht is, zodat er geen folies geplaatst hoeven te worden.

In de winter is het koud buiten en warm binnen. De warme lucht bevat meer waterdamp dan buiten. Hierdoor ontstaat er dampspanning van binnen naar buiten. In de winter zal de dampremmer het vocht voor het grootste gedeelte tegen houden waardoor de constructie zoveel mogelijk droog blijft.

In de zomer bevat de lucht van zowel binnen als buiten veel vocht. Doordat het buiten warmer is dan binnen zal de vochtige lucht bij een traditionele dampremmer worden tegen gehouden waardoor er condens kan ontstaan in de avond en nacht, wanneer lucht afkoelt. De intelligente dampremmer is aan de buitenzijde dampopen. Hierdoor ontstaat een ademende constructie. Er wordt voor het dak van bouwdeel één dus gekozen voor een combinatie tussen een dampopen en dampdichte constructie: In de zomer damp open en in de winter dampdicht.



Figuur 21: Werking Miofol® dampremmendelaag, winter en zomer situatie²⁶

²⁵ Bron: Handleiding Muts voor je huis

²⁶ Bron: www.miofol.nl

4.5.6.2

Bouwdeel 2 en 3

Betreft de daken van bouwdelen twee en drie speelt deze problematiek niet omdat het isolatiemateriaal op het dak geplaatst kan worden. Hierdoor ontstaat er een warm dak. Bij bouwdeel 2 zal er een dakterras worden geplaatst. Het isolatiemateriaal dient daarom intensief beloopbaar te zijn. Er is daarom voor Unidek® EPS Marathon gekozen. Dit is een intensief beloopbare isolatieplaat op afschot. Bij bouwdeel 3 zal er een sedumdak geplaatst worden. Het isolatiemateriaal zal daarom drukvast moeten zijn. EPS is hiervoor geschikt.

Keuze dakbedekking

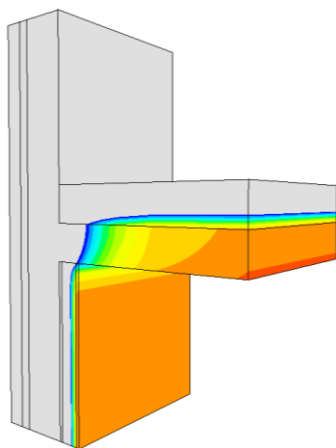
Uit de onderstaande tabel blijkt dat EPDM het meest geschikt is om als dakbedekkingmateriaal te gebruiken. Voor bouwdeel 3 is wortelbestendigheid van groot belang, EPDM komt hierbij het beste uit de bus. Het is bovendien 100% ecologisch en is goed te onderhouden.

	Levensduur	waardering 1- 4	Wit	waardering 1- 4	Recyclebaar	waardering 1- 4	UV, ozon, zure regen bestendig	waardering 1- 4	Wortel bestendig	waardering 1- 4	Verwerking	waardering 1- 4	Milieu	waardering 1- 4	Kosten/m2	waardering 1- 4	Onderhoud	waardering 1- 4	TOTAAL
Keuze factor																			
Bitumineuze*	20	2	Nee	1	Ja, matig	1	Nee	1	Nee	1	Branden	1	Slecht	1	€ 26,90	3	Slecht	1	
APP																			39
EPDM	30 - 40	4	Ja	4	Ja	2	Ja	4	Ja uitstekend	4	Lijmen	4	100% ecologisch	4	€ 34,70	2	Goed	4	
																			90
PVC	25	3	Ja	4	Ja	2	Ja	4	Ja	3	Lijmen	4	Niet schadelijk	3	€ 21,75	4	Redelijk	2	
																			80
TPE	25	3	Ja	4	Ja, goed	4	Ja	4	Ja	3	Lijmen	4	100% ecologisch	4	€ 34,50	2	Goed	4	
																			85
TPO	30	3	Ja	4	Ja	2	Ja	4	Ja	3	Lijmen	4	100% ecologisch	4	€ 40,50	1	Goed	4	
																			79
POCB	30	3	Ja	4	Ja	2	Ja	4	Ja	3	Lijmen	4	100% ecologisch	4	€ 40,50	2	Redelijk	2	
																			75

* In de bitumineuze dakbedekkingen bestaan verschillende soorten: APP, EPM met SBS, SBS (APP is hierin de beste variant)

Tabel 9:Keuze dakbedekking

Uit de onderstaande Triscoberekening blijkt dat het met het gekozen isolatiemateriaal geen oppervlakte temperatuur ontstaat lager dan 11.7°C.



Figuur 22: 11.7°C lijn in nieuwe situatie

4.6

Kwalitatieve beoordeling geveldetails Ooglijdersgasthuis

4.6.1

Resultaat bouwdeel 1

Uit de onderstaande tabel is af te leiden dat er bij een R_c van $2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$ in de winter 211.2 gr/m^2 aan vocht condenseert in de winter. In theorie is de combinatie van houtvezelplaten en leemstuc in staat om dit vocht op te nemen (en op een later moment weer af te staan), dit dient echter buiten beschouwing gelaten te worden. 211.2 gr/m^2 aan vocht dat condenseert is boven de grens van 200 gr/m^2 . Er verdampt echter 729.7 gr/m^2 aan vocht in de zomer. De constructie zal in de zomer daarom geheel opdrogen. "Zolang de totale hoeveelheid condens beperkt blijft en dit in de zomermaanden weer kan verdampen, hoeft er geen probleem te ontstaan."²⁷

Door de houten balken die aanwezig zijn bij bouwdeel één, is condens een groot risico. De temperatuur van de balkkop zou in de winter bij een temperatuur van 0°C , 5.08°C bedragen. In de bestaande toestand is dit 2.02°C (zie Tabel 11) De balk zal dus in de winter langer koud zijn en daardoor ook langer vochtig blijven. Dit deze vochtigheid kan desastreuze gevolgen hebben voor de balkkoppen. De balken kunnen gaan rotten waardoor de balken onherstelbaar beschadigd raken.

Figuur 23: Bouwdeel 1, temperatuurverloop bestaande toestand

Winter	d	μ	λ	μd	R_c	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φ_e	Pe	C	Winter periode van 5 maanden	
	m		W/m.K		$\text{m}^2\text{K/W}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	w/m ²	$^\circ\text{C}$	N/m ²	%	N/m ²	5.30E+09	12960000000	sec gram
						6,0		6,0	6,0	6,0	935	80%	748			
Buiten					0,04	6,2	0,20	6,2	6,2	948						
Buitenblad	0,33	10,0	1,00	3,30	0,33	7,9	1,66	7,9	7,9	1066					opname vocht	
Leem	0,02	8,0	0,910	0,16	0,02	8,0	0,11	8,0	8,0	1072			767	850000 gr/m3	20%	3400 gr/m2
Houtvezel	0,1	9,5	0,045	0,95	2,22	19,2	11,20	19,2	19,2	2225				158000 gr/m3	20%	3160 gr/m2
Leemstuc	0,01	8,0	0,910	0,08	0,01	19,3	0,06	19,3	19,3	2240				12000 gr/m3	2%	2,4 gr/m2
Binnen					0,13	20,0	0,66	20,0	20	2340	55%	1287			g condens	1,63E-08 kg/m2*s
TOTAAL	0,48			4,65	2,78				5,04	14			539		G-Winter	211,2 gr/m2
											Ps	Φ_i	Pi		Resultaat condens	-9751,2 gr/m2
											$^\circ\text{C}$	N/m ²	%	N/m ²		
Zomer	d	μ	λ	μd	R_c	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φ_e	Pe	C	Zomer periode van 5 maanden	
	m		W/m.K		$\text{m}^2\text{K/W}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	w/m ²	$^\circ\text{C}$	N/m ²	%	N/m ²	5.30E+09	12960000000	sec gram
						14,0		14,0	14	1599	70%	1119				
Buiten					0,04	14,1	0,12	14,1	14,1	1609						
Buitenblad	0,33	10,0	1	3,30	0,33	15,1	0,95	15,1	15,1	1717						
Leem	0,02	8,0	0,91	0,16	0,02	15,1	0,06	15,1	15,1	1717						
Houtvezel	0,1	9,5	0,045	0,95	2,22	21,5	6,40	21,5	21,5	2565						
Leemstuc	0,01	8,0	0,91	0,08	0,01	21,6	0,03	21,6	21,6	2581						
Binnen					0,13	22,0	0,37	22,0	22	2645	60%	1587			g verdamping	5,63051E-08 kg/m2*s
TOTAAL	0,48			4,65	2,78				2,88	8			468		G-Zomer	729,7139882 gr/m2
											Ps	Φ_i	Pi			
											$^\circ\text{C}$	N/m ²	%	N/m ²		

Tabel 10: Bouwdeel 1: Houtvezel leemisotatie R_c -waarde $2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$

Het is daarom noodzakelijk om de balken zo veel mogelijk hiertegen te beschermen. Er is daarom gekeken wat het effect is van een sparing rondom de balk. Dat wil zeggen geen isolatie rondom de balk. Hierdoor ontstaat er een warmtelek langs de balk. De balk zal opwarmen met als gevolg dat de balk minder lang vochtig zal zijn. Door een sparing van rondom 200mm zal de balkkop een temperatuur 4.21°C aannemen. Dit is 1.6°C lager dan de bestaande toestand, in vergelijking zal de duur dat de balk vochtig zal zijn niet veel verschillen met de bestaande toestand. Het zal echter zo zijn dat door dit warmtelek ook het damptransport wordt gestimuleerd. Er zal nu meer damp langs de balk diffunderen waardoor er ook meer damp zal condenseren, met als gevolg dat de balkkop

²⁷ Bron: Duurzaam Erfgoed, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed blz. 110

toch langer nat zal zijn. Er blijft dus een groot gevaar voor condensatie bij de balkkoppen. Er is daarom een extra afweging gemaakt voor bouwdeel 1: Een Rc-waarde van $1.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Door het toepassen van een lagere Rc zal de temperatuur van de balkkop ook toenemen omdat de warmteweerstand simpelweg lager is. Uit een Trisco-berekening is gebleken dat bij een Rc-waarde van $1.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, de temperatuur van de balkkop 3.03°C zal bedragen. Het verschil bedraagt 1.8°C met de bestaande toestand. Er is ook afgewogen om een stook langs de gevel ongeïsoleerd te laten. Aan de hand een Trisco-berekening was echter te zien dat hierdoor te veel energie verloren zal gaan. Om inzichtelijk te maken hoe vochtig de balken het gehele jaar zullen zijn is de onderstaande tabel gemaakt.

Temperatuur en balkkoppen per maand																					
Maximale dampspanning																					
Dampspanning 60% N/mm²																					
Temperatuur binnen				18,00 C°				Minimale tempratuur				C° (geen condens)									
Relatieve vochtigheid binnen				60%																	
Rc 3														Rc 3				Rc 1,5			
		Geen isolatie				Isolatie inkassing				Isolatie rondom balk				Isolatie totaal							
Gem. temp		Gem. balk	Max Ps	Φi	Φhout	Gem. temp.		Max Ps	Φi	Φhout	Gem. temp balkkop		Max Ps	Φi	Φhout	Gem. temp balk		Max Ps	Φi	Φhout	
0,00		5,80				4,21					2,02					3,03					
Jan	2,20	7,29	1023	100%	29,1%	5,89	928	100%	29,1%		3,97	814	100%	29,0%		4,86	867	100%	29,1%		
feb	2,50	7,49	1036	100%	29,1%	6,12	942	100%	29,1%		4,24	826	100%	29,1%		5,11	879	100%	29,1%		
Mrt	5,10	9,25	1172	100%	29,1%	8,12	1080	100%	29,1%		6,55	975	100%	29,1%		7,27	1023	100%	29,1%		
Apr	8,20	11,36	1349	92%	22%	10,49	1270	100%	29,1%		9,30	1172	100%	29,1%		9,85	1220	102%	29,1%		
Mei	12,50	14,27	1630	76%	15,0%	13,79	1578	79%	15,9%		13,12	1507	82%	17,0%		13,43	1538	81%	16,7%		
Jun	15,20	16,10	1830	68%	12,8%	15,85	1808	69%	13,0%		15,51	1761	70%	13,3%		15,67	1784	69%	13,0%		
Jul	16,90	17,25	1978	63%	11,9%	17,16	1962	63%	11,7%		17,02	1938	64%	11,9%		17,09	1950	64%	11,9%		
Aug	16,60	17,01	1938	64%	12,1%	16,93	1923	64%	11,9%		16,76	1914	65%	12,1%		16,84	1914	65%	12,1%		
Sep	14,00	15,29	1739	71%	13,5%	14,94	1696	73%	14,1%		14,45	1651	75%	14,7%		14,67	1673	74%	14,4%		
Okt	10,00	12,58	1459	85%	18,3%	11,87	1394	89%	20,3%		10,90	1305	95%	29,1%		11,35	1349	92%	22,1%		
Nov	5,70	9,66	1203	100%	29,1%	8,58	1118	100%	29,1%		7,08	1008	100%	29,1%		7,77	1059	100%	29,1%		
Dec	3,10	7,90	1066	100%	29,1%	6,58	975	100%	29,1%		4,77	860	100%	29,1%		5,54	903	100%	29,1%		
		12,60			20,9%	11,71			21,8%		10,47			22,7%		11,04			22,1%		
						0,89 C°	Verskil	0,86%			2,13 C°	Verskil	1,78%			1,56 °C°	Verskil	0,28%			
o																					

Gem temp. Gemiddelde temperatuur per maand in $^\circ \text{C}$

Gem temp. Gemiddelde temperatuur balkkop in $^\circ \text{C}$

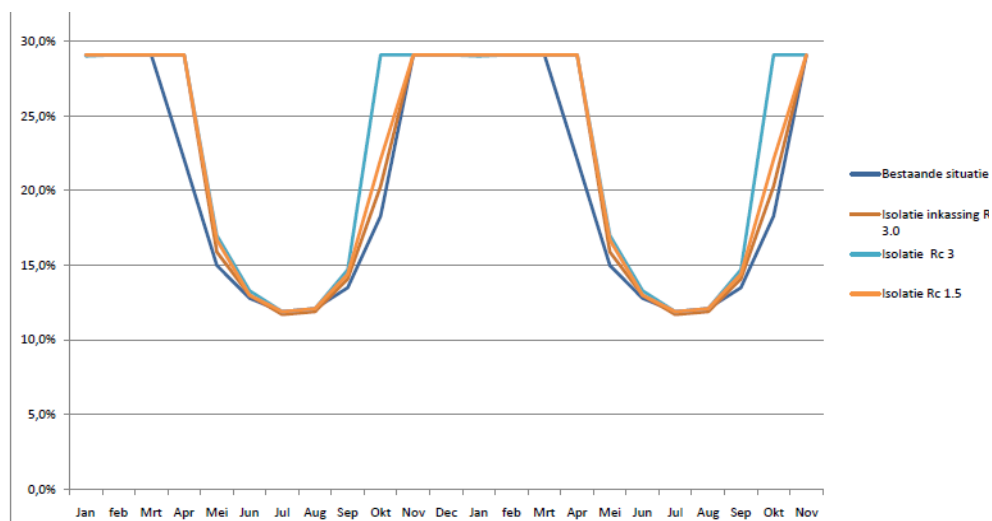
Φ_i Luchtvochtigheid t.p.v. balkkop in %

Φ_{hout} Luchtvochtigheid van het hout in %

Temperatuur balkkoppen berekend aan de hand van Trisco

Tabel 11: Bouwdeel 1, temperatuur balkkoppen verschillende Rc-waarden

www.woodbin.com/ref/wood/emc.htm, www.beeldhouwerscollectief.nl



Figuur 24: Vochtgehalte in relatie met RV
Bron: Beeldhouwerscollectief

Het evenwichtsvochtgehalte is voor alle houtsoorten ongeveer gelijk. Het vochtgehalte van het hout is afhankelijk van de relatieve vochtigheid (RV) van de lucht. Indien er een RV van 5% heerst is het houtvochtgehalte 5%, bij een RV van 60% is het houtvochtgehalte 11, wanneer er een RV heerst van 100% is het houtvochtgehalte 28. De meeste houtsoorten zijn verzadigd bij een houtvochtigheid van 28%. Schimmels hebben langdurig een vochtgehalte nodig van 22% of hoger nodig om te kunnen groeien.^{28 29}

Te zien is dat er 5 maanden per jaar het vochtgehalte 29.1% is in de bestaande toestand. 1 maand is het vochtgehalte 22%. Indien er wordt gekozen voor een sparing rondom de balk van 200*200mm dan zal de balk 6 maanden per jaar 29.1% zijn. Als er gekozen wordt voor een Rc van 3.0 m²K/W hebben de balkkoppen 7 maanden per jaar een vochtgehalte van 29.1%. Dit is zeer negatief voor de balkkoppen omdat deze dan een te korte tijd hebben om te drogen. Bij een Rc van 1.5 m²K/W zullen de balkkoppen 6 maanden per jaar een vochtgehalte van 29.1% hebben. Hierbij is echter geen sprake van een warmtelek. Het pakket met een Rc van 1.51 m²K/W geniet daarom de voorkeur.

	Winter	d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Winter periode van 5 maanden		
		m			W/m.K	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	12960000000	sec gram	
							6,0		6,0		6	935	80%	748				
	Buiten						0,04	6,4	0,38	6,4	6,4	962						
	Buitenblad	0,33	10,0	1,00	3,30	0,33	9,5	3,15	9,5	9,5	1187					opname vocht		
	Leem	0,02	8,0	0,660	0,16	0,03	9,8	0,29	9,8	9,8	1212		769	850000	gr/m3	20%	3400 gr/m2	
	Houtvezel	0,04	9,5	0,045	0,38	0,89	18,3	8,50	18,3	18,3	2104			158000	gr/m3	20%	1264 gr/m2	
	Leem	0,02	8,0	0,660	0,16	0,03	18,6	0,29	18,6	18,6	2144			850000	gr/m3	20%	3400	
	x	0	0,0	0,000	0,00	0,00	18,6	0,00	18,6	18,6	2144							
	x	0	0,0	0,000	0,00	0,00	18,6	0,00	18,6	18,6	2144							
	x	0	0,0	0,000	0,00	0,00	18,6	0,00	18,6	18,6	2144							
	Leemstuc	0,01	8,0	0,660	0,08	0,02	18,8	0,14	18,8	18,8	2170				12000	gr/m3	2%	2,4 gr/m2
	Binnen					0,13	20,0	1,24	20,0	20	2340	55%	1287			g condens	-2,54E-09	kg/m2*s
	TOTAAL	0,42			4,08	1,46			14	9,56	14			539		G-Winter		-33,0 gr/m2
											14					Resultaat condens	-8099,4	gr/m2
											°C	N/m²	%	N/m²				
Zomer		d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Zomer periode van 5 maanden		
		m			W/m.K	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	12960000000	sec gram	
							14,0		14,0		14	1599	70%	1119				
	Buiten						0,04	14,2	0,22	14,2	14,2	1619						
	Buitenblad	0,33	10,0	1	3,30	0,33	16,0	1,80	16,0	16,0	1818							
	Leem	0,02	8,0	0,66	0,16	0,03	16,2	0,17	16,2	16,2	1842							
	Houtvezel	0,04	9,5	0,045	0,38	0,89	21,0	4,86	21,0	21,0	2488							
	Leemstuc	0,01	8,0	0,66	0,08	0,02	21,3	0,08	21,3	21,3	2535							
	Binnen					0,13	22,0	0,71	22,0	22	2645	60%	1587			g verdamping	1,43601E-07	kg/m2*s
	TOTAAL	0,42			4,08	1,46			8	5,46	8			468		G-Zomer		1861,071893 gr/m2
											°C	N/m²	%	N/m²				
d	Dike in meter	Te	Temperatuur oppervlak in °C															
μ	Dampdiffusieweerstand	Ps	Dampspanning in N/m²															
λ	Lamda-waarde(W/m.K)	Φe	Relatieve vochtigheid buiten															
μd	Dampdiffusieweerstand a.d.h.v. dikte	Φi	Relatieve vochtigheid binnen															
Rc	Warmteweerstand constructie	Pe	Werkelijke dampspanning buiten															
Topp	Temperatuur van oopervalk in °C	Pi	Werkelijke dampspanning binnen															
DeltaT	Delta temperatuur in °C	C	Waterdampconcentratie															
q	Warmteoverderacht in °C																	

Tabel 12: Bouwdeel 1, R_c 1.46 m²K/W condensatie

Zoals te zien in de bovenstaande tabel, ontstaat er bij een Rc-waarde van $1.46 \text{ m}^2\text{K/W}$ -33.0 gr/m² aan condens. De constructie zal dus droog blijven in de winter. Indien er condens ontstaat zal dat verdampen in de zomer. Er zal namelijk 1861 gr/m² vocht in het zomerseizoen verdampen.

²⁸ Bron: <http://www.houtdomein.nl/SiteHoutdomein/Vrdzmn/Vocht.htm>

²⁹ Bron: http://www.beeldhouwerscollectief.nl/houtinfo/fysische_eigenschappen.htm

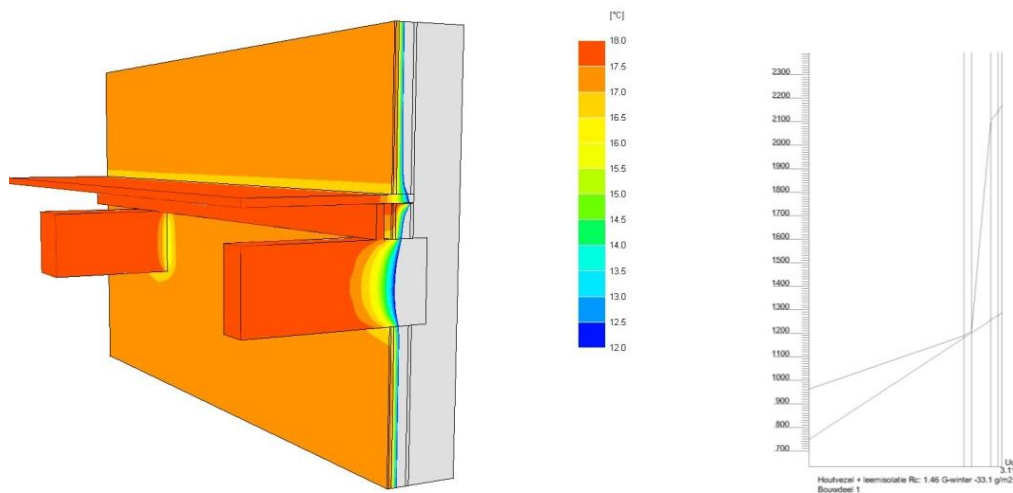
4.6.1.1

Isolatiepakket

Het isolatiepakket voor bouwdeel één bestaat uit de volgende constructie:

Gevel nieuw	d	λ	Rc
Buiten			0,04
Metselwerk	0,33	1	0,33
Stucwerk	0	0,8	0
Leem	0,02	0,66	0,03
Houtvezelplaat	0,04	0,045	0,89
Leem	0,02	0,66	0,03
Leemstuc	0,01	0,66	0,02
Binnen			0,13
			1,46

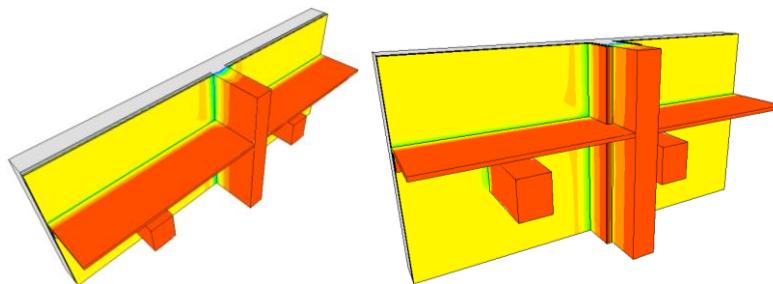
Omdat het naisoleren van de gevels een risicovolle operatie is zal er een oplossing moeten worden aangedragen indien er toch condens ontstaat. Dit zal gedaan worden door open stootvoegen aan te brengen ter plaatse van de balkkoppen. Zie hoofdstuk 4.9 .



Figuur 25: 11.7°C lijn in nieuwe situatie

Tabel 13: Dampspanning in bouwdeel 1

Er dient een afweging gemaakt te worden om de isolatie gedeeltelijk te laten doorlopen aan de binnenzijde. Het is namelijk mogelijk dat de binnenwanden onder 11.7 °C (f-factor bijlage 1.27) graden komen. Indien de temperatuur onder de 11.7°C komt kan het worden aangemerkt als een koudebrug. Uit de onderstaande Trisco-afbeeldingen blijkt dat er, indien er geen isolatie de hoek om wordt gezet, er koude hoeken ontstaan. De temperatuur zal ongeveer 12.5°C zijn. Dit is dus boven de grenswaarde van 11.7°C. Er wordt echter gekozen om het zekere voor het onzekere te nemen en de isolatie hier toch de hoek om te zetten.



Figuur 26: Tussenmuur bouwdeel 1, links zonder isolatie op tussenmuur, recht met isolatie op tussenmuur

4.6.2

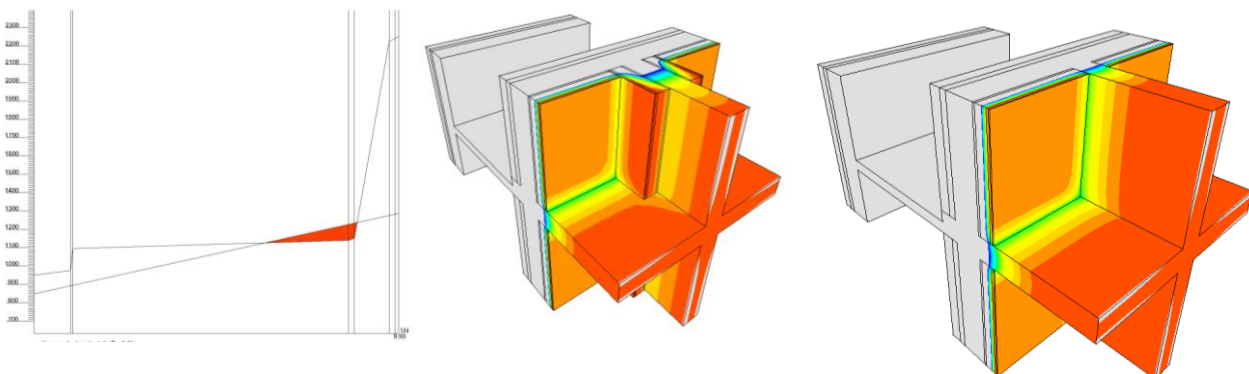
Resultaat bouwdeel 2

Uit de onderstaande tabel is af te leiden dat er bij een R_c van $3.0 \text{ m}^2\text{K/W}$ in de winter 134.7 gr/m^2 aan vocht condenseert in de winter. Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m^2 . In de zomer zal er weer 542 gr/m^2 vocht uit de constructie verdampen. De constructie zal dus volledig opdrogen in de zomer. De risico's bij bouwdeel 2 zijn veel kleiner dan bij bouwdeel één. Hierbij is er geen sprake van houtenbalkkoppen die kunnen gaan rotten en is er een geventileerde spouw aanwezig die ervoor zorgt dat de constructie sneller zal opdrogen. Er zal daarom hier wel gekozen worden voor een isolatieplaat van 100mm i.p.v. 40mm bij bouwdeel 1.

Winter	d m	μ	λ	μd	Rc m²K/W	Topp °C	DeltaT °C	Topp q °C	Te w/m²	Ps N/m²	Φe %	Pe N/m²	C 5,30E+09	Winter periode van 5 maanden	
			W/m.K											12960000000	sec gram
						6,0		6,0	6	935	80%	748			
Buiten					0,04	6,2	0,18	6,2	6,2	948					
Buitenblad	0,1	10,0	1,00	1,00	0,10	6,6	0,46	6,6	6,6	975				opname vocht	
Spouw	0,06	1,0	0,170	0,06	0,35	8,3	1,62	8,3	8,3	1095		751	850000	gr/m3	20%
Beton	0,25	30,0	1,900	7,50	0,13	8,9	0,60	8,9	8,9	1140			158000	gr/m3	20%
Leem	0,02	8,0	0,660	0,16	0,03	9,0	0,14	9,0	9,0	1148			850000	gr/m3	20%
Houtvezel	0,1	9,5	0,045	0,95	2,22	19,2	10,19	19,2	19,2	2225					
Leem	0,02	8,0	0,660	0,16	0,03	19,3	0,14	19,3	19,3	2240					
Leemstuc	0,01	9,5	0,660	0,10	0,02	19,4	0,07	19,4	19,4	2253			12000	gr/m3	2%
Binnen					0,13	20,0	0,60	20,0	20	2340	55%	1287		g condens	1,04E-08
TOTAAL	0,56				9,93	3,05		14	4,59	14		539		G-Winter	134,7
									Ti °C	Ps N/m²	Φi %	Pi N/m²		Resultaat condens	-21365,3
Zomer	d m	μ	λ	μd	Rc m²K/W	Topp °C	DeltaT °C	Topp q °C	Te w/m²	Ps N/m²	Φe %	Pe N/m²	C 5,30E+09	Zomer periode van 5 maanden	
						14,0		14,0	14	1599	70%	1119		12960000000	sec gram
Buiten					0,04	14,1	0,10	14,1	14,1	1609					
Buitenblad	0,1	10,0	1	1,00	0,10	14,4	0,26	14,4	14,4	1641					
Spouw	0,06	1,0	0,17	0,06	0,35	15,3	0,92	15,3	15,3	1739					
Beton	0,25	30,0	1,9	7,50	0,13	15,6	0,34	15,6	15,6	1773					
Leem	0,02	8,0	0,66	0,16	0,03	15,7	0,08	15,7	15,7	1784					
Houtvezel	0,1	9,5	0,045	0,95	2,22	21,5	5,82	21,5	21,5	2565					
Leem	0,02	8,0	0,66	0,16	0,03	21,6	0,08	21,6	21,6	2581					
Leemstuc	0,01	9,5	0,66	0,10	0,02	21,7	0,04	21,7	21,7	2597					
Binnen					0,13	22,0	0,34	22,0	22	2645	60%	1587		g verdamping	4,19E-08
TOTAAL	0,56				9,93	3,05		8	2,62	8		468		G-Zomer	542,7897749
									Ti °C	Ps N/m²	Φi %	Pi N/m²			

Tabel 14: Dampspanning in bouwdeel 2

Er dient een afweging gemaakt te worden om de isolatie gedeeltelijk te laten doorlopen aan de binnenzijde. Het is namelijk mogelijk dat de oppervlaktetemperatuur aan de binnenwanden onder 11.7 °C komt. Indien het onder de 11.7°C komt is er sprake van een koudebrug. Uit de onderstaande afbeeldingen blijkt dat hier geen gevaar voor is. De isolatie zal daarom niet de hoek om worden gezet.



Figuur 27: Bouwdeel 2, R_c 1.46 m²K/W condensatie

4.6.3

Resultaat bouwdeel 3

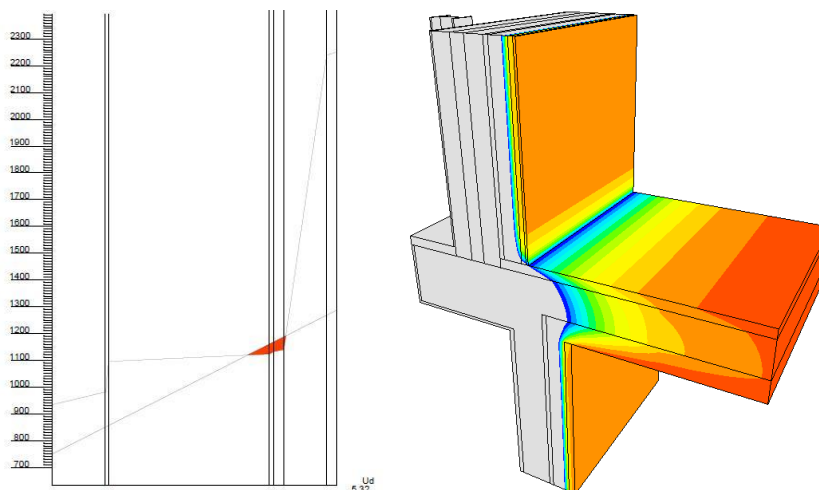
Uit de onderstaande tabel is af te leiden dat er bij een R_c van $3.01 \text{ m}^2\text{K/W}$ in de winter 73.1 gr/m^2 aan vocht condenseert in de winter. Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m^2 in de zomer zal er weer 995.4 gr/m^2 vocht uit de constructie verdampen. De constructie zal dus volledig opdrogen in de zomer.

Winter	d	μ	λ	μd	R_c	Topp	DeltaT	Topp q	Te	Ps	Φ_e	Pe	C	Winter periode van 5 maanden		
	m		W/m.K		$\text{m}^2\text{K/W}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	W/m^2	$^\circ\text{C}$	N/m^2	%	N/m^2	$5.30\text{E}+09$	12960000000	sec	gram
						6,0		6,0	6	935	80%	748				
Buiten					0,04	6,2	0,19	6,2	6,2	948						
Buitenblad	0,1	10,0	1,0	1,00	0,10	6,7	0,46	6,7	6,7	982						opname vocht
Spouw	0,1	1,0	0,2	0,06	0,35	8,3	1,64	8,3	8,3	1095		754				
Kalkzandste	0,1	25,0	1,3	3,00	0,10	8,7	0,45	8,7	8,7	1123						
Leem	0,0	8,0	0,8	0,08	0,01	8,8	0,06	8,8	8,8	1132			12000 gr/m3	2%		2,4 gr/m2
Houtvezel	0,0	9,5	0,7	0,19	0,03	8,9	0,14	8,9	8,9	1140			850000 gr/m3	20%		3400
Leem	0,1	8,0	0,0	0,80	2,22	19,3	10,32	19,3	19,3	2240			12000 gr/m3	2%		24 gr/m2
Leemstuc	0,0	9,5	0,7	0,19	0,03	19,4	0,14	19,4	19,4	2253			12000 gr/m3	2%		4,8 gr/m2
Binnen					0,13	20,0	0,60	20,0	20	2340	55%	1287				g condens
TOTAAL	0,43			5,32	3,01		14	4,64	14			539				5,64E-09 kg/m2*s
																G-Winter
																73,1 gr/m2
																Resultaat condens
																-3358,1 gr/m2
Zomer	d	μ	λ	μd	R_c	Topp	DeltaT	Topp q	Te	Ps	Φ_i	Pi	C	Zomer periode van 5 maanden		
	m		W/m.K		$\text{m}^2\text{K/W}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	W/m^2	$^\circ\text{C}$	N/m^2	%	N/m^2	$5.30\text{E}+09$	12960000000	sec	gram
						14,0		14,0	14	1599	70%	1119				
Buiten					0,04	14,1	0,08	14,1	14,1	1609						
Buitenblad	0,1	10,0	1	1,00	0,10	14,3	0,20	14,3	14,3	1630						
Spouw	0,06	1,0	0,17	0,06	0,35	15,0	0,70	15,0	15,0	1706						
Kalkzandste	0,12	25,0	1,25	3,00	0,10	15,2	0,19	15,2	15,2	1728						
Leem	0,01	8,0	0,8	0,08	0,01	15,2	0,02	15,2	15,2	1728						
Houtvezel	0,02	9,5	0,66	0,19	0,03	15,3	0,06	15,3	15,3	1739						
Leem	0,1	8,0	0,045	0,80	2,22	19,7	4,42	19,7	19,7	2296						
Leemstuc	0,02	9,5	0,66	0,19	0,03	19,7	0,06	19,7	19,7	2296						
Binnen					0,13	20,0	0,26	20,0	20	2340	60%	1404				g verdamping
TOTAAL	0,43			5,32	3,01		6	1,99	6			285				7,68E-08 kg/m2*s
																G-Zomer
																995,3988289 gr/m2

d Dike in meter
 μ Dampdiffusieweerstand
 λ Lamda-waarde(W/m.K)
 μd Dampdiffusieweerstand a.d.h.v. dikte
 R_c Warmte weerstand constructie
Topp Temperatuur van oopervalk in $^\circ\text{C}$
DeltaT Delta temperatuur in $^\circ\text{C}$
q Warmteoverdracht in $^\circ\text{C}$

Te Temperatuur oppervalk in $^\circ\text{C}$
Ps Dampspanning in N/m^2
 Φ_e Relatieve vochtigheid buiten
 Φ_i Relatieve vochtigheid binnen
Pe Werkelijke dampspanning buiten
Pi Werkelijke dampspanning binnen
C Waterdampconcentratie

De hoek op de begane grond is een kritisch punt voor een koudebrug. Zoals te zien is wordt het net geen 11.7°C . Dit punt hoeft dus niet aangemerkt te worden als koudebrug.



Figuur 28: Bouwdeel 3, $R_c 3.01 \text{ m}^2\text{K/W}$ condensatie

4.7

Constructie

Bij de verduurzaming van het Ooglijdersgasthuis worden technische ingrepen verricht. Bij sommige van deze ingrepen verandert de constructie of wordt deze extra belast. Dit hoofdstuk zal deze ingrepen beschrijven en er zal beargumenteerd of via berekeningen aangetoond worden dat de constructie dit aankan. Hierbij zullen alleen de ingrepen worden behandeld die uitwerking hebben op de schil.

4.7.1

Bouwdeel 1

De begane grondvloer bestaande uit een kweekvloer, wordt vervangen door een VBI renovatievloer. De keuze hiervoor komt voort uit het feit dat de kweekvloer aan het einde is geraakt van zijn levensduur. De kweekvloeren zijn in de jaren '70 van de vorige eeuw geplaatst en maken dus geen deel uit van de originele constructie.

De kweekvloer dient gesloopt te worden, waardoor er een wijziging ontstaat in de huidige constructie. Zoals reeds is omschreven verzorgen de verdiepingsvloeren deels de stabiliteit van het gebouw. De vloerbalken zijn namelijk ingemetseld in de wanden en verankerd in de gevels, dit voorkomt het uitknikken van de gevels. Hoe lager de vloer bij het maaiveld, des te minder sterk dit uitknikken wil optreden. Door de massieve bouwwijze en dikke wanden en vrij kleine overspanningdimensies is er slechts een heel kleine kans op dit uitknikken. Om er toch zeker van te zijn dat er geen complicaties zullen optreden, dient er nader onderzoek gedaan te worden door een constructeur.

De kweekvloeren zijn per ruimte geplaatst, tussen de constructieve wanden. De wijze van oplegging of inkassing kon niet achterhaald worden. Voordat de vloeren gesloopt worden, zullen er uit voorzorg stempels tussen de constructieve wanden geplaatst worden. De vloeren worden per ruimte gesloopt en afgevoerd. Hierna kan de nieuwe VBI renovatievloer geplaatst worden en na het uitharden hiervan, kunnen de stempels verwijderd worden. De nieuwe vloer is erg licht en gemakkelijk te plaatsen. Het geringe gewicht zal dus geen negatieve effecten hebben op de constructie van het Ooglijdersgasthuis.

4.7.2

Bouwdeel 2

De constructie in de schil blijft grotendeels intact. Bij het creëren van buitenruimte voor het souterrain zullen de borstweringen van enkele ramen doorbroken worden. De constructieve werking van het gebouw zal hierdoor echter niet geschaad worden. Echter is er de wens om op het dak van bouwdeel 2 een extra buitenruimte te creëren in de vorm van een dakterras. Hiervoor dient aangetoond te worden dat het dakterras de beoogde functie aankan. Dit is niet zomaar te zeggen. De dakconstructie bestaat nu uit een 20cm dikke betonvloer. De gegevens over de wapening en betonkwaliteit zijn echter niet te achterhalen.

Het deel uit 1940 is echter indertijd ontworpen met een dakterras. Wil men er echter zeker van zijn dat het dak de grote belasting van personen kan dragen, dan dient hiernaar nog extra onderzoek verricht te worden. De wapening kan bepaald worden door middel van een industriële detector. Deze wordt daar ingezet waar men wil speuren naar betonwapening. Mocht het dak niet sterk genoeg zijn, dan zijn er echter wel oplossingen te benoemen om het dak te versterken. Men zou een extra druklaag kunnen plaatsen over de bestaande dakvloer, of de overspanningsgrootte kunnen verkleinen door nieuwe balken in de wanden te plaatsen, die de vloer helpen ondersteunen.

4.7.3

Bouwdeel 3

De grote constructieve wijziging in de schil van bouwdeel 3 zit hem in de nieuwe dakopbouw. De nieuwe isolatielaag en het vegetatiedak brengen een additionele belasting met zich mee. Om aan te tonen dat de constructie deze opbouw kan dragen, is er een berekening uitgevoerd. De

belastingen zijn ingevoerd en er is aangetoond dat de constructie met het nieuwe dakpakket nog steeds voldoet op doorbuiging en sterkte (zie bijlage 1.31).

4.8 Transmissieverliezen

De verduurzamingmaatregelen zullen een daling van de transmissieverliezen bewerkstelligen. In dit onderdeel zal worden besproken waar de meeste winst behaald wordt. De bouwkosten zijn bepaald door een kostenraming van het totale bouwproject. Voor een totaal overzicht hiervan zie Tabel 15).

4.8.1 Bouwdeel 1

Voor dit bouwdeel is er een winst te behalen van €33.456,- per jaar. De ingrepen zullen als het verwarmingssysteem ongewijzigd blijft en prijsstijgingen niet meegenomen worden (prijsstijging van stadsverwarming zal een positief effect hebben op de terugverdientijd), een gemiddelde terugverdientijd van 17 jaar hebben.

4.8.2 Bouwdeel 2

Voor bouwdeel 2 is er een winst te behalen van €10.292,- per jaar. Dit resulteert in een terugverdientijd van 13 jaar.

4.8.3 Bouwdeel 3

Voor bouwdeel 3 is er een winst te behalen van €20.040,- per jaar. Dit resulteert in een terugverdientijd van 14 jaar. Het verduurzamen van de gevel van bouwdeel 3 pakt zeer goed uit. Dit komt door het grote warmtelek van de glazen puien.

Bouwdeel 1 bestaand en i RC	Opp. M²	Delta T	KWH	Gj	Kosten Gj	Besparing Gj	% Verlies	Bouwkosten	Terugverdientijd
Dak	0,39	1242,68	14,04	228.652	817 €	10.860,98	23%		
Gevel	0,51	2695,41	14,04	377.409	1.348 €	17.926,92	38%		
Venster (ZTA 80%)	-	603,80	14,04	251.304	898 €	11.936,96	25%		
Vloer	0,47	970	14,04	147.604	527 €	7.011,19	15%		
Nieuw				1.004.969,2	3.589,2	47.736,0	100%		
Dak	3,48	1242,68	14,04	25.611	91 €	1.216,51 €	9%	€ 58.604,79	6 jaar
Gevel	1,46	2695,41	14,04	132.061	472 €	6.272,87 €	44%	€ 254.986,00	22 jaar
Venster (ZTA 80%)	-	603,80	14,04	129.985	464 €	6.174,29 €	43%	€ 139.064,82	24 jaar
Vloer	5,36	970,00	14,04	12.984	46 €	616,73 €	4%	€ 107.056,76	17 jaar
				300.640	1.074 €	14.280,40 €	100%	€ 559.712,37	17 jaar
Bouwdeel 2 bestaand en nieuw									
Dak	0,31	287,10	14,04	66.459	237 €	3.156,79	21%		
Gevel	0,77	555,10	14,04	51.934	185 €	2.466,84	17%		
Venster (ZTA 80%)		348,63	14,04	150.104	536 €	7.129,93	48%		
Vloer	0,47	287,10	14,04	43.688	156 €	2.075,17	14%		
Nieuw				312.184	1.115 €	14.828,73	100%		
Dak	6,06	287,10	14,04	3.402	12 €	161,60 €	4%	€ 33.699,41	11 jaar
Gevel	3,06	555,10	14,04	12.996	46 €	617,33 €	14%	€ 67.112,03	36 jaar
Venster (ZTA 80%)		348,63	14,04	75.052	268 €	3.564,96 €	79%	€ 12.847,73	4 jaar
Vloer	5,09	287,10	14,04	4.047	14 €	192,25 €	4%	€ 19.661,56	10 jaar
				95.498	341 €	4.536,14 €	100%	€ 133.320,73	13 jaar
Bouwdeel 3 bestaand en i									
Dak	1,48	1242,68	14,04	60.138	215 €	2.856,54	10%		
Gevel	0,70	2695,41	14,04	276.871	989 €	13.151,38	45%		
Venster (ZTA 80%)		603,80	14,04	129.985	464 €	6.174,29	21%		
Vloer	0,47	970	14,04	147.604	527 €	7.011,19	24%		
Nieuw				614.598,0	2.195,0	29.193,4	100%		
Dak	5,78	1242,68	14,04	15.440	55 €	733,41 €	8%	€ 95.635,42	45 jaar
Gevel	3,00	2695,41	14,04	64.548	231 €	3.066,01 €	34%	€ 45.911,78	5 jaar
Venster (ZTA 80%)		603,80	14,04	86.657	309 €	4.116,19 €	46%	€ 45.840,73	22 jaar
Vloer	3,36	970	14,04	20.747	74 €	985,48 €	11%	€ 22.956,75	4 jaar
				187.391,4	669,3	8.901,1 €	100%	€ 210.344,68	10 jaar
						€ 91.758,17 €	64.040,53	€ 903.377,78	14 jaar

Tabel 15: transmissie verliezen resultaat

4.9

Details ontwerp

Nadat de materialen en systemen zijn onderzocht en gekozen, is er gekeken naar de consequenties voor het monument. In dat opzicht is aangetoond dat de gekozen systemen op technisch vlak geen schade toebrengen aan de gebouwdelen. In deze paragraaf (voor de details en overige tekeningen zie het tekeningenboek) worden enkele details nader toegelicht. Er zal aandacht besteed worden aan de technische uitvoerbaarheid, de esthetische relatie met het gebouw en de details op zich. Hierbij moet vermeld worden dat in het detail ook vloer- en plafondsysteem zijn opgenomen, die niet door ons zijn samengesteld en gekozen. Deze zullen ook niet behandeld worden in deze paragraaf. De focus ligt op het bestaande detail in combinatie met het systeem voor de schil.

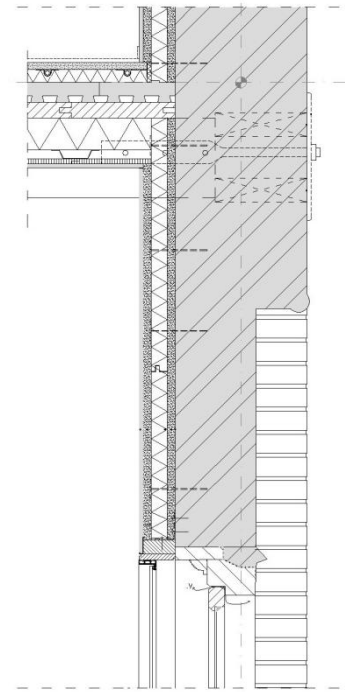
4.9.1

Bouwdeel 1

Detail wand in combinatie met het venster

Zoals reeds uitvoerig is besproken, worden de buitengevels aan de binnenzijde geïsoleerd. Alvorens men het pakket kan aanbrengen dient de ondergrond vrij te zijn van verontreinigingen zoals oude pleisterlagen, oude verflagen en behang. Allereerst zullen de stelkozijnen geplaatst worden aan een hoekstaal. Hierop kan later het achterzetraam bevestigd worden. Op dit stelkozijn kan later strak worden aangesloten met het houtvezel-plaatsysteem van Pavatex® (Pavadentro®). Het achterzetraam zal in een lijn doorlopen met de wandisolatie. Het bestaande kozijn dient kieropen gemaakt te worden, zoals reeds beschreven, om voor ventilatie te zorgen in de spouw die ontstaat. Het stelkozijn heeft een bewust aangebrachte naad om eventueel scheve aansluitingen minder opvallend te maken.

De houtvezel-isolatieplaten dienen naadloos op elkaar aan te sluiten met de dampremmende laag aan de gevelzijde. Hiervoor is het van belang om waterpas te starten met de eerste laag. Langs de vloeren, stelkozijnen, wanden dient er rondom een afdichtingband geplaatst te worden, zodat de aansluitingen met deze onderdelen naaddicht zijn. De ondergrond dient ook vlak te zijn. Hiervoor wordt er een leemabsorbeerlaag aangebracht. Voordat deze laag droog is moeten de houtvezel isolatieplaten in deze laag 'worden aangeklopt' en met circa 6 tot 8 schotelpluggen per m² vast geboord te worden in de muur. Wanneer twee platen horizontaal haaks op elkaar worden aangesloten, dienen beide platen in verstek te worden gezaagd, zodat de dampremmende laag in één lijn doorloopt.



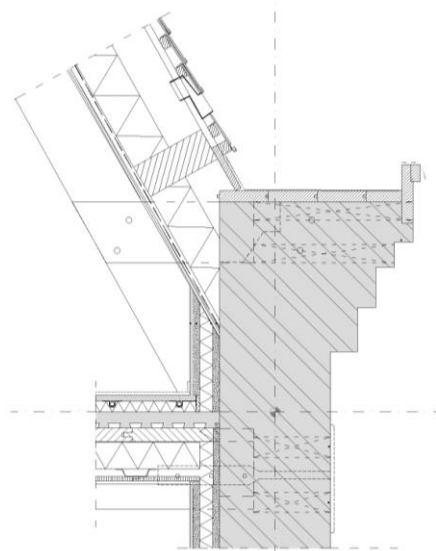
Figuur 29: Detail Kozijn- vloer aansluiting

Vervolgens dient er een Naturetherm HL leemstuc-systeem te worden aangebracht over de houtvezelisolatieplaten. De laagdikte dient minimaal 10 mm te bedragen (maximaal ca. 20 mm); vlakzetten met een lange getande wandrei. In de vochtige leem wordt glasvezel-wapeningsweefsel ingebed in het buitenste 1/3-deel van de leemstuc laag en 'nagegepleisterd' met een rvs-spaan of een rvs-spackmes. Het weefsel mag niet 'blootliggen'; de naden van het weefsel dienen minimaal 100 mm te overlappen. Op de Naturetherm leemstuc raaplaag dient een Naturetherm leemstuc afwerklaag te worden aangebracht van een wit Leem Edelpleister. Op het stelkozijn dient hiervoor eerst een stucstop en gaas geplaatst te worden. Ten slotte kunnen de achterzetramen (Metaglas) bevestigd worden.

De moerbalken liggen in de gevel ingemetseld. Om er zeker van te zijn dat er geen vocht problemen optreden bij de balkkoppen, zullen er boven en onder voegen ter plaatse van de balkkop worden uitgekrabd. De balken liggen altijd iets vrij van het metselwerk. Zodoende kan er lucht circuleren om de balkkoppen en kan eventueel vocht weg geventileerd worden.

Detail dak

Het dak van bouwdeel 1 wordt aan de binnenzijde geïsoleerd. Dit komt voort uit de vrij recente renovatie van het dak (1997, Hogeschool Utrecht), waardoor het zou zijn het dak te slopen. Hoewel het vanuit bouw fysisch oogpunt nadeliger is, is het isoleren aan de binnenzijde wel mogelijk. De wens om de kapconstructie in het zicht te laten is met uitzondering van de gordingen vervuld. Tussen de gordingen zullen er vlasisolatie dekens worden geplaatst, hierdoor blijft het spantbeen in het zicht. Deze dekens dienen ongeveer een centimeter groter te worden afgesneden dan de maat tussen de gordingen, zodat de isolatie dekens goed op elkaar en op de gordingen aansluiten. De isolatie dekens worden op hun plek gehouden door tengels aan de gordingen te bevestigen. Daarover heen dient de dampremmende laag (Miofol® Active) geplaatst te worden. Dit dient met zorg te gebeuren.

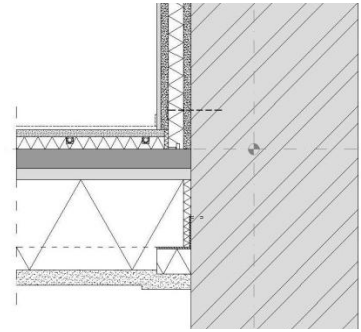


Miofol® Active moet met de tekstzijde naar de binnenruimte worden aangebracht. Deze folie moet strak en zonder doorhangen in de lengte en breedte op de dragende ondergrond (in het geval van het Ooglijdersgasthuis op tengels), worden aangebracht. Miofol® Active dient mechanisch bevestigd te worden met rvs - nieten met een minimale lengte van 8 mm. De afstand tussen de nietjes is maximaal 15 cm. De verschillende banen Miofol® Active moeten 10 cm overlappen. Na het vastnieten dienen alle overlappen, naden en aansluitingen op overige constructiedelen luchtdicht te worden verkleefd, met het daarvoor bestemde kleefband. Bij het gebruik van kleefband voor het afdichten van overlappen van twee banen Miofol® Active moet er minstens 2 cm kleefband zijn aan elke zijde van de voeg. Deze overlap van de naden tussen de banen moeten op de plek van de gording komen te liggen, dus nooit tussen twee gordingen in. Miofol® Active kan maximaal over een breedte van 100 cm vrij worden toegepast. Elke luchtdicht verkleefde horizontale overlap van twee banen Miofol® Active moet volledig ondersteund worden door een montagelat dwars op de dak- of wandstructuur.

In de regel moet extra in de bouw ingebracht vocht snel worden verwijderd. De relatieve luchtvochtigheid mag niet boven de 75 % liggen, zeker niet in de winter. Tijdens de bouwperiode moet er voldoende worden geventileerd. In winterperiodes is het gebruik van bouwdrogers raadzaam. Miofol® Active dient men direct na het aanbrengen van isolatiemateriaal te installeren om het toetreden van extra vocht te voorkomen. Om de volledige effectiviteit van de vochtvariabele Miofol® Active te bereiken, mogen aan de binnenzijde van het isolatiemateriaal geen dampremmende lagen worden aangebracht, de μ d-waarde van plaatmateriaal en of afwerkingsmateriaal mag niet hoger zijn dan 0,5m. In het geval van het Ooglijdersgasthuis wordt er een gipsplaat als afwerkingsmateriaal gebruikt. De gipsplaat kan op de reeds geplaatste tengels (hart op hart 30 cm) worden geschroefd. Op de borstwering wordt eveneens het houtvezelplaatstelsel van Pavatex® (Pavadentro®) worden geplaatst. Zie ook de beschrijving van het wand-detail. In deze borstwering kunnen de wandcontactdozen bevestigd worden omdat hier niet het risico bestaat op perforeren van de dampremmende laag, hetgeen nadelig zou werken op de dampremmende werking van het geheel. Bij het houtvezelsysteem bestaat dit risico niet, omdat de dampremming is ingebouwd op minerale basis in de plaat. Het blokkeel ligt net als de moerbalken en kinderbinten ingemetseld in de buitenwand. Ook hier dienen de voegen te worden uitgekrabd om vocht problemen te voorkomen in de koude balkkoppen als gevolg van het isoleren.

Vloerdetail

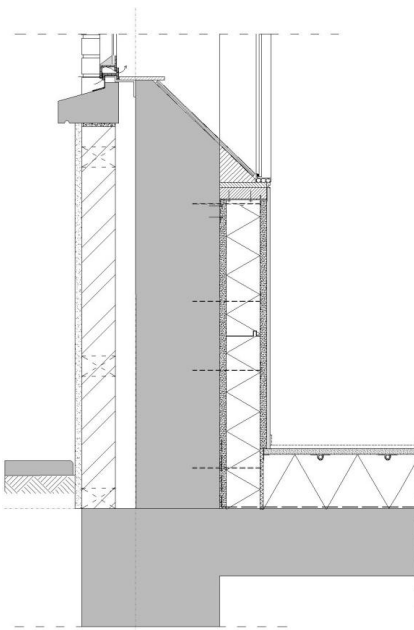
Zoals reeds benoemd zullen de bestaande kvaaitaal-vloeren vervangen worden voor een VBI® renovatievloer. De balken van deze vloer wordt geplaatst op stukken hoekstaal die aan het bestaande metselwerk zijn bevestigd. De broodjes die hiertussen worden geplaatst dienen brandwerend te worden afgewerkt in verband met de onderliggende functie. Dit gebeurt aan de hand van CAFCO MANDOLITE CP2 60 minuten brandwerende spuitpleister.



Figuur 31: Detail VBI Renovatievloer

4.9.2

Bouwdeel 2



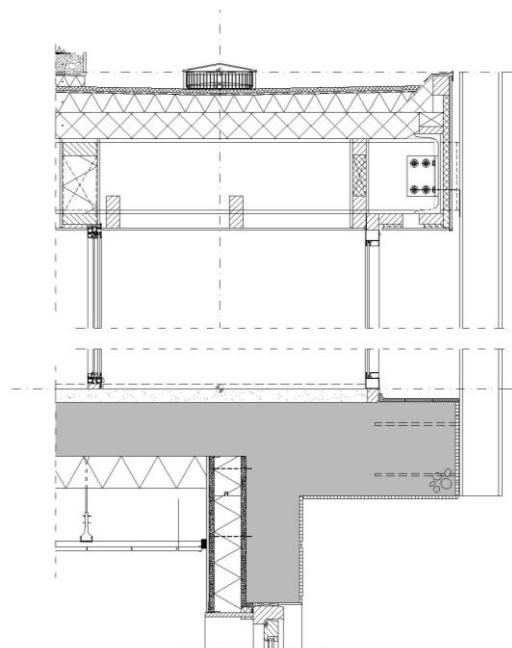
Het wand detail van bouwdeel 2 is opgebouwd uit hetzelfde systeem als bij bouwdeel 1. Men heeft hier te maken met een betonnen binnenblad waartegen de houtvezelisolatieplaten worden bevestigd. De ondergrond moet eveneens vrij zijn van verontreinigingen. De afgeschuinde dagkant van het betonnen binnenblad wordt visueel doorgezet in de na-isolatie. Het detail laat de aansluiting met het maaiveld zien. Hierin is een buitenruimte gecreëerd. Daardoor komt het metselwerk dat eerst onder het maaiveld lag bloot te liggen. Dit metselwerk wordt met een stuc laag schoon afgewerkt. De vloeren zijn aan de bovenzijde geïsoleerd (EPS), hiervoor dient een dampdichte laag aangebracht te worden op de betonvloer. De dampdichte laag wordt omgezet tegen de wanden, zo wordt het optrekkend vocht gekeerd. Het dak is voorzien van nieuwe isolatie aan de bovenzijde, zo ontstaat een warmdak afgewerkt met EPDM.

Figuur 32: Detail Kozijn- vloer aansluiting

4.9.3

Bouwdeel 3

De wanden en vloeren in het souterrain worden op dezelfde manier geïsoleerd als het souterrain in bouwdeel 2. De wens om de bestaande pui te behouden is bewerkstelligd door een verkeersruimte langs de grote glazen pui te situeren. De verkeersruimte wordt omsloten met een nieuwe aluminium pui. Tegen de bestaande dakplaat en tussen de IPE liggers wordt een HSB-element eplaatst. De verkeersruimte wordt visueel betrokken bij de buitenruimte, door de vloerafwerking dezelfde uitstraling te geven als de tegels op de uitkraging in het detail. Het dak krijgt een nieuwe EPS isolatielaag met een vegetatiedak-systeem. Tevens zal de lichtstraat vervangen worden door een nieuwe variant.



Figuur 33: Detail Kozijn- vloer, dak aansluiting

4.10

Deelconclusie

Er zijn veel manieren om een monument te verduurzamen. Welke materialen men kiest is echter afhankelijk van het ambitieniveau en het budget. Indien men een monument duurzaam wil herbestemmen kan men dit vanuit verschillende standpunten benaderen. Wat staat er centraal? Bij monumenten kan gesteld worden dat dit het gebouw is. Dit is deels correct maar het is ook van groot belang om de gebruiker centraal te stellen. De gebruiker zal het gebouw gaan huren en zal dan ook eisen stellen aan het gebouw ten aanzien van comfort en kwaliteit.

Er rest dan echter de vraag welke materialen hiervoor gebruikt zullen worden. Wat is hierbij belangrijk? Is dat de energienota lager laten uitvallen of bijvoorbeeld het gebruik van ecologisch verantwoordelijke materialen? Bij het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis is rekening geprobeerd te houden met beide kanten en daarbij de bouwhistorische waarde niet te schaden. Door te kiezen voor duurzame houtvezel-leemisolatie voor de gevel, wordt er minder aanspraak gemaakt op eindige energiebronnen. Door het toepassen van dit materiaal zal het energieverlies via de gevel met 33% afnemen. Er is voor dit materiaal gekozen omdat het de monumentale waarde van het pand zo veel mogelijk intact laat. Het is bovendien reversibel en gebruiksvriendelijk.

Een belangrijk aandachtspunt bij het verduurzamen van bouwdeel 1 was de oppervlaktecondensatie. De houtvezel-leemisolatie is in staat om gecondenseerd vocht te absorberen en op een later moment af te staan. Hierdoor blijft de vochtthuishouding van het pand in balans. Omdat bij het isoleren aan de binnenzijde er vocht kan ontstaan ter plaatse van de balkkoppen, zijn hiervoor extra voorzieningen opgenomen. Door het aanbrengen van open stootvoegen zal het gecondenseerde vocht weg geventileerd kunnen worden.

Na-isoleren aan de binnenzijde heeft meestal een nadelig effect op het accumulerend vermogen van het gebouw, hetgeen juist als positieve eigenschap van massief gebouwde monumenten wordt beschouwd. Dit komt doordat de meeste isolatiematerialen een geringe warmteopslagcapaciteit bezitten; houtvezel-leemisolatie is echter één van de beste isolatiematerialen op het gebied van accumulerend vermogen. Door het optimale gebruik van het accumulerend vermogen van het gebouw worden de kwaliteiten van het gebouw op een positieve wijze gebruikt.

Voor het dak van bouwdeel 1 is het belangrijk dat er geen condensatie zal ontstaan. Dit wordt bereikt door vlaswol toe te passen in combinatie met een intelligente damremmer. Hierdoor zal de constructie in de winter zo veel mogelijk droog blijven en in de zomer is de constructie in staat om volledig te drogen. Hierdoor wordt de kans op schimmels en de daarbij behorende houtrot tot een minimum beperkt. Voor de daken van bouwdeel 2 en 3 is vooral vereist dat de isolatieplaten beloopbaar zijn. Er is daarom gekozen voor EPS-isolatie. Dit materiaal is niet het meest voor de hand liggende product wanneer men de ecologische waarde hoog in het vaandel heeft staan. Echter zal de isolatiewaarde van het dak van het dak zeer positief beïnvloeden, waardoor het energieverlies door deze eenvoudige ingreep snel zal dalen. EPS-isolatie is bovendien recyclebaar en reversibel.

De vloeren van bouwdeel 2 en 3 zijn om deze reden ook uitgerust met een EPS-isolatiepakket. Door op deze wijze te isoleren, worden de daken en de vloeren de sterkste schakel en kan er wat verloren worden wat betreft de gevel. De vloeren van bouwdeel 1 zullen vervangen worden door de VBI® renovatievloer. Door het toepassen van deze vloer zal de Rc-waarde stijgen naar $5\text{m}^2\text{K/W}$.

Door het toepassen van deze ingrepen zullen de bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis op een positieve wijze verduurzaamd worden. Dit wordt tevens in samenhang met de eigenschappen van het gebouw en met het oog op de gebruiker gerealiseerd.

5 EXPLOITATIE OLG

Bij het verduurzamen van een monument is een aanzienlijke investering nodig. De vraag is of deze investering ook terug te verdienen is. Een goed opgezet exploitatiemodel is een geschikt hulpmiddel om te bepalen of het verduurzamen rendabel is. In de bijlage vanaf 1.32 is uitgebreid beschreven hoe is omgegaan met het exploitatiemodel van het Ooglijdersgasthuis

5.1

Is het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis rendabel?

Met behulp van een exploitatiemodel kan bepaald worden welke huur gevraagd zal moeten worden om de investering in duurzaamheid terug te verdienen. Vervolgens is het de vraag of de betreffende huurprijs reëel is en kan er met de verschillende variabelen in het model 'gespeeld' worden om zodoende de meeste betrouwbare exploitatieopzet te verkrijgen. Een exploitatiemodel is opgebouwd uit harde gegevens en aangenomen kengetallen, waardoor in grote lijnen de kasstromen in beeld zijn te brengen. In het exploitatiemodel is onderzoek gedaan naar de waardebepaling van het Ooglijdersgasthuis (zie bijlage 1.32.1). Ook zijn de investeringen ten behoeve van de verduurzaming en herbestemming in kaart gebracht (zie bijlage 1.32.1). Daarbij zijn de investeringen gericht op de schil nauwkeurig geraamd en overige onderdelen aangenomen op basis van kengetallen. Beknopt marktonderzoek (zie bijlage 1.33) en bestaande vastgoedcijfers zijn gebruikt om de huurprijzen te bepalen. Er is een schatting gemaakt van de servicekosten en onderhoudslasten op basis van kengetallen. Met OVG (vastgoedontwikkelaar) zijn deze waarden doorgenomen om te zien of deze realistisch zijn om mee te rekenen. Om de uitkomsten van de investeringen aan het Ooglijdersgasthuis te inventariseren, zijn er bij enkele parameters aannames gedaan, omdat deze niet zijn te bepalen zonder gegevens van de ontwikkelaar of investeerder. Boven genoemde waarden resulteren in de kasstromen te zien in bijlage 1.34. In de bijlage is ook een document opgenomen ter ondersteuning van het exploitatiemodel, om aan te geven hoe aan de waarden is gekomen.

Aan de hand van het exploitatiemodel voor het Ooglijdersgasthuis is op te maken dat de investeringen in het project pas na 25 jaar zijn terugverdiend. Dit komt door de hoge investering voor de herbestemming en verduurzaming van het monument. Daarbij moet vermeld worden dat deze uitkomst speculatief is en er veel ruime en veilige marges zijn genomen bij het bepalen van de huurprijzen, in negatieve zin voor de opbrengsten. Ook de investeringen zijn, waar deze niet nauwkeurig zijn geraamd op basis van productprijzen, vrij ruim genomen, waardoor de investeringen aan het begin van de exploitatie hoog kunnen uitvallen. Afgezien van deze aannames en speculaties blijft 25 jaar een lange tijd.

Toch zijn er een aantal aspecten te benoemen, waardoor het gebouw in de toekomst meer voordelen met zich meebrengt en waardoor deze terugverdientijd wellicht minder negatief kan overkomen. Dit komt voort uit het duurzame karakter, dat niet zo goed te kwantificeren is in het exploitatiemodel. Deze voordelen zitten hem in de eigenschappen, het karakter en het imago van het verduurzaamde OLG en hebben hun uitstraling op de huurder en verhuurder. Bezien vanuit de gebruiker (huurder) van het pand zijn er duidelijke voordelen toe te wijzen aan een pand met een duurzaam karakter.

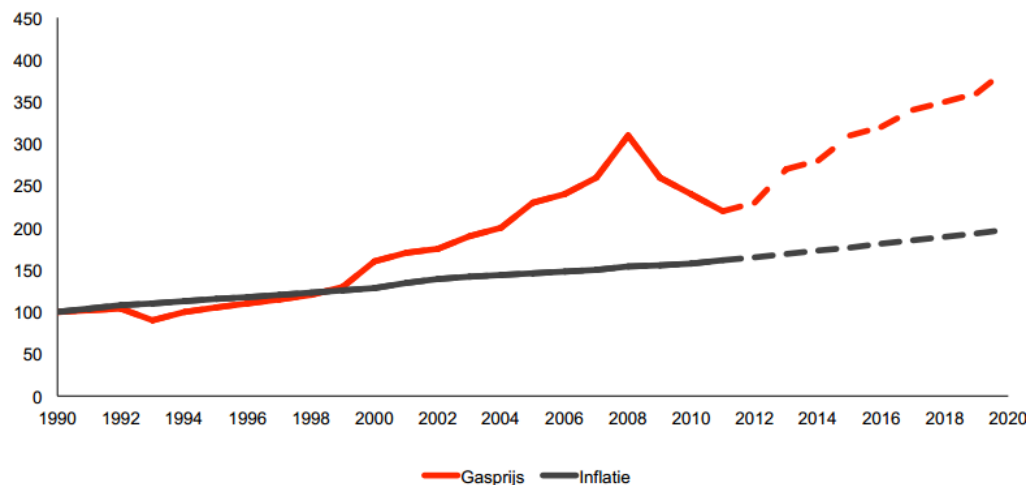
- Besparing op de servicekosten (door vermindering van energie- en waterkosten);
- Beter imago door het duurzame karakter van het pand
- Beter werk/binnenklimaat

Voor de verhuurder wegen bovenstaande voordelen ook mee. De voordelen voor de verhuurder met een gebouw met een duurzaam karakter zijn:

- Lagere onderhoudskosten (bij gebruik van duurzame materialen)
- Lagere energiekosten -> hogere huurinkomsten -> hogere marktwaarde
- Mogelijkheden voor subsidies en maatschappelijk verantwoord investeren
- Beter imago door het duurzame karakter van het pand
- Minder kans op leegstand
- Langere levensduur van het pand en langer courant blijven van het pand

De lagere onderhoudskosten zijn direct door te berekenen in de exploitatieopzet. De lagere energiekosten zijn in eerste instantie een kostenbesparing voor de gebruiker. Echter zal de eigenaar van het pand zijn investering terug willen verdienen. Een mogelijkheid voor het Ooglijdersgasthuis is het aanbieden van de huur met de servicekosten voor gas, water en elektra inbegrepen. De overige voordelen zijn moeilijk in te schatten. Uit de praktijk blijkt vaak dat de belangrijkste directe voordelen niet opwegen tegen de kosten van de investering, maar dat de indirecte voordelen de balans wellicht kunnen omdraaien door de hogere marktwaarde van het vastgoedobject. De gedachte dat het verlagen van de exploitatiekosten alleen aantrekkelijk is voor de huurder of gebruiker is tegenwoordig achterhaald. In het exploitatiemodel van het Ooglijdersgasthuis is het voordeel van deze energiewinst door verduurzaming verwerkt door de huurprijs all-in aan te bieden. Zo kan de investeerder optimaal profiteren van de energiebesparende maatregelen. De huurprijs wordt dan gegeven door de servicekosten en de kale huurprijs. De energieprijsstijging zal dan wel doorgerekend moeten worden in de huurprijsstijging. Dit zal dan contractueel vastgelegd moeten worden.

De energieprijzen zijn de afgelopen jaren flink gestegen. In Figuur 34: **Ontwikkeling gasprijs en inflatie 1990-2020**¹ is te zien dat de prognose is, dat de ontwikkeling van de gasprijs sneller zal stijgen dan de inflatie. Niet verduurzamen betekent dan ook dat de servicekosten in de toekomst erg hard zullen stijgen en de exploitatie in de toekomst negatiever zal zijn en wellicht niet eens meer rendabel. Hierdoor zal op den duur toch moeten worden verduurzaamd wil het gebouw geëxploiteerd kunnen blijven worden. Nu met zorg verduurzamen scheelt een hoop aanpassingen in de toekomst.



Figuur 34: Ontwikkeling gasprijs en inflatie 1990-2020¹

De eisen van de huurders zijn de laatste jaren toegenomen. Een duurzame renovatie helpt niet alleen het terugdringen van de exploitatiekosten door minder energieverbruik, het zorgt voor een

verbeterd comfort voor de huurder. Uit marktonderzoek van Jones Lang LaSalle³⁰ is gebleken dat de vraag naar duurzaam vastgoed stijgt. Als gevolg daarvan is die huurder vaak bereid een hogere huur te betalen voor de duurzamere huisvesting. Daarnaast verbetert duurzame huisvesting het imago van zowel de ontwikkelaar als de huurder.

Verbeterde technische kwaliteit van het onroerend goed kan meer huurders trekken. Ook kan het zijn dat leegstand meer vermeden wordt bij een verduurzaamd gebouw. Een verduurzaamd monument kan de tijd weer langer doorstaan. Als de vraag naar duurzaam vastgoed in de toekomst alleen maar groter wordt, is de kans op leegstand kleiner en kan men het gebouw ook langer exploiteren. Zodoende investeert men voor een langere termijn, waardoor de lange terugverdiensijd afgezet tegen de lange exploitatietijd minder lang uitvalt.

Bovenal blijft het Ooglijdersgasthuis een monument dat het behouden meer dan waard is. Wellicht vraagt het herbesteden en verduurzamen niet om je gewone ontwikkelaar, maar één die voor langere tijd wil investeren in een stukje geschiedenis. Een stukje geschiedenis die alleen maar rijker zal worden, maar die gebruik nodig heeft om te blijven bestaan.^{31 32 33 34}

³⁰ Bron: www.joneslanglasalle.nl

³¹ Bron: www.dtz.nl

³² Bron: www.rijksoverheid.nl

³³ Bron: www.duurzaamvastgoed.nl

³⁴ Bron: Triodos bank

De conclusie geeft antwoord op hoofdvraag:

Welke technische middelen kunnen ingezet worden bij het duurzaam herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis met behoud van cultuurhistorische waarde, om het herbestemde gebouw exploiteerbaar te maken?

De gekozen verduurzamingsconcepten houden rekening met de cultuurhistorische waarde van het gebouw. Daarbij zijn alle toe te passen systemen reversibel. Uit het materiaalonderzoek is gebleken dat de houtvezel-leemisolatie het meest geschikt is voor het verduurzamen van de gevels van het Ooglijdersgasthuis. Door gebruik te maken van dit systeem verbetert het accumulerend vermogen van het pand. Door een dunner isolatiepakket (20mm leem, 40mm houtvezel, 20mm leem en 10 mm leemstuc) voor bouwdeel 1 te gebruiken, wordt voorkomen dat er condens optreedt in de constructie. Dit pakket resulteert in een Rc-waarde van 1.5m²K/W. Uit voorzorg worden er open stootvoegen in de gevel aangebracht om voor ventilatie langs de balkkoppen te zorgen, waardoor deze kunnen drogen. Voor het dak van bouwdeel 1 is gekozen voor vlasisolatie in combinatie met een intelligente dampremmer (d.w.z. dampdicht in de winter en dampopen in de zomer). Bovendien worden ventilatievoorzieningen in het dak aangebracht die ervoor zorgen dat gecondenseerd vocht weg geventileerd kan worden. Voor de vloer van bouwdeel 1 zal de bestaande kweekvloer worden vervangen door een VBI[®] renovatievloer. Voor bouwdeel 2 en 3 zal het zelfde isolatiepakket aan de gevels worden bevestigd (20mm leem, 100mm houtvezel, 20mm leem en 10mm leemstuc). Dit resulteert in een Rc-waarde van circa 3 m²K/W. Omdat hier sprake is van een betonnen constructie, zijn de risico's kleiner dan bij bouwdeel 1.

De combinatie van houtvezel-isolatie en leem heeft een vochtregulerende werking, waardoor damp in de ruimtes tijdelijk gebufferd kan worden. Bij lagere dampconcentratie wordt het vocht weer afgegeven aan de ruimte. Door het vochtregulerende vermogen van het materiaal zal de vochtconcentratie in het gebouw vrij constant zijn. Voor beide vloeren en de daken is gekozen om EPS-isolatieplaten te plaatsen. Hierdoor vormen de vloeren en de daken de sterkste schakels, wat ten goede komt aan de verkleining van de totale transmissieverliezen. Om de vensters te isoleren is gekozen voor het plaatsen van achterzetramen. Er is voor achterzetramen gekozen omdat deze reversibel zijn en de cultuurhistorische waarde niet aantasten. De systemen beperken de transmissieverliezen sterk en brengen het jaarlijks weggestookte bedrag terug van ongeveer 156 duizend euro naar 91 duizend euro. Een dikkere thermische schil zou de cultuurhistorische waarde schaden.

Het herbestemmen en verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis vraagt om een hoge investering. Dit resulteert in een lange terugverdientijd. Aan de hand van het exploitatiemodel voor het Ooglijdersgasthuis is op te maken dat de investeringen in het project na circa 25 jaar zijn terugverdiend. Een duurzame renovatie helpt niet alleen om de exploitatiekosten terug te dringen door minder energieverbruik, het zorgt ook voor een verbeterd comfort voor de huurder. De verbeterde technische kwaliteit van het onroerend goed kan meer huurders trekken zodat leegstand vermeden wordt. De vraag naar duurzaam vastgoed wordt in de toekomst wellicht alleen maar groter, waardoor er kans is op een hoge bezettingsgraad. Omdat een verduurzaamd monument langer meegaat, kan men het gebouw ook langer exploiteren. De verduurzaming heeft weliswaar een lange terugverdientijd, maar daartegenover staat dus een lange exploitatietermijn, hetgeen de investering zeker rendabel maakt.

Het Ooglijdersgasthuis is een monument dat het behouden meer dan waard is. Investerings dienen vooral met dat oogpunt te worden gedaan. Verduurzaming in combinatie met nieuwe passende functies is dan een adequaat middel om het erfgoed letterlijk duurzaam in stand te houden.

Doel van dit onderzoek is geweest, de methodieken en materialen te onderzoeken die gebruikt kunnen worden om een gebouw met bouwhistorische waarden te verduurzamen. Hierin hebben wij ons vooral toegespitst op de verschillende bouwdelen van het Ooglijdersgasthuis. Het verduurzamen van monumenten blijft maatwerk en dus zijn de aangedragen oplossingen niet zomaar in te passen in andere gebouwen met een bouwhistorische waarde.

Er is onderzocht of het Ooglijdersgasthuis de gekozen concepten kan dragen. Voor de constructie zijn hiervoor enkele aannames gedaan. Het verwijderen van de kweekvloer van bouwdeel 1 zou door een constructeur nader dienen te worden onderzocht. Ook het gewenste dakterras op bouwdeel 2 kon met de gegevens die bij ons bekend waren niet worden uitgerekend.

Het tweede onderdeel van dit onderzoek stond in het teken van de exploitatie en het rendement van het Ooglijdersgasthuis. Bij de functiebeoordeling heeft het rendement van de gekozen functies een ondergeschikte rol gehad. In de exploitatieopzet is daarbij geen rekening gehouden met bouwdeel 4 in de opbrengsten. De gekozen functies zijn daarbij alleen maar mogelijk als er wordt gezorgd voor voldoende parkeercapaciteit. Hier is geen onderzoek naar verricht en de investering is alleen op basis van kengetallen bepaald.

De systemen voor de schil zijn mede gekozen op grond van hun kosten en opbrengsten. De installaties zijn vooral bepaald op hun duurzaamheid. Hierdoor valt deze investering erg hoog uit, wat het rendement van het herbestede Ooglijdersgasthuis drukt.

De suggestie voor nader onderzoek is gerelateerd aan de exploitatie van het Ooglijdersgasthuis. De investeringen voor alle onderdelen dienen nauwkeuriger geraamd te worden, waarbij ook onder meer de parkeervoorzieningen moeten worden onderzocht. Alle overige geschatte waarden en aangenomen kengetallen dienen nauwkeuriger bepaald worden om tot een realistischer resultaat te komen. De exploitatie- en servicekosten van het verduurzaamde en herbestede Ooglijdersgasthuis kunnen worden vergeleken met een niet-verduurzaamd Ooglijdersgasthuis om de werkelijke winst van de verduurzamingsingrepen te onderzoeken.

Het afstudeerproject is een periode van 17 weken geweest waarin er interdisciplinair is samengewerkt met verschillende disciplines. Hierin stonden vier doelstellingen centraal, uitgevoerd door 6 studenten. De verschillende afstudeeronderzoeken kwamen samen bij de uitwerking van de casus. Het feit dat er in één ruimte gewerkt werd aan het project, betekende dat de lijntjes kort waren en er snel overleg kon plaats vinden.

De studenten vertolkten de rollen die men tegenkomt bij het herbestemmen van een monument. Zodoende kan er een inschatting gemaakt worden van de bijdrage van de verschillende partijen. De rollen zijn als volgt vertolkt:

Aannemer, Joris Lucas en Nick van Harmelen

De verschillende bouwmethoden en materialen voor na-isolatie zijn onderzocht. De bouwhistorische waarde van de gevels vereist isolatie aan de binnenzijde. Er is gekozen voor isolatiematerialen uit natuurlijke grondstoffen, vanwege de warmteaccumulerende en vochtregulerende eigenschappen. De materialen doen recht aan de al aanwezige bouwfysische eigenschappen van het monument, waardoor een gezond en natuurlijk binnenklimaat behouden blijft.

Ontwikkelaar, Joris Lucas en Nick van Harmelen

Er zijn drie scenario's geanalyseerd: huidige situatie, passieve situatie en optimale situatie. Hiervoor zijn de investerings- en exploitatiekosten doorgerekend. Een aanzienlijke investering is nodig met een terugverdientijd van ruim twintig jaar. Dit lijkt een lange tijd, het duurzame karakter biedt op langere termijn echter voordelen en monumenten behouden hun waarde. Vanuit de markt komt steeds meer vraag naar duurzame en karakteristieke gebouwen die goed bereikbaar zijn. Daarnaast verbetert een duurzaam gebouw het imago van zowel de ontwikkelaar als de huurder.

Architect, Lisanne Colijn

De functiemogelijkheden worden mede bepaald door de bouwregelgeving en het nieuwe Bouwbesluit 2012. Er is naar toekomstbestendige oplossingen gezocht die bijdragen aan een flexibel gebruik van deze functies.

Handhaver, Vincent van Helvoort

Van het Ooglijdersgasthuis is een waardestelling gemaakt op grond van de bouwregelgeving, waarbij de verschillende bouwdelen zijn beschreven op hun bouwhistorische waarde. Om te voldoen aan de eisen van het bouwbesluit voor bestaande bouw, is het actuele kwaliteitsniveau van het OLG bepaald op brandveiligheid, geluidseisen, daglichttoetreding en warmteweerstand.

Installatie- en energieadviseur, Lars Wopereis en Michel Nijland

De keuze voor de installatie is bepaald aan de hand van de toekomstige functie en het gewenste kwaliteitsniveau van het OLG. Vanwege de bouwkundige aanpassingen van het pand, kan een duurzaam afgiftesysteem worden toegepast met lage temperatuursverwarming (LTV) en hoge temperatuurskoeling (HTK). De voor de LTV benodigde warmtebehoefte per m2 is laag genoeg voor de toepassing van een warmte-koudeopslag (WKO) zonder warmtepomp. Hiermee genereer je een laag en duurzaam energieverbruik.

Het project is in verschillende fasen onder te verdelen. De samenwerking is hierin verschillend geweest. De mate waarin overlegd werd varieerden sterk van week tot week. Er werd vooral overlegd om knopen door te hakken en eenstemmigheid te creëren in het project.

Fase 1, voorbereiden

In de eerste fase is er gekeken naar de uitkomsten van de minor 'Duurzame Monumentenzorg'. Door deze uitkomsten te analyseren kon er vroegtijdig een globaal idee worden gevormd voor het Ooglijdersgasthuis voor de verschillende onderzoeken. Om deze uitkomsten op waarde te kunnen schatten is het Ooglijdersgasthuis uitvoerig geanalyseerd en daarna in kaart gebracht. De documenten die aan ons (Joris en Nick) werden verschaft voldeden echter niet aan onze verwachtingen. Vooral de plattegronden waren erg summier. Er is er daarom gekozen om de hele bestaande toestand opnieuw in kaart te brengen hier zijn we de eerste weken mee bezig geweest. Vincent van Helvoort is in de eerste fase bezig geweest met het opstellen van de waardestelling. De waardestelling heeft gefungeerd als leidraad door het gehele project. De handhaver heeft daarom een erg belangrijke rol in deze fase. Lianne Colijn een stedenbouwkundige analyse gemaakt. Lars Wopereis en Michel Nijland zijn de eerste weken werkzaam geweest met de bestaande situatie van het Ooglijdersgasthuis in kaart te brengen het ging hierbij om de kwaliteiten van de bestaande installaties te waarderen. Er is in deze fase door alle projectgenoten een literatuuronderzoek gedaan. Hierdoor is er kennis op het gebied herbestemmen en monumenten op gedaan.

Fase 2

In deze fase is er meermalen overleg geweest over de functiebeplanning van het Ooglijdersgasthuis. Deze functiebeplanning is belangrijk geweest, en over het gehele proces bepalend, omdat de verduurzamingconcepten afhankelijk zijn van de functies van het gebouw. De functiebeplanning is voortgekomen uit analyses van het gebouw en de locatie. De gedachte om het gebouw een multifunctioneel te herbestemmen heeft het analyseren van de functies naar mogelijke opbrengsten overschaduwd. In overleg over de functiebeplanning ging kwam de exploitatiebaarheid ook ter sprake. Hierbij werd er gekeken welke functies rendabel zijn. De discussie richtte zich er vooral op of de voorgestelde kantoor functie, met de problematiek rond de leegstand van kantoren wel maatschappelijk verantwoord zou zijn. Door Vincent van Helvoort en Lianne zijn in deze fase vlekkenplannen geproduceerd. Uit deze vlekkenplannen is de daadwerkelijke functie met de daarbij horende indeling ontstaan. Door Michel Nijland en Lars Wopereis zijn de mogelijke installatieconcepten in kaart gebracht. Door Nick van Harmelen en Joris Lucas zijn concepten ontwikkeld voor het verduurzamen van de schil. Om deze concepten te ontwikkelen is er voorafgaand een onderzoek geweest naar de verduurzamingmogelijkheden en de bouwfysische kwaliteit van het Ooglijdersgasthuis. De gekozen functies; wonen, bedrijfsverzamelgebouw, sport en bijeenkomstfunctie zijn de uitkomst geweest van de analyse naar de mogelijkheden van het gebouw.

Fase 3

Er is in deze fase begonnen met het indelen van de plattegronden door Lianne Colijn. Vincent van Helvoort heeft daarbij de compartimentering verzorgd. Hierbij is er nauw samengewerkt door beide studenten. Nick van Harmelen en Joris Lucas is het verduurzamingconcept van de schil gekozen. Er is door hen in deze fase vooral gekeken naar de gevolgen van het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis. Ook is er gekeken naar de kosten van de verschillende systemen. De terugverdientijden zijn bepaald door dit uit te zetten tegen de transmissieverliezen. Uit deze studie is gebleken welke verduurzamingstechnieken het meest geschikt zijn. Door Lars Wopereis en Michel Nijland is het programma van eisen opgesteld. Ook zijn de concepten opgesteld voor de opwekking- en het afgifte systeem. Hieruit is een keuze gemaakt voor het definitieve installatiesysteem. Deze keuze is gemaakt na uitvoerig overleg tussen alle partijen. De

installatieconcepten zijn in samenhang met de concepten voor de schil ontworpen. Waardoor er een goed geïntegreerd verduurzamingconcept is ontstaan.

Fase 4

Het definitieve ontwerp is gereed, de technische middelen zijn gekozen. In deze fase is begonnen met de detaillering van de technische ingrepen. Door Lars Wopereis en Michel Nijland zijn de installaties gedimensioneerd en zijn de breedte van de schachten bekend. Dit is vervolgens in overleg met Lianne Colijn in daarvoor opgenomen leidingkoven getekend.

Fase 5

In deze fase is het ontwerp op haalbaarheid getoetst. Doordat de huurprijzen zijn vastgesteld zijn de jaarlijkse inkomsten te bepalen. De investeringen zijn bepaald door een kostenraming. De exploitatie is bepaald door kengetallen. In het exploitatiemodel is rekening gehouden met verschillende variabelen zoals: leegstand, inflatie, energieprijsstijging en groot onderhoud. Hieruit is gebleken dat de terugverdientijd 25 jaar bedraagt.

Samenwerking Nick van Harmelen en Joris Lucas

Zoals omschreven in het plan van aanpak hebben we samen bouwdeel 1 aangepakt. Bouwdeel 2 heeft Nick van Harmelen voor zijn rekening genomen en bouwdeel 3 heeft Joris Lucas aangepakt. Tijdens het gehele onderzoek hebben we veel aan elkaar gehad. Door met elkaar samen te werken aan een onderdeel zijn de uitkomsten beter doordacht dan wanneer je dit alleen zou doen. Dit hebben we al in een vroeg stadium gemerkt. Er is daarom aan alle stukken in samenwerking met elkaar gewerkt.

9 BRONVERMELDING

Er zijn voor dit onderzoek diverse bronnen gebruikt. In dit hoofdstuk vindt u een overzicht van de geraadpleegde bronnen.

BOEKEN

Verhoven, N. (2010). Wat is onderzoek. Den Haag: Boom lemma uitgevers

Berends, R. (2002). Pocket Monumenten. Den Haag: SDU Uitgevers

Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (2011). Duurzaam erfgoed. Houten: Uitgeverij Terra

Van Tussenbroek, G. (2000). Bouwhistorie in Nederland. Utrecht: Uitgeverij Matrijs

Bouwfysica (2010). Amersfoort: Thieme Meulenhoff

Haslinghuis, E.J., Janse, H. (2005). Bouwkundige termen: *Verklarend woordenboek van de westerse architectuur- en bouwhistorie*. Leiden: Primavera Pers

Koleman, C., Olde Meierink, B., Stenvert, R., (2009). Monumenten in Nederland: Utrecht. Zwolle: Waanders

Nederhoed, P.(2010). Helder rapporteren. Houten: Bohn Safleu van Loghum, Springer Media

Feijen, E., Trietsch, P. (2007). Snel afstuderen!. Bussum: Uitgeverij coutinho

Jellema Serie 1 t/m 12 (2011). Amersfoort: Thieme Meulenhoff

Berends, R. (2002). Pocket Monumenten. Den Haag: SDU Uitgevers

Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (2011). Duurzaam erfgoed. Houten: Uitgeverij Terra

Bouwfysica (2010). Amersfoort: Thieme Meulenhoff

Van Leusen, B., Dingerdis, N.C. (1999). Sterkteberekeningen 1: Basiskennis mechanica. Houten: Educatieve Partners Nederland BV.

Van Leusen, B., Dingerdis, N.C. (1999). Sterkteberekeningen 2: Hout, staal, steen. Houten: Educatieve Partners Nederland BV.

Ledderhof, J., Nijkamp, H.G., Cornelissen, S.M.A. (1997). Materiaalkunde. Leiden: SMD Educatieve Uitgevers

Nieman, H. (2005) Bouwbesluit vocht. TU Delft. NEN Uitgeverij

Looijen, L. (2008) Kwalitatieve beoordeling omhulling. Hogeschool Utrecht

Bosse, P.P. Rust, W.N.J. in het Veld .E.M (2000) Vastgoed rekenen met Spreadsheets: Delftse Universitaire Pers

Meijs, M, dictaat bouwconstructies bouwstructuur(2005) TU Delft

Publicaties

Handleiding Muts voor je huis (2010)
De zwakste schakel is bepalend voor de totale constructie (2009)
Passief bouwen renovatie, Villanova (2009)
Energiebesparende maatregelen, VEA
Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Opleiding Energieverantwoordelijke 15-05-2007, Lionel Wauters
en Cenergie

TIJDSCHRIFTEN

Bouwwereld
De Architect
Bouwen aan Monumenten

GERAADPLEEGDE DESKUNDIGEN

Birgit Dulski Onderzoekster bij Nyenrode Business Universiteit

Henk Jansen	Adviseur Monumenten en Cultuurhistorie bij Gemeente Utrecht
Joost Jongen	Docent Hogere Installatietechniek bij Hogeschool Utrecht
Richard Rodenburg	Adviseur Monumenten en Cultuurhistorie bij Gemeente Utrecht
Ronald Willemsen	Directeur, architect bij ASNOVA Architects
Jeroen Hilhorst	Architect bij OOG architectuur
Dries van de Broek	Bedrijfsleider Koninklijke Woudenberg
Robin Angelier	Commercieel manager
Tom Haartsen	Vennoot Climatic Design Consulting

Websites

www.ph-bouwadvies.nl/verbouwen-en-het-rechts-verkregen-niveau
www.cultureelerfgoed.nl/.../rce%20gids%20cultuurhistorie%2021.pdf.
www.cultureelerfgoed.nl/.../rce%20gids%20cultuurhistorie%2021.pdf.
www.monumenten.nl
www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief
www.duurzaamhuis.nl
www.herbestemming.nu
www.herbestemming.nl
www.oomadvies.nl
www.joostdevree.nl/shtmls/reversibel
www.zecc.nl
www.elsevier-bouwbesluit.nl
www.bouwbesluitonline.nl
www.cultureelerfgoed.nl
www.infopuntveiligheid.nl
www.groenebouwmaterialen.nl
www.sba-voorzetramen.nl
www.isoglas.nl
www.isolatie.net
www.sto.nl
www.alustra.nl
www.metaglas.nl
www.bouwbesluitonline.nl
www.ph-bouwadvies.nl
www.vankavelnaardroomhuis.nl/isolatie
www.joostdevree.nl/dampdiffusie
www.vbi.nl/renovatievloer
www.miofol.nl
www.houtdomein.nl/sitehoutdomein/vrds,m/vocht.htm
www.beeldhouwerscollectief.nl/houtinfo/fysische_eigenschappen.htm
www.joneslanglasalle.nl
www.dtz.nl
www.rijksoverheid.nl
www.duurzaamvastgoed.nl
www.triodosbank.nl
www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit.energiezuinigheid/lamda.asp
www.joostdevree.nl/shtmls/warmtecapaciteit.shtml
www.joostdevree.nl/shtmls/warmteaccumulatie.shtml
www.vzwregent.be/energiebesparend_verbouwen/isoaltie_en_luchtdichtheid
www.franktreuren.nl
www.clubgreen.nl/vraag/dampopen-isoleren.html
www.eco-logisch.nl
www.duurzaamthuis.nl
www.ecologischbouwen.nl
www.knmi.nl/jaargemiddelden
www.brandblussercentrale.com/about/brandklasse
www.rockwool.nl/bouwphysica/vocht/koudebruggen

www.houhetwarm.nl
www.lienvenseconsulting.nl
www.investopedia.com
www.exploitatiekosten.nl
www.gbrd.nl/woz-waardebepaling-taxatie.htm
www.bricks.nl/woonwenswijzer/documents/sub_nieuwe_woningindeling.html
www.beheerenonderhoudskosten.nl
www.infocash.nl
www.trovit.nl



BIJLAGEN

DUURZAME HERBESTEMMING OOGLIJDERSGASTHUIS

Afstudeerscriptie:

Joris Lucas 1555948

Nick van Harmelen 1532563

Begeleiders:

Henk van Wolfswinkel

Karel Fouraschen

Datum:

juni 2012

Bedrijf:

Hogeschool Utrecht

Peter Rutten



Duurzame herbestemming Ooglijdersgasthuis

Bijlagen afstudeerscriptie juni 2012

Auteurs:

Joris Lucas
Merelweg 32
4105 WZ Culemborg
Nederland

Bouwkunde, Bouwtechniek
Hogeschool Utrecht
St. Nummer: 1555948
TBWK-AFT8-03
joris.lucas@student.hu.nl
+31 683578611

Nick van Harmelen
Krekemeent 123
1218 EG Hilversum
Nederland

Bouwkunde, Bouwtechniek
Hogeschool Utrecht
St. Nummer: 1532563
TBWK-AFT8-03
nick.vanharmelen@student.hu.nl
+31 636302634

Schoolgegevens:

Hogeschool Utrecht
Instituut Gebouwde Omgeving
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht

1e begeleider:
Henk Wolfswinkel
henk.wolfswinkel@hu.nl

2e begeleider:
Karel Fouraschen
karel.fouraschen.hu.nl

Afstudeerbedrijf:

Hogeschool Utrecht
IGO | Kamer D06:11
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
bedrijfsbegeleider
Peter Rutten
peter.rutten@hu.nl

BIJLAGEN

1 INHOUD VAN DE BIJLAGEN

Dit document behoort tot de afstudeerscriptie van Nick van Harmelen en Joris Lucas over duurzame herbestemming van het Ooglijdersgasthuis. De bijlagen bestaan uit documenten waarin in het verslag naar verwezen wordt. en diverse berekeningen te vinden ten aanzien van vocht constructie en exploitatie.

1.1	FOTO'S BOUWDEEL ÉÉN	7
1.2	FOTO'S BOUWDEEL 2	8
1.3	FOTO'S BOUWDEEL 3	9
1.4	MATERIAALSTAAT BOUWDEEL 1,2 EN 3	10
1.5	BEREKENING TRANSMISSIEVERLIEZEN.....	12
1.6	BEREKENING VAN DE R-WAARDE	12
1.7	LAMBDA WAARDE.....	12
1.8	WARMTECAPACITEIT.....	12
1.9	NA-ISOLEREN GEVELS	13
1.9.1	Na- isoleren aan de buitenzijde	13
1.9.2	Na-isoleren van de spouw	14
1.10	KEUZE METHODE VERDUURZAMEN VAN DE GEVELS.....	15
1.11	VERDUURZAMEN VENSTERS.....	16
1.11.1	Achterzetbeglazing plaatsen	16
1.11.2	Voorzetramen plaatsen	16
1.11.3	Dun isolatieglas plaatsen	16
1.12	KEUZE METHODE VERDUURZAMEN VAN DE VENSTERS	17
1.13	NA-ISOLEREN DAK	18
1.13.1	Koud dak.....	18
1.14	WARM DAK.....	19
1.14.1	Omgekeerd dak	19
1.15	KEUZE METHODE VERDUURZAMEN VAN HET DAK	20
1.16	REFLECTEREND ISOLEREN	21
1.17	DAMDICHT ISOLEREN	21
1.18	DAMPOPEN ISOLEREN	21
1.19	NAGROEIBARE GRONDSTOFFEN	23
1.20	MINERALE GRONDSTOFFEN	23
1.21	PETROCHEMISCHE GRONDSTOFFEN	24
1.22	NATUURLIJKE ISOLATIEMATERIALEN	25
1.22.1	Vlasisolatie	25
1.22.2	Schapenwol	26
1.22.3	Katoen	27
1.22.4	Cellulose	28
1.22.5	Hennep	29
1.22.6	Kurk	30
1.22.7	Leem.....	31
1.22.8	Houtvezel.....	32
1.23	MINERALE ISOLATIEMATERIALEN	33
1.23.1	Glaswol.....	33
1.23.2	Steenwol.....	34

1.23.3	Cellulair glas	35
1.23.4	Perliet	36
1.24	PETROCHEMISCHE ISOLATIEMATERIALEN	37
1.24.1	PUR:.....	37
1.24.2	PIR	38
1.24.3	Onbuigzaam EPS	39
1.24.4	XPS.....	40
1.24.5	Resolschuim.....	41
1.25	WAARDERING ISOLATIEMATERIALEN	42
1.25.1	lambda waarde	42
1.25.2	Warmteopslagcapaciteit C.....	43
1.25.3	Dichtheid ρ	43
1.25.4	Dampdiffusieweerstand μ	45
1.25.5	Vochtabsorptie	46
1.25.6	Brandklasse	47
1.25.7	Milieuklasse.....	47
1.25.8	Kosten.....	48
1.26	DAMPSPANNING PER MATERIAAL.....	50
1.26.1	Vlasisolatie	50
1.26.2	Schapenwol	51
1.26.3	Cellulose	51
1.26.4	Hennep	52
1.26.5	Houtvezel.....	52
1.26.6	Houtvezel leemisolatie	53
1.26.7	Jaargemiddelden	67
1.26.8	Brandklasse	67
1.27	BEREKENING KOUDEBRUGGEN	68
1.28	MILIEUKLASSE	69
1.29	BEREKENSHEMA KEERWAND.....	70
1.30	BEPALING ELEMENTEN OOGLIJDERSGASTHUIS	70
1.31	BEREKENING DAK BOUWDEEL 3.....	77
1.32	INVESTERINGSBEREKENING OOGLIJDERSGASTHUIS.....	79
1.32.1	Berekeningsmethoden voor het beoordelen van investeringen in het Ooglijdersgasthuis	79
1.32.2	De elementen van dynamische investeringsberekeningen.....	80
1.32.3	De exploitatiekasstroom.....	89
1.32.4	Tijdfactor bij kasstromen.....	90
1.32.5	De vermogenskosten	90
1.32.6	BAR	92
1.33	BEPALING HUURPRIJZEN OOGLIJDERSGASTHUIS	93
1.33.1	Huurprijzen woningen	93
1.33.2	Huurprijzen bedrijfsverzamelgebouw.....	96
1.33.3	Huurprijzen sportschool en bijeenkomstruimte.....	97
1.34	EXPLOITATIERESULTAAT VAN HET OOGLIJDERSGASTHUIS.	97
1.35	WORKSHOP	100
1.36	SYMPOSIUM: BOUWEN AAN HERBESTEMMING	104
1.37	INTERVIEWS	104

1.1

1

Foto's bouwdeel één¹ Samengesteld door Vincent van Helvoort

1.2

Foto's bouwdeel 2

²² Samengesteld door Vincent van Helvoort

1.3

Foto's bouwdeel 3

³³ Samengesteld door Vincent van Helvoort

1.4

Materiaalstaat bouwdeel 1,2 en 3

Bouwdeel 1	Materiaal	Staat	Bouwjaar
Fundering			
Gemetselde fundering	Metselwerk	Niet te inspecteren	1894
Gevels			
1 ½ steens, 2 steens	Metselwerk, kruisverband	Goed	1894
Voegen	Knipvoeg	Uitstekend	1997
Plint	Natuursteen	Goed	1894
Banden	Witte baksteen	Goed	1894
Decoraties	Natuursteen	Goed	1894
Vensters			
Rondboogvorm vensters	Met speklagen en motiefjes		
Bogen	Bladmasker sluitsteen	Goed	1894
Schuifvensters	Hout	Goed	1894
Binnen draaiend	Hout	Goed	1894
Beglazing	Enkel glas, spiegelglas	Veel verschijningen	1894-1999
Dakkapellen	Hout	Goed	1894 en 1964
Beglazing	Enkel glas	Goed	1894 en 1964
Vloeren			
Verdiepingsvloeren			
Moerbalken	Hout	Niet te inspecteren	1894
Kinderbinten	Hout	Niet te inspecteren	1894
Vloerdelen	Geschaafd en geploegd	Niet te inspecteren	1894
Dekvloer	Zwaluwstaart vloer	Goed	1964
Beganegrond vloer			
Kwaaitaal vloer	Beton	Matig-slecht	1964
Keldervloer			
	In het werk gestort beton	Niet te inspecteren	1964
Dak			
Semi-mansardekap	Houten spanten en gordingen	Goed	1894
Dakafwerking			
Pannen	Keramisch	Redelijk	Niet bekend
Leien	Leisteen	Goed	1997
Goot	Zink	Goed	Niet bekend
HWA	Staal	Goed	1964

Tabel 1: Materiaalstaat bouwdeel 1

Bouwdeel 2		Materiaal	Staat	Bouwjaar
Fundering				
	Op staal gefundeerd	Beton	Niet te inspecteren	1939
Gevels				
	½ steens	Metselwerk, klezorenverband	Goed	1939
	Voegen	Platte voeg	Goed	1939
	Dorpelstenen	Natuursteen	Goed	1939
	Muurkap	Natuursteen	Redelijk	1939
	Binnenblad	Beton	Goed	1939
Vensters				
	Stalen vensters			
	Hoekstaal latei	Staal	Goed	1939
	Binnendraaiend	Stoeltjesprofiel staal	Goed	1939
	Voorzetramen, plaatselijk	Plastic	Slecht	1939
	Beglazing	Enkel glas	Goed	1939
Vloeren				
	Vloer	In het werk gestort beton	Goed	1939
	Dekvloer	Cementdekvloer	Goed	1939
	Beganegrond en kelder vloer	Beton	Goed	1939
Dak				
	Constructie	Beton	Goed	1894
	Isolatie	Niet bekend	Niet bekend	Niet bekend
	Dakafwerking	Bitumen	Matig	Niet bekend

Tabel 2: Materiaalstaat bouwdeel 2

Bouwdeel 3		Materiaal	Staat	Bouwjaar
Fundering				
	Vloer op zand	Beton	N.t.i	1964
Gevels				
	Buitenblad ½ steens	Geglazuurd metselwerk	Goed	1964
	Binnenblad	Kalkzandsteen	Goed	1964
	Kelderbak	Beton	Goed	1964
	Boeidelen	Aluminium	Slecht	1964
Vensters				
	Pui	Stalen kokerprofiel	Goed	1964
Constructie				
	Kolommen	HEA 160	Goed	1964
	Ligger	IPE 300	N.t.i	1964
	Vloeren	Beton	Goed	1964
Dak				
	Dakplaten	Houtvezelbeton	Niet bekend	1964
	Dakafwerking	Bitumen	Redelijk	Niet bekend
	Lichtstraat	Plastic	Slecht	1964

Tabel 3: Materiaalstaat bouwdeel 3

1.5 Berekening transmissieverliezen

De transmissieverliezen zijn aan de hand van de volgende formules te berekenen.⁴

$$\text{Vermogen } W = U \text{ (W/m}^2\text{K)} * A \text{ (m}^2\text{)} * \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\text{Energie} = \text{Vermogen} * \text{Stookseizoen}$$

De Delta Temperatuur is afgeleid aan de temperatuur binnen minus jaargemiddelden. Het stookseizoen bestaat uit 8 maanden van het jaar. Zie bijlage 1.26.7. Één GigaJoule kost €13.30⁵

1.6 Berekening van de R-waarde

De berekening van de R-waarde is afhankelijk van de materialen waaruit de te onderzoeken constructie bestaat. De materiaal soort wordt aangegeven door de λ -waarde (1.7) (de warmtegeleidingcoëfficiënt). Hoe hoger de warmtegeleidingcoëfficiënt hoe slechter de isolatie (de warmte wordt immers beter geleid). Om de warmteweerstand te bepalen wordt de materiaaldikte, in meter, gedeeld door de λ -waarde. Hoe hoger de materiaaldikte, hoe beter de isolatie, een dubbel zo dikke laag heeft proportioneel ook een dubbel zo goede warmteweerstand.

De formule is $R = d / \lambda$ waarbij:

$$R = \text{warmteweerstand in m}^2 \text{ K / W}$$

$$d = \text{dikte van het materiaal in m}$$

$$\lambda = \text{warmtegeleidingcoëfficiënt in W/mK}$$

1.7 lambda waarde

Met de lambda waarde wordt de warmtegeleidingcoëfficiënt van een materiaal aangegeven. Het symbool van de waarde is als volgt: λ . De lambda waarde geeft aan hoeveel warmte er stroomt met een dikte van één meter en een oppervlak van 1m^2 bij een temperatuur van 1 graden Kelvin. Hoe lager de lambda waarde des te beter de thermische isolatie van een materiaal. De eenheid van de lambda waarde is: W/m.K ⁶

1.8 Warmtecapaciteit

De warmtecapaciteit van een materiaal is uit te rekenen door dichtheid (ρ) [kg/m^3] te vermenigvuldigen met de soortelijke warmte (c) [J/(kgK)]:⁷

$$\rho \times c = C [\text{J/kgK}]$$

Om de warmteaccumulatie van een materiaal uit te rekenen is de dikte en het temperatuurverschil uiteraard van groot belang. Om de warmteaccumulatie uit te rekenen dient de warmtecapaciteit daarom vermenigvuldigd te worden met de dikte (in meters) en het temperatuurverschil:

⁴ Bron: Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Opleiding Energieverantwoordelijke 15-05-2007, Lionel Wauters en Cenergie

⁵ Bron: Energiebesparende maatregelen, VEA

⁶ www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit.energiezuinigheid/lamda.asp

⁷ <http://www.joostdevree.nl/shtmls/warmtecapaciteit.shtml>

$$C \times d \times \Delta T = Q \text{ [MJ/m}^2\text{]}$$

Om het warmteaccumulerend vermogen van de gehele constructie te bepalen worden de "Q's" bij elkaar opgeteld.

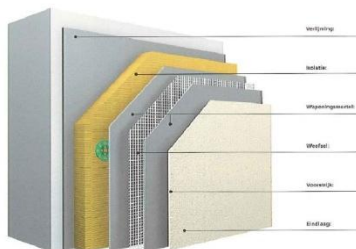
De opwarmtijd van de constructie is uit te rekenen door het thermisch vermogen te vermenigvuldigen met de dikte, de helft van de totale Rc-waarde plus de warmteweerstand van de koudste zijde:

$$C \times d \times (0.5 \times R_c + R_{\text{koudstezijde}}) = \tau \text{ [s]}$$

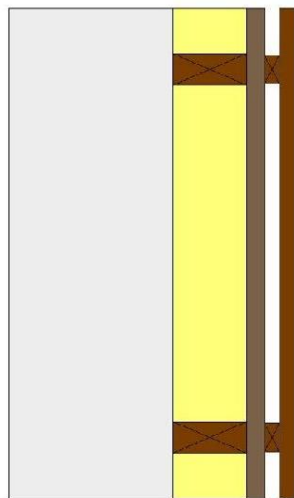
Staal heeft bijvoorbeeld een hoge warmtecapaciteit van 4130 J/kgK. Maar geeft in verhouding de energie snel weer af. Dit komt doordat staal een lambda-waarde (warmtegeleidingcoëfficiënt) heeft van 58 W/m.K. Dit materiaal is dus niet geschikt als accumulerend materiaal. Het is daarom van belang dat een materiaal een hoge warmtecapaciteit heeft en een lage lambda-waarde.^{8 9}

1.9 Na-isoleren gevels

1.9.1 Na- isoleren aan de buitenzijde



Voor isolatie aan de buitenzijde van een gevel bestaan er verschillende technieken. De keuze is meestal afhankelijk van de gewenste gevelafwerking. Een eerste manier bestaat erin om een doorlopende laag van drukvaste isolatieplaten (EPS, houtvezelplaten,...) op de gevel te verlijmen, waarop vervolgens een minerale bepleistering wordt aangebracht. Ook wel natte-gevel-isolatie genoemd.



Een tweede manier om een gevel aan de buitenzijde te isoleren is door het plaatsen van een voorzetwand. De voorzetwand bestaat uit stijlen waartussen een soepel isolatiemateriaal wordt geplaatst, zoals dat in een houtskeletwand gebeurt. Mogelijkheden zijn het plaatsen van soepele isolatiematten (houtwol, vlaswol, rotswol, glaswol,...) of het inblazen van isolatievlokken (cellulose,...)

Aan de buitenzijde van de houten stijlen worden dampopen isolerende onderdakplaten geplaatst. Deze zullen de isolatie en het hout beschermen tegen regen en ander vocht van buitenaf. Een bijkomende belangrijke functie van de onderdakplaten is de winddichtheid. Een winddicht onderdak voorkomt dat wind in het isolatiepakket kan waaien, en zo de isolerende functie tenietdoet.

10

⁸ Bron: Bouwfysica (2010). Amersfoort: Thieme Meulenhoff, 1.6. Warmte-isolatie en warmteaccumulatie van dak en gevelconstructie

⁹ Bron: www.joostedevree.nl/shtmls/warmteaccumulatie.shtm

¹⁰ Bron: www.vzwregent.be/energiebesparend_verbouwen/isolatie_en_luchtdichtheid/

1.9.2



Figuur 1: Na-isoleren van een spouwmuur.

Bron: www.joostdevree.nl

Na-isoleren van de spouw

Indien een gevel een spouwmuur heeft, kan deze onder bepaalde voorwaarden worden opgevuld met isolatie. Via openingen in de voegen van het gevelmetselwerk worden isolatievlokken (minerale wol) ingeblazen of wordt isolatieschuim (PU) ingespoten. De openingen in de voegen worden na het plaatsen van de isolatie weer gedicht. Toch valt niet elke spouwmuur na te isoleren. Dit kan het geval zijn als er slechts op een beperkt aantal plaatsen een spouw is of als die te dun is (bv. slechts 2 of 3 cm). Na-isolatie is ook af te raden bij een vorstgevoelige buitengevel of als, wegens de aard van de buitengevel, de spouw absoluut geventileerd moet blijven zoals bij geverniste bakstenen of bij een gevel die geverfd is met verf die het vocht niet van binnen naar buiten laat gaan. Ook een muur die bijzonder hard te lijden heeft van de regen blijkt niet geschikt.

Een spouwmuur heeft als grote voordeel dat regendoorslag beperkt wordt. Het vocht dat door het buitenblad door de steen zal door de spouw afgevoerd worden. Middels openstootvoegen zal het water worden afgevoerd. Het vocht dat in het buitenblad zal op een later moment naar buiten verdampen. Door het ventileren van de spouw wordt het drogen van de stenen versneld en wordt inwendige condensatie in de winter worden voorkomen.

Koudebruggen:

Koudebruggen kunnen een risico vormen bij het naisoleren van de spouw. Doordat een koude brug een 'brug is voor kou' zal de temperatuur in gebouwdeel lager zijn dan in het isolatiemateriaal. Door deze temperatuurverschillen is het mogelijk dat er scheuren ontstaan in het binnenblad. Dit probleem is echter miniem omdat er sprake is van een betonnen binnenblad. Ook is het mogelijk dat er inwendige condensatie optreedt in de spouw. Dit kan vervolgens niet weg ventileren omdat er geen sprake meer is van ventilatie in de spouw. Hierdoor is de kans op schimmelgroei aanwezig.

Vorstschade:

Doordat de spouw niet meer geventileerd wordt zal het ook langer duren voordat het metselwerk zal drogen. Indien dit in de winter gebeurt, ontstaat de kans dat het water bevriest. Dit heeft als gevolg dat het, ontstane, ijs zal gaan uitzetten. Door deze druk kunnen de stenen en voegen stuk vriezen. Het is echter wel mogelijk om de stenen te hydrofoberen. Hierdoor zal er minder vocht door de stenen trekken. Waardoor de kans op vorstschade op dit punt wordt verkleint. Het nadeel van hydrofoberen is echter dat wanneer er vocht in de steen komt dit aan twee kanten klem zit. Hierdoor zal het nog langer duren voordat het metselwerk droogt.

Regendoorslag

Indien de spouw gevuld wordt met isolatiemateriaal, wordt de kans op regendoorslag vergroot. Dit heeft te maken met verschillende factoren. Mortelbruggen, slecht geplaatste spouwankers en slecht geplaatst voetlood.

Er zijn verschillende materialen om de spouw te vullen. Zo is er een keuze te maken uit korrels of vlokken. Het nadeel van vlokken is dat ze kunnen inzakken. Wanneer de korrels nat worden, worden ze zwaarder waardoor het pakket zal gaan inzakken. Wanneer dit pakket inzakt, wordt de thermische kwaliteit van de boven gelegen verdiepingen vermindert. En doordat de korrels nat worden is de kans op schimmels vergroot. Doordat het de spouw vochtig wordt ontstaat de kans dat de spouwankers roesten dit kan het gevolg hebben dat de gevel gaat verzakken met alle gevolgen van dien.

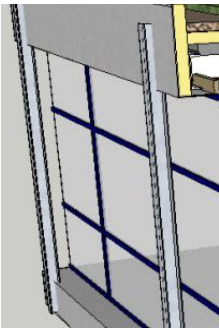
Het voordeel van de korrels is dat ze aan elkaar gelijmd worden. Er zit een soort van lijm aan de korrels dat er voor zorgt dat de korrels, nadat ze in de spouw zijn gespoten aan elkaar

zullen kleven. Hierdoor ontstaat een stevig pakket dat niet zal gaan verzakken. Het nadeel hier van is dat de ventilatie volledig zal verdwijnen waardoor de kans op schade erg groot wordt.

1.10

Keuze methode verduurzamen van de gevels

Zoals vermeld in hoofdstuk **Error! Reference source not found.** zijn er verschillende manieren om de gevels van de verschillende bouwdelen te verduurzamen: buitenisolatie, spouwmuurisolatie en binnenisolatie



Figuur 2: Buitenisoaltie bouwdeel 3

Buitenisolatie:

Bij het toepassen van buitenisolatie wordt de isolatie aan de buitenkant van de gevel geplaatst. Hierdoor verandert het gevelbeeld. Dit is bij gebouwen met een cultuurhistorische waarde, zoals het Ooglijdersgasthuis, niet gewenst. Het gaat er juist om het gevelbeeld te bewaren. Voor bouwdeel 3 is er nog wel een mogelijkheid voor het toepassen van dit systeem. Hierdoor zal echter de isolatie door de kolommen snijden (zie Figuur 2: Buitenisoaltie bouwdeel 3). Dit zal een negatief beeld tot gevolg hebben voor het bouwdeel. Door deze toepassing zal de waardering van de gevel van bouwdeel 2 minder worden. Om deze reden zal dit systeem niet toegepast worden.

Spouwmuurisolatie

Doordat niet te overzien is wat de gevolgen zijn wanneer er wordt gekozen voor spouwmuurisolatie zal er niet worden gekozen voor spouwisolatie. De risico's zijn weliswaar in te schatten door een spouwinspectie uit te voeren. Hierbij wordt gekeken wat de kwaliteit van de spouw is. Er wordt gekeken of er geen bouwafval in de spouw aanwezig is, of er geen speciebruggen aanwezig zijn en wat de kwaliteit is van de spouwankers. Toch zijn de risico's nooit voor honderd procent weg te nemen. Deze risico's kunnen bijvoorbeeld bij bestaande woningbouw, zonder cultuurhistorische waarde, genomen worden. Bij het Ooglijdersgasthuis is er echter sprake van een monument met een grote cultuurhistorische waarde. Het is niet toelaatbaar om deze risico's te negeren. Zodat het monument onherstelbaar wordt beschadigd. Een ander nadeel is dat het systeem niet reversibel is. Het is mogelijk dat men over een aantal jaar een betere optie heeft omtrent het verduurzamen van de gevel. En dan is het systeem niet meer te verwijderen.

Binnenisolatie

Door het plaatsen van een voorzetwand zal het gevelbeeld niet veranderen en kan de spouw geventileerd blijven. Het nadeel van binnenisolatie is echter dat het dauwpunt verschuift. Hierdoor zal er condens kunnen optreden in de constructie. Dit kan ernstige gevolgen hebben voor het monument. Deze gevaren zijn echter goed in kaart te brengen en kunnen ingeschat worden door middel van berekeningen. Er zal daarom worden gekozen voor binnenisolatie. De dikte en het soort materiaal zal verder onderzocht worden.



Figuur 3: Binnenisolatie bouwdeel 1

1.11 Verduurzamen vensters

1.11.1 Achterzetbeglazing plaatsen

Ook achterzetbeglazing aanbrengen, aan de binnenzijde dus, beperkt zowel warmteverlies als geluidshinder en vergroot de veiligheid. Een groot voordeel is dat het venster gehandhaafd kan blijven en dat de achterzetbeglazing gemakkelijk weer verwijderd kan worden. Om het historische beeld van het venster zo min mogelijk te verstoren, is het belangrijk dat de structuur en detaillering van de achterzetbeglazing afgestemd worden op het historische raam. Ook is het van groot belang dat er tussen het venster en de achterzetbeglazing goede ventilatie mogelijk is met buitenlucht. Zo blijft de condens hier beperkt. Realiseer de ventilatie zo dat de monumentale waarde van het gebouw visueel en fysiek niet aangetast wordt. dit kan onder andere door in de onderdorpel van het raam een of twee gaatjes te boren, van ongeveer acht millimeter doorsnee, schuin naar buiten en onderen. Om intrekkend vocht en ongedierte in het houtwerk te voorkomen moeten de gaatjes worden voorzien van verf en een stukje gaas.

1.11.2 Voorzetramen plaatsen

Voorzetbeglazing, aan de buitenzijde dus, is bij monumentale panden niet te verkiezen, omdat daarmee de beeldwaarde van de historische architectuur te sterk aangetast wordt. Achterzetbeglazing geniet daarom sterk de voorkeur. In enkele gevallen is achterzetbeglazing niet mogelijk vanwege een bijzonder interieur met bijvoorbeeld houten betimmeringen of andere wanddecoratie. Of doordat binnenluiken niet genoeg ruimte bieden om het achterzetraam te bevestigen.

1.11.3 Dun isolatieglas plaatsen

De afgelopen jaren zijn er glassoorten ontwikkeld die in veel historische sponningen geplaatst kunnen worden en in meer of mindere mate voldoen aan de huidige eisen op het gebied van isolatie en veiligheid en tegelijkertijd de eigenschappen van historisch glas zo veel mogelijk benaderen. Monumentenglas en restauratieglas zijn daar voorbeelden van. Met beide termen wordt kunstmatig vervormd glas bedoeld, dat daarmee lijkt op historisch mondgeblazen of getrokken glas. Ook dun dubbelglas wordt wel restauratieglas genoemd. gelamineerd glas is ook een geschikte soort dun isolatieglas. Voorwaarde is dat het te vervangen glas niet van monumentale waarde is en dat het nieuwe glas in de sponningen past. Eventueel kunnen de sponningen aangepast worden, maar dan wel op een dergelijk manier dat de profilering van het raam gehandhaafd blijft.

1.12

Keuze methode verduurzamen van de vensters

Zoals vermeld in hoofdstuk **Error! Reference source not found.** zijn er verschillende methoden om bestaande vensters te verduurzamen: Voorzetramen, enkel (dun) isolatieglas, vacuümglas, HR++ glas, vervangen bestaande kozijn en achterzetramen.

Voorzetramen

Het plaatsen van voorzetramen zal voor bouwdeel één en twee geen optie zijn i.v.m. de aantasting van de cultuurhistorische waarde van het gebouw. Voor bouwdeel 3 wordt deze optie ook niet reëel geacht omdat de bestaande gevel ongewijzigd dient te blijven. Voorzetramen zullen daarom voor alle drie de bouwdelen niet worden toegepast.

Enkel (dun) isolatieglas of vacuümglas

Enkel (dun) isolatieglas of vacuümglas kan een interessante oplossing zijn voor alle drie de bouwdelen. Het zal de thermische kwaliteit van het venster aanzienlijk verbeteren en de cultuurhistorische waarde zal niet in het geding komen. Er zijn echter ook een aantal nadelen aan dit systeem verbonden. Vooral het kostenplaatje is schrikbarend. Er zal voor bouwdeel één 603m², voor bouwdeel 348m² en voor bouwdeel 3 212m² aan nieuw glas geplaatst moeten worden. Bovendien hebben bouwdeel 2 en drie stalen kozijnen. Deze kozijnen zullen fungeren als koudebrug waardoor er condens op het kozijn zal ontstaan. Een ander nadeel is dat het glas veel geluid overdraagt als het regent. Met oog op de nieuwe functie van woningen en kantoren zal de geluidsoverlast als zeer hinderlijk worden ervaren. Om deze reden zal het vervangen van het glas niet realiseerbaar zijn.

HR++ glas

HR++ glas plaatsen is een optie die alleen voor bouwdeel één realiseerbaar zou kunnen zijn. Het glas zal namelijk alleen in de sponning van het houten kozijn passen. Door het toepassen van HR++ glas zal het thermisch comfort redelijk eenvoudig en relatief voordelig te verbeteren zijn. Het nadeel van deze optie is echter dat de cultuurhistorische waarde in gevaar komt. Door het toepassen van nieuw glas zal de reflectie van het glas veranderen en daardoor ook de uitstraling van het pand. Om deze reden zal het plaatsen van HR++ glas niet verstandig zijn.



Figuur 4: HR++ glas bouwdeel 1

Vervangen van het bestaande kozijn

Het vervangen van het bestaande kozijn is optie die voor bouwdelen twee en drie aantrekkelijk kunnen zijn. Dit systeem zal voor bouwdeel één nergens voor nodig zijn omdat het bestaande houten kozijn al een goede thermische kwaliteit heeft en de kwaliteit van de kozijnen tevens uitstekend is. Voor bouwdeel 2 zal het vervangen van de kozijnen inbreuk doen op de cultuurhistorische waarde. Het gevelbeeld zal onomkeerbaar veranderen door deze ingreep. Er is echter de mogelijkheid om een renovatiekozijn toe te passen. Dit type kozijn zal ongeveer hetzelfde profiel hebben als het bestaande profiel. Deze optie zal echter het monument onomkeerbaar veranderen en zal daarom niet voor bouwdeel 2 worden toegepast. Bij bouwdeel is er sprake van een grote glazen pui. Door het plaatsen van een 'achterzetpui' zal het gevelbeeld veranderen en zal het schoonmaken van de spouw tussen de twee elementen een lastige opgave worden.

Achterzetramen

Het plaatsen van Achterzetramen is een optie voor alle bouwdelen. Door gebruik te maken van dit systeem zal de cultuurhistorische waarde van het gebouw zo min mogelijk in gevaar komen. Het systeem is bovendien reversibel en heeft een zeer gunstig effect op de thermische kwaliteit van het gebouw. Het nadeel van dit systeem is dat er een wijziging aan het interieur wordt gedaan. Dit dient echter voor lief te worden genomen. Door het plaatsen van de achterzetramen zal het pand weer aan de huidige eisen voldoen.



Figuur 5: Achterzetkozijn bouwdeel 2

1.13

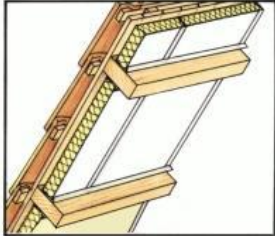
Na-isoleren dak

- Isoleren aan de onderzijde (de interieurkant) dit wordt een koud dak genoemd
- Isoleren aan de bovenzijde (de exterieurkant) dit wordt een warm dak genoemd
- Een variant van een warm dak is het omgekeerde dak, hierbij ligt de dakbedekking tussen de isolatie en de constructie

1.13.1

Koud dak

Een koud dak is een dakconstructie waarbij de isolatie aan de onderzijde van de dragende constructie is aangebracht. De waterkerende laag (dakbedekking) bevindt zich direct bovenop de dragende constructie. De dragende constructie bevindt zich dus aan de koude zijde van de isolatie.

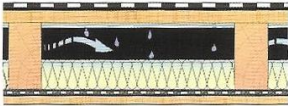


Een "koud" of "warm dak" heeft te maken met de locatie van de isolatie ten opzichte van het dakbeschoot, een "omgekeerd dak" heeft te maken met de locatie van de isolatie ten opzichte van de dakbedekking (bv. dakpannen).

Een dergelijke constructieopbouw is weliswaar geventileerd, maar wordt bouwtechnisch afgeraden in verband met de condensatieproblemen.

Attentiepunten zijn:

- de dampremmende laag aan de binnenzijde van een koud dak wordt vaak onderbroken (elektrische leidingen e.d.) en kan snel beschadigen
- ook de noodzaak tot ventilatie is risicovol: bij onhandige verbouwingen kan de isolatielaag te hoog worden doorgezet waardoor bijna geen ventilatie meer mogelijk is en condensatie zal optreden
- een koud dak vergt meer arbeid bij herstelwerkzaamheden e.d. dient erop gelet te worden dat er geen (regen)water in het niet afgedekte koude dak kan treden.



1.14

Warm dak

Een warm dak is een dakconstructie waarbij de isolatie aan de bovenzijde van de dragende constructie is aangebracht (boven beton, of balklagen en dakbeschot). De waterkerende laag (de dakbedekking) bevindt zich boven de isolatie.

Een "warm" of "koud" dak heeft te maken met de locatie van de isolatie ten opzichte van het dakbeschot, een "omgekeerd dak" heeft te maken met de locatie van de isolatie ten opzichte van de dakbedekking (bv. dakpannen).

Het warme dak is de meest voorkomende methode van dakisolatie (vooral bij platte daken) en bouwfysisch ook het meest veilig. Er zijn weinig dakdoorvoeren en dus ook weinig doorbrekingen van de isolatielaag.

Attentiepunten zijn:

- een luchtdichte aansluiting boven de isolatielaag
- vermeden moet worden (tijdens de bouw) dat zich onder de dampremmer vocht ophoopt (regen).

(Joostdevree)

1.14.1

Omgekeerd dak

Ook: omkeerdak. Een omgekeerd dak is een dakconstructie waarbij de isolatielaag op de waterkerende laag is aangebracht. Het is een *bijzondere vorm van een warm dak*. Deze constructie dient altijd geballast te worden. Omgekeerde daken komt men tegen bij o.a. dakterrassen en parkeerdaken. Geschikte isolatie voor het omgekeerd daksysteem is harde XPS (geëxtrudeerd polystyreen, hardschuim), omdat vocht van buiten bij de thermische isolatie zal komen.

Bouwfysisch is een omgekeerd dak een betrekkelijk veilig dak. Het dampscherm en de dakbedekking (de waterdichte laag) vallen bij een omgekeerd dak samen en wordt inwendige condensatie *in beginsel* vermeden.

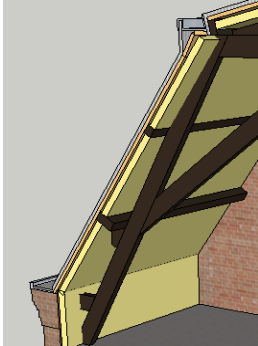
Attentiepunten:

- inwendige condensatie kan toch optreden indien de isolatielaag nat wordt en langdurig nat blijft (bij een warm dak is die kans geringer omdat de dakbedekking eigenlijk waterdicht is (in ieder geval hoort te zijn); bij een slecht afschot kan water in de isolatielaag treden en er kan condensatie optreden omdat de onderzijde van de isolatielaag even warm is als binnenshuis; vochtig isolatiemateriaal isoleert overigens slechter dan droog isolatiemateriaal (er vormt zich een geringe variant van een koudebrug)
- bij toepassen van een zandcementlaag in de dakopbouw kan bij lekkage moeilijk de exacte locatie van het lekkende punt herleidt worden.

1.15

Keuze methode verduurzamen van het dak

Zoals vermeld in hoofdstuk **Error! Reference source not found.** zijn er verschillende methoden de daken van de verschillende bouwdelen te verduurzamen: koud dak, omgekeerd dak, warm dak.



Figuur 6: Koud dak oplossing
bouwdeel 1

Koud dak:

Een koud dak heeft thermisch gezien niet de voorkeur. De isolatie wordt aan de warme zijde van het dak bevestigd tussen de spanten. Hierdoor kan er condens ontstaan tussen de spanten met als gevolg dat de constructie aangetast wordt door schimmels. Toch is er niet altijd te ontkomen aan deze methode. Doordat het dak van bouwdeel één in 1997 gerestaureerd is het toepassen van een warm dak geen mogelijkheid. Ook zullen de goten etc. aangepast moeten worden, deze maatregelen zullen onomkeerbare gevolgen voor het monument hebben. Er wordt daarom gekozen voor een koud dak voor het naisoleren van bouwdeel één. Er dient echter wel zorgvuldig over deze toepassing nagedacht te worden. Zodat het risico zo veel mogelijk beperkt blijft. Het voordeel van dit systeem is dat het reversibel.

Omgekeerd dak :

Er zal geen gebruik gemaakt worden van een omgekeerd dak. Dit dak heeft als nadeel dat het isolatiemateriaal beschadigd en vervuilt raakt waardoor de isolerende werking van het geheel afneemt.

Warm dak

Een warm dak geniet bouwfysisch gezien de voorkeur. Doordat het isolatiemateriaal aan de buitenzijde van het dak wordt geplaatst zal er geen condens in het dak ontstaan. Voor bouwdeel 2 en drie kan deze methode worden toegepast.



Figuur 7: Warm dak oplossing
bouwdeel 2

1.16

Reflecterend isoleren

Door reflecterend te isoleren wordt voorkomen dat er een groot deel van de stralingswarmte door de constructie naar buiten verdwijnt. Het idee hiervan is dat de stralingswarmte simpelweg wordt terug gekaatst. Dit is te vergelijken met een aluminium reddingsdeken of dubbelglas, hierbij wordt de stralingswarmte ook terug gekaatst. Bij deze wijze van isoleren zijn er geen dikke isolatiepakketten benodigd. Het systeem kaatst in de winter de kou van buiten en de warmte van binnen terug. In de zomer wordt de zonnestraling terug naar buiten gekaatst en de mogelijke koele lucht terug naar binnen. Hierdoor wordt oververhitting voorkomen. Het isolatie materiaal is zeer duurzaam het zal niet doorzakken en blijft vochtbestendig. Door de geringe dikte van 30mm van het systeem zullen knaagdieren er geen nest bouwen. Dankzij de beperkte dikte van het materiaal is het goed te gebruiken voor renovatie. Het materiaal wordt op rollen aangeleverd. Het is eenvoudig te verwerken en is eenvoudig kierdicht te maken.¹¹

Voordelen:

Het materiaal voorkomt energieverlies door straling, convectie, geleiding. De warmteoverdracht zonder direct contact, straling, wordt voorkomen door de reflecterende werking van het materiaal. Dit is zowel 's zomers als 's winters erg gunstig. Verplaatsing van lucht, convectie, zal worden tegen gegaan door de folies. Warmteverlies door geleiding van het materiaal wordt voorkomen door de verschillende luchtlagen tussen de folies.

Nadelen:

Het grootste nadeel bij het gebruik van deze constructie zijn de gebruikers van het gebouw. Het reflecterende materiaal zal snel vervuilen door luchtstromingen waardoor het effect van het materiaal zal snel afnemen. Wanneer men een schilderijtje aan de wand wil ophangen zal de schroef het materiaal vernielen wat het effect van het materiaal nog eens verminderd.

1.17

Damdicht isoleren

Wanneer men een materiaal toepast met een zeer hoge dampdiffusieweerstand zal de waterdamp moeilijker, of niet, door het materiaal heen kunnen diffuseren. Dit zijn vaak onnatuurlijke materialen zoals PIR of EPS. De Dampconcentratie in de constructie zal lager zijn omdat er simpelweg minder waterdamp door de constructie heen zal gaan. Deze bouwmethode wordt ook wel dampdicht isoleren genoemd. Het dampscherm wordt bij voorkeur tegen de warme zijde van het isolatiemateriaal geplaatst. In theorie zal het dampscherm dampdiffusie door de constructie voorkomen. De praktijk leert ons echter dat volledig dampdicht isoleren niet te realiseren is. Door kieren en naden zal er altijd een mate van dampdiffusie plaats vinden. Het vocht dat dan door de kieren en naden van het dampscherm kan zich echter geen weg vervolgen en zit "gevangen in de constructie". Met als gevolg dat er condens in de constructie optreedt. Hierdoor wordt de constructie aangetast en zullen er schimmels ontstaan.

1.18

Dampopen isoleren

Om te voorkomen dat de dampdiffusie "gevangen" zit in de constructie is er een mogelijk alternatieve bouwmethode: dampopen isoleren. Bij een dampopen constructie worden

¹¹ Bron: <http://www.franktreuren.nl/pdf/66640010.pdf>

materialen gebruikt met een lage dampdiffusieweerstand en een hoge vochtabsorptie hierbij wordt een dampdichte folie achterwege gelaten. Dit zijn vaak natuurlijke materialen zoals schapen- of vlaswol. Door een dampopen constructie toe te passen zal een ademend en vochtregulerend binnenklimaat ontstaan. Om deze reden wordt deze manier van bouwen ook wel ademend bouwen genoemd. Het dampopen isolatiemateriaal met een hoge vochtabsorptie, is in staat om vocht op te nemen wanneer de vochtconcentratie in het gebouw hoog is en weer af te geven wanneer de dampconcentratie daalt. Het is echter wel van belang dat de constructie geheel dampopen is. Het vocht zal zich namelijk een weg banen door de constructie, het isolatiemateriaal dient alleen in staat te zijn om het vocht te bufferen. Voor een dampopen constructie is het belangrijk dat in de gehele constructie geen dampdichte materialen zijn gebruikt. Zo is het bijvoorbeeld niet mogelijk om een dampopen constructie te realiseren wanneer er dampdicht materiaal zoals bitumen is toegepast. Wanneer er aan de buitenzijde een dampdicht materiaal is toegepast, zoals bitumen of beton dient er aan de binnenzijde altijd een dampdichte folie te worden geplaatst. Om deze reden is dampopen bouwen niet altijd mogelijk. Een ander nadeel van dit systeem is het gebruik van dit systeem. Wanneer de gebruiker van het pand niet goed wordt ingelicht ontstaat de kans dat het systeem om zeep wordt geholpen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer de gebruiker zijn muren gaat latexen. Hierdoor worden de poriën van het systeem dicht gesmeerd. Hierdoor ontstaat als het ware een dampremmer.^{12 13}

¹² <http://www.clubgreen.nl/vraag/Dampopen-isoleren.html>

¹³ <http://www.eco-logisch.nl/content.asp?ContentID=139>

1.19 Nagroeibare grondstoffen

Nagroeibare grondstoffen zijn natuurlijke materialen en kunnen worden geproduceerd in een gesloten kringloop. Deze materialen zijn biologisch afbreekbaar, niet schadelijk voor de gezondheid, eenvoudig te verwerken en geven geen irritaties aan het menselijk lichaam. Er wordt echter wel vaak een klein percentage chemische middelen aan het materiaal toegevoegd. Deze chemische middelen werken als brandvertrager en wering tegen schimmels en ongedierte. Een positief punt van natuurlijke materialen is dat bij vochtopname de isolatiewaarde behouden blijft. Het grootste struikelblok voor het toepassen van natuurlijke materialen is de aanschafprijs. De kosten zijn hoger doordat de productiekosten hoger zijn dan bij traditionele materialen (PUR, glas- of steenwol). Dit komt doordat men bij het toepassen van natuurlijke materialen is gebonden aan de natuurlijke cycli van het leven op aarde. Men is gebonden aan de groei- en oogstperioden. Bij het gebruik van bijvoorbeeld glaswol speelt dit probleem niet doordat de grondstoffen van dit materiaal altijd voor handen is. De aanschafprijs is ook afhankelijk van vraag en aanbod. De vraag naar natuurlijke materialen blijft beperkt en er zal daarom nog geen massaproductie op gang komen. Het zal nog jaren duren voordat men de natuurlijke materialen gaat waarderen. Wanneer dit omslag punt zal plaats vinden zal de productie toenemen en daardoor de prijs afnemen.

Het zomercomfort ligt bij natuurlijke bij natuurlijke isolatiematerialen aanzienlijk hoger dan bij anorganische materialen. Natuurlijke materialen zullen de warmte namelijk opslaan en gelijkmatig weer afgeven. Hierdoor zal de behoefte voor een airconditioning afnemen. Anorganische materialen scoren op dit gebied bijna even hoog maar het grote voordeel bij natuurlijke isolatiematerialen is de dampopenheid van het materiaal. Het zal de waterdamp, bij een dampopen constructie, naar buiten transporteren hierdoor neemt de vochtconcentratie in het gebouw af waardoor het comfort wordt vergroot.

De bouwsector heeft echter nog te weinig interesse/kennis van natuurlijke isolatiematerialen. Als men Nederland vergelijkt met bijvoorbeeld Frankrijk of België heeft Nederland een behoorlijke achterstand op gelopen. En dit terwijl Nederland steeds meer het belang van het zuinig om gaan met de aarde in begint te zien. Een van de grootste oorzaken dat Nederland op dit gebied achterloopt is de wijze waarop de bouw in Nederland georganiseerd is. In Nederland zijn er veel projectmatige aannemers, architecten, producenten etc. die het voor het zeggen hebben. Er vindt veel seriematige bouw plaats, er is hierbij weinig plaats voor vernieuwing en er moet bovendien op de kleintjes gelet worden. Er wordt daarom gekozen voor materialen die bekend zijn. In bijvoorbeeld Frankrijk is dit anders geregeld. Daar is de diversiteit aan gebouwen veel groter. Men is daar minder vast aan een bepaald stramien gebonden en kan daarom doen "waar men zelf zin in heeft". Als de opdrachtgever meer keuzevrijheid heeft kiest hij toch vaak voor duurzame bouwmaterialen.¹⁴

Voorbeelden van natuurlijke producten zijn:

Hennep, vlas, cellulose, kurk, houtvezel en schapenwol

1.20 Minerale grondstoffen

Isolatie van minerale grondstoffen zijn vervaardigd uit bijvoorbeeld glas, rots en basalt. Isolatiematerialen van minerale grondstoffen zijn de meest gebruikte materialen. Ze kunnen uit nieuwe grondstoffen of gerecyclede materialen worden geproduceerd. Uit ecologisch

¹⁴Bron: Duurzaamthuis.nl

standpunt zijn deze materialen vaak ook acceptabel maar stoten tijdens de productie meer schadelijke stoffen af dan natuurlijke materialen. Er wordt soms beweert dat het gebruik van minerale wollen kankerverwekkend is maar dit is nooit aangetoond. De verwerking van minerale wollen is minder prettig dan de natuurlijke materialen dit komt doordat het materiaal irritaties huid en luchtwegen kan geven.

Voorbeelden van minerale producten zijn:

Glaswol, steenwol, cellenglas, perliet en vermiculiet

1.21

Petrochemische grondstoffen

De naam zegt het al een beetje, deze materialen zijn vervaardigd uit aardolieproducten. Het grootste voordeel van dit product is de hoge isolatiewaarde, het nadeel is echter de hoge CO₂-uistoot bij de productie van het materiaal en dat het onrecyclebaar is. De isolatiematerialen zijn vaak alleen maar leverbaar in harde platen. Hierdoor is verwerking soms lastig om dat elke naad zeer goed afgeplakt dient te worden.

Voorbeelden van petrochemische producten zijn:

EXP, EPS, PUR, PIR en resolschuim

1.22

Natuurlijke isolatiematerialen^{15 16 17}

1.22.1

Vlasisolatie

λ : 0.038 - 0.040 W/mk

C: 1550 – 1600 J/kgK

Dichtheid: 20-30 kg/m³

Diffusieweerstand: 1-2

Brandklasse: B-C, S2, D0

Kosten: €14.04 (dikte: 120 mm, Rc 3.16 m²K/W)

Milieuklasse: 1b

Leveranciers: Isovlas, Isolina



Vlaswol wordt gemaakt van korte vlasvezels die gebonden worden en daarna door toevoeging van ammoniumfosfaat en/of boriumzouten brandvertragend en schimmelbestendig wordt gemaakt. Vaak wordt er ook nog een steunvezels zoals polyester of boorzout aan toegevoegd om de samenhang en de flexibiliteit te verhogen. De vezels die worden gebruikt zijn het restproduct van het de vlasplant die verwerkt wordt tot linnen, lijnzaadolie. Niets van de plant gaat bij de productie verloren en het materiaal is bovendien eenvoudig te recycleren. Tijdens de teelt van het product worden in vaak pesticiden en kunstmeststoffen gebruikt. Indien er gekozen wordt voor biologische teelt is dit niet het geval. Volgens de Nederlandse classificatie van het NIBE is vlaswol vanuit milieu en gezondheidsoogpunt de beste keuze.

Verwerking

Vlasvezelisolatie is wordt geleverd in dekens of platen. Het materiaal is eenvoudig te plaatsen. Door de flexibiliteit van het materiaal worden onevenheden goed opgevuld en de naden sluiten zeer goed op elkaar door de in elkaar grijpende vezels. Het materiaal geeft geen irritaties tijdens en na het aanbrengen.

Toepassingen

Het isolatiemateriaal wordt zowel toegepast voor thermische als akoestische isolatie. Het materiaal is voor diverse gebouwonderdelen te verwerken: hellende daken, onder planken vloeren, in plafonds, binnenmuren en in de spouw. Het materiaal leent zich goed voor het dampopen bouwen, vlaswol is namelijk dampopen en heeft bovendien een zeer hoge warmteopslagcapaciteit. Dit zorgt voor een aangenaam binnenklimaat voor zowel de zomer als de winter.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen

Dampopen materiaal

Eenvoudig te plaatsen (mits men over het juiste gereedschap beschikt)

Zeer goede akoestische isolatie

Nadelen:

Duurder dan gelijkwaardige anorganische materialen (bijvoorbeeld glaswol)

Goede ondersteuning benodigd omdat het materiaal weinig vormvast is

¹⁵ Handleiding Muts voor je huis

¹⁶ <http://www.eco-logisch.nl/>

¹⁷ <http://www.ecologischbouwen.be>

1.22.2

Schapenwol



λ : 0.035 - 0.039 W/mk
 C: 1720 - 1750 J/kgK
 Dichtheid: 25 -30 kg/m³
 Diffusieweerstand: 1-5
 Brandklasse: B2 -E

Kosten: €12.13 (dikte: 110 mm,
 Rc 3.14 m²K/W)
 Leveranciers: Doscha, Black
 Mountain

Schapenwol isolatiemateriaal bestaat voor ongeveer 98% uit schapenwol en worden verwerkt zonder bindmiddel door een droog **verviltingsproces**. Dit type isolatiemateriaal is in twee soorten verkrijgbaar: Vliezen met een hoge dichtheid en vliezen met een lage dichtheid. Vliezen met een lage dichtheid hebben een optimale isolatie maar dienen door een toevoeging brandwerend gemaakt te worden. Bij de vliezen met een hogere dichtheid is dit niet nodig maar dit heeft een mindere isolatiewaarde.

Verwerking

Schapenwol wordt geleverd in dekens of platen. Het materiaal is eenvoudig te plaatsen. Door de flexibiliteit van het materiaal worden onevenheden goed opgevuld. Het materiaal geeft geen irritaties tijdens en na het aanbrengen. Dit is een zeer groot pluspunt in vergelijking met minerale wollen.

Toepassingen

Het isolatiemateriaal wordt zowel toegepast voor thermische als akoestische isolatie. Het materiaal is voor diverse gebouwonderdelen te verwerken: hellende daken, onder planken vloeren, in plafonds, binnenmuren en in de spouw. Het materiaal is van zichzelf onvoldoende stijf bij verticale of diagonale toepassingen is een regelwerk nodig dat het materiaal op zijn plek houdt. Schapenwol is uiterst goed vochtregulerend en kan tot 30% van zijn eigen gewicht aan water absorberen. Het materiaal leent zich goed voor het dampopen bouwen, schapenwol is namelijk dampopen en heeft bovendien een zeer hoge warmteopslagcapaciteit. Dit zorgt voor een aangenaam binnenklimaat voor zowel in de zomer als in de winter.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen

Dampopen materiaal

Kan tot 30% van zijn eigen gewicht aan vocht opnemen en weer afgeven

Eenvoudig te plaatsen

Zeer goede akoestische isolatie

Nadelen:

Duurder dan gelijkwaardige anorganische materialen (bijvoorbeeld glaswol)

Lagere isolatiewaarde dan klassieke isolatiematerialen, daardoor is er een dikker pakket benodigd

Goede ondersteuning benodigd omdat het materiaal weinig vormvast is

Alleen bij gespecialiseerde handelaars te verkrijgen

1.22.3

Katoen

Λ : 0.038

C: 1300J/kgK

Dichtheid: 22kg/m³

Diffusieweerstand: 2.2

Brandklasse: E

Kosten: €15.56 (dikte: 110mm,

Rc 3.00m²K/W)

Leverancier: Metisse



Katoenisolatie bestaat uit gerecyclede kleding. De kleding wordt gesorteerd en vernalen. Aan de kleding resten wordt een bindend vezel van polyester toegevoegd. Dit wordt vervolgens verhit tot een temperatuur van 100°C. Het geheel wordt geproduceerd tot matten met variërende dikten. Het isolatie materiaal wordt behandeld met een middel om schimmels en groei van bacteriën te voorkomen.

Verwerking

Het isolatiemateriaal is leverbaar in rollen en matten met dikten van 50-100-120 en 140 mm. Door de flexibiliteit van het materiaal worden onevenheden goed opgevuld. Het materiaal heeft sterke vezels, dat zorgt voor een goede stevigheid. Het materiaal geeft geen irritaties tijdens en na het aanbrengen. Dit is een zeer groot pluspunt in vergelijking met minerale wollen.

Toepassingen

Het isolatiemateriaal wordt zowel voor thermische als akoestische isolatie gebruikt. Het wordt gebruikt worden spouw-, vloer- en dakisolatie. Het heeft bovendien een zeer goed vochtregulerend vermogen.

Voordelen:

Zeer goede thermische eigenschappen

Gemakkelijk te verwerken

Zeer goed vochtregulerend

Nadelen:

Minder geschikt voor vochtige locaties

Brandveiligheid

1.22.4

Cellulose



λ : 0.038 – 0.042 W/mk
 C: 1600 – 2100 J/kgK
 Dichtheid: 30-60kg/m³
 Diffusieweerstand: 1-2

Brandklasse: B2
 Kosten: €1 (dikte: 110 mm, Rc
 2.90 m²K/W)
 Leveranciers: Isofloc, Isocell

Cellulose bestaat uit vlokken vernalen kranten en tijdschriften. Hieraan worden boorzouten toegevoegd die schimmels en ongedierte zullen tegengaan. De boorzouten hebben tevens een brandwerende functie. Om van de vlokken matten te produceren dient er een bindmiddel toegevoegd te worden. Dit kan een natuurlijk hars zijn of polyolefine, polyolefine is een synthetisch materiaal.



Verwerking

Cellulose wordt aangeleverd in platen of vlokken aangeleverd. De platen zijn eenvoudig te plaatsen de vlokken dienen door een gespecialiseerd bedrijf te worden ingespoten. Het materiaal geeft geen allergische reacties bij het plaatsen. Bij het inspuiten van de vlokken komt er echter veel stof vrij, het dragen van een stofmasker en beschermd schoeisel is daarom vereist.

Toepassingen

Het isolatiemateriaal wordt zowel toegepast voor thermische als akoestische isolatie. Het materiaal is voor diverse gebouwonderdelen te verwerken: hellende daken, onder planken vloeren, in plafonds, binnenmuren en in de spouw. Het materiaal is van zichzelf onvoldoende stijf bij verticale of diagonale toepassingen is een regelwerk nodig dat het materiaal op zijn plek houdt. Cellulose is uiterst goed vochtregulerend en kan tot 20% van zijn eigen gewicht aan water absorberen. Het materiaal leent zich goed voor het dampopen bouwen, schapenwol is namelijk dampopen en heeft bovendien een zeer hoge warmteopslagcapaciteit. Dit zorgt voor een aangenaam binnenklimaat voor zowel in de zomer als in de winter.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen
 Dampopen materiaal
 Het is het voordeligste ecologische isolatiemateriaal
 Eenvoudig te plaatsen
 Zeer goede akoestische isolatie

Nadelen:

Bij het inblazen komt er stof vrij
 Lagere isolatiewaarde dan klassieke isolatiematerialen, daardoor is er een dikker pakket benodigd
 Goede ondersteuning benodigd omdat het materiaal weinig vormvast is
 Alleen bij gespecialiseerde handelaars te verkrijgen
 Bevat zware metalen van de inktten

1.22.5

Hennep

λ : 0,038 W/mk
 C: 1600 - 2350 J/kgK
 Dichtheid: 30 – 42 kg/m³
 Diffusieweerstand: 1-10
 Brandklasse: B2

Kosten: €21,00 (dikte: 120 mm,
 Rc 3.00m²K/W)
 Leveranciers: Thermo-hennep,
 Canaflex

Hennep wol wordt gemaakt van korte hennepvezels die gebonden worden. Vervolgens wordt ammoniumfosfaat en/of boriumzouten toegevoegd voor de schimmel- en brandwerendheid. De vezels die gebruikt worden zijn afkomstig van de hennepplant. Dit type plant groeit tot bijna 4 meter hoogte in 100 tot 120 dagen. Het materiaal is daarom erg interessant omdat het een zeer korte productietijd heeft, in vergelijking met overig organische isolatiematerialen. Hennep zuivert bovendien de lucht, het zet namelijk CO₂ in om te kunnen groeien. De plant heft dus al een positief effect voordat het gebruikt wordt als isolatiemateriaal.

Verwerking

Vlasvezelisolatie wordt geleverd in dekens of platen. Het materiaal is eenvoudig te plaatsen. Door de flexibiliteit van het materiaal worden onevenheden goed opgevuld. Het materiaal heeft sterke vezels, dat zorgt voor een goede stevigheid. Het materiaal geeft geen irritaties tijdens en na het aanbrengen. Dit is een zeer groot pluspunt in vergelijking met minerale wollen.

**Toepassingen**

Het isolatiemateriaal wordt zowel toegepast voor thermische als akoestische isolatie. Het materiaal is voor diverse gebouwonderdelen te verwerken: hellende daken, onder planken vloeren, in plafonds, binnenmuren en in de spouw. Het materiaal leent zich goed voor het dampopen bouwen, schapenwol is namelijk dampopen en heeft bovendien een zeer hoge warmteopslagcapaciteit. Dit zorgt voor een aangenaam binnenklimaat voor zowel in de zomer als in de winter.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen
 Dampopen materiaal
 Kan tot 30% van zijn eigen gewicht aan vocht opnemen en weer afgeven
 Eenvoudig te plaatsen
 Zeer goede akoestische isolatie

Nadelen:

Duurder dan gelijkwaardige anorganische materialen (bijvoorbeeld glaswol)
 Lagere isolatiewaarde dan klassieke isolatiematerialen, daardoor is er een dikker pakket benodigd
 Goede ondersteuning benodigd omdat het materiaal weinig vormvast is
 Alleen bij gespecialiseerde handelaars te verkrijgen

1.22.6

Kurk

λ : 0.038 - 0.040 W/mk
 C: 1670 J/kgK
 Dichtheid: 25 -30 kg/m³
 Diffusieweerstand: 5-30

Brandklasse: B2 -
 Kosten: ?
 Leveranciers: Vanvermaet



Kurkplaten worden vervaardigd uit vermalen blanke kurkkorrels. Dit is een geheel natuurlijk product. De kurk is afkomstig van de schors van de kurkeik. De schors kan maar één keer in de 9 jaar van de boom gehaald worden en dit kan pas wanneer de boom 150 jaar oud is, dit proces heeft geen nadelige gevolgen voor de boom. De voornaamste bron van de kurk is Portugal. De kurk wordt verwarmd en door het verwarmen komen bepaalde harsen vrij die aan elkaar binden als deze weer afkoelen. Bij het gehele proces worden geen stoffen toegevoegd.

Verwerking

De kurk kan geleverd worden in korrels of losse platen. Het werken met kurk is onschadelijk voor het menselijk lichaam. Van nature wordt het product niet aangetast door muizen of termieten. Het materiaal is ongevoelig voor vocht en de isolatiewaarde neemt nauwelijks af naar mate de jaren voorbij gaan.

Toepassingen

Het isolatiemateriaal wordt zowel voor thermische als akoestische isolatie gebruikt. De vaste platen kunnen gebruikt worden als spouw- of dakisolatie. De kurkkorrels kunnen gebruikt worden voor de opvulling van vloeren.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen
 Eenvoudig te plaatsen
 Zeer goede akoestische isolatie

Nadelen:

Duurder dan gelijkwaardige anorganische materialen (bijvoorbeeld glaswol)
 Lagere isolatiewaarde dan klassieke isolatiematerialen, daardoor is er een dikker pakket benodigd
 Alleen bij gespecialiseerde handelaars te verkrijgen
 Oogsten vindt maar één keer in de negen jaar plaats, daardoor beperkte voorraad voor handen.

1.22.7

Leem λ : 0.91

C: 1820 J/kgK

Dichtheid: 36 kg/m³

Diffusieweerstand: 5

Brandklasse: B2Leveranciers:

Living Earth Company



Leem is een grondsoort dat voornamelijk bestaat uit klei en silt. Leem kan op verschillende wijze ontstaan: door de afzetting van gletsjers, rivieren of door wind. Leem kent verschillende structuren. Zo onderscheid men vette leem van arme leem. Vette leem bevat veel klei, arme leem bevat meer zand of silt. Leem heeft de eigenschap dat het een positieve invloed heeft op het binnenklimaat. Het is namelijk in staat om vocht uit een vertrek op te nemen en op een later moment weer af te staan, wanneer de vochtconcentratie daalt. Dit is prettig om in te verblijven en het weert bovendien schimmels en huisstofmijten. Het materiaal filtert schadelijke stoffen uit de lucht en is daardoor nog beter voor het binnenklimaat. Leem is herbruikbaar en is daarom uit ecologisch oogpunt zeer interessant.

Verwerking

Leem wordt vooral gebruikt als stucmateriaal. Hierbij is een laag van drie centimeter optimaal. Het effect is echter al merkbaar bij een dikte van anderhalve centimeter. Het isolatiemateriaal is te combineren met wandverwarming. Door het grote accumulerende vermogen geeft het zeer gelijkmatig de warmte af.

Toepassingen

leem kan niet worden gebruikt in vochtige ruimten, zoals badkamers. Het leem moet namelijk in staat zijn het opgenomen vocht ook weer af te nemen. Indien het materiaal te lang vochtig blijft bestaat het risico dat het materiaal gaat schimmelen. Het materiaal wordt vaak gebruikt in combinatie met andere isolatiematerialen zoals houtvezelplaten.

Voordelen:

Geen negatieve gevolgen voor het menselijk lichaam tijdens en na het plaatsen

Vochtregulerend vermogen

Geen afwerking benodigd

Nadelen:

Lage isolatiewaarde

Arbeidsintensief



1.22.8

Houtvezel

λ : 0.035 - 0.045 W/mk
 C: 2100 J/kgK
 Dichtheid: 45-270 kg/m³
 Diffusieweerstand: 1-5

Brandklasse: B2
 Kosten: €12.13 (dikte: 110 mm,
 Rc 3.14 m²K/W)
 Leveranciers: Pavatex, Gutex

De grondstof van dit isolatiemateriaal is hakhout. Hakhout is een restproduct dat ontstaat bij het zagen van bomen tot balken. De isolatieplaten worden gemaakt door een proces met aluin, een natuurlijk mineraal. Het mengsel wordt onder hoge temperatuur mechanisch geperst. De harsen in het hout zorgen voor de onderlinge binding tussen het zaagsel. Soms wordt er, om het proces te versnellen, een synthetisch product aan toegevoegd. Dit is meestal polyolefine latex of paraffine. In sommige gevallen wordt er ook aluminiumsulfaat aan het product toegevoegd. Dit is om de schimmel- en brandwerendheid te verhogen.

Verwerking

Houtvezelisolatie is in verschillende varianten verkrijgbaar. Er zijn halfzachte platen leverbaar. Deze platen kunnen gebruikt worden voor vloer en dakisolatie. Zachte platen kunnen gebruikt worden voor dak- en wandisolatie. Het isolatiemateriaal kan ook gebruikt worden als isolatie voor de spouw, hiervoor worden vlokken toegepast.

Toepassingen

Het materiaal heeft een zeer hoge warmteopslagcapaciteit, dit is zelfs het hoogst van alle ecologische isolatiematerialen. Hierdoor is een zeer prettig binnenklimaat te realiseren. Het materiaal is bovendien dampdoorlatend, wind- en waterdicht en vochtregulerend. Houtvezelisolatie is voor zowel nieuwbouw als renovatie te gebruiken.

Voordelen:

- Dampopen materiaal, dus ademend en vochtregulerend
- Goede akoestische eigenschappen
- Brand en schimmelwerend
- Hoge warmtecapaciteit
- Er komt weinig stof vrij bij het plaatsen

Nadelen:

- Duurder dan klassieke isolatiematerialen
- Lagere isolatiewaarden dan klassieke isolatiematerialen
- Alleen verkrijgbaar bij de specialist.

1.23

Minerale isolatiematerialen^{18 19 20}

1.23.1



Glaswol

λ : 0.032 – 0.040 W/mk

C: 800 J/kgK

Dichtheid: 25 kg/m³

Diffusieweerstand: 1

Brandklasse: A2, S1, D0

Kosten: €5.50 (dikte: 110 mm, Rc 3.74 m²K/W)

Leveranciers: Isover, Knauf

Glaswol wordt vervaardigd uit gerecyclede glasscherven, siliciumzand, soda, mergel en glasruis. Dit mengsel wordt gesmolten onder een temperatuur van 1500°C. Het materiaal wordt tijdens het stollen tot draden gesponnen die met een harslaag aan elkaar worden gesponnen. Het materiaal is herbruikbaar voor de productie van een nieuw materiaal.

Verwerking

Het materiaal is te verkrijgen op rollen of als soepele platen. Vaak wordt er een spijkerflens aan één zijde van het isolatiemateriaal geplaatst dit fungeert dan als dampremmende laag. De vezels die vrij komen bij het zagen of snijden kunnen zeer irriterend zijn voor de huid en luchtwegen. Als met dit materiaal gewerkt wordt dient men beschermd schoeisel te dragen om irritatie te beperken.

Toepassingen

Glaswol wordt gebruikt voor zowel thermische als akoestische isolatie van hellende daken, gevels en vloeren. Het is zeer belangrijk dat het materiaal droog blijft, indien het nat wordt verliest het zijn isolerende isolatie.

Voordelen:

Eenvoudig te plaatsen

Voordelig in de aanschaf, en algemeen verkrijgbaar

Goede aansluiting op elkaar

Nadelen:

Irritaties aan huid, luchtwegen en ogen

Eenvoudig samen te drukken, dit vermindert de isolerende werking.



¹⁸ Handleiding Muts voor je huis

¹⁹ <http://www.eco-logisch.nl/>

²⁰ <http://www.ecologischbouwen.be>

1.23.2

**Steenwol**

λ : 0.032 – 0.040 W/mk

C: 800 J/kgK

Dichtheid: 48 kg/m³

Diffusieweerstand: 1-5

Brandklasse: A2, S1, D0

Kosten: €7.40 (dikte: 110 mm,

Rc 3.74 m²K/W)

Leveranciers: Rockwool, Knauf

Steenwol wordt vervaardigd uit het vulkanisch stollingsgesteente: Basalt. Door het gesteente te breken, te vermalen, het toevoegen van toeslagstoffen en het te verhitten tot een temperatuur van 1400°C. Ontstaat het materiaal waaruit steenwol gemaakt wordt. Dit materiaal wordt gesponnen tot draden. De draden worden met een bindmiddel samengedrukt tot de steenwolplaten.

Verwerking

Het materiaal is te verkrijgen op rollen of als soepele platen. Vaak wordt er een spijkerflens aan één zijde van het isolatiemateriaal geplaatst dit fungeert dan als dampremmende laag. De vezels die vrij komen bij het zagen of snijden kunnen zeer irriterend zijn voor de huid en luchtwegen. Als met dit materiaal gewerkt wordt dient men beschermd schoeisel te dragen om irritatie te beperken.

Toepassingen

Glaswol wordt gebruikt voor zowel thermische als akoestische isolatie van hellende daken, gevels en vloeren. Het is zeer belangrijk dat het materiaal droog blijft, indien het nat wordt verliest het zijn isolerende isolatie.

Voordelen:

Eenvoudig te plaatsen

Hoge brandwerendheid

Vrij goedkoop

Nadelen:

Irritaties aan huid, luchtwegen en ogen

Eenvoudig samen te drukken, dit vermindert de isolerende werking

1.23.3 Cellulair glas

λ : 0.048 W/mk

C: 840 J/kgK

Dichtheid: 110 kg/m³

Diffusieweerstand: oneindig

Brandklasse: A1, S0, D0

Kosten €0 (dikte: 110 mm, Rc 3.14 m²K/W)

Leverancier: Foamglas

Cellulair glas bestaat uit gerecycled glas en kwartszand en veldspaat. Het oude glas wordt tot een temperatuur van 1000°C hierbij wordt CO₂ toegevoegd. Het CO₂ gas zorgt ervoor dat het glas gaat opschuimen. Het materiaal is zeer duurzaam, het behoudt meer dan vijftig jaar zijn isolerende waarde.

Verwerking

Het materiaal is leverbaar in plaatvormen en in metselblokken. Het materiaal is volledig vocht dicht en kan worden toegepast zonder een dampscherm te plaatsen.

Toepassingen

Cellulair glas is een waterdampdicht isolatiemateriaal met een gesloten cellen dat vocht, vuur- en drukvast materiaal met een goede isolatiewaarde. Het is bijzonder geschikt voor koudebrug onderbreking.

Voordelen:

Zeer resistent tegen ongedierte, schimmels en chemische producten

Geen dampscherm benodigd (indien voegen dampdicht afgewerkt worden)

Drukvast

Nadelen:

Kostentechnisch negatief

Zwakke akoestische isolatie

Geen vochtregulerend werking



1.23.4



Perliet

λ : 0.051 W/mk

C: 900 J/kgK

Dichtheid: 150 kg/m³

Diffusieweerstand: 5

Brandklasse: A1

Kosten: 1(dikte: 110 mm, Rc 3.74 m²K/W)

Leveranciers: Fesco, Sibli, Isorex



Perliet is een vulkanisch gesteente dat bestaat uit siliciumoxide en aluminiumoxide. De ruwe vermiculiet is een mica-achtige delfstof. De mineralen worden gebroken en verwerkt tot korrels. Vervolgens wordt het materiaal verhit en deze zullen expanderen. Het materiaal is thermisch en akoestisch goed isolerend.

Verwerking

Het materiaal is leverbaar in korrels en in plaatmateriaal.

Toepassingen

Glaswol wordt gebruikt voor zowel thermische als akoestische isolatie van hellende daken, gevels en vloeren. Het is zeer belangrijk dat het materiaal droog blijft, indien het nat wordt verliest het zijn isolerende isolatie.

Voordelen:

Eenvoudig te plaatsen

Voordelig in de aanschaf, en algemeen verkrijgbaar

Goede aansluiting op elkaar

Nadelen:

Irritaties aan huid, luchtwegen en ogen

Eenvoudig samen te drukken, dit verminderd de isolerende werking

1.24

Petrochemische isolatiematerialen^{21 22 23}

1.24.1

PUR:

λ : 0.023 – 0.026 W/mK

C: 1200 J/kgK

Dichtheid: 30 kg/m³

Diffusieweerstand: 60-80

Brandklasse: B, S2, D0

Kosten: €19.12 dikte: 70 mm, Rc 3.04 m²K/W)

Leveranciers: Utherm, Ecotherm, Recticil

PUR is een afkorting van: polyurethaan. Het is een kunststof bestaande uit isocyanaten en katalysatoren. Tijdens de productie ontstaan er schuimstoffen met gesloten cellen, deze vormen de isolerende werking van het materiaal.

Verwerking

Het materiaal is onmilieuvriendelijk. Dit komt door de chemische stoffen die tijdens de productie worden gebruikt, het materiaal scoort daarom laag op het gebied van duurzaamheid. De platen zijn licht van gewicht en daardoor eenvoudig te verwerken. De aansluiting van het materiaal is echter wel een probleem omdat er kieren/spleten kunnen ontstaan bij de aansluitingen tussen platen en bijbehorende constructie. Het is daarom van groot belang om de naden goed af te tappen. De PUR-platen zijn vaak aan twee kanten afgewerkt met een dampdichte laag. Momenteel verkiest men PIR-platen omdat deze een betere brandwerende werking hebben. PUR-isolatie wordt nog wel veel gebruikt in sandwich constructies voor daken.

Toepassingen.

PIR-isolatie wordt gebruikt voor het thermisch isoleren van verschillende bouwdelen van een gebouw. Het is toe te passen voor gevels, vloeren en daken. Het wordt bovendien ook gebruikt voor het navullen van de een ongeïsoleerde spouwmuur. PUR is ook leverbaar in spuitvorm, dit materiaal is geschikt om kieren en naden af te dichten. Het materiaal gaat zeer lang mee en is in de zin van levensbestendigheid duurzaam te noemen.

Voordelen:

Eenvoudig te verwerken

Kan geplaatst worden zonder dampscherm

Algemeen verkrijgbaar

Nadelen:

Tijdens plaatsen kunnen schadelijke stoffen vrijkomen

Productie van het materiaal is milieuvriendelijk

Onbuigzaam

Lagere brandwerendheid dan PIR-isolatie

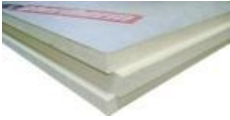
²¹ Handleiding Muts voor je huis

²² <http://www.eco-logisch.nl/>

²³ <http://www.ecologischbouwen.be>

1.24.2

PIR



λ : 0.023 – 0.028W/mk

C: 1200 J/kgK

Dichtheid: 33 kg/m³

Diffusieweerstand: 60-80 Brandklasse: B, S2, D0

Kosten: €19.12 dikte: 70 mm, Rc 3.04 m²K/W)

Leveranciers: Utherm, Ecotherm, Recitcil



PIR is een afkorting van: polyisocyanuraat. Het is een kunststof bestaande uit isocyanaten en katalysatoren. Tijdens de productie ontstaan er schuimstoffen met gesloten cellen, deze vormen de isolerende werking van het materiaal. PIR is verwant aan het PUR, PIR-isolatie heeft echter betere brandwerende eigenschappen.

Verwerking

Het materiaal is onmilieuvriendelijk. Dit komt door de chemische stoffen die tijdens de productie worden gebruikt, het materiaal scoort daarom laag op het gebied van duurzaamheid. De platen zijn licht van gewicht en daardoor eenvoudig te verwerken. De aansluiting van het materiaal is echter wel een probleem omdat er kieren/spleten kunnen ontstaan bij de aansluitingen tussen platen en bijbehorende constructie. Het is daarom van groot belang om de naden goed af te tappen. De PIR-platen zijn vaak aan twee kanten afgewerkt met een dampdichte laag.

Toepassingen.

PIR-isolatie wordt gebruikt voor het thermisch isoleren van verschillende bouwdelen van een gebouw. Het is toe te passen voor gevels, vloeren en daken. Het materiaal gaat zeer lang mee en is in de zin van levensbestendigheid duurzaam te noemen.

Voordelen:

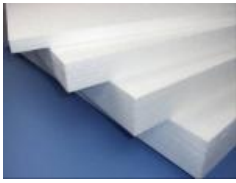
- Eenvoudig te verwerken
- Kan geplaatst worden zonder dampscherm
- Algemeen verkrijgbaar

Nadelen:

- Tijdens plaatsen kunnen schadelijke stoffen vrijkomen
- Productie van het materiaal is milieuvriendelijk

1.24.3

Onbuigzaam EPS



λ : 0.030 - 0.040/mk
 C: 1500 J/kgK
 Dichtheid: 15-35 kg/m³
 Diffusieweerstand: 20-100
 Brandklasse: B, S1, D0
 Kosten: €22.00 dikte: 110 mm, Rc 2.89 m²K/W)
 Leveranciers: Unidek, Stikotherm



EPS is een afkorting van: geëxpandeerd polystyreen. Het materiaal is een kunststof dat vervaardigd wordt uit styreen. Dit is een restmateriaal uit aardolie. Het materiaal ontstaat door schuimvorming met pentaan en waterdamp. Het is zeer drukvast, een hoge vochtweerstand en een lage brandwerendheid. EPS staat ook bekend onder de noemer piepschuim of isomo.

Verwerking

Het materiaal is verkrijgbaar in platen met verschillende dikten. Het materiaal heet rechte kanten of er is een tand-en-groefverbinding aangebracht. Deze tand-en-groefverbinding zorgt voor een betere aansluiting tussen de isolatieplaten. De productie van het materiaal vergt erg veel energie, het is daarom uit ecologisch standpunt niet het meest geschikte product. Het product is echter wel volledig recyclebaar.

Toepassingen.

Het materiaal wordt gebruikt voor thermische isolatie van de spouwmuur, kelderwanden, vloer en dak. Het materiaal mag niet geplaatst worden op een warm dak. Dit omdat het materiaal vervormt bij een temperatuur van 80°C. Het materiaal wordt ook gebruikt voor het nisoleren van de spouw, dit wordt gedaan met bolletjes. Deze bolletjes zullen na het inspuiten aan elkaar kleven waardoor een plakkaat ontstaat. EPS wordt ook gebruikt als verloren bekisting, door de toepassing van EPS is de fundering direct geïsoleerd.

Voordelen:

Goede isolerende werking
 Geen dampscherm benodigd
 Zeer licht van gewicht
 Algemeen verkrijgbaar

Nadelen:

Vervormt bij 80°C
 Niet bestand tegen UV-straling
 Lage brandweerstand, daarom is het afwerking van bijvoorbeeld gipsplaten vereist.
 Het materiaal kan irriterend werken, er zijn aanwijzingen dat het kankerverwekkend kan zijn.

1.24.4

XPS λ : 0.032 - 0.035/mk

C: 1500 J/kgK

Dichtheid: 15-30 kg/m³

Diffusieweerstand: 150-300

Brandklasse: E

Kosten: €16.35 dikte: 100 mm, Rc 2.86 m²K/W) Leveranciers: Styrodur, Styrofan. Ursa

XPS is een afkorting van: geëxtrudeerd polystyreen. Het materiaal is een kunststof dat vervaardigd wordt uit styreen. Dit is een restmateriaal uit aardolie. Het materiaal wordt door een drijfgas geplastificeerd. Het materiaal heeft gesloten poriën. Het is zeer drukvast, een hoge vochtweerstand en een lage brandwerendheid.

Verwerking

Het materiaal is verkrijgbaar in platen met verschillende dikten. Het materiaal heet rechte kanten of er is een tand-en-groefverbinding aangebracht. Deze tand-en-groefverbinding zorgt voor een betere aansluiting tussen de isolatieplaten.

Toepassingen.

Het materiaal wordt gebruikt voor thermische isolatie van de spouwmuur, kelderwanden, vloer en dak. Het materiaal mag niet geplaatst worden op een warm dak. Dit omdat het materiaal vervormt bij een temperatuur van 80°C.

Voordelen:

Goede isolerende werking

Geen dampscherm benodigd

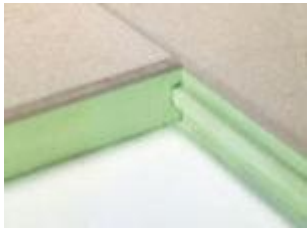
Algemeen verkrijgbaar

Nadelen:

Vervormt bij 80°C

Niet bestand tegen UV-straling

Lage brandweerstand



1.24.5

Resolschuim λ : 0.021/mk

C: 0 J/kgK

Dichtheid: 40 kg/m³

Diffusieweerstand: >35

Brandklasse: B, S1, D0

Kosten: €21.88 dikte: 60 mm, Rc 2.86 m²K/W) Leveranciers: Kingspan

Resol is gebaseerd op resolhars. Dit materiaal wordt samen met een katalysator en een milieuvriendelijk blaasmiddel bij elkaar gevoegd. Tijdens de productie worden fenol, ureum en formaldehyde toegevoegd. Hierdoor ontstaat resolschuim. Dit is een hardschuim bestaande uit gesloten cellen. De celstructuur is meer gesloten dan PIR- of PUR-isolatie en heeft daarom een betere isolerende werking.

Verwerking

Het materiaal is verkrijgbaar in platen met verschillende dikten. De productie van het materiaal vergt erg veel energie, het is daarom uit ecologisch standpunt niet het meest geschikte product. Het is van de kunststof isolatiematerialen wel het minst milieubelastende materiaal.

Toepassingen.

Wordt vooral toegepast voor het isoleren van daken. Dit omdat het materiaal zeer drukvast is en een lage lambda-waarde heeft. Dit zorgt ervoor dat er een dun pakket benodigd is. Het wordt ook voor het isoleren van gevels gebruikt. Het materiaal is niet recyclebaar.

Voordelen:

Zeer goede isolerende werking

Lagere milieubelasting dan PUR of PIR

Nadelen:

Niet recyclebaar

Vochtgevoelig

Geen vocht regulerend vermogen



1.25

Waardering isolatiematerialen

1.25.1

lambda waarde

Op het gebied van isolerende werking scoren de petrochemische materialen het best. Met een waarde van 0.0021 W/m.K is resolschuim zeer interessant om te gebruiken voor naisolatie. Voor het realiseren van een RC-waarde van 3.0 m²K/W is er dikte benodigd van 63 mm. Dit is bij renovatie wenselijk omdat er dan zo min mogelijk verhuurbaar vloeroppervlak verloren gaat. Het nadeel van resolschuim is het ecologische aspect. Bij de productie van het materiaal is veel energie vereist en het materiaal is ook nog eens niet recyclebaar. PIR- en PUR-isolatie scoren nagenoeg gelijk maar deze materialen vergen nog meer energie bij de productie dan resolschuim. Voor een toelichting over de lambda waarde, zie bijlage 1.7

De minerale en de nagroeibare isolatiematerialen scoren ongeveer hetzelfde. Glaswol heeft een lambda-waarde van 0.036 W/m.K tegenover schapenwol met een lambda-waarde van 0.037 W/m.K. Voor het realiseren van een RC-waarde van 3.0 m²K/W is er een pakket van 108mm glaswol of 111 mm schapenwol benodigd. De productie van glaswol kost echter meer energie dan de productie van schapenwol. Schapenwol is bovendien ook nog eens hernieuwbaar, wat uit ecologisch oogpunt bijzonder interessant is. Het plaatsen van glaswol kan irriterend werken op de huid, ogen en de luchtwegen. Wanneer men schapenwol toepast heeft men hier geen last van. Leem scoort op het gebied van isolerende werking zeer laag met een lambda-waarde van 0.09 W/m.K is er een pakket van 273mm benodigd om een RC-waarde van 3 m²K/W te behalen. Het materiaal is daarom niet geschikt voor naisolatie van het Ooglijdersgasthuis. Leemisolatie wordt vaak gebruikt als stucmateriaal. Leem heeft een goed vochtregulerend vermogen en is daarom geschikt voor het afwerken van wanden. Dit kan gedaan worden in combinatie met een dampopen constructie.

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
λ ()			λ (W/m.K)			λ (W/m.K)		
1	Schapenwol	0,037	1	Glaswol	0,036	1	Resolschuim	0,021
2	Cellulose	0,037	2	Steenwol	0,036	2	PUR	0,025
3	Katoen	0,038	3	Cellulair glas	0,048	3	PIR	0,026
4	Hennep	0,038	4	Perliet	0,051	4	XPS	0,034
5	Kurk	0,039				5	EPS	0,035
6	Vlas	0,039						
7	Houtvezel	0,04						
8	Leem	0,91						
Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
pakket in mm			Pakket in mm			pakket in mm		
1	Schapenwol	111	1	Glaswol	108	1	Resolschuim	63
2	Cellulose	111	2	Steenwol	108	2	PUR	75
3	Katoen	114	3	Cellulair glas	144	3	PIR	78
4	Hennep	114	4	Perliet	153	4	XPS	102
5	Kurk	117				5	EPS	105
6	Vlas	117						
7	Houtvezel	120						
8	Leem	273						

Tabel 4: lambda-waarde in relatie tot dikte isolatiepakket

1.25.2

Warmteopslagcapaciteit C

Op het gebied van de warmteopslagcapaciteit scoren de natuurlijke isolatie materialen het best. Met een waarde van 2100 J/kgK gooit houtvezel de hoogste ogen. Dit materiaal heeft helaas wel een lagere lambda-waarde de meeste andere isolatiematerialen. Dit verschil is echter erg klein, 0.03 W/m.K. XPS en EPS scoren alleen beter dan katoen, verder scoren alle natuurlijke isolatiematerialen beter dan de minerale of petrochemische isolatiematerialen. Wanneer men wil kiezen voor natuurlijke producten is dit natuurlijk een groot voordeel. De natuurlijke producten zijn echter wel kostbaarder dan traditionele bouwmaterialen. Door het toepassen van een materiaal met een hoge warmteopslagcapaciteit zal er een prettig binnenklimaat ontstaan. De warmte zal namelijk gelijkmatig worden afgegeven hierdoor zal er een constantere binnentemperatuur heersen. Dit is wenselijk voor alle drie de gebouwdelen. Op basis hiervan kunnen er enkele materialen uitgesloten worden. Zo hebben alle minerale isolatiematerialen een lage warmteopslagcapaciteit, deze vallen daarom allemaal af. Van de petrochemische heeft alleen resolschuim een relatief lage waarde en valt daarom af.

Natuurlijk		Mineraal		petrochemisch		
C J/kgK		C J/kgK		C J/kgK		
1	Houtvezel	2100	1 Perliet	900	1 XPS	1500
2	Hennep	1975	2 Cellulair glas	840	2 EPS	1500
3	Cellulose	1850	3 Steenwol	800	3 PUR	1200
4	Schapenwol	1735	4 Glaswol	800	4 PIR	1200
5	Leem	1725			5 Resolschuim	800
6	Kurk	1670				
7	Vlas	1575				
8	Katoen	1300				

Tabel 5: Warmtecapaciteit isolatiematerialen

1.25.3

Dichtheid ρ

De dichtheid van het materiaal is belangrijk voor het gewicht van het pakket. Indien de constructie niet te veel gewicht kan dragen, is het van belang om een lichte constructie toe te passen. Zoals te zien is in de onderstaande tabel is zijn er veel materialen geschikt voor een lichte constructie. Het gebruik van cellulair glas, perliet- en houtvezel platen is af te raden wanneer er een lichte constructie vereist is. Bij het herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis is de dichtheid van het materiaal echter niet van belang omdat de constructie draagkrachtig genoeg geacht wordt.

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
Dichtheid kg/m3			Dichtheid kg/m3			Dichtheid kg/m3		
1	Katoen	18	1	Glaswol	22	1	XPS	25
2	Vlas	25	2	Steenwol	48	2	EPS	25
3	Schapenwol	28	3	Cellulair glas	110	3	PUR	30
4	Kurk	28	4	Perliet	150	4	PIR	33
5	Hennep	36				5	Resolschuim	40
6	Cellulose	45						
7	Houtvezel	158						
8	Leem	850						

Tabel 6: Dichtheid isolatiematerialen

Dampdiffusieweerstand

Zoals bekend gaat waterdamp van een zone met een hoge dampconcentratie naar een zone met een lagere dampconcentratie. Dit verschil ontstaat door een verschil in temperatuur of aan de relatieve vochtigheid van de lucht. Wanneer de relatieve vochtigheid van de lucht stijgt zal de concentratie vocht in het isolatiemateriaal ook toenemen. Dit vocht zal naar een zone willen trekken waar de relatieve vochtigheid lager is, dit proces wordt dampdiffusie genoemd.

Dampdiffusie vindt dus plaats door de lucht of door de poriën van een materiaal. Omdat een constructie van bijvoorbeeld een spouwmuur uit allerlei verschillende materialen bestaat, zal de dampdiffusie per laag afwijken. Dit hangt namelijk af van de hoogte van de dampdruk tussen de beide zijden van de constructie en de dampdiffusieweerstand per laag.

De dampdiffusieweerstand is de weerstand die het materiaal geeft tegen de dampdiffusie door de laag heen. Deze weerstand is afhankelijk van het materiaal en de dikte hiervan. De dampdiffusieweerstand wordt aangegeven met een μ -waarde. Dit getal geeft de verhouding van de dampweerstand van een materiaal en een laag lucht met dezelfde dikte. Het geeft dus aan hoeveel keer meer dampdiffusie het materiaal tegengaat t.o.v. lucht. Om deze reden zijn er ook materialen met een oneindige luchtweerstand, bijvoorbeeld glas. Door dit materiaal zal nooit enige vorm van dampdiffusie zijn. Als rekenwaarde wordt de μd gebruikt. Dit is de μ vermenigvuldigd met de dikte (in meters):

$$\mu * d = \mu d$$

1.25.4

Dampdiffusieweerstand μ

Of men een lage of een hoge dampdiffusieweerstand wenst is afhankelijk van de manier van bouwen. Wordt er dampopen of dampdicht geïsoleerd? Er wordt voor de waardering van de volgende isolatiematerialen uit gegaan van dampopen isoleren. Dit gaat daarom om de laagste waarden die het beste uit de bus komen. Wanneer men van plan is om dampdicht te isoleren kan de tabel vanzelfsprekend omgedraaid worden. Zoals af te lezen is uit de onderstaande tabel scoren de minerale wollen erg goed. Glaswol heeft een dampdiffusieweerstand van 1. Dit is erg positief voor wanneer men dampopen wilt gaan bouwen. Glaswol is echter niet geproduceerd uit natuurlijke materiaal en is daarom vanuit ecologisch niet de meest geschikte keuze. Het verwerken van glaswol kan bovendien als ongezond worden bestempeld omdat het irritaties veroorzaakt aan de huid, ogen en luchtwegen. Er doen geruchten de ronde dat het kankerverwekkend kan zijn, hier is echter geen bewijsvoering voor. Het grootste voordelen van glaswol zijn de eenvoud waarmee het te verwerken is en dat het algemeen verkrijgbaar is.

Van de natuurlijke isolatiematerialen doen vlas en schapenwol het erg goed. Beide materialen hebben een dampdiffusie tussen 1-2. Verder doen cellulose, katoen, houtvezel en steenwol het op het gebied van dampdiffusie ook prima. Vlas, cellulose en steenwol hebben het nadeel dat ze niet erg drukvast zijn. Het is daarom van belang om een stevige constructie te construeren om het isolatiemateriaal te dragen. Houtvezelplaten zijn relatief sterk en kunnen daarom met een lichtere constructie uitgevoerd worden.

Wanneer men dampdicht wilt gaan isoleren is het petrochemische XPS isolatiemateriaal interessant met een dampdiffusie van 225 zal er nagenoeg geen damp door het materiaal diffuseren. Het is uiteraard dan wel van het grootst belang om de kieren goed af te sluiten. Van de minerale wollen is cellulair glas het meest dampdicht. De dampdiffusie van dit materiaal is zelfs oneindig. Dit wil dus zeggen dat er totaal geen damp door het materiaal zal diffuseren.

Omtrent het herbestemmen van gebouwen met een cultuurhistorische waarde is condensatie een groot probleem. Door het isoleren met materialen met een lage dampdiffusieweerstand kan dit probleem voor een gedeelte verminderd worden. Het vocht kan namelijk uit de constructie ventileren. Waardoor de kans op condens afneemt. Van de natuurlijke materialen valt, door zijn te hoge dampdiffusieweerstand, kurk af. Cellulair glas valt evens af, dit materiaal heeft een oneindige dampdiffusieweerstand. Van de petrochemische materialen heeft ieder materiaal een te hoge dampdiffusie weerstand. Alle petrochemische materialen zijn daarom niet geschikt voor het na-isoleren van het Ooglijdersgasthuis.

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
μ			μ			μ		
1	Vlas	1-2	1	Glaswol	1	1	EPS	20-100
2	Schapenwol	1-2	2	Steenwol	1-5	2	Resolschuim	>35
8	Katoen	2,2	3	Perliet	5	3	PUR	60-80
3	Cellulose	2-3	4	Cellulair glas	∞	4	PIR	60-80
4	Houtvezel	1-5				5	XPS	225
5	Hennep	1-10						
6	Leem	5-10						
7	Kurk	5-30						

Tabel 7: Dampdiffusieweerstand isolatiematerialen

1.25.5

Vochtabsorptie

Met de vochtabsorptie wordt de hoeveelheid vocht die kan worden opgenomen door het materiaal. Hierbij wordt gerekend hoeveel kg water per m³ het materiaal kan opnemen. Vochtabsorptie kan zeer nuttig zijn bij het herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis. Doordat er een bepaald percentage vocht door de constructie wilt gaan diffuseren, bestaat het risico op condens. Door het toepassen van vochtabsorberende materialen kan het vocht tijdelijk worden opgeslagen in het materiaal. Dit vocht kan op een later moment, wanneer de vochtconcentratie in het vertrek daalt, worden afgegeven. Het is van belang dat het materiaal meer waterdamp kan opnemen dan wordt berekend in de standaard situatie. Er zal namelijk bij kritiepunten meer waterdamp willen diffuseren. Als het materiaal dan is staat is om het vocht te bufferen kunnen er problemen voorkomen worden.

De natuurlijke materialen zijn in staat om vocht op te nemen zonder dat dit ten kosten gaat van de isolerende werking van het materiaal. Hierbij gooit leem de hoogste ogen. Dit materiaal is in staat om 170 kg/m³ aan waterdamp op te nemen. Houtvezelisolatie heeft daarna de hoogste vochtabsorptie van alle materialen. Het is daarom zeer interessant om leem met houtvezelplaten te combineren.

Zoals uit de bovenstaande tabel blijkt zijn alleen de natuurlijke materialen geschikt voor het opnemen van vocht. De minerale- en petrochemische grondstoffen zullen daarom afvallen. Kurk kan in vergelijking met de overige natuurlijke isolatiematerialen maar 1.4kg/m³ aan vocht opnemen, dit wordt te weinig geacht en kurk zal daarom ook afvallen.

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
Vochtabsorptie			Vochtabsorptie			Vochtabsorptie		
1	Leem	170	1	Glaswol	-	1	Resolschuim	-
2	Houtvezel	22.5	2	Steenwol	-	2	Eps	-
8	Cellulose	9	3	Cellulair glas	-	3	Pur	-
3	Schapenwol	7	4	Perliet	-	4	PIR	-
4	Hennep	5.04				5	XPS	-
5	Vlas	3.05						
6	Kurk	1.4						
7	Katoen	-						

Tabel 8: Vochtabsorptie van isolatiematerialen in kg/m³

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
Vochtabsorptie			Vochtabsorptie			Vochtabsorptie		
1	Schapenwol	25	1	Glaswol	-	1	Resolschuim	-
2	Cellulose	20	2	Steenwol	-	2	Eps	-
8	Leem	20	3	Cellulair glas	-	3	Pur	-
3	Hennep	14	4	Perliet	-	4	PIR	-
4	Houtvezel	14				5	XPS	-
5	Vlas	14						
6	Kurk	5						
7	Katoen	-						

Tabel 9: Vochtabsorptie van isolatiematerialen , percentage van het eigen gewicht

1.25.6

Brandklasse

Op het gebied van brandveiligheid komen de minerale grondstoffen het beste uit de bus. Glaswol, steenwol en perliet hebben geen enkele bijdrage bij de vorming van brand en zijn dan ook totaal niet brandbaar. De petrochemische materialen, met uitzondering van XPS, doen het ook erg goed met een B classificatie hebben deze materialen een erg beperkte bijdrage bij een mogelijke brand. De nagroeibare isolatiematerialen zijn, dankzij allerlei toevoegingen, voldoende brandwerend. Dit geldt helaas niet voor katoen. XPS en katoen zijn beide met een E kwalificering bestempeld en zullen daarom afvallen.

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
Brandklasse			Brandklasse			Brandklasse		
1	Vlas	B-C	1	Glaswol	A1	1	Resolschuim	B
2	Cellulose	B2	2	Steenwol	A1	2	EPS	B
3	Schapenwol	B2	3	Perliet	A1	3	PUR	B
4	Houtvezel	B2	4	Perliet	A1	4	PIR	B
5	Hennep	B2				5	XPS	E
6	Kurk	B2						
7	Leem	?						
8	Katoen	E						

Tabel 10: Brandklasse isolatiematerialen

1.25.7

Milieuklasse

In de onderste tabel zijn de milieuklasse per isolatiemateriaal weergegeven. Zoals te zien doen de nagroeibare isolatiematerialen het zeer goed. Het merendeel heeft een waarde van 1b. De materialen vervaardigd uit petrochemische grondstoffen zijn over het algemeen zeer negatief en zullen daarom afvallen. Dit met uitzondering van Resolschuim dit heeft klasse 1c gekregen. De

Natuurlijk			Mineraal			petrochemisch		
Milieuklasse			Milieuklasse			Milieuklasse		
1	Vlas	1b	1	Glaswol	1b	1	Resolschuim	1c
2	Schapenwol	1b	2	Steenwol	2b	2	Eps	2b
8	Katoen	1b	3	Cellulair glas	4b	3	Pur	4c
3	Hennep	1b	4	Perliet		4	PIR	
4	Leem	1b				5	XPS	
5	Hennep	1b						
6	Cellulose	1c						
7	Houtvezel							

Tabel 11 Milieuklasse isolatiemateriaal

1.25.8

Kosten

De kosten zijn uiteraard van groot belang bij de keuze van een isolatiemateriaal. Het voordeligste isolatie zijn de minerale wollen, glaswol met een aanschafprijs van €6,76 per m² en gevolgd door steenwol met een prijs van €9,00 per m². Van de petrochemische grondstoffen is EPS met €9,50 per m² het voordeligst. Zoals te zien is in de tabel zijn de meeste nagroeibare isolatiematerialen het duurst in de aanschaf. Cellulose- (€10,24 per m²) en vlasisolatie (€12,13 m²) zijn in dit opzicht nog het interessantst. Natuurlijke isolatiematerialen die bij de voorgaande afweging nog zeer interessant waren, worden door het kostenplaatje toch een stuk negatiever door de aanschafprijs. Zo heeft schapenwol een aanschafprijs van €24,00 per m². Uit deze tabel is goed het probleem af te leiden waarom projecten toch met traditionele isolatiematerialen worden gerealiseerd. Het zijn simpelweg die de kosten die de natuurlijke materialen de das om doen.

In de optiek van dit onderzoek mag de prijs echter niet de doorslaggevende factor zijn bij de keuze van het isolatiemateriaal. Wanneer men de keus boven de kwaliteiten van het materiaal stelt zal er snel een keus gemaakt worden voor de traditionele materialen. De prijs kan echter wel een rol spelen wanneer er verschillende materialen aan de gestelde eisen van het bouwdeel voldoen.

Natuurlijk		Mineraal		petrochemisch	
Kosten		Kosten		Kosten	
1	Cellulose € 10,24	1	Glaswol € 6,76	1	EPS € 9,50
2	Vlas € 12,13	2	Steenwol € 9,00	2	PUR € 10,80
3	Katoen € 16,56	3	Perliet € 17,25	3	PIR € 13,00
4	Houtvezel € 17,70	4	Cellulair glas € 60,30	4	XPS € 14,00
5	Hennep € 21,00			4	Rescholschuim € 21,05
6	Schapenwol € 24,00				
7	Kurk € 25,00				
8	Leem n.v.t.				

Tabel 12: Kosten isolatiematerialen (Rc-waarde 3.0 m²K/W), prijzen zijn excl. Btw en verwerking

Hierna volgt een indicatie van het verlies van VVO voor bouwdeel 2 bij een RC-waarde van 3m²K/W.

1.26

Dampspanning per materiaal

1.26.1

Vlasisolatie

Vlas	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 3,0 m ² K/W				
	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Metselwerk	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Vlasisolatie	0,12	1,5	0,039	0,18	3,08	0,273	1,5	0,039	0,4095	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,8	0,072	0,02	0,012	6	0,8	0,072	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,46			4,54	3,59	0,62			4,77	7,52

Tabel 13: Pakket Vlasisolatie Rc 3,0 m²K/W en 7,0 m²K/W

vochtopname vs. condens							
Vlasisolatie	25000	gr/m ³	0,15	450	gr/m ²	1024	gr/m ²
Gipskarton	12000	gr/m ³	0,02	2,88	gr/m ²	2,88	gr/m ²
G-Winter				1144	gr/m ²	768,1	gr/m ²
Netto condens				691,6	gr/m ²	-259	gr/m ²
G-Zomer				5083	gr/m ²	2627	gr/m ²
Resultaat				-4392	gr/m ²	-2886	gr/m ²

RC-3.0 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 1144 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 450 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van 691.6 gr/m². Dit is boven de grenswaarde van 200 gr/m².

In de zomer zal er 5083.46 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 768.1 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 1024 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van -25.8.6gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 5083.46 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

1.26.2

Schapenwol

Schapenwol	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 7,0 m ² K/W				
	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Metselwerk	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Schapenwol	0,11	3	0,037	0,33	2,97	0,259	3	0,037	0,77	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,8	0,072	0,02	0,012	6	0,8	0,07	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,45			4,69	3,49	0,60			5,14	7,52

Tabel 14: Pakket schapenwol Rc 3,0 m²K/W en 7,0 m²K/WRC-3.0 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 578.4 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 840 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 264.4 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 3094 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 354.8 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 1813 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 1461 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 1616 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

1.26.3

Cellulose

Cellulose	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 7,0 m ² K/W				
	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Metselwerk	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Cellulose	0,11	1,5	0,037	0,165	2,97	0,259	1,5	0,037	0,38	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,8	0,072	0,02	0,012	6	0,8	0,07	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,45			4,53	3,49	0,60			4,75	7,52

Tabel 15: Pakket cellulose Rc 3,0 m²K/W en 7,0 m²K/WRC-3.0 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 1144 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 1080 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van 61.58 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 3094 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 811.6 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 2331 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 1522gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 2734 gr/m² verdampen. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

1.26.4

Hennep

Hennep	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 7,0 m ² K/W				
	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Metselwerk	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Hennep	0,11	5	0,038	0,55	2,89	0,266	5	0,038	1,33	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,8	0,072	0,02	0,012	6	0,8	0,072	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,45			4,91	3,41	0,61			5,69	7,52

Tabel 16: Pakket hennepisolatie Rc 3,0 m²K/W en 7,0 m²K/W**RC-3.0 m²K/W**

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 295.4 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 604.8 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 312 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 2100 gr/m² verdampen. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 295.4 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 604.8 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 312 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 1093 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

1.26.5

Houtvezel

Houtvezel	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 7,0 m ² K/W				
	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Metselwerk	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Houtvezel	0,12	3	0,040	0,36	3,00	0,266	3	0,038	1,33	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,8	0,072	0,02	0,012	6	0,8	0,072	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,45			4,72	3,52	0,61			5,69	7,52

RC-3.0 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 541 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 2654 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 2116 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 2555 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 343.6 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 5862 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van - 5521 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 1317 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

1.26.6

Houtvezel leemisolatie

Houtvezel +	Opbouw: RC 3,0 m ² K/W					Opbouw: RC 7,0 m ² K/W				
Leem	d	μ	λ	μd	Rc	d	μ	λ	μd	Rc
Buiten					0,04					0,04
Buitenblad	0,33	13	1,00	4,29	0,33	0,33	13	1,00	4,29	0,33
Leem	0,02	7,5	0,910	0,15	0,02	0,02	7,5	0,910	0,15	0,02
Houtvezel	0,12	3	0,040	0,36	3,00	0,28	3	0,04	0,81	7,00
Gipskarton	0,012	6	0,800	0,072	0,02	0,012	6	0,800	0,072	0,02
Binnen					0,13					0,13
TOTAAL	0,48			4.95	3,55	0,63			5,43	7,55

RC-3.0 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 3.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 502.3 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 2654 gr/m², leemstuc 5100 gr/m² aan waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van -7255 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 3147 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen.

RC-7.00 m²K/W

De opbouw voor een Rc-waarde van 7.0 m²K/W, resulteert in de winter in een condensatie van 502.3 gr/m². Het isolatiemateriaal is in staat om 2654 gr/m² aan, leemstuc 5100 waterdamp op te nemen. De gipskartonplaat is in staat om 2.88 gr/m² op te nemen. Dit resulteert in een netto condens van -7255 gr/m². Dit is onder de grenswaarde van 200 gr/m². In de zomer zal er 1510 gr/m² verdampen, dit is meer dan er in eerste instantie zal condenseren. De constructie zal dus in de zomer volledig opdrogen. Op de volgende pagina's zijn de dampspanningberekeningen voor verschillende materialen te vinden voor bouwdeel 1. Daarna volgen de berekeningen van het houtvezel-isolatiesysteem voor de verschillende bouwdeelen en de uiteindelijke RC-waarden.

1.26.7

Jaargemiddelden ²⁴

	Gem. °C
januari	2,2
februari	2,5
maart	5,1
april	8,2
mei	12,5
juni	15,2
juli	16,9
augustus	16,6
september	14
oktober	10
november	5,7
december	3,1
	9,33

1.26.8

Brandklasse

www.joostdevree.nl/shtmls/brandklasse.shtml

<http://www.rockwool.nl/bouwfysica/brandveiligheid/regelgeving/de+7+euro-brandklassen>

Met ingang van 1 maar 2003 is er voor de gehele Europese Unie een brandclassificatiesysteem uitgebracht voor bouwmaterialen. De classificatie van de materialen is voor de Europese Unie gelijk. De regelgeving kan echter nog wel verschillen per lidstaat. Het positieve aan dit systeem is dat er geen onduidelijkheid kan ontstaan wat er bedoelt wordt met een bepaalde codering. Elke bouw materiaal is namelijk overal op dezelfde wijze getest. De classificatie kent 7 Euro-brandklassen: A1, A2, B, C, D, E en F. De klasse A1 is de meest veilige klasse en daarmee het beste. Zie onderstaande tabel voor toelichting van de classificatie. ²⁵

	Bijdrage	Praktijk
Klasse A1	Geen enkele bijdrage	Niet-brandbaar
Klasse B	Erg beperkte bijdrage	Heel moeilijk brandbaar
Klasse C	Grote bijdrage	Brandbaar
Klasse D	Hoge bijdrage	Goed brandbaar
Klasse E	Zeer hoge bijdrage	Zeer brandbaar
Klasse F	Gevaarlijke bijdrage	Uiterst brandbaar

²⁴ Bron: Jaargemiddelden KNMI

²⁵ www.brandblussercentrale.com/about/brandklassen/

1.27

Berekening koudebruggen

Om een maat voor de ernst van de koudebrug aan te kunnen geven, is de zgn. temperatuurfactor (f) ingevoerd. De f-factor karakteriseert de thermische kwaliteit van een constructie en wordt als volgt berekend:²⁶

$$f = \frac{T_o - T_e}{T_i - T_e} \quad (\text{waarbij } 0 < f < 1)$$

T_o	= binnenoppervlaktetemperatuur
T_e	= buitenluchttemperatuur
T_i	= binnenluchttemperatuur

De binnentemperatuur is 18° C de buiten temperatuur is 0° C. De gewenste f-factor is 0.65. Dit resulteert in een oppervlakte temperatuur van 11.7° C. Indien de temperatuur lager is dan deze waarde is er sprake van een koudebrug.

²⁶ www.rockwool.nl/bouwfysica/vocht/koudebruggen

1.28

Milieuklasse

Sinds 1192 maakt het NIBE, het Nederlandse Instituut voor Bouwecologie en Ecologie, milieuclassificaties. Hierbij worden de milieu- en gezondheidsinformatie voor bouwmaterialen beschreven. De milieuclassificatie gaat van 1a tot en met 7c. Hierbij is 1a de beste keus en 7c de onaanvaardbare keuze. Hieronder is het schema weergegeven dat gehanteerd wordt voor de classificatie. Titelinformatie: NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten. De leidraad bij het realiseren van duurzame en gezonde woning- en utiliteitsbouw. De delen 1(draagcontracties),

Klasse	Subklasse	Omschrijving	Milieubelasting
1	a b c	Beste keuze	1 -1,1 >1,1 -1,32 >1,32 -1,9
2	a b c	Goede Keuze	>1,9 -2,28 >2,28 -2,74 >2,74 -3,28
3	a b c	Aanvaardbare keuze	>3,28- 3,94 >3,94 - 4,73 >4,74 - 5,68
4	a b c	Minder goede keuze	>5,68 - 6,81 >6,81 - 8,17 >8,17 - 9,81
5	a b c	Af te raden keuze	>9,81 - 11,77 >11,77 - 14,12 >14,12 - 16,95
6	a b c	Slechte keuze	>16,95 - 20,34 >20,34 - 24,40 >24,40 - 29,29
7	a b c	Onaanvaardbare keuze	>29,29 - 35,14 >35,14 - 42,17 >42,17 - 50,61

3

²⁷ <http://www.houhetwarm.nl/energiebesparing/milieubelasting/nibe-milieuklasse-indeling.html>

1.29

Berekenschema Keerwand²⁸

Dimensions		Type II	Type III	Type IV
Height A	(m)	1-3	3-4	5-6
Foot B	(m)	1	1,3	1,7
Fillet C	(m)	0,2	0,25	0,4
Thickness T	(m)	0,2	0,25	0,4
Toe E	(m)	0,3	0,4	0,4
Rebar height Db	(m)	0,6	1	1
Rebar				
Ra		Ø1/2"-200	Ø5/8"-200	Ø5/8"-200
Rb		Ø1/2"-200	Ø1/2"-200	Ø5/8"-100
Rc		Ø1/2"-200	Ø1/2"-200	Ø1/2"-200
Rd		Ø3/8"-150	Ø3/8"-150	Ø3/8"-150

1.30

Bepaling elementen Ooglijdersgasthuis

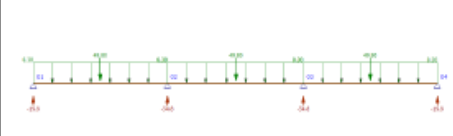
De hierop volgende pagina's bevatten de bepaling van de vierkante meters van het Ooglijdersgasthuis die gebruikt zijn bij diverse berekeningen.

²⁸ Bron: Lieveense Consulting

1.31

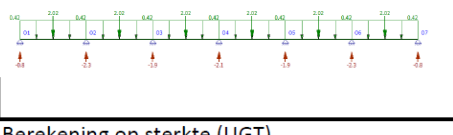
Berekening dak bouwdeel 3

Bouwdeel 3									
sterkte (uiterste grenstoestand) stijfheid (bruikbaarheidsgrenstoestand) en stabiliteit									
IPE									
Staalkwaliteit S235 (aangenomen waarde)									
Platdak pe= 1,00kN/m2									
Belastingen		L	d	kg/m3	kg/m2	N/m2	h.o.h	N/m1	
		m	mm				m		
Blijvende belastingen op gording	g			0,2	1000	200	2000	2,4	4800
				0,15	50	7,5	75	2,4	180
				0,005	300	1,5	15	2,4	36
				0,1	900	90	900	2,4	2160
		6	6000						361
							100	2,4	240
							200	2,4	480
									3290
									8257
							3,3 Kn/m2		8,3 Kn/m1
Veranderlijke belastingen	q					100	1000	2,4	2400
									1000
							1,0 Kn/m2		2,4 Kn/m1

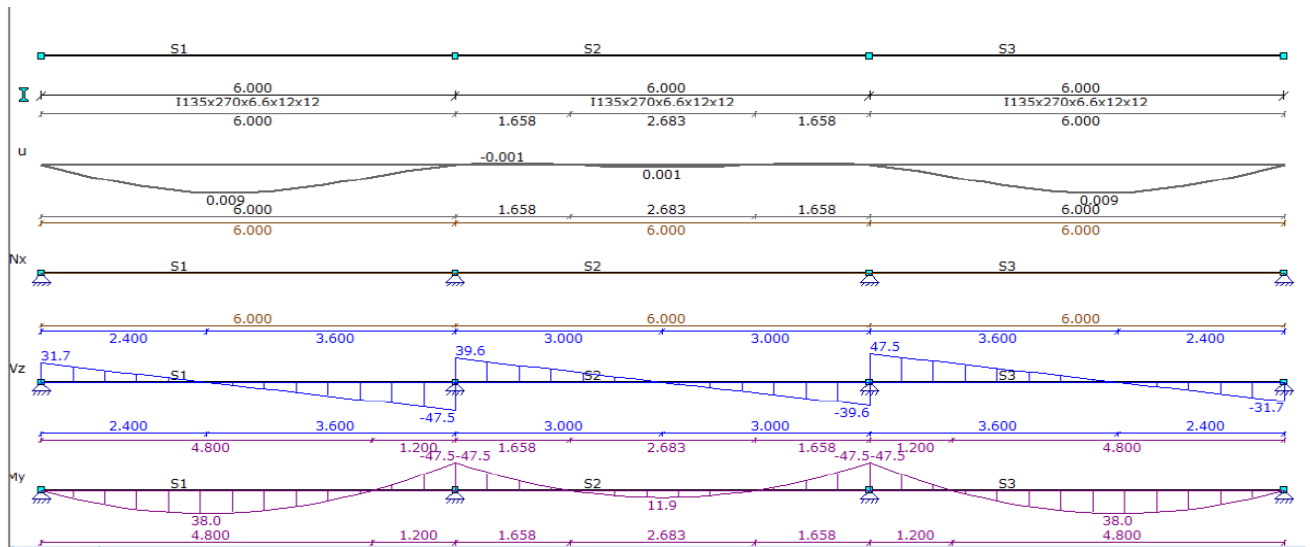
	49,542 kN Belasting op element door permanente belasting 14,4 kN Belasting op element door veranderlijke belasting
Maatgevende belastingcombinatie Permanente belasting + gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting 8257 x 1,2 9906,4 N/m1 2400 x 1,35 3240 N/m1 qd1 13146,4 N/m	
	13,1464 kN/m

Berekening op sterkte (UGT) Maximale rekenmoment uit MatrixFrame met fundamentele belastingcombinaties 38,2 kn m Rekenmoment uiterste grenstoestand 100,815 kn m M opneembaar 100,815 kn m fy;d 235 N/mm2 Wy 429000 mm3 Sterktecontrole M optredend/ M opneembaar <1 = 0,376928 voldoet op sterkte		Berekening op doorbuiging (BGT) qg 8,257 N/mm1 qq 2,4 N/mm1 E 210000 N/mm2 I 57900000 mm4 5/384xql^4/EI u on = 11,45957 mm u bij = < 0,003xl 3,330866 voldoet op doorbuiging = 18 u tot = < 0,004xl 14,79043 voldoet op doorbuiging = 24	
--	--	---	--

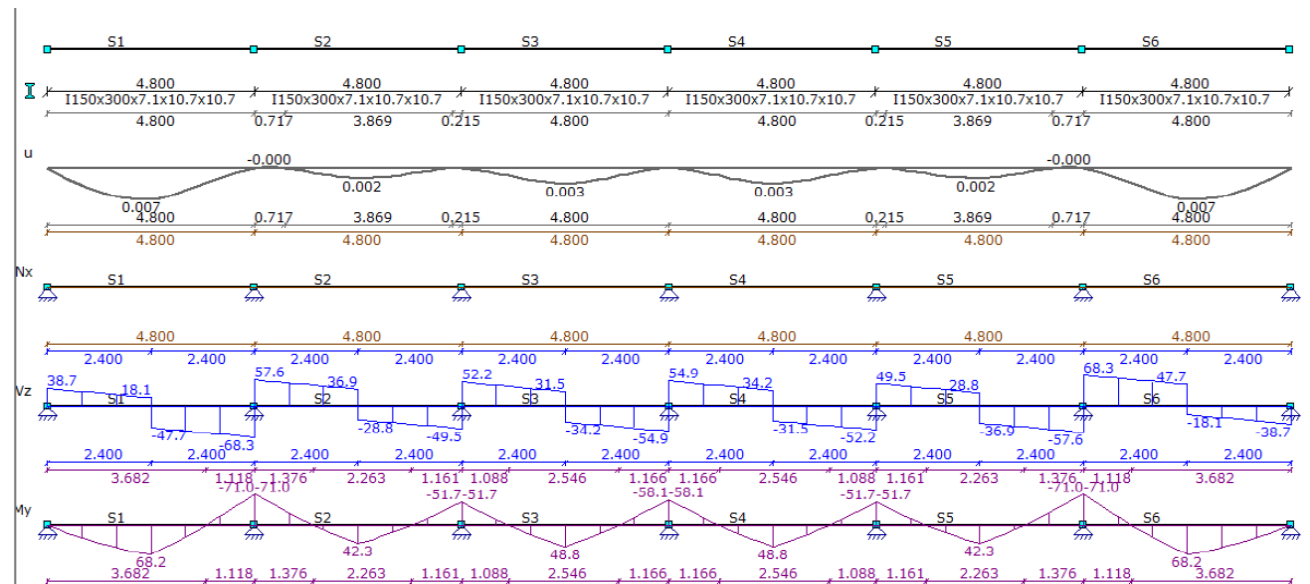
Bouwdeel 3									
sterkte (uiterste grenstoestand) stijfheid (bruikbaarheidsgrenstoestand) en stabiliteit									
IPE									
Staalkwaliteit S235 (aangenomen waarde)									
Platdak pe= 1,00kN/m2									
Belastingen		L	d	kg/m3	kg/m2	N/m2	h.o.h	N/m1	
		m	mm				m		
Blijvende belastingen op ligger	g								422
	F								0
									422
							0,0 Kn		0,4 Kn/m1
Veranderlijke belastingen	q					1000	6	6000	
									1000
							1,0 Kn		6,0 Kn/m1

	2,0256 kN Belasting op element door permanente belasting 28,8 kN Belasting op element door veranderlijke belasting
Maatgevende belastingcombinatie Permanente belasting + gelijkmatig verdeelde veranderlijke belasting 422 x 1,2 506,4 N/m1 6000 x 1,35 8100 N/m1 qd1 8606,4 N/m	
	8,6064 kN/m

Berekening op sterkte (UGT) Maximale rekenmoment uit MatrixFrame 68,2 kn m Rekenmoment uiterste grenstoestand 130,895 kn m M opneembaar 130,895 kn m fy;d 235 N/mm2 Wy 557000 mm3 Sterktecontrole M optredend/ M opneembaar <1 = 0,521028 voldoet op sterkte		Berekening op doorbuiging (BGT) qg 0,5064 N/mm1 qq 8,1 N/mm1 E 210000 N/mm2 I 83560000 mm4 5/384xql^4/EI u on = 0,199471 mm u bij = < 0,003xl 3,19059 voldoet op doorbuiging = 14,4 u tot = < 0,004xl 3,390061 voldoet op doorbuiging = 19,2	
--	--	---	--



Figuur 8: Krachtenverloop IPE280 bouwdeel 3,(matrix frame)



Figuur 9: Krachtenverloop IPE300 bouwdeel 3, (matrix frame)

1.32 Investeringsberekening Ooglijdersgasthuis

De Investopedia geeft de volgende definitie van investeren:

“Investeren is geld steken in een onderneming of project in de verwachting hiermee additioneel inkomen te genereren”²⁹

Men investeert (geldmiddelen) in het Ooglijdersgasthuis om daarvoor een of tegenwaarde te ontvangen. In het geval van het Ooglijdersgasthuis wordt er van uitgegaan dat de investeerder inkomsten ontvangen uit de verkregen huur. Een ontwikkelaar zou er ook voor kunnen kiezen het Ooglijdersgasthuis te verbouwen en kort na gereedkomen te verkopen met winst. Het uiteindelijke doel van elke investering is dat het meer geldmiddelen oplevert dan er aan het begin van de investering ingestoken is. Een investeringsanalyse helpt gedurende de ontwerpfase om te zien hoe rendabel het project is. De investeringsanalyse beoordeelt de aantrekkelijkheid van investeringen in economische zin; dat wil zeggen, zullen zij meer opbrengen dan de gedane investering. Er bestaan verschillende soorten investeringen:

- objectgerichte investeringen
- effectgerichte investeringen
- overige investeringen

Wanneer wordt geïnvesteerd in een gebouw, investeert men in zogenaamde materiële vaste activa (kapitaalgoederen). Zodoende valt de investering in het Ooglijdersgasthuis onder de objectgerichte investeringen. Deze investeringssoort is belangrijk te weten, omdat deze mede bepaalt welke berekeningsmethode het beste gehanteerd kan worden. Deze berekeningsmethoden kunnen we onderscheiden in:

- statische investeringsberekeningen en
- dynamische investeringsberekeningen

1.32.1 Berekeningsmethoden voor het beoordelen van investeringen in het Ooglijdersgasthuis

1.32.1.1 De statische investeringsberekeningen

Deze vorm van berekenen wordt bij bedrijven nog regelmatig toegepast, aangezien hij relatief eenvoudig kan worden gebruikt. Hij kent echter maar beperkte mogelijkheden voor een voldoende beoordeling van alternatieve investeringen.

Criteria en bijzondere eigenschappen van statische investeringsberekeningen:

- De investeringsberekening heeft betrekking op maar één periode, meestal een gemiddelde periode. De berekening maakt daardoor geen onderscheid tussen kosten en opbrengsten die op verschillende momenten vallen (bijvoorbeeld lage kosten aan het begin van de investeringsperiode en hoge kosten aan het einde; of vice versa). Dit betekent dat een investering die in jaar één 10.000 euro aan kosten meebrengt en in jaar twee 90.000 euro, op dezelfde wijze zou worden gewaardeerd als een investering die in jaar één 80.000 euro en in jaar twee 20.000 euro kosten met zich meebrengt. In beide gevallen wordt bij de berekening namelijk uitgegaan van het gemiddelde van 50.000 euro per jaar.

²⁹ Bron: www.investopedia.com

- De berekening houdt geen rekening met de tijdswaarde van geld.
- De berekening is gebaseerd op kosten en opbrengsten, in plaats van inkomsten en uitgaven (kasstromen).

Theoretisch is deze methode niet de meest juiste, omdat hij geen rekening houdt met de tijdswaarde van geld en omdat hij uitgaat van kosten en opbrengsten in plaats van inkomsten en uitgaven. Daarom wordt deze methode hier niet verder toegelicht.

1.32.1.2 *De dynamische investeringsberekeningen*

De dynamische investeringsberekening is ingewikkelder dan de statisch. De resultaten van de berekening zijn echter exacter, gedifferentieerder en veelzeggender voor een exploitatie.

Dynamische investeringsberekeningen:

- De berekening is gebaseerd op meerdere perioden
- De berekening is gebaseerd op inkomsten en uitgaven in plaats van kosten en opbrengsten
- In de berekening wordt ook rekening gehouden met de tijdswaarde van geld

De afschrijving blijft in deze berekening buiten beschouwing omdat dit een kostenpost is, maar geen uitgave. Rentekosten blijven eveneens buiten beschouwing, aangezien in de disconteringsvoet al rekening wordt gehouden met rentekosten.

Voor het Ooglijdersgasthuis gaan we uit van de dynamische investeringsberekeningen, omdat we te maken hebben met verschillende kasstromen op verschillende momenten. En we bij een exploitatie te maken hebben met inkomsten en uitgaven.

1.32.2 *De elementen van dynamische investeringsberekeningen*

Bij het maken van dynamische investeringsberekeningen zijn diverse elementen van belang. De elementen komen één voor één aan de orde en worden in dit hoofdstuk toegelicht hoe hiermee om is gegaan bij het Ooglijdersgasthuis.

1.32.2.1 *De investering ofwel de initiële kasstroom*

Dit zijn de uitgaven die aan het begin van de investeringsperiode worden gedaan. In het geval van het Ooglijdersgasthuis zijn dit de uitgaven die zijn gedaan in verband met de aanschaf van het investeringsobject en de kosten voor de verbouwing daarvan. De aanschaf van het investeringsobject is meestal een gegeven die door een investeerder niet zomaar openbaar wordt gemaakt. Het taxeren van het object valt niet binnen de kaders van dit onderzoek. Echter dient voor het opstellen een aanschafwaarde bekend te zijn. Om deze niet helemaal uit de lucht te laten vallen zal hieronder beschreven worden hoe tot deze waarde is gekomen.

1.32.2.2 *Aanschafwaarde*

Om de waarde te weten van een onroerende zaak kan men het gebouw taxeren. Deze taxatiewaarde is de waarde die aan de onroerende zaak, in zijn huidige staat dient te worden toegekend, waarvoor de eigendom van het object zou kunnen worden overgedragen en de verkrijger het object onmiddellijk en in volle omvang in gebruik zou kunnen nemen. Er zijn verschillende taxatiemethodieken die worden toegepast. Voor woningen kan worden vergeleken met vergelijkbare woningen die rond de waardepeildatum zijn verkocht, dit noemt men de vergelijkingsmethode. Voor woningen in aanbouw is dit nog niet mogelijk, hiervoor dient de waarde te worden bepaald op het percentage van gereedkomen op basis van de gecorrigeerde vervangingswaarde (GVW). Voor een niet-woning, zoals het Ooglijdersgasthuis dient de waarde te worden bepaald op basis van de economische waarde en op de gecorrigeerde vervangingswaarde (GVW). De hoogste waarde dient te worden gehanteerd. De economische waarde voor niet-woningen kan op 3 manieren worden bepaald, middels de:

- Vergelijkingsmethode

- Huurwaardekapitalisatiemethode (HWK)
- Discounted-cash-flow methode (DCF)

Voor de vergelijkingsmethode bij een niet-woning wordt vergeleken met vergelijkbare objecten die rond de waardepeildatum zijn verkocht. Het is dan -uiteraard- noodzakelijk dat er voldoende verkoopcijfers voorhanden zijn en moeten de objecten voldoende vergelijkbaar zijn. Dit gaat voor het Ooglijdersgasthuis niet op.

de huurwaardekapitalisatiemethode gaat uit van huurcijfers van vergelijkbare panden. Door deze huren te analyseren kan een gemiddelde huurwaarde worden berekend voor het type gebouw. De huurwaarde wordt vermenigvuldigd met een kapitalisatiefactor. Deze factor drukt uit hoeveel maal de jaarhuurwaarde men bij verkoop bereid zou zijn te betalen voor het pand. Bij het bepalen van de factor wordt rekening gehouden met zaken als inflatie, de rentestand, de staat van onderhoud, verzekering, belasting en beheerskosten. Hiervoor dienen eveneens voldoende huurcijfers bekend en dienen de gebouwen in vergelijkbare omstandigheden te verkeren.

de Discounted-cash-flow methode wordt soms gebruikt bij de waardering van onroerende zaken die slecht met elkaar zijn te vergelijken en waarvan weinig koop- of huurgegevens bestaan. Deze methode werkt -simpel gezegd- als volgt. Het saldo van de toekomstige inkomsten en uitgaven van een bedrijf wordt berekend, waarbij men in beginsel uitgaat van een periode van 20 jaar. Uitgaande van het geldende rendement op staatsleningen wordt vervolgens bekeken welk bedrag men nu zou moeten reserveren, om over 20 jaar het berekende saldo te hebben gespaard. Dat bedrag is dan de waarde die onroerende zaak nu vertegenwoordigt.

Voor de waardebepaling van het Ooglijdersgasthuis is uitgegaan van de discounted-cash-flow methode. De andere methoden (huurwaardekapitalisatie- en vergelijkingsmethode) vergen gegevens van gebouwen, die op zichzelf niet te zijn vergelijken met het Ooglijdersgasthuis. De DCF-methode kan bepaald worden als er weinig koop- of huurgegevens bestaan voor een type gebouw, zoals bij het Ooglijdersgasthuis. Zodoende is de bedrijfswaarde bepaald met enkele aannames. Er is uitgegaan van de BVO van het Ooglijdersgasthuis. Het VVO is genomen op 75% van het BVO. Door een bruto-aanvangst-rendement aan te nemen op 8%, ontstaat een huurprijs per m2 VVO van €168,- Zou men uitgaan van een lager BAR, dan zou de huurprijs per m2 VVO lager uitvallen.

Bij de DCF-methode worden de inkomsten van de huur verminderd met de uitgaven van de exploitatie voor alle jaren. Zodoende moet men rekenen met een waarde voor de exploitatie. Deze waarde is aangenomen op een percentage van de totale investeringskosten voor een dergelijk pand. De bouwkosten zijn bepaald aan de hand van aangenomen kengetallen. Er is uitgekomen op een bedrag van €13.978.416. Voor deze berekening is er uitgegaan van een exploitatieperiode van 50 jaar, groot onderhoud is aangenomen om de 20 jaar op 20% van de totale investeringskosten³⁰ Overige waarden zijn in overleg met OVG aangenomen. Door deze gegevens in te voeren in de bedrijfswaarde berekening ziet met het verschil tussen de inkomsten en uitgaven, het reële saldo. Hierin is de inflatie en huurstijging (aangenomen op 2%) in meegenomen. Zoals gezegd wordt bij de DCF-methode vaak uitgegaan van een periode van 20 jaar³¹. Aan het einde van die 20 jaar ontstaat er een saldo, volgens deze berekening komt deze uit € 10.165.831,71. Dit is het saldo dat op je bank zou staan. Bij het berekenen met de DCF wordt gekeken hoeveel geld men nu zou moeten reserveren op de bank tegen een rente van 5% (aangenomen waarde OVG). Zodoende komt men voor een periode van 20 jaar tegen een rente van 5% uit op een bedrag van € 3.831.395. Dit zou de waarde voor het Ooglijdersgasthuis moeten zijn volgens deze methode.

³⁰ Bron: www.exploitatiekosten.com

³¹ Bron: www.gbrd.nl/woz-waardebepaling-taxatie.htm

1.32.2.3

Verbouwkosten

De hoogte van de investering voor de verbouwing kan worden geraamd. In een vroeg stadium is het vrij lastig een goede schatting te geven van de verbouwkosten. De verbouwkosten hangen namelijk erg af van de aard van de verbouwing, hoe ingrijpend deze is en welke kwaliteit wordt nagestreefd.

- simpele verbouwingen waarin veel gehandhaafd blijft: tussen € 500,- en € 1.000,- per m2 verbouw oppervlak.
- ingrijpende verbouwingen van € 1.000,- tot € 2.000,- per vierkante meter te verbouwen oppervlak³²

Zodoende is in het begin is uitgegaan van een kengetal voor de verbouwkosten per m2 BVO van €1500,-. Niet het gehele BVO zal worden verbouwd, maar zo wordt een veilige waarde gehanteerd om in het begin mee te rekenen. Als er meer gegevens bekend zijn, dan kan er een kostenraming van de verbouwing worden gemaakt, en kan dit kengetal bijgesteld worden.

Voor het Ooglijdersgasthuis is een kostenraming gemaakt op basis van de beschikbare gegevens. Daarbij moet vermeld worden dat de kosten voor de schil nauwkeurig zijn bepaald. De kosten voor de installatievoorzieningen en gebouwindeling zullen geschat worden, omdat deze ons niet zijn aangereikt. Op de volgende pagina's is de kostenraming voor de verbouwing van het Ooglijdersgasthuis te zien.

³² Bron: www.bricks.nl/woonwenswijzer/documents/SUB_nieuwe_woningindeling.html

1.32.3

De exploitatiekasstroom

Een investering kan leiden tot veranderingen in de exploitatie. Verduurzaming van een gebouw kan leiden tot een lagere energielast. Dergelijke veranderingen in de operationele kasstromen moeten als exploitatiekasstromen bij het maken van een investeringsanalyse worden meegenomen. Onderhoudslasten komen jaarlijks terug, maar de kosten voor groot onderhoud komen vaak in een cyclus van 10 of 20 jaar voor. De hoogte van deze onderhoudslasten kunnen worden opgenomen in de investeringsanalyse. Een duur onderhoudsjaar kan erg nadelig werken op de investeringsanalyse.

1.32.3.1

Onderhoud

De onderhoudskosten de kosten die nodig zijn voor de instandhouding en het gebruik van het gebouw. Planmatig onderhoud is periodiek onderhoud van vastgoed en komt dus meermalen terug in de exploitatie periode. Vaak zijn dit vrij grote uitgaven, het is dus belangrijk dat inzichtelijk wordt gemaakt wat de te verwachten onderhoudskosten zijn. Bij het Ooglijdersgasthuis wordt gestreefd om onderhoud preventief uit te voeren voor het verstrijken van de levensduur van het betreffende onderdeel. Daarbij wordt zo effectief mogelijk gebruik gemaakt van de onderhoudsbudgetten die daarvoor zijn aangesteld.

Om deze exploitatiekosten te bepalen kan men een meerjaren onderhoudsplan (MJOP) opstellen. Hiermee kunnen de uitgaven voor onderhoud gespreid worden over de exploitatieperiode. Een minder nauwkeurige manier is de onderhoudskosten te bepalen aan de hand van kengetallen. In overleg met OVG is voor de exploitatieberekening van het Ooglijdersgasthuis voor het onderhoud gebruik gemaakt van kengetallen. Deze geven een goede indicatie en het vergt veel minder tijd.

Op basis van deze kengetallen is voor het jaarlijks onderhoud is uitgegaan van een waarde €16,50 / m² VVO Het groot onderhoud is geschat op 20% van de totale investeringskosten en zal om de 20 jaar voorkomen.³³

Tijdens de exploitatie kunnen de kosten voor het werkelijk gepleegde en verwachte onderhoud altijd bijgesteld worden. Het jaarlijks onderhoud zorgt ervoor dat problemen preventief kunnen worden opgepakt en men niet voor onverwacht hoge uitgaven zal komen te staan.

1.32.3.2

Exploitatiekosten of service kosten

Aangezien het OLG wordt verduurzaamd, zal dit positief meewegen op de servicekosten. Om dit voordeel te houden, kan de huur het beste worden aangeboden inclusief deze exploitatiekosten (water, gas, elektra). Naast de kale huur betaal je meestal ook servicekosten, onder andere voor gas, water en elektra.

Exploitatiekosten zijn kosten die bovenop de kale huur van een onroerend goed object komen. In de wet staat nauwkeurig omschreven welke zaken onder servicekosten worden gerekend. Voor het Ooglijdersgasthuis is er voor gekozen om de servicekosten voor gas, water en elektriciteit meet te nemen in de kasstroom. Deze kosten kan een verhuurder van onroerend goed boven op de kale huur aan de huurder in rekening brengen. De kale huur plus deze exploitatiekosten vormen tezamen de all-in huur.

Voor het exploitatiemodel is er een gemiddelde waarde genomen volgens het Oscar 2012 rapport. De gemiddelde servicekosten lagen in 2010 op 34,57 euro per vierkante meter verhuurbaar

³³ Bron: www.beheerenonderhoudkosten.nl

vloeroppervlak (VVO) per jaar. Bijna de helft van deze kosten bestaat uit kosten voor verwarming en elektra (47 procent). Omdat dit een gemiddelde waarde uit 2010 betreft en niets zegt over de duurzaamheid van het gemiddeld genomen gebouw, zijn de servicekosten voor gas, water en elektra genomen op een geschatte waarde van 17€/m² VVO.³⁴

In de exploitatie berekening zijn de service kosten meegenomen in de huurprijzen, zodat deze all-in kan worden aangeboden. All-in huur is huur waarbij de kale huurprijs en de servicekosten niet van elkaar zijn gescheiden in het huurcontract. Kale huur is de huurprijs voor het gebruik van de woonruimte. Servicekosten zijn alle kosten die de verhuurder bovenop de huurprijs mag rekenen. Bijvoorbeeld voor energie, water en gebruik van meubels. Bij het Ooglijdersgasthuis is zodoende de huurprijs per m² VVO uitgekomen op 182 + 18 + 17 euro= ongeveer 220 euro all in per m² VVO.³⁵

1.32.4 Tijdfactor bij kasstromen

Dynamische investeringsberekeningen worden gedaan met behulp van financieel-wiskundige methodes. Daarbij wordt rekening gehouden met het aspect tijd. Dat betekent dat de factor tijd bij het maken van een investeringsberekening wordt meegenomen bij de 'beoordeling' van de kasstromen die met een investering samenhangen.

Hierdoor wordt rekening gehouden met het feit dat een geldbedrag dat vandaag beschikbaar is, meer waard is dan een geldbedrag van gelijke (nominale) hoogte dat pas in de toekomst beschikbaar komt (bijvoorbeeld pas na één of twee jaar). Dit wordt de tijdswaarde van geld genoemd.

Om die reden moet een uitgave die vandaag moet worden gedaan bij het maken van een investeringsberekening, 'negatiever' worden gewaardeerd dan een uitgave van gelijke hoogte die pas over twee jaar dient te worden gedaan. En vergelijkbaar moet een geldbedrag dat vandaag als inkomsten binnenkomt, 'positiever' worden gewaardeerd dan een zelfde bedrag aan inkomsten op een later moment.

1.32.5 De vermogenskosten

Om deze 'correctie in de waardering' van de uitgaven en inkomsten te kunnen bepalen, moet behalve de bovengenoemde factor tijd (het moment waarop de inkomsten c.q. uitgaven vallen) ook een andere factor bekend zijn, namelijk de vermogenskosten. Deze vermogenskosten worden uitgedrukt in een rentepercentage dat aangeeft hoe groot de tijdswaarde van het geld is.

Indien het rentepercentage bijvoorbeeld wordt gesteld op 9%, betekent dit dat voor het betreffende bedrijf een uitgave van 100 euro nu op dit moment ongeveer evenveel waard is als een uitgave van 109 euro over een jaar en 118,81 euro over 2 jaar!³⁶

Deze vermogenskosten zijn niet hetzelfde rentepercentage als dat van de te betalen rente voor kortlopende of langlopende kredieten. Het gaat om een rentepercentage dat individueel wordt bepaald door de directie. Dit rentepercentage voor de vermogenskosten ligt vrijwel zeker boven de rente over kapitaal op de kapitaalmarkt. Dit als gevolg van het feit dat de te beoordelen investering in meer of mindere mate een risico voor het bedrijf vormt. Dit risico moet worden

³⁴ Bron: Oscar 2012 (Office service charge analysis report)

³⁵ Bron: www.rijksoverheid.nl

³⁶ Bron: www.infocash.nl

meegenomen door het toepassen van een bijpassende risicotoeslag (percentage boven op de rente op de kapitaalmarkt).

Feitelijk geven de vermogenskosten aan hoeveel rendement het bedrijf minimaal moet realiseren bij een investering om de kosten van het aan haar ter beschikking gestelde vermogen terug te kunnen verdienen. Dit vermogen bestaat uit het eigen vermogen en het vreemde vermogen. De kosten van het eigen vermogen bestaan uit het rendement dat de aandeelhouders willen realiseren middels dividend en koersstijgingen. De kosten van het vreemd vermogen bestaan uit de te betalen rente.

De vermogenskosten kunnen per bedrijf verschillen, afhankelijk van het risicoprofiel van een bedrijf. Dit risicoprofiel is onder andere afhankelijk van de branche waarin een bedrijf werkzaam is, maar ook van de financiële soliditeit van een bedrijf (verhouding eigen vermogen ten opzichte van vreemd vermogen).

Het is eveneens mogelijk dat de vermogenskosten van één bedrijf per soort investering verschillen, afhankelijk van het risico dat de betreffende investering voor dat bedrijf met zich meebrengt. Een vervangingsinvestering brengt over het algemeen minder risico met zich mee dan bijvoorbeeld een diversificatie-investering.

De kapitaalkost van de onderneming kan worden berekend als een gewogen gemiddelde van de rentabiliteitseisen van de verschillende groepen van kapitaalverschaffers. Dit komt overeen met een gewogen gemiddelde van de kost van het vreemd vermogen en de kost van het eigen vermogen.

1.32.5.1

Kosten van vermogen

Bij de financiering van een herbestemming is geld nodig (verbouwkosten). Als men zelf genoeg middelen heeft kan men het project zelf financieren. Is dit niet helemaal het geval, dan kan de financiering gedaan worden met eigen vermogen en/of vreemd vermogen. De verschaffers van het eigen en vreemd vermogen wensen van de onderneming een vergoeding voor het beschikbaar gestelde vermogen. Deze vergoedingen noemen we vermogenskosten en moeten in de kostprijs worden opgenomen. De verschaffers van eigen vermogen hadden namelijk de mogelijkheid het door hun beschikbaar gestelde bedrag buiten de onderneming te beleggen en daarvoor een vergoeding te ontvangen. De hoogte van de vermogenskosten wordt meestal uitgedrukt in de vermogenskostenvoet (rente percentage %). De hoogte van de vermogenskostenvoet hangt af van veel factoren. Zo dient er inzichtelijk te zijn wat de liquide middelen zijn van de investeerder. Zodoende weet men pas hoe de financiering rond gekregen kan worden.

De bepaling van de vermogenskostenvoet valt buiten dit onderzoek en hiervoor is niet genoeg inzicht in de liquide middelen van de ontwikkelaar. Met OVG is een inschatting gemaakt van het gewenste projectrendement van 6,5%. Dit komt mede voort uit het feit dat banken minder gemakkelijk geld uit lenen. Hierdoor dient er verhoudingsgewijs meer aanspraak gemaakt te worden op het eigen vermogen. De rente bij de bank is ongeveer 5%. Met OVG is een inschatting gemaakt van het aandeel dat men kan lenen bij de bank, deze is geschat op 60%. Zodoende komt het aandeel op het eigen vermogen op 60%. Dit bepaalt de rentevoet van 8,75% voor eigen vermogen.

1.32.5.2

De nominale waarde

De nominale waarde (K_n) is de waarde van inkomsten of uitgaven op het tijdstip dat deze binnenkomen respectievelijk gedaan worden. Een inkomst van 100 euro op tijdstip t heeft een nominale waarde van 100 euro, evenals een inkomst van 100 euro op tijdstip $t + 2$. Er is dan nog geen rekening gehouden met de tijdswaarde van geld.

1.32.5.3***De contante waarde***

De contante waarde (K_0) of huidige waarde is het totale bedrag dat één of meerdere toekomstige betalingen (inkomsten en/of uitgaven) op dit moment waard is. De huidige waarde van een inkomst van 100 euro over twee jaar is op dit moment wellicht maar 85 euro (afhankelijk van het gehanteerde rentepercentage ofwel de vermogenskosten).

De berekende contante waarde is het resultaat van discontering vanaf het tijdstip van betaling naar de huidige waarde op dit moment. Dit komt neer op vermenigvuldiging van de nominale waarde van een betaling met de overeenkomstige disconteringsfactor:

$$\text{Disconteringsfactor} = 1 / q_n = 1 / (1 + i)^n$$

In deze formule is 'q' gelijk aan $1 +$ het rentepercentage (de vermogenskosten), en 'n' het tijdstip (meestal in jaren) waarop de betaling valt. Bij discontering van een inkomst van 100 euro over twee jaar naar de huidige waarde tegen een rentepercentage van 10% is de disconteringsfactor dus:

$$1 / q_n = 1 / (1 + 0,1)^2 = 0,8264$$

Deze formule kan worden gebruikt om voor elke individuele betaling in een reeks betalingen (zowel inkomsten als uitgaven) de bijbehorende disconteringsfactor te bepalen. De formule voor het berekenen van de contante waarde wordt dan:

$$\text{Contante waarde } (K_0) = \text{nominale waarde } (K_n) \times \text{disconteringsfactor}$$

$$K_0 = K_n \times 1 / q_n$$

Door elke betaling in een reeks betalingen te vermenigvuldigen met zijn eigen bijbehorende disconteringsfactor, kan de contante waarde van elke betaling worden berekend. Door vervolgens het resultaat van deze berekeningen te sommeren, kan de totale contante waarde van de betalingenreeks worden bepaald.

Indien sprake is van betalingen in meerdere termijnen waarbij de bedragen telkens van gelijke hoogte zijn, is sprake van een bijzondere situatie. In dat geval kan de volgende formule worden gebruikt:

$$\text{Contante waarde } (K_0) = \text{nominale waarde termijnen } (e) \times \text{factor contante waarde}$$

$$\text{Factor contante waarde} = (q_n - 1) / (q_n \times (q - 1))$$

Deze factor contante waarde is feitelijk gelijk aan de som van de disconteringsfactoren die bij elke individuele betaling horen. Deze formule kan alleen worden toegepast als de betalingen telkens van gelijke hoogte zijn.

1.32.6**BAR**

Het Bruto Aanvangst Rendement (BAR) wordt in de financiële rekenkunde als volgt gedefinieerd: "het op het moment van verwerving geraamde te behalen beleggingsresultaat gedurende het eerste volledige jaar van exploitatie op een vastgoedinvestering. Het BAR wordt uitgedrukt als percentage van de bruto huuropbrengst bij volledige verhuur tegen markthuurniveau ten opzichte van de totale verwervingskosten van het vastgoedobject. Voor de berekening van het BAR wordt de volgende formule gebruikt:

$$\text{BAR} = \text{MH } t=1 / \text{INV}$$

$$\text{MH } t=1 = \text{Markthuur bij volledige verhuur in jaar 1}$$

$$\text{INV} = \text{totale investering}$$

1.33

Bepaling huurprijzen Ooglijdersgasthuis

1.33.1

Huurprijzen woningen

Er is marktonderzoek gedaan naar de huurprijzen in de buurt van het Ooglijdersgasthuis om te bepalen wat er voor de huur gevraagd kan worden voor de appartementen. Er is gekeken naar appartementen die in dezelfde klasse qua grootte en kwaliteit vallen als de appartementen in het Ooglijdersgasthuis. In het Ooglijdersgasthuis hebben we te maken met twee hoofdtype, te weten:

- Starters appartementen, ca 40 m²
- Luxe appartementen, ca 100 m²

Op basis van deze gegevens is gekeken naar het aanbod van gelijkwaardige huurappartementen in Utrecht. De gegevens zijn van Trovit.nl gehaald en geraadpleegd op 14 mei.³⁷




Te huur: appartement Weerdsingel oz in Utrecht

3514 AG Utrecht Noordoost Utrecht
€ 2.000,- Huurprijs per maand (exclusief)

Appartement aangeboden door
 Makelaar B&S Rental Service

f in t

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: Weerdsingel oz Utrecht		Beschrijving appartement
Huurprijs per maand	€ 2.000,-	Lees meer
Appartement beschikbaar per	1 Jun 2012	
Oppervlakte (m ²)	85 m ²	
Oplevering interieur	Gemeubileerd	
Aantal slaapkamers	1	




Te huur: appartement Jansveld in Utrecht

3512 BG Utrecht Binnenstad Utrecht
€ 1.950,- Huurprijs per maand (exclusief)

Appartement aangeboden door
 Makelaar B&S Rental Service

f in t

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

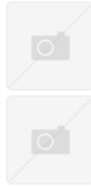
Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: Jansveld Utrecht		Beschrijving appartement
Huurprijs per maand	€ 1.950,-	Gemeubileerd of gestoffeerd 3 kamer appartement met een dakterras in het centrum van utrecht. Indeling: woonkamer voorzien van eiken vloer, moderne half open keuken voorzien van alle apparatuur. Aparte bergruimte, slaapkamer 1 heeft toegang tot een Lees meer
Appartement beschikbaar per	Direct	
Oppervlakte (m ²)	115 m ²	
Oplevering interieur	Gestoffeerd of gemeubileerd	
Aantal slaapkamers	2	

³⁷ Bron: Trovit.nl

**Te huur: appartement F.C. Dondersstraat in Utrecht**

3572 JG Utrecht Noordoost Utrecht

€ 1.475,- Huurprijs per maand (exclusief)Appartement aangeboden door
Makelaar B&S Rental Service

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: F.C. Dondersstraat UtrechtHuurprijs per maand **€ 1.475,-**Appartement beschikbaar per **1 Jun 2012**Oppervlakte (m²) **80 m²**Oplevering interieur **Gemeubileerd**Aantal slaapkamers **2****Beschrijving appartement**

Heerlijk modern gemeubileerd 3-kamer appartement met balkon het object is gelegen op de 1e verdieping van een herenhuis gebouwd in 1898, voorzien van veel originele details. In 2005 is het object volledig gerenoveerd en gemoderniseerd. Indeling: hal, [Lees meer](#)

**Te huur: appartement Maliebaan in Utrecht**

3581 CJ Utrecht Oost Utrecht

€ 2.500,- Huurprijs per maand (exclusief)Appartement aangeboden door
Makelaar 123 Wonen Amersfoort

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: Maliebaan UtrechtHuurprijs per maand **€ 2.500,-**Appartement beschikbaar per **Direct**Oppervlakte (m²) **115 m²**Oplevering interieur **Gemeubileerd**Aantal slaapkamers **3****Beschrijving appartement**[\[Lees meer\]](#)**Te huur: appartement Lange Nieuwstraat in Utrecht**

3512 PL Utrecht Binnenstad Utrecht

€ 960,- Huurprijs per maand (exclusief)Appartement aangeboden door
Makelaar Atrius Apartments

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

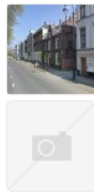
Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: Lange Nieuwstraat UtrechtHuurprijs per maand **€ 960,-**Appartement beschikbaar per **1 Aug 2012**Oppervlakte (m²) **40 m²**Oplevering interieur **Gemeubileerd**Aantal slaapkamers **1****Beschrijving appartement**

one bedroom apartment on the 1st floor. Living room 16m2 with large windows and laminated wooden floor, semi open kitchen in the hallway with electric stove, microwave and fridge, and a separate bathroom with showercel, wash basin, washing machine and [Lees meer](#)

**Te huur: appartement Maliesingel in Utrecht**

3582 AB Utrecht Oost Utrecht

€ 900,- Huurprijs per maand (inclusief)Appartement aangeboden door
[Makelaar QHomes](#)

Overzicht

Beschrijving

Foto's

Kaart

Buurtinfo

Makelaar

Informatie aanvragen

Adres: Maliesingel UtrechtHuurprijs per maand **€ 900,-**Appartement beschikbaar per **Direct**Oppervlakte (m²) **50 m²**Oplevering interieur **Gestoffeerd**Aantal slaapkamers **1****Beschrijving appartement**

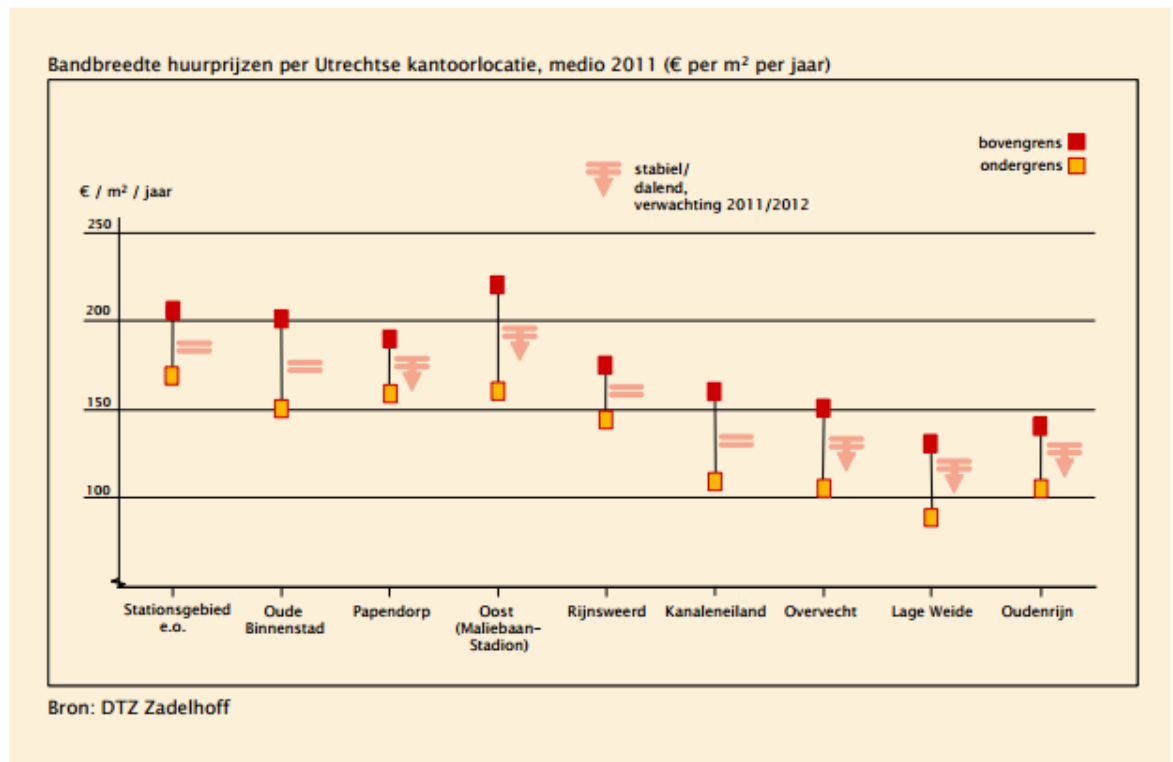
Zeer ruim appartement beschikbaar op een toplocatie. Vanuit het appartement kijk je op de groene strook die de rand vormt van het zuidelijk deel van de Utrechtse binnenstad. Het historische museumkwartier, de gezellige cafeetjes en terrasjes bij de tolsteegbrug en [\[Lees meer\]](#)

	kale huur prijzen	vierkante meter	huurprijs per maand per m2	LUXE APPARTEMENT	
	€ 2.000,00	85 m2	€ 23,53		
	€ 1.950,00	115 m2	€ 16,96		
	€ 1.475,00	80 m2	€ 18,44		
	€ 2.500,00	115 m2	€ 21,74		
Gemiddeld	€ 1.981,25	99 m2	€ 20,17	€ 242,00	huurprijs /m2 per jaar

				STARTERS APPARTEMENT	
	€ 960,00	40 m2	€ 24,00		
	€ 900,00	50 m2	€ 18,00		
Gemiddeld	€ 930,00	45 m2	€ 21,00	€ 252,00	huurprijs / m2 per jaar

In bovenstaande tabel zijn deze gevonden huurwaarden nogmaals weergegeven. Hierin is te zien dat de huurprijzen voor de luxe appartementen op €242 /m2 per jaar ligt en voor de starterappartementen op €252 /m2 per jaar. Voor een luxe appartement van 100m2 zou dit neerkomen op €2017 per maand exclusief gas, water en licht. Voor een starters appartement van 40m2 is dit €840 per maand exclusief gas, water en licht. Dit zijn behoorlijke bedragen en worden mede veroorzaakt door het feit dat een aantal appartementen gemeubileerd zijn.

Kijken we naar eerder gedaan markt onderzoek dan wordt dit vermoeden ook bevestigd. Uit de vastgoedmonitor van Utrecht 2011 is te zien dat de bandbreedte voor huurprijzen per m2 per jaar voor appartementen in de buurt van het Ooglijdersgasthuis tussen de €150 (ondergrens) en €210 (bovengrens) liggen. In overleg met OVG is afgesproken dat we met het Ooglijdersgasthuis best tegen de bovengrens aan kunnen gaan zitten en dat €200 per m2 per jaar een realistische waarde is voor de huurprijzen van de appartementen. Ook is te zien dat de prijzen redelijk stabiel zijn in de buurt van het Ooglijdersgasthuis.



Figuur 10: bandbreedte huurprijzen, uit de Vastgoedmonitor Utrecht 2011

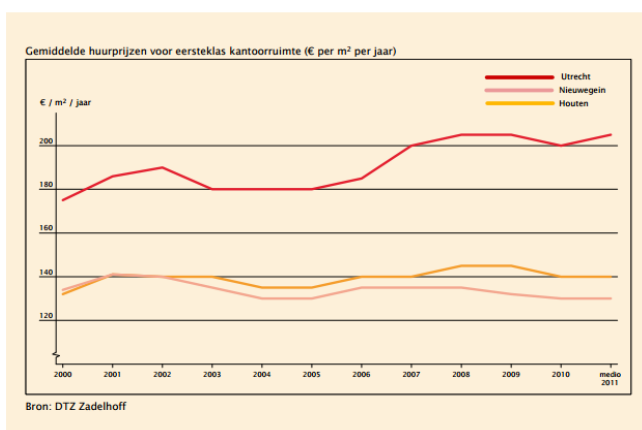
1.33.2

Huurprijzen bedrijfsverzamelgebouw

Gemiddelde huurprijzen eerste klas kantoorruimte G4

ultimo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	medio 2011	verwachting 2011-2012
Utrecht	180	180	180	185	200	205	205	200	205	stabil/dalend
Amsterdam	325	325	325	325	330	340	335	335	340	stabil/dalend
Den Haag	195	195	195	195	205	205	205	205	210	stabil/dalend
Rotterdam	185	185	180	180	188	190	195	200	200	stabil

Bron: DTZ Zadelhoff



Figuur 11: huurprijzen kantoren, uit de Vastgoedmonitor Utrecht 2011

Er is gekeken wat er voor de huurprijzen voor het bedrijfsverzamelgebouw gevraagd kan worden. Hiervoor zijn wederom gegevens van DTZ Zadelhoff gehanteerd. In onderstaande grafiek is te zien dat gemiddeld voor kantoorruimte in 2011 €205 euro per m² VVO per jaar wordt gevraagd. Dit is al een aantal jaren redelijk stabiel. Hoewel dit geen waarden voor bedrijfsverzamelgebouwen zijn geeft dit toch een goede inschatting voor de huurprijs. Uit beknopt marktonderzoek blijkt dat in een ander bedrijfsverzamelgebouw in de binnenstad €225/m² VVO per jaar wordt gevraagd. Dit zijn huurbedragen inclusief onroerende zaakbelasting, energie- en servicekosten en exclusief BTW. Zodoende zijn wij uitgekomen op een waarde van €220 euro per m² VVO per jaar.

	kale huur prijzen	vierkante meter	huurprijs per maand per m2	BEDRIJFS- VERZAMEL GEBOUW
	€ 525,57	29 m2	€ 18,12	
	€ 2.086,53	109,5 m2	€ 19,06	
	€ 972,63	51 m2	€ 19,07	
Gemiddeld	€ 1.194,91	63 m2	€ 18,75	€ 225,00
				huurprijs per m2 per jaar
<i>Deze huurbedragen zijn per maand en inclusief onroerende zaakbelasting, energie- en servicekosten en exclusief BTW.</i>				
www.lumax-utrecht.nl				

1.33.3

Huurprijzen sportschool en bijeenkomstruimte

Goede gegevens voor de huurprijzen van sportscholen en bijeenkomstruimte zijn niet gevonden. Enkel verhuurprijzen per uur voor particulieren. Gaan we uit van deze huurprijzen, dan komen er erg hoge maandhuurprijzen uit. Derhalve is er voor gekozen om uit te gaan van een huurprijs van €100 euro per m2 VVO per jaar.

1.34

Exploitatieresultaat van het Ooglijdersgasthuis.

Op de volgende pagina's is de uitkomst te zien van het exploitatiemodel van het Ooglijdersgasthuis.

1.35

Workshop

In een vroeg stadium van ons onderzoek hebben wij een aantal concepten opgesteld voor de verschillende bouwdelen, waarin wij de uitkomsten van de minorgroep hebben meegenomen. Het opzetten van onze concepten geschiedde met de kennis die wij op dat moment van het Ooglijdersgasthuis hadden. Bij de concepten hebben we gekeken naar oplossingen ten aanzien van de schil (dak, gevel, venster en vloer). Deze concepten hebben wij op bladen samengevat en tijdens een workshop op 12 maart met onderstaande professionals besproken.

- Jan Straatman: Lectoraat nieuwe cultuur in de bouwketen
- Birgit Dulski: Onderzoeker bij Universiteit Nyenrode
- Henk Jansen: Adviseur erfgoed gemeente Utrecht
- Richard Rodenburg: Adviseur erfgoed gemeente Utrecht
- Cees van der Vliet: Milieu adviseur duurzaam bouwen
- Ronald Willemsen: Architect
- Jeroen Hilhorst: Architect
- Joost Dolhain: Architect

De uitkomsten van de workshop hebben wij meegenomen in de beoordeling van de concepten. De discussie heeft bijgedragen aan ons proces en het vinden van de beargumentering. Op de volgende pagina's zijn de presentatiebladen te vinden van onze concepten aan de professionals tijdens de workshop.

1.36

Symposium: bouwen aan herbestemming

Op 21 maart hebben wij deelgenomen aan het symposium bouwen aan herbestemming op de Universiteit in Twente. Hier werden erg interessante discussies gevoerd over de groeiende hoeveelheid leegstand. Ook hebben wij deelgenomen aan verschillende workshops.



Figuur 12: Joris Lucas & Nick van Harmelen bij het Symposium bouwen aan herbestemming

Bij Witteveen+Bos, hebben we deelgenomen aan de workshop over de maatschappelijke meerwaarde van herbestemmen aan de hand van maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

Bij “Het Oversticht” ging de discussie over herbestemming van monumenten. Deze workshop heeft ons veel inzichten gegeven in de noodzaak van het behoud van dit erfgoed en de kansen voor herbestemming voor het monument.

1.37

Interviews

De interviews met (Tom J. Haarsten van Climatic Design Consult, Robin Angelier van OVG en Dries van den Broek van Koninklijke Woudenberg) hebben ons geholpen in het toetsen van de haalbaarheid van onze concepten. Het bespreken van de concepten met een bouwfysisch adviesbureau en een aannemer is erg leerzaam geweest. Robin Angelier als ontwikkelaar, heeft ons weer goed geholpen met het exploitatiemodel.



HYPOTHESE



VHV Utrecht:

St. nummers:

Joris Lucas: 1555948

Nick van Harmelen: 1532563

Lisanne Colijn: 1548471

Lars Wopereis: 1545273

Michel Nijland: 1558598

Vincent van Helvoort: 1545424

Hypothese: Netwerk verduurzaming van historische en beeldbepalende gebouwen.

Uitgave van VHV Utrecht



Tekst en samenstelling

VHV Utrecht (Verduurzaming en Herbestemming van Vastgoed)

Met bijdragen van

Peter Rutten, Kathelyn van der ham, Henk Wolfswinkel, Karel Fouraschen, Jan Straatman, Birgit Dulski, Henk Jansen, Richard Rodenburg, Cees van der Vliet, Ronald Willemsen, Jeroen Hilhorst, Joost Dolhain, Tom Haarsten, Robin Angelier en Dries van den Broek

Redactie

VHV Utrecht

Fotografie

VHV Utrecht

Volgens bronvermelding

Vormgeving

VHV Utrecht



Hypothese netwerk verduurzaming van historische en beeldbepalende gebouwen



Auteurs:

Nick van Harmelen
Joris Lucas
Lisanne Colijn
Vincent van Helvoort
Michel Nijland
Lars Wopereis

INHOUDSOPGAVE

1	HYPOTHESE	4
2	PARTIJEN	6
2.1	INLEIDING	6
2.2	ROLVERDELING STUDENTEN CASUSOPDRACHT	7
2.2.1	<i>Architect, Lianne Colijn</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Handhaver, Vincent van Helvoort.....</i>	<i>7</i>
2.2.3	<i>Ontwikkelaar, Joris Lucas & Nick van Harmelen.....</i>	<i>7</i>
2.2.4	<i>Energie, Lars Wopereis & Michel Nijland</i>	<i>8</i>
2.2.5	<i>Installaties, Lars Wopereis & Michel Nijland</i>	<i>8</i>
2.2.6	<i>Aannemer, Joris Lucas & Nick van Harmelen</i>	<i>8</i>
2.3	PARTIJEN BIJ HERBESTEMMING EN VERDUURZAMING VAN MONUMENTEN	9
3	INTERVIEWS	10
3.1	INTERVIEW ASNOVA ARCHITECTEN	10
3.2	INTERVIEW DGM ^R ADVIESBUREAU	12
3.3	INTERVIEW GEMEENTE UTRECHT #1	14
3.4	INTERVIEW GEMEENTE UTRECHT #2	15
3.5	INTERVIEW Z33P ARCHITECTEN.....	17
3.6	INTERVIEW CLIMATIC DESIGN CONSULT	19
3.7	INTERVIEW OVG	21
3.8	INTERVIEW KONINKLIJKE WOUDENBERG	22
4	BEANTWOORDING HYPOTHESE.....	24
4.1	ARCHITECTUUR (LIANNE).....	24
4.2	BOUWREGELGEVING (VINCENT)	26
4.3	AANNEMER EN INVESTEERDER (JORIS & NICK)	28
4.4	INSTALLATIES EN ENERGIE (LARS EN MICHEL)	30
5	AANBEVELING VHV UTRECHT	32

HOOFDSTUK

1 HYPOTHESE

Het afstudeeronderzoek wordt vormgegeven door de hypothese te betrekken in de uitwerking van de casusopdracht van het herbestemmen en verduurzamen van het voormalig Ooglijdersgasthuis te Utrecht; een 19^e eeuwse pand aan de F.C. Dondersstraat, gelegen aan de rand van de binnenstad van Utrecht. Wegens de complexiteit van de casus leent het zich uitermate goed voor de hypothese. Is een duurzame herbestemming een ontwerpopgave?

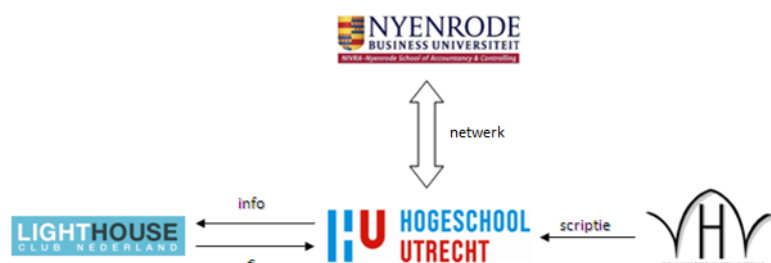
Het duurzaam herbestemmen van monumenten is zoals gezegd een lastige opgave, vanwege de noodzaak om bij de aanpassing van een gebouw de cultuurhistorische waarde te behouden. Dit bemoeilijkt de technische ingrepen en vraagt om extra aandacht en expertise van de verschillende actoren in het proces van het verduurzamen en herbestemmen van monumenten. Hierdoor is er bij het 'kennis- en activiteitennetwerk Duurzaam Monumentenzorg' (zie onderstaand citaat) een discussie ontstaan over de samenwerking tussen de partijen en de rol van de architect. Dit kenniscentrum is geïnitieerd door Nyenrode Business Universiteit om kennis en ervaring tussen de verschillende partijen te verbeteren.

Het netwerk van de Nyenrode Business Universiteit organiseert regelmatige 'lerende ontmoetingen'. In januari 2011 stond deze ontmoeting in het teken van creatieve preconcurrenitiële samenwerking met architecten en aannemers. Dit heeft onder meer geleid tot een boeiende discussie over de rol van de architect bij restauratieprojecten.'

Hieruit is de volgende hypothese naar voren gekomen:

'Duurzame maatregelen en monumenten / bestaande bouw kunnen alleen in samenhang en door een architect worden ontworpen: de verduurzaming van historische gebouwen is een ontwerpopgave'¹

Dit onderzoek is voortgekomen uit het netwerk 'Verduurzaming van historische en beeldbepalende gebouwen' van De Nyenrode Business Universiteit. Dit netwerk van non-profit organisaties heeft zijn vragen voorgelegd aan de Hogeschool Utrecht. Onderdeel van dit netwerk is de Light House Club (LHC). De LHC heeft om dit onderzoek mogelijk te maken, besloten om het project financieel te ondersteunen vanuit de Light House Foundation (LHF). De samenwerking tussen deze partijen geeft de Hogeschool Utrecht de beschikking over de financiële middelen en een groot netwerk van professionals, inclusief de noodzakelijke kennis die zeer bepalend is voor dit onderzoek.



Figuur 1: model van het kennis- en activiteitennetwerk door Nyenrode Bron: VHV Utrecht

¹ Netwerk 'Verduurzaming van historische en beeldbepalende gebouwen', 2011

2 PARTIJEN

De hypothese kan op een reflecterende wijze worden beantwoord aan de hand van het door ons doorlopen proces. Ook de interviews met mensen uit de beroepspraktijk die ervaring hebben met dergelijke opgaven heeft ons veel inzicht gegeven in hoe een dergelijk proces verloopt. Dit hoofdstuk zal bestaan uit een korte beschrijving van de rolverdeling binnen dit project en de aanleiding tot de partijen die geïnterviewd zijn.

2.1

Inleiding

Om de hypothese op een reflecterende wijze te kunnen beantwoorden wordt vanuit twee invalshoeken gekeken naar de hypothese. De hypothese is op een theoretische manier benaderd vanuit de interviews met verschillende personen uit de beroepspraktijk. De input die werd geleverd vanuit deze interviews vormde een basis voor het beantwoorden vanuit een theoretisch standpunt.

Omdat voor het beantwoorden van de hypothese ook een casusopdracht is uitgewerkt vanuit verschillende vakrichtingen is de hypothese ook op een praktijkgerichte manier beantwoord. De bevindingen uit de interviews kunnen hierbij worden vergeleken met het zelf doorlopen proces.

De projectgroep VHV Utrecht bestaat in totaal uit zes studenten. Het Ooglijdersgasthuis vormt de casus om onze bevindingen te vergelijken met de bevindingen uit de praktijk. De projectgroep vertolkt 6 partijen, die in één ruimte werken aan hetzelfde project. Deze situatie is niet kenmerkend voor de praktijk, maar gaf ons in de korte tijd voor dit project de kans problemen in een vroeg stadium te tackelen en van elkaar te leren. Het feit dat men in één ruimte zit en aan hetzelfde project zit betekent niet dat er automatisch integraal wordt samengewerkt. De samenwerking roept vragen op over hoe er in de praktijk wordt samengewerkt. In de praktijk komt het nagenoeg niet voor dat verschillende vakdisciplines tegenover elkaar zitten in één ruimte. Dit heeft ons wel veel input gegeven over de vragen die bij ons speelden. Hierdoor hebben wij de interviews goed kunnen voorbereiden.

Waar men niet de andere partijen aan de andere kant van het bureau heeft zitten. Dit heeft ons input gegeven in de vragen die wij hadden voor de interviews. Zodoende zijn er een aantal interviews gehouden met de partijen die wij hebben vertolkt in ons project.

2.2

Rolverdeling studenten casusopdracht

Voor aanvang van het project is gekeken naar de partijen die een grote rol spelen bij het herbestemmen van monumenten. Omdat er binnen dit project wordt samengewerkt met 6 mensen is ervoor gekozen 6 rollen te vertolken in het proces. Deze rolverdeling (zie afbeelding) is doorgezet in de verschillende onderzoeken en is ook de basis geweest voor de partijen die geïnterviewd zijn. Hieronder zal een korte beschrijving plaatsvinden van deze partijen en wat hun expertise is geweest in de casus Ooglijdersgasthuis.

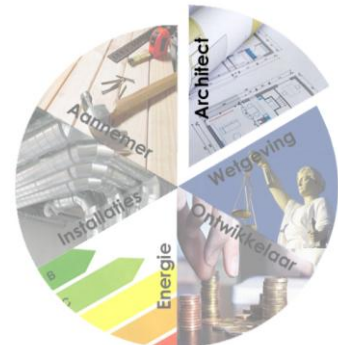


2.2.1

Architect, Lisanne Colijn

Voor de verschillende mogelijke functies voor het Ooglijdersgasthuis is een stedenbouwkundige analyse gemaakt, waarin is gekeken naar de bereikbaarheid, stedelijke context, gemeentelijk beleid en de invloed van omwonenden. Deze functies zijn getoetst op de constructieve structuur en de ontsluiting van het Ooglijdersgasthuis.

De afzonderlijke bouwdelen van het monumentale pand hebben uiteindelijk verschillende functies gekregen: wonen, werken en ontspanning. Opmerkelijk is dat de 19e eeuwse structuur door haar symmetrie en eenvoudige scheiding tussen verblijfs- en verkeersruimtes (trappen en deuren) uitermate flexibel is.



2.2.2

Handhaver, Vincent van Helvoort

Van het vm. Ooglijdersgasthuis is een waardenstelling gemaakt op grond van de bouwregelgeving, waarbij de verschillende bouwdelen zijn beschreven op hun bouwhistorische waarde. Om te voldoen aan de eisen van het BB voor bestaande bouw, is het actuele kwaliteitsniveau van het OLG bepaald op brandveiligheid, geluidseisen, daglichttoetreding en warmteweerstand.



2.2.3

Ontwikkelaar, Joris Lucas & Nick van Harmelen

De ontwikkelaar heeft in een vroeg stadium vanuit financieel oogpunt een ambitie bepaald. Deze ambitie heeft bepaald hoe ver men moet gaan met verduurzamen bij monumenten. Aan de hand van de kasstromen kon hij zien wat de consequenties zijn van de herbestemming voor de haalbaarheid. Het exploitatiemodel roept de vraag op of het duurzaam herbestemmen van monumenten financieel haalbaar is. De ontwikkelaar heeft een belangrijke rol, omdat hij degene is die het project moet financieren.



2.2.4

Energie, Lars Wopereis & Michel Nijland

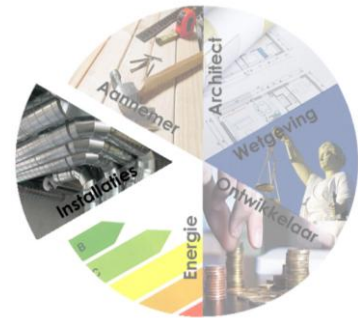
De voorgestelde duurzame installatie wordt doorgerekend en vergeleken op de (mogelijke) energiebesparing die daarmee kan worden bereikt. Daarmee samenhangend is de terugverdientijd en energieprestatie-coëfficiënt bepaald en getoetst. Aanvullend is het energieverbruik van het verduurzaamde monument vergeleken met een hedendaags gebouw met een vergelijkbaar programma. Dit heeft geleid tot de uiteindelijke keuze voor de installatie- en afgiftesystemen.



2.2.5

Installaties, Lars Wopereis & Michel Nijland

De keuze voor de installatie is bepaald aan de hand van de toekomstige functie en het gewenste kwaliteitsniveau van het OLG. Vanwege de bouwkundige aanpassingen van het pand, kan een duurzaam afgiftesysteem worden toegepast met lage temperatuursverwarming (LTV) en hoge temperatuurskoeling (HTK). De voor de LTV benodigde warmtebehoefte per m2 is laag genoeg voor de toepassing van een warmte-koudeopslag (WKO) zonder warmtepomp. Hiermee genereer je een laag en duurzaam energieverbruik.



2.2.6

Aannemer, Joris Lucas & Nick van Harmelen

De aannemer, vertolkt door Nick van Harmelen en Joris Lucas, heeft in een vroeg stadium gekeken naar verschillende concepten voor de verduurzaming van de schil, waar de keuze is gemaakt op basis van achterliggende functie, reversibiliteit en de bouwhistorische waarde. De technische uitvoerbaarheid en de materialisering van het verduurzamingconcept en de consequenties voor het monument zijn de focus geweest. De aannemer heeft een belangrijke rol in het verduurzamen van het Ooglijdersgasthuis, omdat hij het monument technisch in de vingers heeft.



2.3

Partijen bij herbestemming en verduurzaming van monumenten

Op basis van onze eigen rolverdeling hebben we de relatie onderzocht van deze partijen in de praktijk. Er is gezocht naar partijen die in de zich bezig houden met monumenten. Zodoende zijn er interviews gehouden met direct betrokkenen bij het herbestemmen van het Ooglijdersgasthuis en met partijen die in Nederland een belangrijk aandeel hebben in dergelijke processen. De volgende partijen zijn hierbij geïnterviewd:

- Architect
- Projectleider
- Adviseurs monumenten (monumentenzorg)
- Adviseurs erfgoed (beleid)
- Adviseur brandveiligheid
- Restauratie aannemer (bedrijfsleider)
- Ontwikkelaar (commercieel manager)
- Ontwikkelaar (ontwikkelingsmanager (technaut))
- Adviesbureau voor bouwfysica (adviseur, architect)

De voorgestelde duurzame installatie wordt doorgerekend en vergeleken op de (mogelijke) energiebesparing die daarmee kan worden bereikt. Daarmee samenhangend wordt de terugverdientijd en energieprestatie-coëfficiënt bepaald en getoetst. Aanvullend wordt het energieverbruik van het verduurzaamde monument vergeleken met een hedendaags gebouw met een vergelijkbaar programma.

3 INTERVIEWS

Het beantwoorden van de hypothese is vanuit een aantal invalshoeken gebeurd. De hypothese is in de uitwerking onder andere op een theoretische manier benaderd. In interviews met verschillende partijen op het gebied van (duurzame) herbestemmingen is gediscussieerd over deze hypothese. De bevindingen van uit deze interviews vormen de onderbouwing voor het theoretische gedeelte van het onderzoek.

3.1

Interview ASNOVA Architecten

Dit interview is gehouden door Lianne Colijn en Vincent van Helvoort en is uitgeschreven door Vincent.

Op 23 april is een interview gehouden met Ronald Willemsen, directeur van ASNOVA Architects in Utrecht. Ronald Willemsen is architect en is momenteel bezig met het vm. Ooglijdersgasthuis. In het interview zijn algemene onderwerpen omtrent herbestemmingen naar voren gekomen. Ook zijn specifieke bevindingen, problemen en oplossingen over het vm. Ooglijdersgasthuis ter sprake gekomen.



3.1.1.1

Wat is/was de opgave?

Het vm. Ooglijdersgasthuis is ongeveer twee jaar geleden te koop aangeboden. Tijdens een rondleiding met potentiële kopers van het pand kwam dhr. Willemsen in aanraking met Driestar, de uiteindelijke koper van het pand. Hem werd door Driestar gevraagd projectarchitect voor dit pand te worden. De opgave was toen nog niet bekend. Driestar wilde ook advies over de eventuele mogelijkheden met het gebouw. Er is op dit moment ook nog geen vastgestelde opgave.

3.1.1.2

Waarom bent (juist) u betrokken bij dit project?

Dat heeft volgens Ronald Willemsen in zijn geval te maken met de die hij heeft op het gebied van restauraties en herbestemmingen. Deze ervaring betekent o.a. dat het netwerk van dhr. Willemsen met personen uit de gemeente best goed is. Omdat er al vaker contact is geweest tussen dhr. Willemsen met de gemeente kan goed worden ingeschat welke weg ingeslagen kan worden met het vm. Ooglijdersgasthuis. Dit levert voordelen op ten aanzien van de tijdsduur van het project. Ook de haalbaarheid (het krijgen van een bouwvergunning) wordt vergroot.

3.1.1.3

Welke kwaliteiten bezit u, die aan dit project bijdragen

Dit komt grotendeels neer op de vraag waarom juist dhr. Willemsen betrokken is bij het project. De ervaring met de gemeente bij eerdere herbestemmingen betekent dat dhr. Willemsen weet waar de gemeente naartoe wilt met bepaalde projecten. Hij kan hier dus op inspelen.

3.1.1.4

In welke fase bent u betrokken geraakt?

Dit was tijdens de aankoop van het gebouw. Dhr. Willemsen werd uitgenodigd door een potentiële opdrachtgever. Deze haakte af vanwege de omvang van het gebouw. Driestar, die het pand wel wilde kopen, benaderde dhr. Willemsen met de vraag of hij projectarchitect van het project wilde zijn. De fase vanaf de aankoop was in dit geval ook het zoeken van toekomstige gebruikers en het opstellen van een programma van eisen. Dit kwam voornamelijk voort uit de vraag om mee te helpen met het zoeken van toekomstige gebruikers en mogelijkheden met het pand.

3.1.1.5

Vind je je rol groot genoeg in dit project? Wat zou je anders willen?

Een grotere rol zal altijd beter zijn voor een architect om zo het kwaliteitsniveau over het gehele proces zo hoog mogelijk te houden. De architect heeft geen baat bij het besparen van geld, maar moet juist zorgen dat er binnen het budget gebleven wordt. Hierin zal de architect een optimum zoeken. De grootte van de rol heeft ook te maken met het feit dat de architect tegenwoordig ook meer als adviseur door het leven gaat. Er wordt meer onderzocht door de architect en de opdrachtgever wilt, zeker in deze tijden van crisis, meer opties en mogelijkheden weten voordat hij daadwerkelijk een beslissing maakt. Toch moet er binnen een budget gewerkt worden, waardoor je sommige zaken tegen elkaar moet afwegen.

3.1.1.6

Wie is er leidend in het proces?

De betalende partij zal altijd leidend zijn. Als een idee of een plan niet mogelijk is vanwege het budget kan de architect dat niet doorzetten, waardoor hij niet leidend is. Daarnaast is de gemeente leidend als het gaat om het verlenen van een bouwvergunning. Als de gemeente het niet eens is met de plannen van dhr. Willemsen, zullen hier aanpassingen moeten plaatsvinden.

3.1.1.7

Liggen er volgens u nog benoemenswaardige problemen bij de politiek?

Hoewel het onderwerp politiek niet direct ter sprake is gekomen, heeft dit wel de link gelegd naar het huidige overschot aan leegstaande kantoorpanden. Dit is een politieke kwestie omdat Nederland met dit overschot kampt, en er vanaf moet. Op politiek niveau moet er dus wel meer mogelijk zijn om snel iets met deze voorraad te doen. De vraag die in dit geval dan heerst is of een herbestemming van dit type gebouwen een architectenopgave of een interieurontwerp-opgave is?

3.1.1.8

Specifiek voor het Ooglijdersgasthuis

De vraag vanuit de opdrachtgever is nu om mee te helpen nadenken over de toekomstige gebruikers van het vm. Ooglijdersgasthuis. De HU zit momenteel nog in het pand en gaat er pas in 2015 uit. Om tot die tijd te wachten met het ontwikkelen van een plan is te lang. Dan staat het pand misschien een tijdje leeg, en dat is niet de bedoeling. Omdat het riskant is nu alle aandacht op een idee te vestigen met deze onzekere toekomst is het belangrijk in dit geval te beginnen met het verzorgen van goede onderleggers. Door het pand digitaal in kaart te brengen kan er snel worden gediscussieerd over oppervlakten en verhuurprijzen. Dit kan in een ontwerpproces helpen om later keuzes te onderbouwen. Ook is het in deze fase van belang dat de historische analyse in kaart wordt gebracht. Dit maakt ook deel uit van de onderleggers; op het gebied van bijvoorbeeld constructie, bouwfysische toestand en de waardestelling. Als dit inzichtelijk wordt gemaakt voordat de gemeente hiermee begint, kan de architect de basis leggen voor het ontwerp.

3.1.1.9

Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?

Ja, de verduurzaming en herbestemming van monumenten is een architectenopgave. Dit komt door een aantal zaken. In geval van dhr. Willemsen heeft dit te maken met de ervaring bij eerdere herbestemmingen en de goede contacten met de gemeente. Het komt een beetje van twee kanten. ASNOVA wilt iets bereiken met de opdrachtgever en de gemeente wilt ook iets bereiken; bijvoorbeeld het zo goed mogelijk behouden van het pand. Van beide partijen uit is het water bij de wijn doen; als deze partijen goed op elkaar zijn ingespeeld (door ervaring) kan dit snel, duidelijk en op een kwalitatief hoog niveau gebeuren. Dit levert voordelen op wat betreft het proces. Als in een vroeg stadium contact tussen deze partijen wordt gelegd kan vanaf een vroeg stadium worden meegedacht waardoor er weinig ruimte overblijft voor verrassingen. De architect is een goed tussenpersoon tussen de opdrachtgever en de gemeente.

3.2

Interview DgMr Adviesbureau

Dit interview is gehouden door Vincent van Helvoort en is uitgeschreven door Vincent.



Op 26 april is een interview gehouden met Ronald Oldengarm, senior adviseur brandveiligheid bij DgMr. Dhr. Oldengarm heeft voor meerdere historische gebouwen advies gegeven over de brandveiligheid. De nadruk bij het interview met dhr. Oldengarm lag dan ook voornamelijk op projectinhoudelijke vragen over brandveiligheid m.b.t. het vm. Ooglijdersgasthuis.

Bij de afsluiting van het interview zijn wel een aantal vragen behandeld over het proces bij herbestemmingen van o.a. monumenten en de rol die DgMr hierin speelt.

3.2.1.1

Wat is/was de opgave?

Een mooi voorbeeld van de rol van een adviesbureau bij de herbestemming van een Rijksmonument is het St. Jobsveem pakhuis te Rotterdam. Dit grote pakhuis is herbestemd tot appartementengebouw met ruim 100 wooneenheden. Het oude pakhuis kampte vooral met problemen qua daglicht. De opzet zorgt voor diepe ruimten waar weinig daglicht toetreedt. Het was taak van DgMr om te zorgen dat aan de eisen conform daglichttoetreding werd voldaan.

3.2.1.2

Waarom bent (juist) u betrokken bij dit project?

Volgens DgMr zijn adviseurs bij dergelijke projecten gewoonweg nodig omdat zij over specifieke kennis beschikken die nodig is om moeilijke vraagstukken op te lossen. DgMr is daarnaast een groot adviesbureau is met meerdere vestigingen in Nederland. Zij beschikken over veel kennis op verschillende gebieden in de bouwregelgeving. Door een dergelijke partij in de hand te nemen, kan men er vanuit gaan dat de kwaliteit van het onderzochte werk en de uitwerking goed is.

3.2.1.3

Welke kwaliteiten bezit u, die aan dit project bijdragen

Als adviseur beschik je over de kennis om bepaalde vraagstukken op te lossen. Hierbij kan het bijvoorbeeld gaan om brandveiligheid, problemen omtrent geluid en eisen conform daglichttoetreding. Door op deze fronten advies te geven bij een ontwerp kan men een juiste weg inslaan met het ontwerp.

3.2.1.4

In welke fase bent u betrokken geraakt?

Bij het pakhuis in Rotterdam was dit in een relatief vroeg stadium. Omdat het gebouw ruim 22 meter diep is, wisten de opdrachtgever en de architect dat het oplossen van problemen rondom daglichttoetreding lastig zouden zijn. In dit geval is de adviseur ergens in het ontwerpproces in de hand genomen. Dhr. Oldengarm meldt dat dit gunstig is om in een vroeg stadium bepaalde adviezen te geven over de mogelijkheden. Bij het pakhuis in Rotterdam moesten bijvoorbeeld verschillende zeer ingrijpende aanpassingen worden gedaan om het project haalbaar te maken. Omdat dit in een vroeg stadium gebeurde kon dit worden meegenomen in het ontwerpproces.

3.2.1.5

Vind je je rol groot genoeg in dit project? Wat zou je anders willen?

Deze vraag is niet direct ter sprake gekomen. Wel is de rol van de adviseur besproken. Volgens Ronald Oldengarm kan de adviseur nooit iets kan opleggen; hij geeft per slot van rekening advies. Als het gebouw aan verschillende vormen van bouwregelgeving voldoet is in principe alles toegestaan. De adviezen worden vaak wel opgevolgd door betrokken partijen. Hierna houdt het project in principe ook op voor de adviseur. Er wordt advies gegeven voor een bepaald probleem, daarna heeft de adviseur geen inbreng meer in het project als hier niet om gevraagd wordt.

3.2.1.6 *Wie is er leidend in het proces?*

Volgens dhr. Oldengarm is dit de opdrachtgever of financierder. De opdrachtgever is degene die alles betaalt en daarom degene die uiteindelijk de knopen doorhakt. Dat betekent ook dat de opdrachtgever degene is die besluit een adviseur in de hand te nemen of om dat niet te doen. Daarom zal altijd degene die betaalt leidend zijn in een proces volgens dhr. Oldengarm.

3.2.1.7 *Specifiek voor het Ooglijdersgasthuis*

In het interview met DgMr adviesbureau is voornamelijk ingegaan op verschillende problemen rondom brandveiligheid, geluid en daglicht in de uitwerking van het plan van het vm. Ooglijdersgasthuis.

3.2.1.8 *Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?*

Volgens DgMr is het antwoord; ja, mits de architect wordt gezien als een soort supervisor. De architect heeft niet alle know how in huis om eigenhandig een dergelijke opgave uit te voeren. In samenwerking met de adviseur kunnen bijvoorbeeld oplossingen worden bedacht die gebruikt kunnen worden in het ontwerp. De architect zal deze oplossingen echter verantwoorden tegenover bijvoorbeeld welstand en de monumentenzorg. Doordat in dit samenwerkingsverband de architect eigenlijk centraal staat kan worden gezegd dat het een architectenopgave is.

Antwoord op de vraag wie volgens dhr. Oldengarm leidend is in het proces is de betalende partij. De opdrachtgever of ontwikkelaar dus. Zij zullen uiteindelijk de beslissing nemen of iets doorgevoerd moet worden of niet.

3.3

Interview Gemeente Utrecht #1

Dit interview is gehouden door Lianne Colijn en Vincent van Helvoort en is uitgeschreven door Vincent.



Het interview met de gemeente Utrecht bestaat uit twee delen. Het eerste interview wordt gehouden met Richard Rodenburg. Het tweede interview wordt gehouden met Henk Jansen. In het interview met Richard wordt ingegaan op specifieke vragen m.b.t. het Ooglijdersgasthuis. Het interview met Henk bestaat uit een gesprek over herbestemmingen in het algemeen.

Het interview met Richard Rodenburg vond plaats op 26 april. Dhr. Rodenburg werkt bij afdeling StadsOntwikkeling van de gemeente Utrecht en is adviseur op gebied van monumenten. Dhr. Rodenburg is vaker betrokken geweest bij het vm. Ooglijdersgasthuis. Tijdens de minor Restauratie & Monumentenzorg van de Hogeschool Utrecht heeft hij studenten begeleid. Ook is hij betrokken bij dit afstudeeronderzoek. Om deze reden is met Richard niet zozeer over het proces van de gemeente in een herbestemming gesproken, maar is de nadruk gelegd op specifieke vragen m.b.t. het Ooglijdersgasthuis.

Allereerst was dhr. Rodenburg tevreden over de aanpak in de herbestemming van het vm. Ooglijdersgasthuis. Het is belangrijk om in dergelijke opgaven het monument goed vast te leggen. Een waardestelling van het pand moet als onderbouwing in herbestemmingen gelden. Deze waardestelling geeft de kwaliteiten van het pand weer waarmee in een planvorming rekening mee gehouden moet worden. Het plan wat uiteindelijk gestalte krijgt kan dan onderbouwd worden aan de hand van de waardestelling.

Door het project op deze manier aan te pakken wordt steeds geredeneerd vanuit het monument, wat de kwaliteit van de bestaande situatie ook hoog houdt. De redenering "monumentenzorg laat niks toe" die zo nu en dan geroepen wordt is onjuist. Aanpassingen aan een monument zijn heel normaal en ook nodig. Een pand zal nu eenmaal mee moeten groeien met de vraag en aanbod van de huidige markt. Dat betekent in praktisch alle gevallen dat er wat aan de huidige structuur, ontsluiting of indeling van een pand gedaan moet worden om het bruikbaar te houden. Hetgeen waar monumentenzorg op let is dat dit gebeurt met respect voor het monument. Om dit toe te lichten het volgende voorbeeld:

In het plan voor het Ooglijdersgasthuis wordt op de begane grond een grote hal gemaakt. Op deze plek heeft vroeger een hal gezeten, maar lang niet zo groot als de nieuwe hal. Daarnaast wordt een nieuwe trap en lift toegevoegd in de hal die de ontsluiting naar de eerste bouwlaag verzorgt. Deze toevoeging is behoorlijk ingrijpend voor het monument. Deze toevoeging zorgt wel voor een betere comfort en routing door de nieuwe situatie en zorgt voor meer oppervlakte omdat een ander trappenhuis opgeheven kan worden. Daarnaast is ook de brandveiligheid gewaarborgd. In dit geval is er een grote ingreep nodig om het grootste deel van het monument te behouden. Dit geniet in dit geval de voorkeur ten opzichte van het op veel plaatsen in het pand kleine aanpassingen doen om het pand zo leefbaar mogelijk te maken.

3.4

Interview Gemeente Utrecht #2

Dit interview is gehouden door Lianne Colijn en Vincent van Helvoort en is uitgeschreven door Vincent.



Het interview met de gemeente Utrecht bestaat uit twee delen. Het eerste interview wordt gehouden met Richard Rodenburg. Het tweede interview wordt gehouden met Henk Jansen. In het interview met Richard wordt ingegaan op specifieke vragen m.b.t. het Ooglijdersgasthuis. Het interview met Henk bestaat uit een gesprek over herbestemmingen in het algemeen.

Het interview met Henk Jansen vond plaats op 27 april. Dhr. Jansen werkt bij afdeling StadsOntwikkeling van de gemeente Utrecht en is adviseur monumenten en cultuurhistorie. Hij is bezig met de beleidsvorming binnen de gemeente Utrecht en is vakinhoudelijk qua bouwprojecten niet actief. We hebben met hem gesproken over bepaalde processen die worden gevolgd bij herbestemmingen van monumentale panden. We zijn uitgegaan van de rol van een adviseur op het gebied van monumenten; hoe gaat een dergelijk persoon te werk?

3.4.1.1 *Wat was de opgave?*

Er zijn veel opgaven in Utrecht, er is niet specifiek over één opgave gesproken. Er kwamen een aantal panden aan bod; variërend van grachtenpanden in de binnenstad van Utrecht tot bijvoorbeeld een kerk.

3.4.1.2 *Waarom zijn juist adviseurs op het gebied van monumenten actief bij herbestemmingen?*

Historische panden (of ze al als monument zijn aangemerkt of niet) hebben vaak een bepaalde cultuurhistorische waarde die niet altijd is vastgelegd. Volgens dhr. Jansen beschikken architecten, ontwikkelaars en eigenaren niet altijd over de know how om een dergelijk pand op de juiste manier te waarderen en op die manier een gegrond ontwerp te maken. Als adviseur ben je onafhankelijk en beschik je over de juiste kennis om goed advies over monumenten te geven zonder dat er afbreuk wordt gedaan aan het pand in kwestie.

3.4.1.3 *In welke fase bent u betrokken geraakt?*

Dhr. Jansen is het liefst zo vroeg mogelijk betrokken bij herbestemmingen. De gemeente kan beginnen met het maken van een waardestelling en meehelpen met het inslaan van een bepaalde richting voor het pand. Denk hierbij ook aan mogelijke gebruikers en investeerders. De gemeente wilt natuurlijk ook leegstand voorkomen en helpt daarom nauw mee met het zoeken naar toekomstige gebruikers. Als in een vroeg stadium wordt begonnen met de samenwerking met de gemeente staat de opdrachtgever niet voor verrassingen bij een vergunningsaanvraag. Als de gemeente het met een bepaalde ontwerpkeuze niet eens is, kan dit vertragingen opleveren.

3.4.1.4 *Vind je je rol groot genoeg in dit project? Wat zou je anders willen?*

De rol is best groot; de gemeente heeft per slot van rekening het laatste woord. Zij moeten de vergunning verstrekken. Dit gebeurt alleen als de gemeente tevreden is over het resultaat wat behaald gaat worden.

3.4.1.5 *Wie is er leidend in het proces?*

Volgens dhr. Jansen is dit de opdrachtgever. De opdrachtgever zal altijd moeten betalen en geeft in principe het laatste woord; go of no go. De gemeente heeft wel veel invloed, maar werkt wel mee met de opdrachtgever. Het helemaal met elkaar eens worden over ingrepen en kosten zal niet vaak voorkomen, het is dus altijd een kwestie van water bij de wijn doen. Om een plan haalbaar te maken zullen altijd concessies moeten worden gedaan bij beide partijen.

3.4.1.6

Liggen er volgens u nog benoemenswaardige problemen bij de politiek?

Er wordt tegenwoordig te veel op landelijk niveau gekeken naar leegstand van o.a. monumenten en kantoorgebouwen. Dit is een slechte zaak. Gemeenten kunnen niet zelf meer bepalen waar de subsidies voor nodig zijn en daardoor komen panden “in nood” soms niet aan bod omdat daar geen subsidie voor wordt vrijgegeven. Dit is een slechte zaak aldus dhr. Jansen. De gemeente kent de panden door en door en weet op welke moment waar onderhoud nodig is. Dit geldt ook voor herbestemmingen. Er wordt landelijk gezien niet goed onderzocht, hoewel de gemeente daar de juiste mensen voor in huis heeft.

3.4.1.7

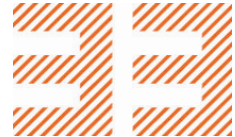
Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?

Het antwoord van dhr. Jansen luidde: Op zich wel, maar wel in samenhang met een aantal andere partijen. De architect is de tussenpersoon en heeft de juiste contacten. Een opdrachtgever is vaak niet zo bekend bij de gemeente en weet ook niet welke weg ingeslagen moet worden. Als een architect goed contact met de gemeente heeft is dit een voordeel. Omdat meteen vanaf het begin in het proces al een bepaalde weg ingeslagen kan worden waar de gemeente het over eens is, kan behoorlijk snel en met enige zekerheid gewerkt worden. De opdrachtgever weet waar hij aan toe is en de architect weet in een relatief vroeg stadium al waar hij met het plan heen moet. Ook kan de architect de juiste adviseurs op gebied van monumenten raadplegen als tussenpersoon. Hoewel de architect dus niet alle know how in huis heeft, weet hij het wel allemaal te vinden.

3.5

Interview Z33P architecten

Dit interview is gehouden door Lisanne Colijn en Vincent van Helvoort en is uitgeschreven door Vincent.



Op 16 mei is een interview gehouden met Jan Poolen, directeur van ZEEP architecten, in Amersfoort. Bij dit interview waren ook Stephan Sarphati (architect bij ZEEP architecten) en Bonnie Snoek (projectleidster bij ZEEP architecten) aanwezig. ZEEP architecten heeft verschillende projecten (doorlopen) waarin zij te maken hebben (gehad) met herbestemmingen van zowel beschermde rijksmonumenten als gemeentelijke monumenten. In het interview zijn algemene onderwerpen omtrent herbestemmingen naar voren gekomen. Ook zijn specifieke bevindingen, problemen en oplossingen over het vm. Ooglijdersgasthuis ter sprake gekomen.

3.5.1.1

Waarom bent (juist) u betrokken bij dit soort projecten?

Jan Poolen benadrukt dat dit met een aantal zaken te maken heeft. Men moet ooit beginnen met een herbestemming, dan is er van ervaring nog geen sprake. Ook moet dan op het gebied van monumenten nog contact worden gelegd met de gemeente. In dit geval is affiniteit erg belangrijk; je moet je als architect inzetten voor het monument. Jan Poolen is ook ooit begonnen met de eerste herbestemmingsopgave. Door zijn inzet in de herbestemming en de ervaring die ermee is opgedaan was het mogelijk vaker herbestemmingsopgaven te doen.

3.5.1.2

Welke kwaliteiten bezit u, die aan dit project bijdragen

Zoals besproken is bij de vraag waarom juist ZEEP architecten betrokken is bij een herbestemmingsopgave gaat het om affiniteit, contacten, kennis en ervaring. De architect heeft in dit geval de juiste contacten binnen handbereik. Specialisten op het gebied van herbestemmingen moeten worden samengesteld in een bouwteam. De kwaliteiten van de architect zijn de uitwerking van het plan en het bundelen van de informatie vanuit de specialisten in het bouwteam.

3.5.1.3

In welke fase bent u betrokken geraakt bij dit soort opgaven?

Dat is volgens ZEEP architecten in deze tijd anders dan voor bijvoorbeeld 4 jaar geleden. Tegenwoordig, in de economische crisis, komt de nadruk bij herbestemmingen vaker te liggen op onderzoek in het beginstadium; vaak zelfs voor de aankoop van een gebouw. Bouwende partijen en ontwikkelende partijen hebben het geld niet om snel werk te verzetten. De architect is anderzijds op zoek naar werk en stelt zich daarom sneller beschikbaar om te starten met wat onderzoeken. De architect werd voor 4 jaar geleden vaak pas ingeschakeld als de bestemming, locatie en doelstellingen van een pand al grotendeels bekend waren. Tegenwoordig helpt de architect in sommige gevallen al mee bij het bepalen van de gebruiksfuncties voor een gebouw.

3.5.1.4

Vind je je rol groot genoeg in dit project? Wat zou je anders willen?

Dit hangt nogal af per project. Zoals ZEEP architecten vertelde is het verstandig om een bouwteam samen te stellen. Met het bouwteam en de opdrachtgever stelt men een ambitieniveau vast. Vanuit dit ambitieniveau gaat men te werk. Hierin wordt duidelijk welke taken de architect uit kan voeren.

3.5.1.5

Wie is er leidend in het proces?

Uiteindelijk zal betaalt moeten worden en zal de exploitatie moeten worden overgegeven; daarom is de betalende partij in principe altijd leidend, meldt ZEEP architecten. Het is verstandig om in het bouwteam ook een bouwkostenadviseur in de hand te nemen. De bouwkostenadviseur houdt de begroting in de gaten en zal ook de exploitatie van het pand meenemen. De bouwkostenadviseur zal zo nu en dan moeten ingrijpen om bepaalde keuzes als het ware “af te keuren”. Zo kan binnen het budget gewerkt blijven worden.

3.5.1.6

Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?

Jan Poolen is van mening dat een herbestemming, zeker van een monument, geen ontwerp-opgave is. Een monumentaal gebouw zal voorop staan bij een herbestemming, en dat is ook de gedachtengang waarmee je als architect aan een dergelijke opgave begint. Je stelt een team samen met mensen die kennis, ervaring en affiniteit hebben op het gebied van monumentale gebouwen om zo de beste mensen op een gebouw in te zetten. Het gaat bij een monumentaal gebouw om eigendom en status van het gebouw.

Wel komt in het interview met ZEEP architecten naar voren dat het een architectenopgave is als het vanuit een ander perspectief wordt bekeken. De architect is in dergelijke opgaven een soort projectmanager. Bouwende partijen, ontwikkelende partijen en bijvoorbeeld de gemeente hebben allen verschillende belangen. De architect staat hier enigszins neutraal tegenover. Hierdoor is de samenwerking met het bouwteam ideaal. Verschillende vakspecialisten doen bepaalde voorstellen; bijvoorbeeld op het gebied van de schil, installaties, behoud van monumentale onderdelen, etc. en de architect kan goed adviseren over welke weg ingeslagen moet worden. In dit geval kan gezegd worden dat het herbestemmen van een monument wel een architectenopgave is.

3.6

Interview Climatic Design Consult

Consult, adviesbureau voor bouwfysica
Graafseweg 274
6532 ZV Nijmegen
Tom J. Haarsten
+31243780630
thaartsen@climaticdesign



Dit interview is gehouden door Nick van Harmelen en Joris Lucas van Helvoort. Op 23 april is er een interview gehouden bij Climatic Design Consult in Nijmegen met Tom J. Haarsten, (vennoot) senior adviseur. Het paradepaardje van Climatic Design (CD) is de van Nelle fabriek zijn. Climatic Design werkt voornamelijk met jonge monumenten uit de 20^e eeuw (industriële gebouwen en voorbeelden uit het nieuwe bouwen). Climatic Design krijgt vaak te maken met een opgave waarbij voor een gebouw een bouwfysisch en installatietechnisch concept opgeleverd dient te worden.

3.6.1.1

Waarom bent (juist) u betrokken bij dit soort projecten?

Door de expertise van Climatic Design betreft het herbestemmen van monumenten worden zij betrokken door diverse bedrijven. Door jarenlange ervaring en deskundigheid op dit gebied is Climatic Design Consult een geschikte partij om er bij te betrekken.

3.6.1.2

In welke fase bent u betrokken geraakt?

Het varieert wanneer Climatic Design wordt benadert bij het proces. Het ene project wordt Climatic Design Consult benadert wanneer er al een geheel ontwerp voor een herbestemming ligt. Een ander project worden ze vanaf de initiatieffase benadert, om bij te dragen aan de functiebeoordeling. Door goed te kijken naar het huidige bouwfysische- en installatietechnisch concept kon een goede functiebeoordeling gemaakt worden. Een goede functiebeoordeling is in dit geval een functie die past in het bestaande concept. Zodoende behoeft het gebouw weinig aanpassingen, wat gunstig werkt voor de cultuurhistorische waarde en de kosten drukt. CD is van mening dat het waarderen van de bestaande kwaliteit van het gebouw van groot belang is. Daar hoort het waarderen van de bestaande installaties ook bij. In de waardestelling wordt de bestaande installatieconcept vaak achterwege gelaten. Het is echter zeer wenselijk om de bestaande installatievoorzieningen te integreren in het concept.

3.6.1.3

Wie is er leidend in het proces?

Bij het herbestemmen van monumenten staat het monument centraal. Het behoud van het monument is hierbij van groot belang. Niet elk monument is geschikt voor een bepaalde functie ook vanuit de bouwfysische factoren gezien. Zo is wenselijke vochtproductie in een gebouw zeer bepalend voor de functie. Het is echter zo dat je vaak niet in deze luxe positie verkeerd. Er wordt vaak een functie bepaald voor het gebouw. Het is dan de taak om deze functie zo goed mogelijk in cohesie met het gebouw te integreren. Door een goede functiebeoordeling kunnen de kosten gedrukt worden. "Je kijkt naar het monument, naar de bouwfysische factoren die er spelen en daar pas je de functie op aan"

Het conceptuele ontwerper heeft de macht en heeft daarom de grootste invloed op het ontwerp, dit kan alleen maar als er in evenwicht en met elkaar gewerkt en omgegaan wordt. De architect staat hierbij in het midden en wordt benaderd door de verschillende partijen. Het is echter wel van belang dat partijen op het juiste moment erbij betrokken raken. Het is van belang om installatietechnici bij het VO bij het proces te betrekken. Dit hoeft echter niet heel intensief omdat een installatietechnicus zal gaan wachten op het definitieve ontwerp zodat hij kan gaan engineeren. Als men een aannemer te vroeg bij het proces betreft ontstaat het gevaar dat er te praktisch wordt gedacht. Hierdoor verdwijnt de creativiteit voor een deel, dit valt wellicht deels op te lossen door een creatief en meer pragmatisch persoon te laten samenwerken.

3.6.1.4

Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?

Bij Climatic Design hebben wij onze eigen opvatting over het proces. Een dergelijke opgave is een ontwerpproces waar wij de architect in het midden zien. De architect is een spin in het web. Er moet iemand zijn die alle ideeën en input op waarde kan schatten. De architect is in staat het goede te filteren en het is belangrijk dat dit binnen in hoofd gebeurt.

De architect is volgens Climatic Design Consult de partij die de leidende rol op zich moet nemen.

3.7

Interview OVG

Las Palmas Building
Wilhelminakade 300
3072 AR Rotterdam
The Netherlands
t:+31 (0)10 - 290 87 77
f:+31 (0)10 - 290 87 99
e:info@ovg.nl



Dit interview is gehouden met Robin Angelier van OVG door Nick van Harmelen en Joris Lucas op 22 mei. OVG is een vastgoedontwikkelaar die kansen ziet in nieuw en bestaand vastgoed.

3.7.1.1

Waarom bent (juist) u betrokken bij dit soort projecten?

OVG is juist de gene die andere partijen bij het project betreft. OVG maakt een plan voor een herbestemming van een pand. Dit pand zal interessant zijn voor de markt. Nadat zij het pand hebben aangeschaft zullen er diverse partijen worden ingeschakeld zoals: architect, adviseurs en aannemers. Vaak wordt de architect in een eerder stadium benaderd om de mogelijkheden van een pand te bespreken.

3.7.1.2

Wie is er leidend in het proces?

OVG is altijd leidend in het proces. Er wordt door hen bepaald wat het kwaliteitsniveau dient te zijn en wat de functie van een gebouw zal worden. Het bedrijf zal hier sterk op de wensen van de markt inspelen, om het gebouw zo geschikt mogelijk te maken. Er wordt hierbij gewerkt in teams van twee medewerkers: een commercieel manager en een ontwikkelingsmanager. Hierbij onderzoekt de commercieel manager de financiële mogelijkheden en de ontwikkelingsmanager onderzoekt de mogelijkheden betreft het gebouw. Hierdoor ontstaat er een afgewogen functie en indeling voor het gebouw.

Wanneer er een architect wordt ingeschakeld heeft deze enkel een adviserende rol. OVG bepaalt wat er financieel haalbaar is en dat is dan ook leidend.

3.7.1.3

Is het verduurzamen van monumenten een architectenopgave?

Het verduurzamen van monumenten is geen architectenopgave. De architect heeft in het proces een adviseerde rol op het gebied van esthetiek. OVG is degene die betaalt dus ook de gene die bepaald. Er kan dan een discussie ontstaan over het ontwerp, maar daarin zijn wij bepalend en dus leidend binnen het proces.

3.8 Interview Koninklijke Woudenberg

Koninklijke Woudenberg
 Voorstraat 7
 4233 EA Ameide
 Postbus 3
 4233 ZG Ameide
 T 0183 - 60 66 00
 F 0183 - 60 26 67
 info@koninklijkewoudenberg.nl



Dit interview is gehouden door Nick van Harmelen en Joris Lucas

Op 22 mei is een interview gehouden met Dries van den Broek, bedrijfsleider bij Koninklijke Woudenberg. Deze aannemer heeft vele monumenten gerestaureerd en herbestemd. Door de jarenlange ervaring hebben zij een groot scala aan monumenten weten te restaureren.

3.8.1.1 *Wat is/was de opgave?*

Het Rijksmuseum is een groot recent project geweest en daardoor toch wel het paradepaardje van Koninklijke Woudenberg. Hierbij zijn zij verantwoordelijk geweest voor de gevels van dit pand. Het totale project was hier onderverdeeld onder verschillende aannemers, verantwoordelijk voor verschillende onderdelen van het gebouw.

3.8.1.2 *Waarom bent (juist) u betrokken bij dit project?*

Koninklijke Woudenberg is hierbij betrokken middels een open inschrijving. Er wordt bij grotere projecten een presentatie van diverse aannemers gevraagd waarin de partij zich zal uitten over de manier waarop er voor dat project te werk zal worden gegaan.

Vaak wordt er gewerkt met reeds bekende bedrijven. Hierdoor kent men de kwaliteiten van de verschillende partijen. Door deze samenwerking zoeken deze bedrijven elkaar ook vaak weer op omdat er bij het vorige project een prettige samenwerking was.

3.8.1.3 *Welke kwaliteiten bezit u, die aan dit project bijdragen*

Door dat Koninklijke Woudenberg over personeel beschikt dat weet hoe er bij een monument te werk dient te worden gegaan, hebben ze de kwaliteiten om een monument op de juiste manier aan te pakken.

3.8.1.4 *In welke fase bent u betrokken geraakt?*

Koninklijke Woudenberg wordt vaak betrokken wanneer er een definitief ontwerp ligt. Hierop kan er dan door verschillende aannemers een aanbesteding gedaan worden. Door een aannemer pas in een latere fase te betrekken blijft er een concurrentiestrijd tussen de verschillende partijen, dit heeft een positief effect op de markt.

3.8.1.5 *Zou u eerder in het proces betrokken worden?*

Ja en nee. Door later in het proces betrokken te worden blijft de concurrentiestrijd tussen de verschillende partijen. Door eerder in een proces betrokken te worden kan er wel een goed nagedacht worden over de inbreuk van de cultuurhistorische waarde van een project. Je hebt echter wel een architect nodig om creatieve inpassingen te realiseren.

3.8.1.6 *Vind je je rol groot genoeg in dit project? Wat zou je anders willen?*

De rol is wel groot genoeg. Er zijn al zoveel risico's waar rekening mee gehouden dient te worden. Door meer verantwoordelijkheid te nemen zal ook het aantal risico's toe nemen.

3.8.1.7 *Wie is er leidend in het proces?*

Binnen het proces is de gebruiker leidend. De gebruiker bepaalt ten slotte of een gebouw geschikt is voor zijn benodigde functie. Indien een gebouw niet aan deze eisen voldoet is het project niet rendabel. Het gebouw dient namelijk aan de hedendaagse eisen te voldoen.

3.8.1.8 *Zijn er volgens u nog benoemenswaardige problemen bij de politiek?*

Het vrijgeven van subsidies verloopt niet altijd optimaal. Soms wordt er door de politiek besloten om op korte termijn bijvoorbeeld een groot aantal kerken te restaureren. Hierdoor is er voor een korte tijd veel werk. Maar wanneer deze gebouwen gereed zijn zakt de markt weer in. Het is daarom verstandiger om dit gelijkmatig te verdelen.

3.8.1.9 *Is het verduurzamen en herbestemmen van monumenten een architecten-/ aannemers-/ ontwikkelaars- of installatie opgave?*

Een architect verdiept zich in het verleden van een pand en zal hierdoor de cultuurhistorische waarde van het pand beschermen. De architect kent bovendien ook de kanalen om verschillende subsidies binnen te halen. De subsidies zijn vaak noodzakelijk om een restauratie/herbestemming van een monument te kunnen financieren.

Indien de architect tevens de directievoering voert is hij leidend. Indien de directievoering wordt gedaan door een andere partij zoals een projectmanagementbureau zijn zij leidend. De architect dient zich dan ook aan een planning te houden. Een architect is echter wel vaak degene die communiceert met de verschillende partijen en is in die zin wel leidend.

4 BEANTWOORDING HYPOTHESE

De hypothese kan op een reflecterende wijze worden beantwoord aan de hand van het door ons doorlopen proces. Ook de interviews met mensen uit de beroepspraktijk die ervaring hebben met dergelijke opgaven heeft ons veel inzicht gegeven in hoe een dergelijk proces verloopt. Dit hoofdstuk zal bestaan uit een korte beschrijving van de rolverdeling binnen dit project en de aanleiding tot de partijen die geïnterviewd zijn.

4.1

Architectuur (Lisanne)

Momenteel vindt er een verandering plaats in de bouwsector. De nadruk ligt steeds meer op herbestemmingen dan op nieuwbouw. Alle partijen binnen de bouwsector springen hierop in. Echter is er nog weinig ervaring op het gebied van het proces van een herbestemming. Uit alles blijkt dat deze niet vergeleken kan worden met een regulier nieuwbouwproject.

Door de huidige economische crisis durven opdrachtgevers minder snel keuzes te maken en risico's te nemen. Volgens ZEEP architecten is dit mede de oorzaak van dat architecten steeds eerder betrokken worden in het proces. Hun rol is hierin het ontwikkelen van ideeën en mogelijkheden voor het pand. Deze kunnen door de opdrachtgever meegenomen worden in de exploitatie. Deze vroegtijdige betrokkenheid van de architect heeft zowel volgens ASNOVA architecten als volgens gemeente Utrecht en ZEEP architecten een positieve invloed op het proces. Een architect heeft doorgaands een breed netwerk, met name wat betreft contact met de gemeente. Door een vroegtijdige samenwerking tussen opdrachtgever en gemeente met als tussenpersoon de architect wordt al snel een juiste weg ingeslagen. Zowel de opdrachtgever als de gemeente hebben hier baat bij. Zo wordt vertraging en in het ergste geval de afwijzing van een bouwvergunning voorkomen. De architect vervult hier de rol als contactpersoon richting de gemeente namens de opdrachtgever. De mogelijkheden die de gemeente biedt als adviseur moeten niet onderschat worden en daarom zo vroeg mogelijk gebruikt worden.

Het voorgaande suggereert al dat de architect niet zo zeer alleen een ontwerpende rol vervult maar vooral ook een organiserende rol. Uit alle de interviews met ASNOVA architecten, Gemeente Utrecht en ZEEP architecten komt naar voren dat de architect door de onafhankelijke positie en het hoge ambitieniveau geschikt is als spin in het web. In de praktijk zal dit een projectleider binnen een bouwteam zijn. De toevoeging van een bouwkostenadviseur moet voorkomen dat het hoge ambitieniveau budgetoverschrijding als gevolg heeft.

Een architect bezit meestal niet de daadwerkelijke kennis van alle onderdelen van een herbestemming maar bezit wel het netwerk en het vermogen de juiste personen te raadplegen. Al deze kennis kan gebruikt worden om tot een ontwerp te komen die bij alle partijen voor voldoende draagvlak zorgt. Affiniteit met monumenten is hierbij voor ZEEP architecten een pré.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat een herbestemming niet zo zeer een specifieke ontwerpopgave is. Het resultaat is een samenkomen van specialismen waartussen de architect fungeert als projectleider die alle kennis samenbrengt in een ambitieus ontwerp. De gemaakte keuzes zullen altijd door de opdrachtgever gemaakt worden. Hij zorgt nota bene voor het geld.

Uit de interviews komt naar voren dat het wenselijk is dat de architect vroeg betrokken is bij het project. In het geval van het Ooglijdersgasthuis is dit ook het geval. Enkele zaken die in dit vroege stadium nog gedaan moesten worden waren de waardestelling, stedenbouwkundige analyse en een gebouwanalyse. Door deze activiteiten ontstaat er veel draagvlak voor het ontwerp.

Door de splitsing in activiteiten binnen het project ontstaat er een losstaand advies op de aanpassing van de schil. Echter dit is suggestief. De uiteindelijke keuze op de aanpassing van de schil is in nauw samenhang met de discipline architectuur ontstaan. Daarbij zorgt de waardestelling voor een aantal restricties waar men zich strikt aan moet houden bij het maken van verschillende keuzes. Een aantal voorbeelden hiervan bij de casus zijn de discussies over het verwijderen van bestaande kozijnen, en de terugbrengen van de monumentale vloerconstructie.

Wat betreft de invloed van de installateurs ligt het anders. Al snel bleek dat zij zeer meegaand zijn. Daarbij speelt dat hun werk pas echt begint op het moment dat de functie bekend is. Daarvoor zijn de behoeften en hiermee de mogelijke installaties nog niet bekend. In een later stadium speelt deze discipline wel een grote rol. Installaties hebben namelijk een grote invloed op de flexibiliteit en de aantasting van het monument. Bij het ontwerp moet hierbij veel rekening gehouden worden om zo te voorkomen dat het monument onnodig aangetast wordt.

Bij de casus van het Ooglijdersgasthuis waren de kosten niet erg dominant. Dit is echter niet een zeer realistische weergave van de praktijk. Alhoewel in een later stadium de opbrengsten wel voor extra draagvlak zorgden.

Terugkijkend op het proces kan de gestelde conclusie uit de interviews op het gebied van architectuur herhaald worden. De architect heeft met name gefungeerd als spin in het web. De verschillende disciplines zijn op de juiste momenten geraadpleegd en alle adviezen zijn samengebracht in een ontwerp. Door deze samenwerking is er een ontwerp ontstaan waarmee alle partijen tevreden zijn. Met name de adviezen van de gemeente waren zeer bruikbaar. Tevens de afscheiding tussen techniek van de verduurzaming en inpassing van de functie zorgden voor een kwalitatief resultaat. De invloed van de installateur was door hun flexibele houding niet erg verschillend met een regulier project. Bij alle keuzes zijn de eventuele kosten leidend geweest. Dit heeft geresulteerd in een kwalitatief hoogwaardig ontwerp die zijn inpassing kan vinden door zo min mogelijk aanpassingen. Deze kwaliteit heeft een lange levensduur door zowel de technische als functionele aanpassingen.

4.2

Bouwregelgeving (Vincent)

De geïnterviewde partijen zijn allemaal van mening dat het herbestemmen van een monument wel een architectenopgave is, mits de architect wordt beschouwd als een supervisor van het proces. Kanttekening; Alle geïnterviewde partijen melden dat uiteindelijk de betalende partij altijd leidend is.

Reflecterend op de interviews kan worden geconcludeerd dat de architect in een herbestemmingsopgave een soort projectmanager is die de supervisie heeft over het project. Zowel dhr. Poolen van ZEEP architecten als dhr. Willemsen van ASNOVA Architects delen deze mening. Omdat vooral vanuit de bestaande toestand van gebouw wordt gewerkt is er sprake van veel onderzoek. Het ontwerpgedeelte van de opgave is erg klein. Volgens dhr. Willemsen is de rol van de architect tegenwoordig meer een onderzoekende rol dan voor de economische crisis het geval was. Dhr. Poolen is daarnaast ook van mening dat een herbestemming van een monument geen ontwerpogave is. Dhr. Poolen en mevr. Snoek van ZEEP architecten zijn voorstander van een bouwteam waarbij iedere partij haar vakspecialisme inbrengt in het project. De architect functioneert dan vanuit zijn rol als architect en kan daarnaast de rol van projectmanager uitoefenen. Het is hierbij volgens dhr. Poolen en mevr. Snoek verstandig om een bouwkostenadviseur in de hand te nemen die het budget bewaakt. De architect wordt hierbij dus geassisteerd op het gebied van kosten.

Volgens dhr. Oldengarm is de betalende partij leidend. De betalende partij heeft altijd het laatste woord. Het ontwerp zal daarom gestuurd worden door deze partij. Hierdoor is de architect afhankelijk in zijn werk van beslissingen door een ander. Als in deze context de architect wederom als projectmanager beschouwd wordt klopt de stelling dat een duurzame herbestemming een architectenopgave is, wel volgens dhr. Oldengarm.

De gemeente Utrecht is het ook eens met de stelling dat de rol van de architect bij dergelijke opgaven meer op het proces is toegespitst. Volgens dhr. Jansen en dhr. Rodenburg is de architect meer een contactpersoon die door verschillende partijen wordt aangestuurd om het uiteindelijke doel te behalen. Volgens dhr. Rodenburg is uiteindelijk ook de gemeente leidend. De gemeente moet de bouwvergunning verlenen. Als zij het niet eens zijn met de plannen hoeven zijn de vergunning niet te verstrekken.

Ik deel de mening van dhr. Poolen dat een (duurzame) herbestemming van een monument geen ontwerpogave is. Het gaat in deze opgaven niet om ontwerpen maar om vanuit het monument de meest geschikte situatie te realiseren zonder hierbij de bouwhistorische waarde aan te tasten. Het hangt erg per gebouw en complexiteit van het gebouw af welke partij dan leidend is. Wel ben ik van mening dat de architect het proces het beste kan bewaken. Hij krijgt alle informatie toegespeeld en moet dit verwerken in het plan. De architect beschikt dus over het creatieve vermogen om het overzicht in dergelijke processen te behouden zonder het uiteindelijke doel van de herbestemming uit het oog te verliezen.

Het door mij doorlopen proces bestond uit een aantal fasen. Ik ben met de casusopdracht begonnen vanuit de vraag *“Staat regelgeving in de bouw een duurzame herbestemming van het Ooglijdersgasthuis met behoud van de bouwhistorische en cultuurhistorische kwaliteiten in de weg?”*

Bij het uitwerken van de casusopdracht heb ik samen met 5 medestudenten een proces, vergelijkbaar met de praktijk doorlopen. Hierin heb ik de rol van de handhaver vervuld. Een handhaver houdt in dit geval in: de partij die zorgt dat binnen de kaders van bouwregelgeving gewerkt wordt. Hierbij heb ik de monumentale waardestelling van het gebouw opgesteld en ook bewaakt. Ook heb ik de regels die conform bouwbesluit 2012 leidend zijn voor de herbestemming onderzocht en bepaald.

De hypothese van The Lighthouse Club is:

Duurzame maatregelen en monumenten / bestaande bouw kunnen alleen in samenhang en door een architect worden ontworpen: de verduurzaming van historische gebouwen is een architectenopgave'

Mijn conclusie op deze vraag is:

Ja, het is een architectenopgave, mits de architect de rol aanneemt als projectmanager in het proces. De architect is in mijn ogen de enige persoon die het creatieve vermogen bezit waarmee hij alle informatie en input van verschillende partijen op de correcte manier in een monument kan samenbrengen.

Ik ben van mening dat bij elke herbestemming de bestaande toestand leidend is. Zeker als het om een monumentaal gebouw gaat staat het behoud van het monumentale karakter van het gebouw voorop. Door goed te analyseren wat de knelpunten zijn, maar vooral ook wat de mogelijkheden zijn, kan een ambitieniveau worden nagestreefd. De grote doelstelling is om te behouden of te verbeteren wat je hebt. Onderzoek naar de bestaande toestand is dus belangrijk. Door in een vroeg stadium inzichtelijk te maken hoe het pand in elkaar steekt kan hier in de conceptvorming op worden ingespeeld. Hierbij is het verstandig om de input vanuit verschillende vakspecialisten bij elkaar te voegen. Bij de vakspecialisten moet gedacht worden aan bijvoorbeeld een architectuurhistoricus, een bouwkundig adviseur, een installateur, een bouwfysicus en een ontwikkelaar. In de casusopdracht van het vm. Ooglijdersgasthuis is de huidige toestand goed onderzocht. Toen de huidige toestand in kaart gebracht was, hebben we met de gehele afstudeergroep bepaald welke weg ingeslagen moest worden met de herbestemming. De verkregen input is door Lianne Colijn verwerkt in een ontwerp, waarin iedere student zijn of haar eigen specifieke deel heeft uitgewerkt. Dit betekent in de praktijk dat de architect deze input moet vormgeven op een dusdanige manier dat het monument als uitgangspunt dient. De architect is naar mijn mening de enige persoon die dit vanuit een neutraal standpunt kan doen. Hij fungeert hier voornamelijk als projectmanager. De architect heeft niet de kennis in huis om alle vraagstukken zelf op te lossen. Wel beschikt de architect over de mogelijkheid om de juiste partijen bij elkaar te krijgen die deze vraagstukken kunnen oplossen. Hij zal daarom altijd samenwerken met nagenoeg alle betrokken partijen; van zowel opdrachtgever als bouwkundig adviseur als de gemeente. Dit maakt hem naar mijn mening leidend.

4.3

Aannemer en Investeerder (Joris & Nick)

De geïnterviewde partijen zijn niet eenduidig op stelling: “het herbestemmen van monumenten is een architectenopgave”. Tom Haarsten van Climatic Design Consulting is van mening dat de architect een spin in het web die communiceert met de verschillende partijen. Volgens Dries van den Broek is de rol van de architect afhankelijk van de wijze van directievoering. Volgens Robin Angelier van OVG is het herbestemmen geen architectenopgave maar een ontwikkelaaropgave en heeft de architect binnen opgave van OVG een adviserende rol.

De vraag “Is het verduurzamen en herbestemmen van een monument een architectenopgave?” is dus niet zomaar te beantwoorden. De onenigheid lijkt er mee te maken te hebben hoe zij in het proces staan en welke filosofie zij binnen de onderneming hanteren. Initieert de ontwikkelaar het project, dan is hij ten overstaan van de adviserende partijen gelijk opdrachtgever. De partijen beamen de rol van de klant: “de klant is koning”. Bij dergelijke opgaven is de opdrachtgever of klant, degene die opdracht geeft. De financiële middelen van de opdrachtgever bepaalt de ambitie van de herbestemming. Definitieve beslissingen worden uiteindelijk door hem genomen. Deze redenering strookt het meest met het motto van OVG “Wie betaalt, bepaalt”. Het verduurzamen en herbestemmen van monumenten is in deze redenering de opgave van de klant.

Beter zou men zich de volgende vraag kunnen stellen: “De architect heeft de leidende rol in bij het verduurzamen en herbestemmen van een monument”. Nu is de vraag meer gericht op de hypothese. Het antwoord is daarbij afhankelijk van de rol die de architect inneemt. Bij projecten die OVG initieert, is de rol van de architect om het creatieve proces te bevorderen en om de bouwkundige inpassingen in het ontwerp te integreren. De architect is dan een adviserende partij en de grootte van de rol van de architect hangt af van de wens van de opdrachtgever. Echter vertolkt de architect in veel gevallen naast een esthetische bijdrage ook de rol van de projectmanager. De projectmanager is in staat alle geluiden van verschillende (adviserende) partijen op waarde te schatten. Zijn rol is dan het bundelen van de aangereikte informatie en te vertalen in het ontwerp in belang van de opdrachtgever. De complexiteit van dergelijke opgaven vraagt erom de verwerking van informatie bij een persoon te houden. Indien de architect de directievoerder is zal hij leidend zijn in het proces. De architect beschikt over een brede bouwkundige kennis en kan zodoende communiceren met de verschillende partijen. De directievoering hoeft echter niet perse de architect te zijn.

Naast de interviews vormt de casus, het Ooglijdersgasthuis input voor de beantwoording van de hypothese. Aan de casus is op een andere wijze gewerkt dan in de praktijk gangbaar is. Het feit dat er binnen één ruimte met verschillende disciplines aan dit onderzoek is gewerkt, maakt het trekken van parallellen tussen de casus en de praktijk niet echt betrouwbaar. Er is bij de beantwoording van de hypothese vanuit de casus dan ook meer gekeken naar de beleving van het door ons doorlopen proces. De disciplines die deze casus hebben opgepakt, hebben nadrukkelijk rekening gehouden met de bouwhistorische waarde van het monument.

De beantwoording van de hypothese vanuit onze beleving komt voort uit de ambitie die men wil nastreven bij de herbestemming en verduurzaming van het monument. Naast de mogelijkheden die het monument toelaat, bepaalt de ambitie de mate van verandering aan het gebouw. Deze ambitie wordt sterk bepaald door de opdrachtgever, die moet immers betalen. Wanneer men weinig wil investeren resulteert dit dus in een lage ambitie. Het ontwerp vraagt dan ook om een lage investering, waardoor de ingrepen die echt noodzakelijk zijn om de herbestemming te volbrengen. Een ontwerp waar slechts een paar scheidingswanden geplaatst dienen te worden vraagt niet om een architect.

Echter is de opgave bij monumenten vaak complexer, dan vraagt dit ook om een hogere investering. Het monument dient dan goed in kaart gebracht te zijn en de bouwhistorische waarde dient niet geschaad te worden bij de aanpassingen. De architect bij een herbestemmingopgave

beschikt over de kennis en kan zich verdiepen in de geschiedenis van het gebouw en verkennen in de mogelijkheden. De betrokkenheid van een architect is dan ook zeer gewenst en de rol van de architect zal naarmate de complexiteit groter wordt zeer waarschijnlijk toenemen.

Verduurzamen van monumenten word echter meer bepaald door de ambitie en hierin is geld absoluut leidend. De architect is niet degene die de uiteindelijke beslissing neemt over het geld, dit is de opdrachtgever. De architect dient dus goed in de gaten te houden of de ambitie haalbaar is en dient dus over managende kwaliteiten te beschikken. Bij het verduurzamen van monumenten is veel kennis vereist over de (on)mogelijkheden. Niet altijd beschikt de architect over alle noodzakelijke kennis om het gebouw zo goed mogelijk te verduurzamen. Daarvoor is de inbreng van adviserende partijen noodzakelijk. Zij beschikken over de kennis om op specifieke punten het ambitieniveau te halen.

De rol van de architect hangt wat ons betreft erg af van de ambitie. De complexiteit van het monument bepaalt daarin de behoefte naar een managende rol, deze rol zou goed door de architect vervuld kunne worden. De complexiteit van monumenten maakt het herbestemmen en verduurzamen niet het werk van de architect alleen, maar van de gezamenlijke inbreng van de partijen.

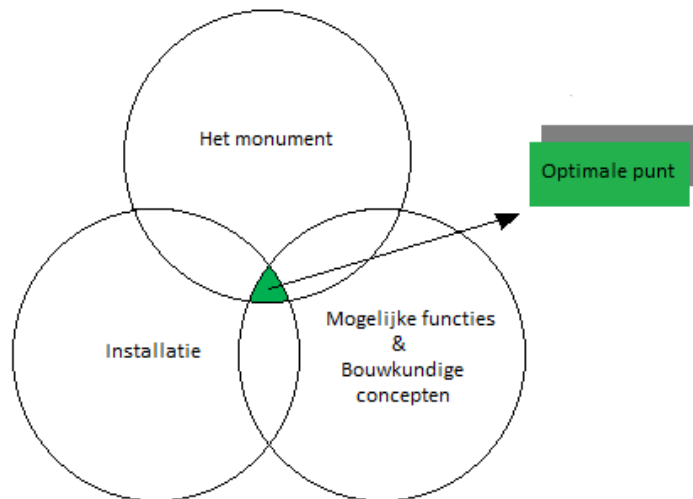
Het antwoord op de hypothese, "Is het verduurzamen en herbestemmen van een monument een architectenopgave?" is daarom:

Het verduurzamen en herbestemmen is een interdisciplinaire ontwerpogave en is sterk afhankelijk van het ambitieniveau van de opdrachtgever. De rol van de architect is afhankelijk van de opgave.

4.4

Installaties en energie (Lars en Michel)

Het optimale samenwerkingsverband is dat verduurzamen van een monument als totaalpakket geleverd moet worden. Het is dus niet altijd een architectenopgave. Het zijn de verschillende disciplines die doormiddel van samenwerking het optimale punt behalen die per monument verschillend kan zijn. Dit optimale punt is weergegeven in **Error! Reference source not found.** en is iet toegespitst op een monument. Dit betekent dat het optimale punt per monument kan verschuiven naar de leidende factor, wat indirect een ander samenwerkingsverband betekend.



Figuur 2: samenhang tussen monument, de installatie en bouwkundige ingrepen

De mate waarin het monument leidend is, hangt af van de cultuurhistorische waarde van het gebouw. Indien de waardestelling uitwijst dat er zo goed als niets veranderd mag worden aan het gebouw, dan zullen de inpasbaarheid van zowel de functie, de installatie als de bouwkundige aanpassingen vanuit het monument moeten worden ontwikkeld.

De mate waarin de architect en de bouwkundige leidend zijn, is afhankelijk van de herbestemming. Om leegstand te voorkomen kunnen bepaalde aanpassingen aan het monument verduurzamend en derhalve geoorloofd zijn. Indien dit het geval is, zal de cirkel 'mogelijke functies & bouwkundige concepten' meer naar het midden toe verplaatsen, omdat deze meer leidend zijn in het samenwerkingsverband dan voorheen.

Indien de klant speciale wensen aan het binnenklimaat stelt, zal de installatie de leidende partij worden waardoor de cirkel installatie zich naar het midden zal bewegen en dus leidend is in het samenwerkingsverband.

De conclusie die hieruit kan worden getrokken is dat het een integrale opgave betreft en geen architecten ontwerpogave.

5 AANBEVELING VHV UTRECHT

De hypothese kan nu op een reflecterende wijze worden beantwoord aan de hand van het door ons doorlopen proces. Ook de interviews met mensen uit de beroepspraktijk die ervaring hebben met dergelijke opgaven heeft ons veel inzicht gegeven op de manier hoe een dergelijk proces verloopt. De conclusie van VHV Utrecht op de vraag: "de verduurzaming van historische gebouwen is een architectenopgave" wordt nu omschreven.

De hypothese van The Lighthouse Club is:

Duurzame maatregelen en monumenten / bestaande bouw kunnen alleen in samenhang en door een architect worden ontworpen: de verduurzaming van historische gebouwen is een architectenopgave'

De conclusie van VHV Utrecht als afstudeergroep op deze hypothese is:

Er bestaat geen eenduidig antwoord op deze vraag omdat, het verduurzamen van historische gebouwen van teveel factoren afhangt, om te kunnen stellen dat één partij leidend is in elk herbestemmingsproces. Het Programma van Eisen van de opdrachtgever, de monumentale waarde, de investering en de ambitie zijn bijvoorbeeld van invloed op de partij die leidinggevend is in het proces. Vanuit dit oogpunt is het niet per definitie een architectenopgave.

Het monument vormt het kader waarbinnen de kansen en mogelijkheden, maar ook de bedreigingen moeten worden onderzocht. Als de kaders zijn vastgesteld kan met de opdrachtgever worden bepaald wat de te behalen ambitie voor de herbestemming is. Vanuit deze input kan een bouwteam worden samengesteld met de juiste vakspecialisten.

Naar onze mening kan de architect hierin goed de rol van een supervisor uitoefenen. Als de hypothese vanuit dit uitgangspunt wordt beschouwd, kan worden gesteld dat een duurzame herbestemming wel een architectenopgave is. De architect is een soort projectleider. Hij vormt de tussenpersoon tussen de opdrachtgever en de betrokken partijen in het bouwteam. De architect is naar onze mening de enige persoon die het creatieve vermogen bezit om alle input vanuit het bouwteam te kunnen samenvoegen in een plan.

De verduurzaming van een historisch gebouw is dus een architectenopgave, afhankelijk van de complexiteit en de doelstelling van het gebouw. Naar onze mening is de meest geschikte vorm van samenwerking om deze opgave uit te voeren het samenstellen van een bouwteam.

Duurzaam herbestemmen Ooglijdersgasthuis

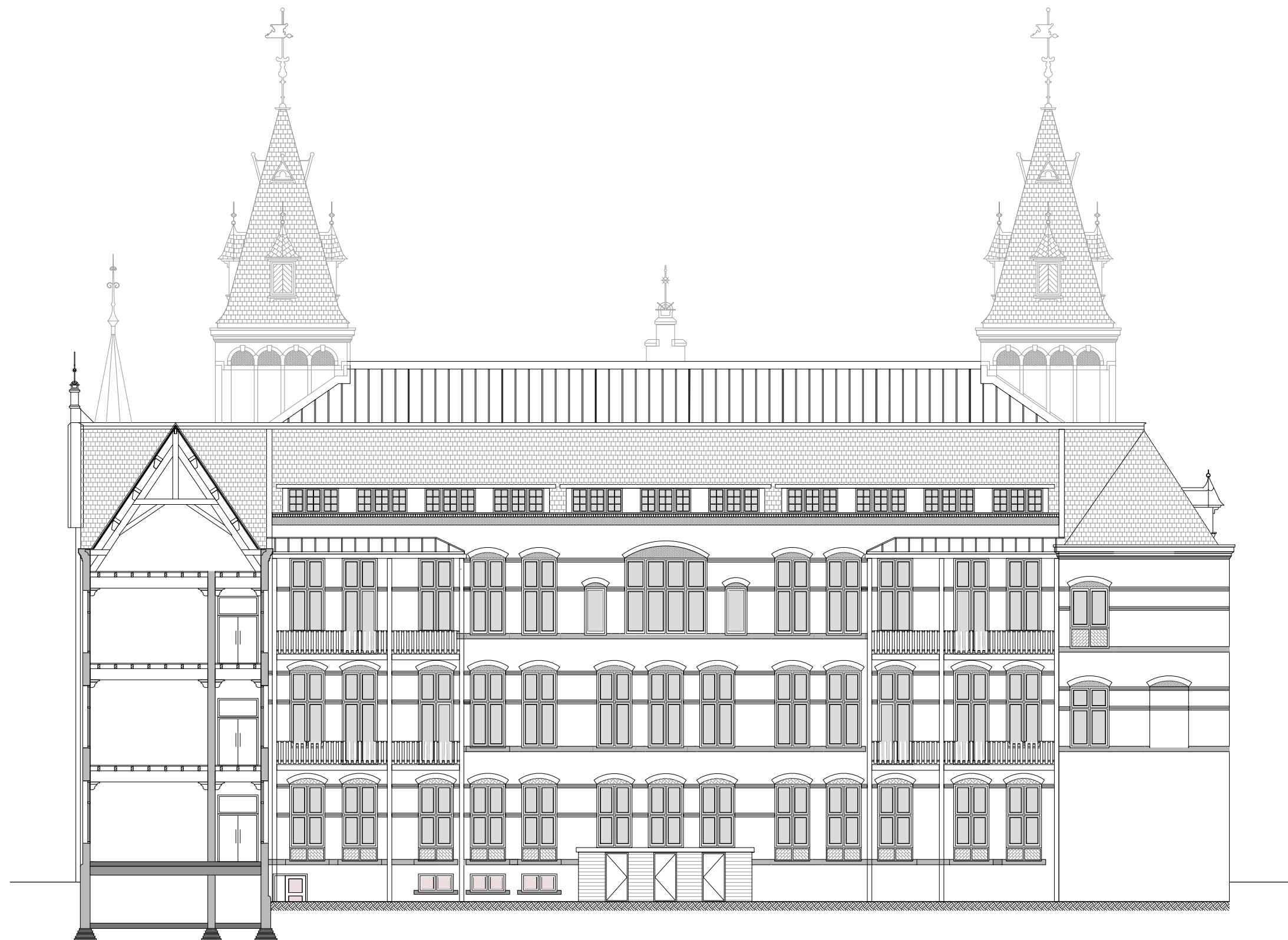
Tekeningenlijst

Nick van Harmeler 1532563

Joris Lucas 1555948

tekening nr.	onderwerp	tekening		tekening nr.	onderwerp	tekening
Sit-01	Situatie tekening	4-06-12				
Nieuwe situatie				Bestaande situatie		
Plattegronden				Plattegronden		
pl-01	Plattegrond kelder	4-06-12		pl-01	Plattegrond kelder	4-06-12
pl-02	Plattegrond begane grond	4-06-12		pl-02	Plattegrond begane grond	4-06-12
pl-03	Plattegrond eerste verdieping	4-06-12		pl-03	Plattegrond eerste verdieping	4-06-12
pl-04	Plattegrond tweede verdieping	4-06-12		pl-04	Plattegrond tweede verdieping	4-06-12
pl-05	Plattegrond derde verdieping	4-06-12		pl-05	Plattegrond derde verdieping	4-06-12
Doorsneden				Doorsneden		
ds-04	Doorsnede bouwdeel 1	4-06-12		ds-01	Doorsnede bouwdeel 1	4-06-12
ds-05	Doorsnede bouwdeel 2	4-06-12		ds-02	Doorsnede bouwdeel 2	4-06-12
ds-06	Doorsnede bouwdeel 3	4-06-12		ds-03	Doorsnede bouwdeel 3	4-06-12
Details bouwdeel 1				Details bouwdeel 1		
NW-01	Renovatievloer	4-06-12		BS-01	Kwaaitaalvoer	4-06-12
NW-02	Renovatievloer	4-06-12		BS-02	Kwaaitaalvoer	4-06-12
NW-03	Achterzetkozijn bovendorpel	4-06-12		BS-03	Bovendorpel kozijn	4-06-12
NW-04	Achterzetkozijn onderdorpel	4-06-12		BS-04	Onderdorpel kozijn	4-06-12
NW-05	Dakvoet dakpannen	4-06-12		BS-05	Dakvoet	4-06-12
NW-06	Masardekap	4-06-12		BS-06	Masardekap	4-06-12
NW-07	Daknok	4-06-12		BS-07	Dakrand	4-06-12
NW-08	Dakvoet leien	4-06-12		BS-08	Dakvoet	4-06-12
NW-09	Hoekoplossing	4-06-12		BS-09	Gevel	4-06-12
NW-10	Hoekoplossing	4-06-12		BS-10	Gevel	4-06-12
NW-11	Gevelisolatie	4-06-12				
NW-12	Gevelisolatie achterzetraam	4-06-12				
Details bouwdeel 2				Details bouwdeel 2		
NW-01	Keermuur	0-01-00		BS-01	Onderdorpel kozijn	4-06-12
NW-02	Onderaansluiting kozijn	0-01-00		BS-02	Onderdorpel bovendorpel kozijn	4-06-12
NW-03	Nieuw te plaatsen deur	0-01-00		BS-03	Loggia	4-06-12
NW-04	Onderaansluiting kozijn vloer	0-01-00		BS-04	Dakrand	4-06-12
NW-05	Loggia	0-01-00		BS-05	Hoekaansluiting	4-06-12
NW-06	Loggia	0-01-00		BS-06	Hoekaansluiting	4-06-12
NW-07	Dakrand	0-01-00				
NW-08	Achterzetraam	0-01-00				
NW-09	Achterzetraam	0-01-00				
Details bouwdeel 3				Details bouwdeel 3		
NW-01	Fundering	0-01-00		BS-01	Fundering	4-06-12
NW-02	Onderdorpel kozijn	0-01-00		BS-02	Onderdorpel kozijn	4-06-12
NW-03	Uitkraging	0-01-00		BS-03	Uitkraging	4-06-12
NW-04	Uitkraging	0-01-00		BS-04	Uitkraging	4-06-12
NW-05	Onderdorpel kozijn	0-01-00		BS-05	Onderdorpel kozijn	4-06-12
NW-06	Dakrand	0-01-00		BS-06	Dakrand	4-06-12
NW-07	Lichtstraat	0-01-00		BS-07	Lichtstraat	4-06-12
NW-08	Dakrand	0-01-00		BS-08	Dakrand	4-06-12
NW-09	Kelderwand			BS-09	Kelderwand	4-06-12





Peil=13950+P
bk. vloer

Peil=9830+P
bk. vloer

Peil=5170+P
bk. vloer

Peil=910+P
bk. vloer bd 2

Peil=0
maaiveld

Peil=1850-P
maaiveld

— 25m

— 10m

— 5m

— 1m

— 0

Getekend door:
Vincent van Helvoort

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Noordgevel

Formaat:
A3

Schaal:
1:200

Datum:
28-05-2012

Projectnr.
06-12-01

Tekenaar:
V. van Helvoort



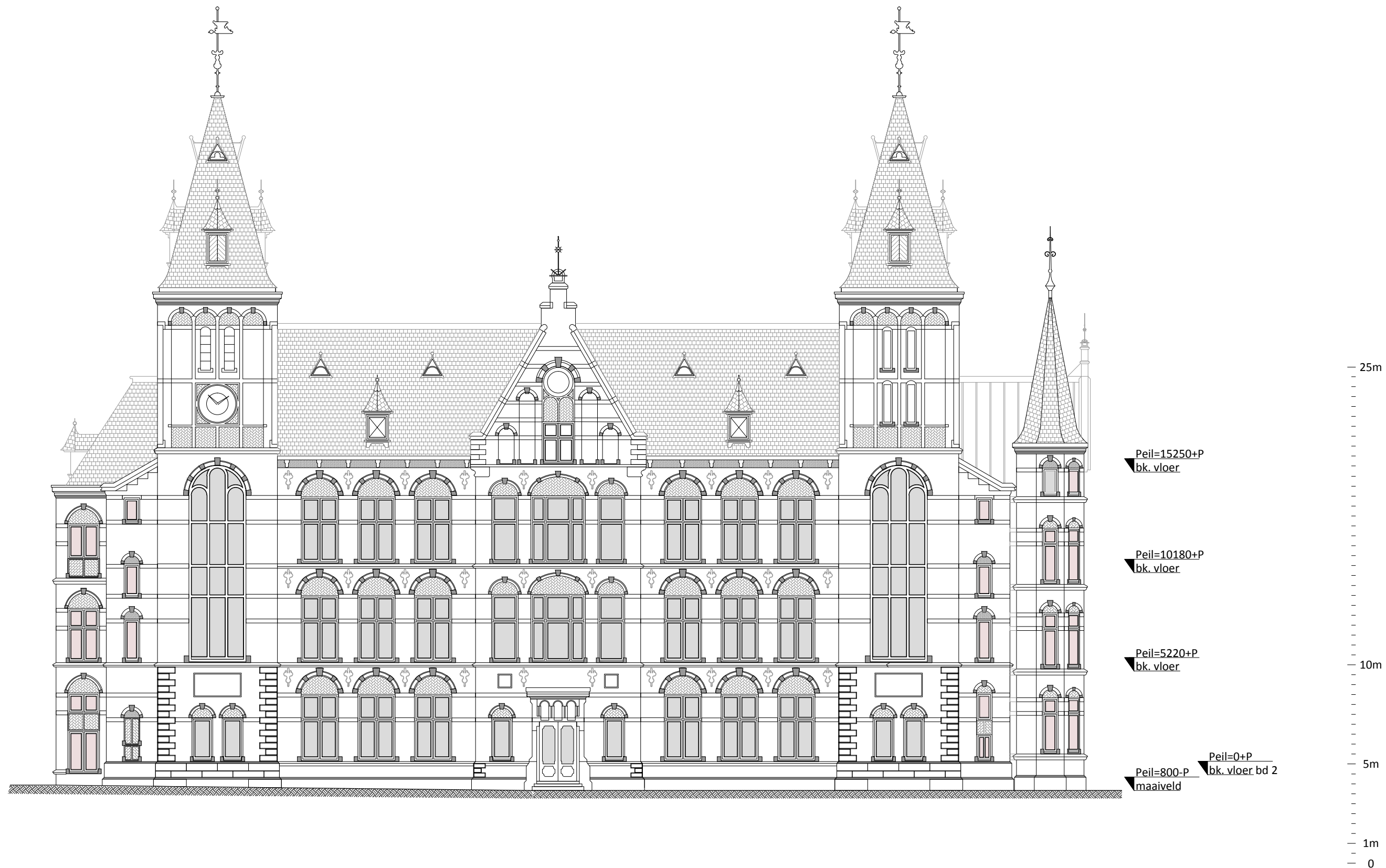


Getekend door:
Vincent van Helvoort

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Oostelijke zijgevel

Formaat: A3 Schaal: 1:200 Datum: 28-05-2012 Projectnr.: 06-12-01 Tekenaar: V. van Helvoort



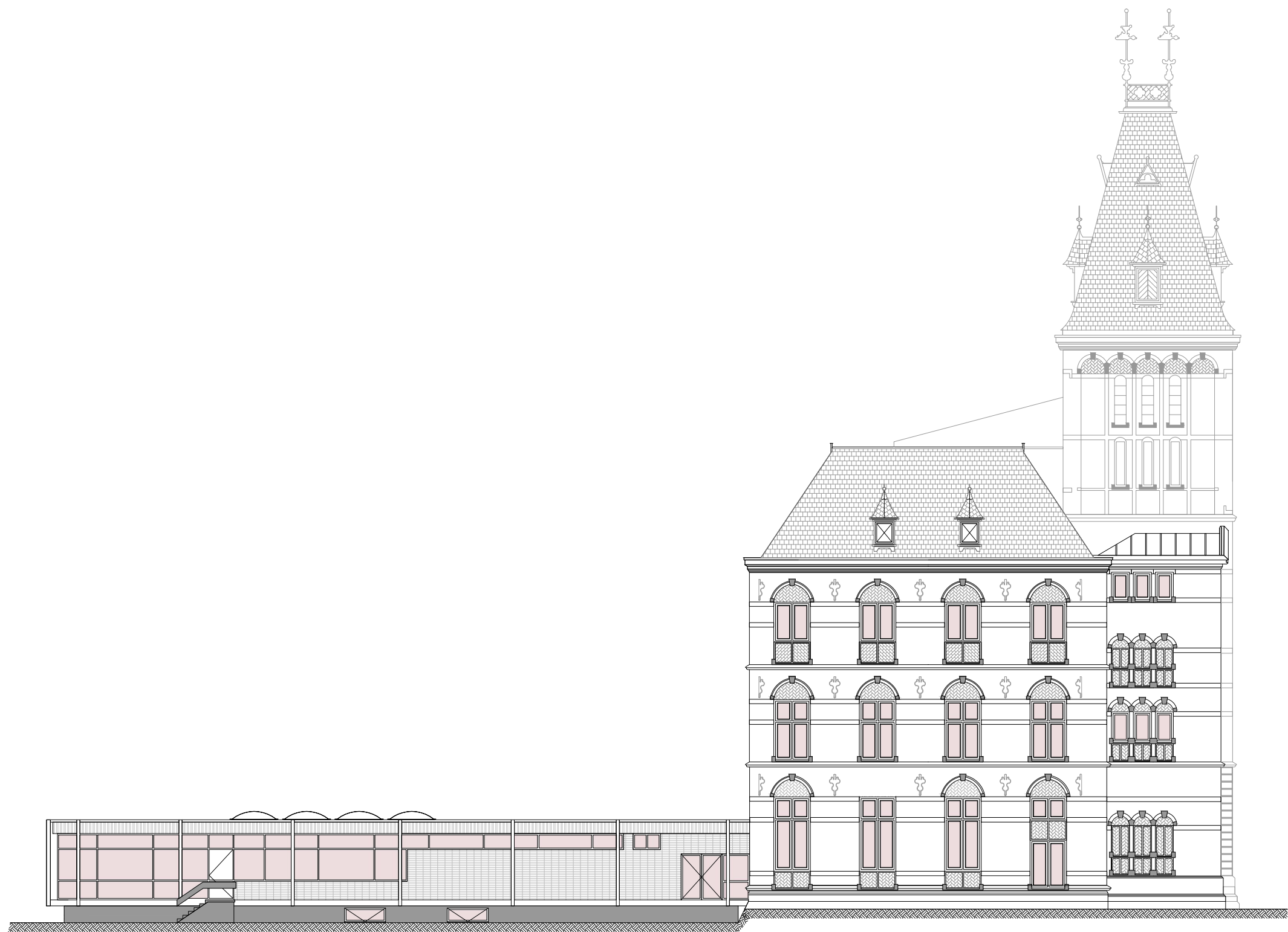


Getekend door:
Vincent van Helvoort

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Zuidgevel

Formaat: A3 Schaal: 1:200 Datum: 28-05-2012 Projectnr.: 06-12-01 Tekenaar: V. van Helvoort





bk. vloer

Peil=10180+P
bk. vloer

Peil=5220+P
bk. vloer

Peil=800-P
maaiveld

Peil=0+P
bk. vloer bd 2

25m

10m

5m

1m

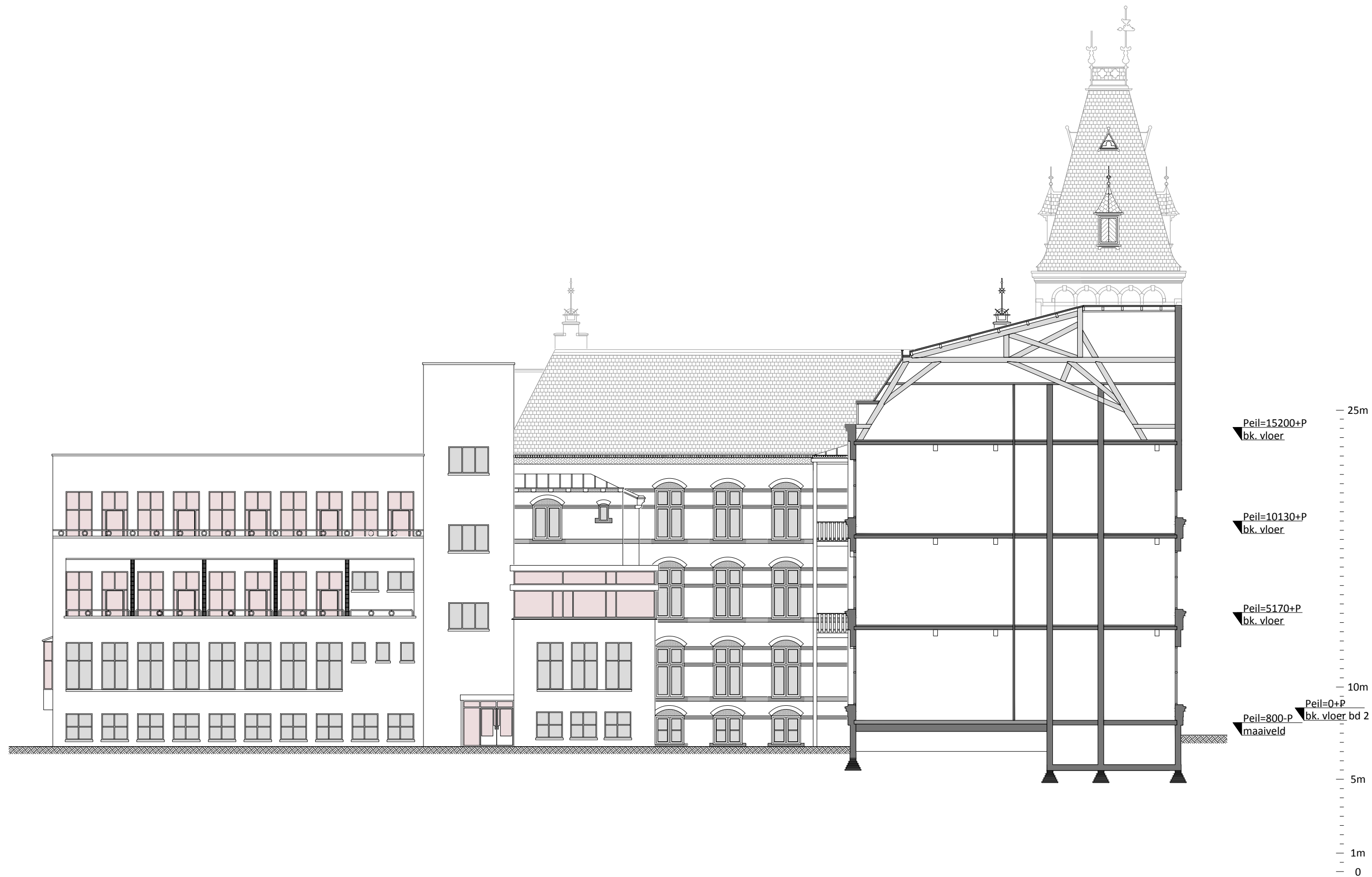
0

Getekend door:
Vincent van Helvoort

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Westelijke zijgevel

Formaat: A3 Schaal: 1:200 Datum: 28-05-2012 Projectnr.: 06-12-01 Tekenaar: V. van Helvoort



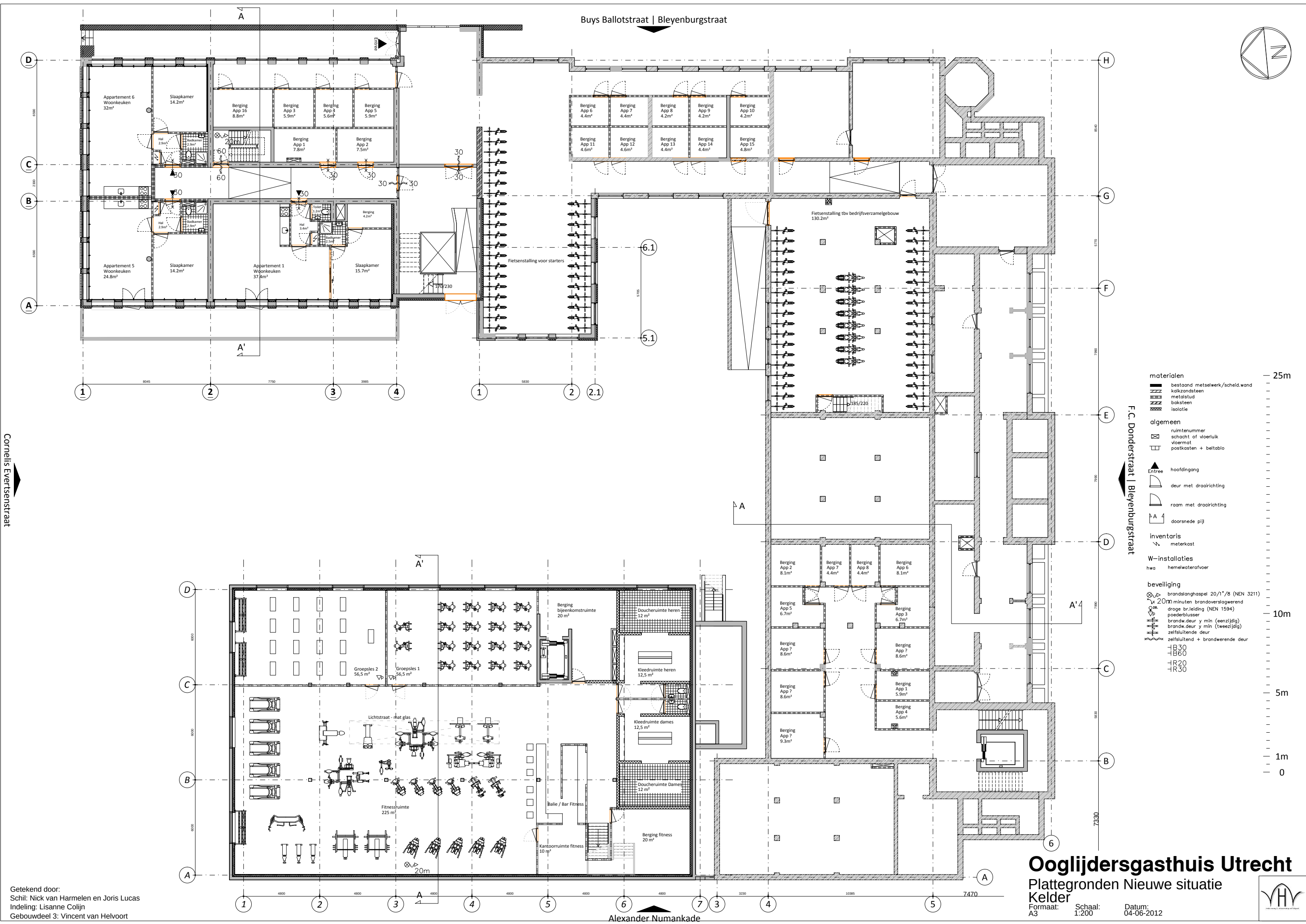


Getekend door:
Vincent van Helvoort

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Westelijke zijgevel Bouwdeel 2

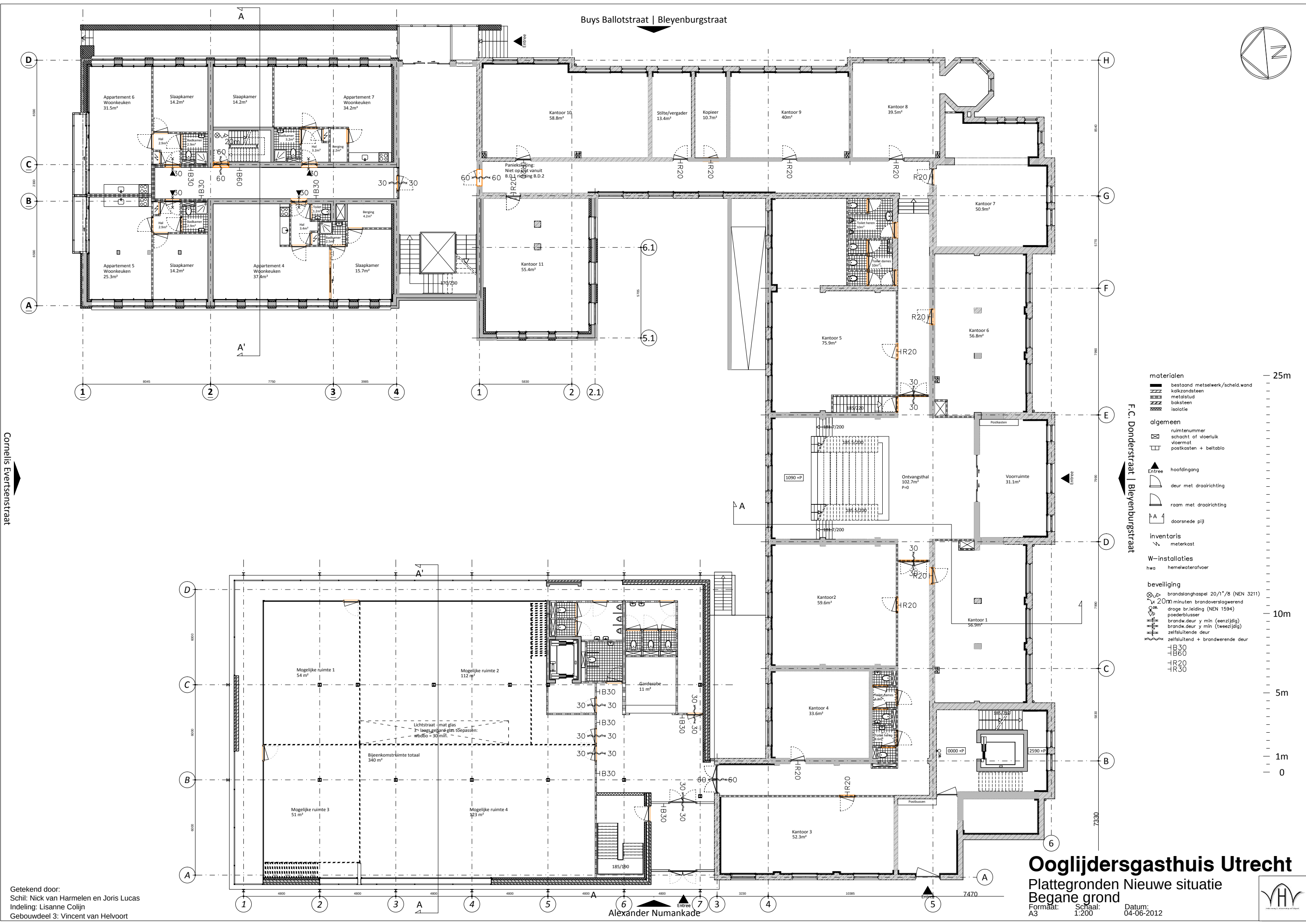
Formaat: A3	Schaal: 1:200	Datum: 28-05-2012	Projectnr. 06-12-01	Tekenaar: V. van Helvoort
----------------	------------------	----------------------	------------------------	------------------------------





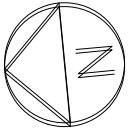
Cornelis Evertsenstraat

Getekend door:
Schil: Nick van Harmelen en Joris Lucas
Indeling: Lisanne Colijn
Gebouwdeel 3: Vincent van Helvoort



Cornelis Evertsenstraat

Buys Ballotstraat | Bleyenburgerstraat



- materiaal**
- bestaand metselwerk/scheid.wand
 - calcakandsteen
 - metallud
 - baksteen
 - isolatie
- algemeen**
- ruimtenummer
 - schacht of vloerluik
 - vloermat
 - postkasten + beltabelo
- Entree**
- hoofdingang
 - deur met draairichting
 - raam met draairichting
 - doorsnede pijl
- inventaris**
- meterkast
- W-installaties**
- hwa hemelwaterafvoer
- beveiliging**
- brandslanghaspel 20/1"/8 (NEN 3211)
 - 20x1 minuten brandoverstagewend
 - droge br.leiding (NEN 1594)
 - poederblusser
 - brandw.deur y min (eenzijdig)
 - brandw.deur y min (tweezijdig)
 - zelfsluitende deur
 - zelfsluitend + brandwerende deur
 - HB30
 - HB60
 - HR20
 - HR30

Getekend door:
Schil: Nick van Harmelen en Joris Lucas
Indeling: Lisanne Colijn
Gebouwdeel 3: Vincent van Helvoort





Cornelis Evertsenstraat

Getekend door:
Schil: Nick van Harmelen en Joris Lucas
Indeling: Lisanne Colijn
Gebouwdeel 3: Vincent van Helvoort

Alexander Numankade

Ooglijdersgasthuis Utrecht

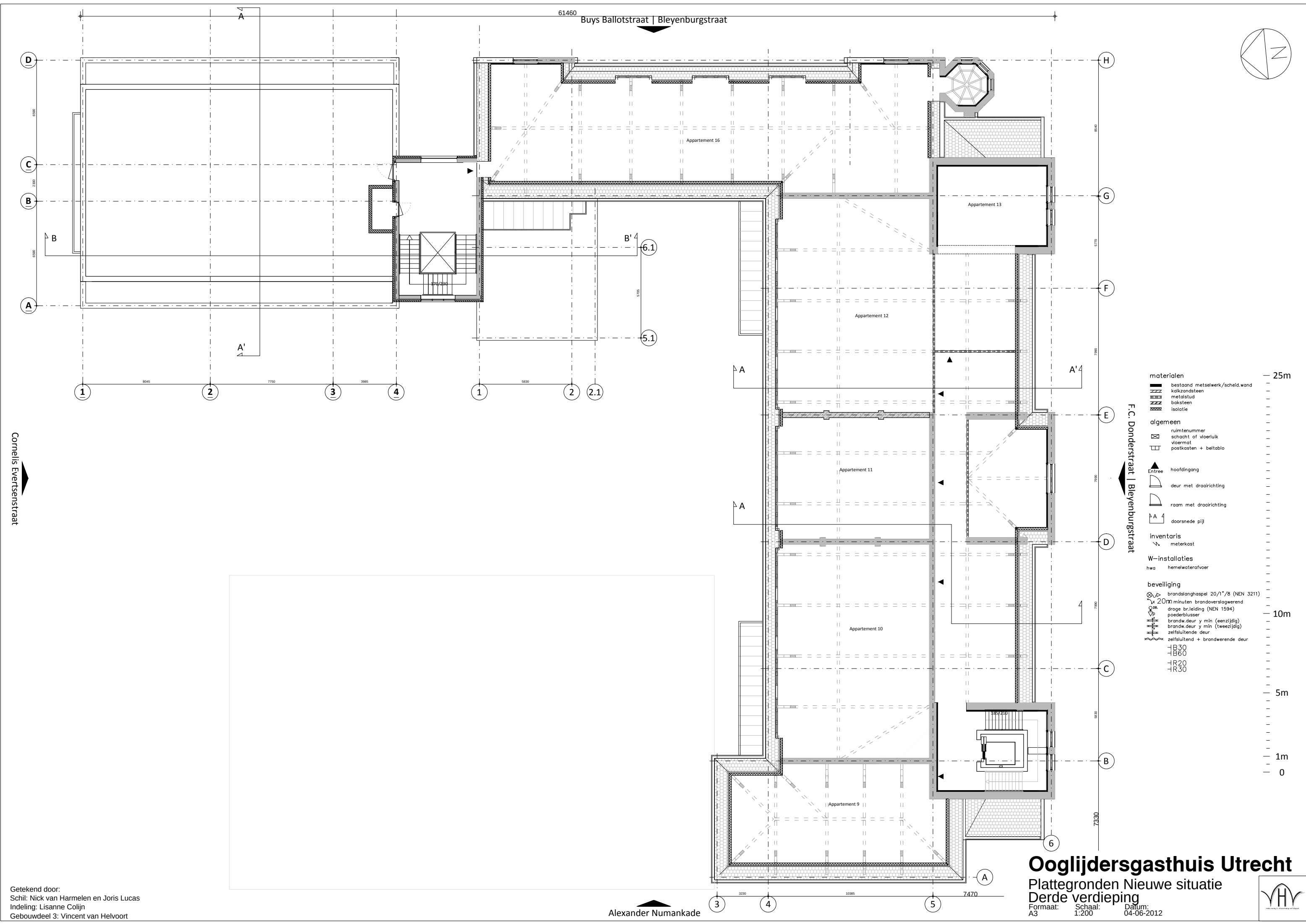
Plattegronden Nieuwe situatie

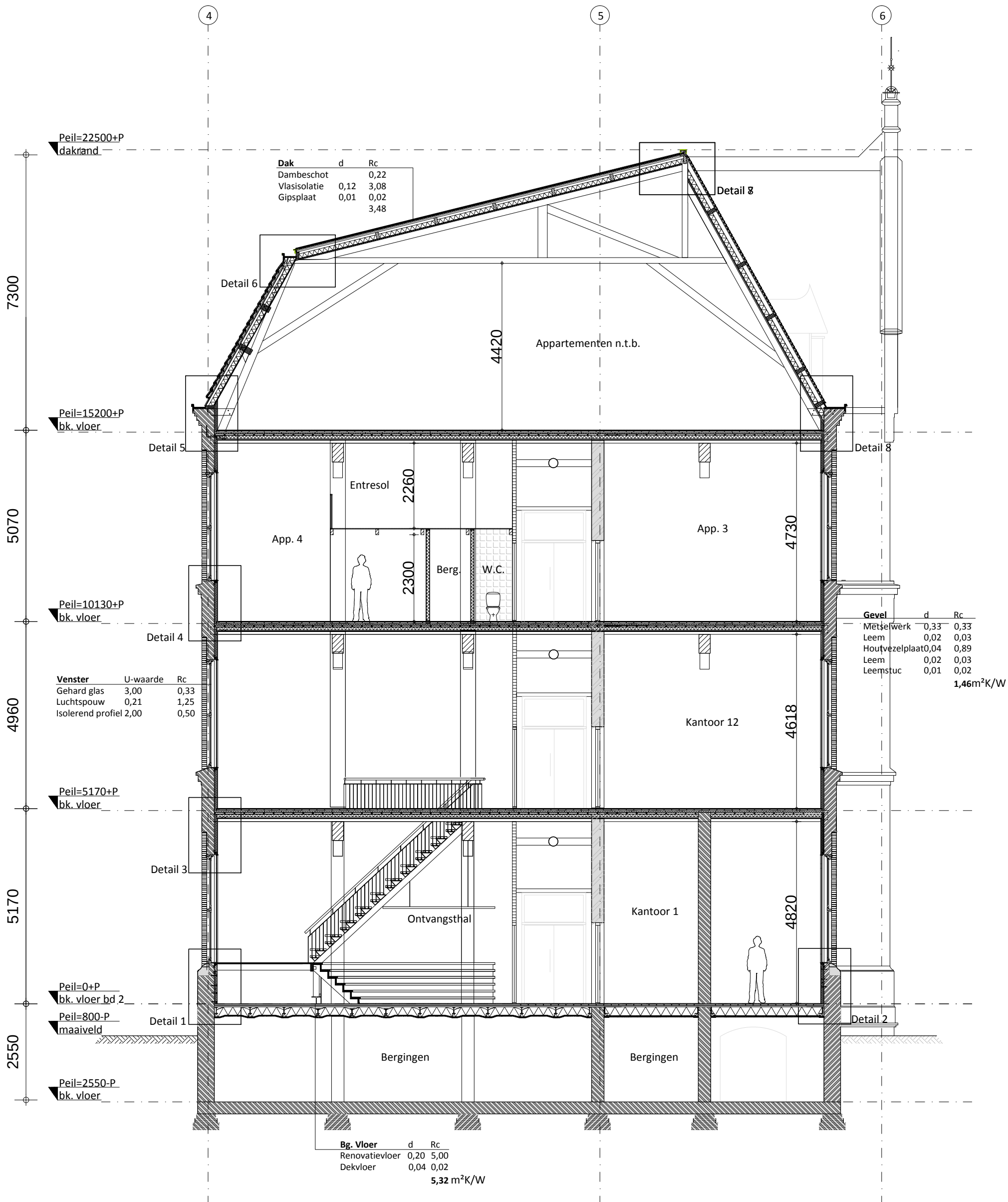
Eerste verdieping

Formaat: A3
Schaal: 1:200
Datum: 04-06-2012



Getekend door:
Schil: Nick van Harmelen en Joris Lucas
Indeling: Lisanne Colijn
Gebouwdeel 3: Vincent van Helvoort



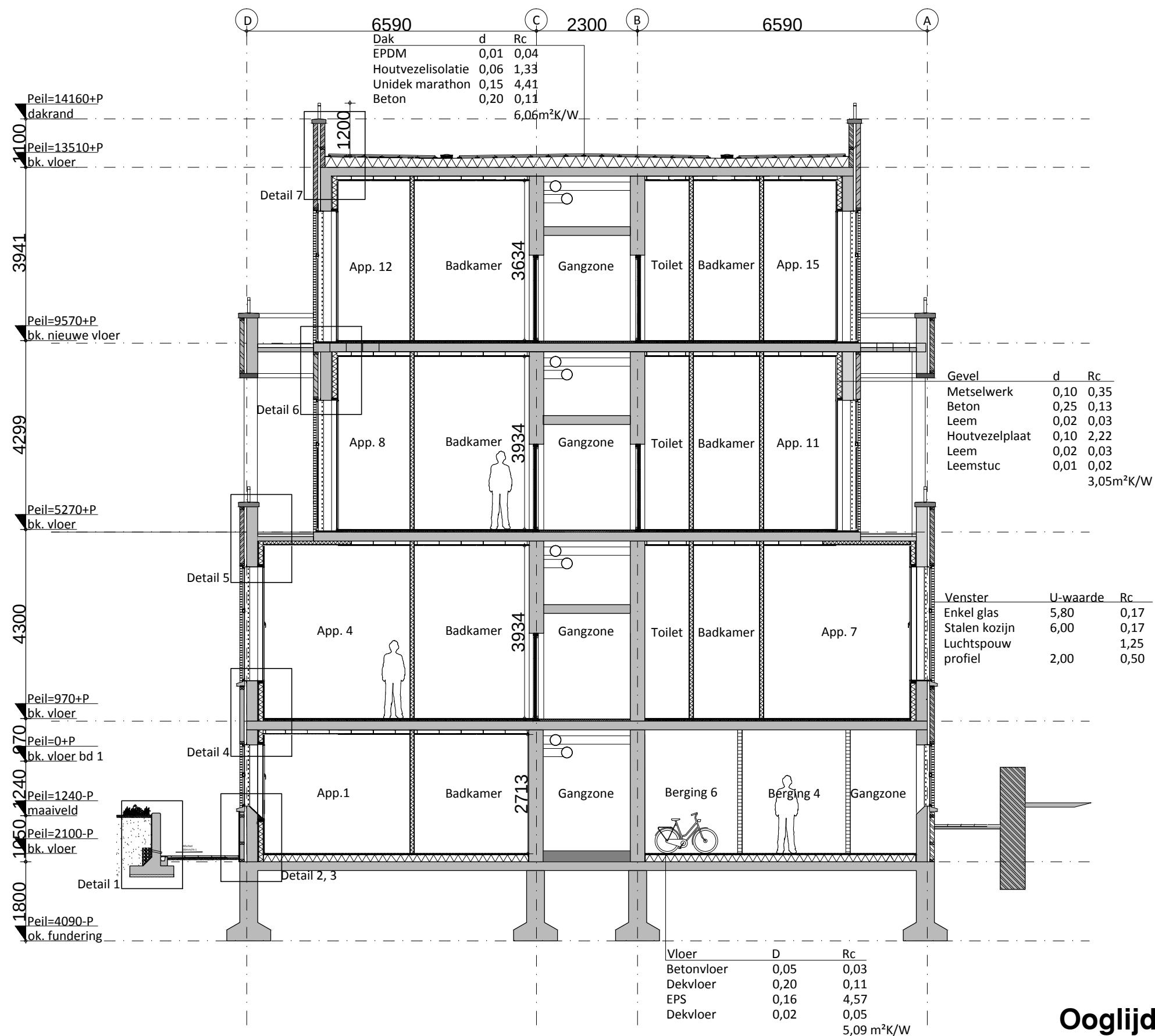


Getekend door:

Schil: Nick van Harmelen en Joris Lucas
Trap: Lianne Colijn
Overig: Nick van Harmelen en Joris Lucas

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Bouwdeel 1
Doorsnede Nieuwe situatie
Formaat: A3
Schaal: 1:100
Datum: 04-06-2012
Projectnr: 06-12-01
Tek. nr. ds-04





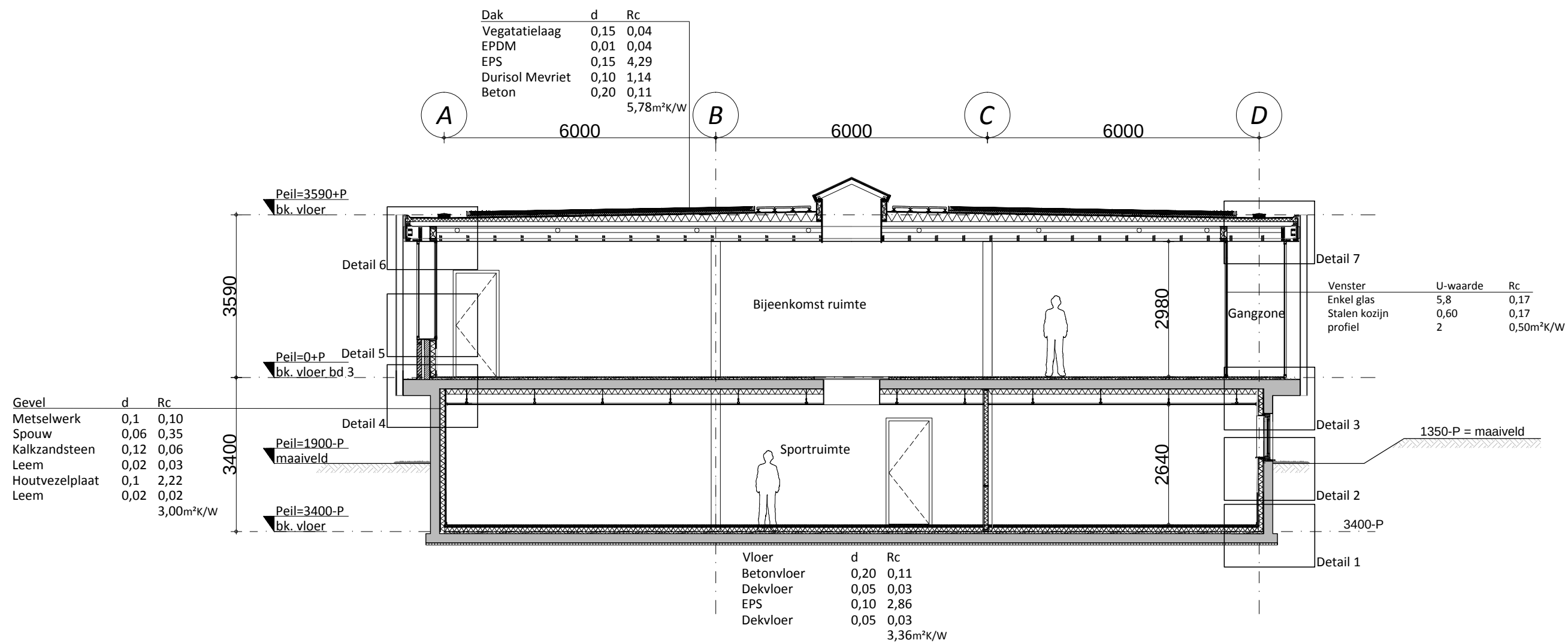
Getekend door:
Nick van Harmelen

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bouwdeel 2
Doorsnede Nieuwe situatie

Formaat: A3
Schaal: 1:100
Datum: 04-06-2012
Projectnr.: 06-12-01
Tek. nr.: ds-05





Getekend door:
Joris Lucas

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bouwdeel 3
Doorsnede bestaande situatie

Formaat: A3
Schaal: 1:100
Datum: 04-06-2012
Projectnr: 06-12-01
Tek. nr: ds-06



Kantoor 8

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geisoleerc
Type SVR-7, stolp

Stucprofiel
Afdichtingsband

Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
 - Bestaand metselwerk
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm,
met geïntegreerde dampremmer
 - Leem 20 mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm
- Messing en groef verbinding

Slagplug met schotel C22-C25

Afdichtingsband
Bestaande kwaaitaalvloer verwijderen
- Afwerkvloer n.t.b.
- Ingelegde vloerwarming
- Dekvloer
- VBI PS-renovatievloer Rc: 5.0 m²k/W
- Stalen ligger
- PS isolatie
- CAFCO MANDOLITE® CP2
sputpleister 60 min brandwerend

Peil = 0
bk. nieuwe vloer

A horizontal timeline representing the 1920s. It features a central line with tick marks at the beginning, middle, and end. The years 1920, 1925, and 1930 are labeled below the line. Above the line, there are three circles representing specific events: the first circle is positioned between 1920 and 1925, the second circle is between 1925 and 1930, and the third circle is at the very end of the timeline.

Berging

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen Detailtekeningen

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede		
Renovatievloer + achterzetkozijn		
012	Tekenaar NyH. JL	Detailnr. NW-01



Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

Stucprofiel
Afdichtingsband

Kantoor 2

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm,
met geïntegreerde dampremmer
- Leem 40mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm
Messing en groef verbinding

Slagplug met schotel C22-C25

Afdichtingsband
Bestaande kvaaitaalvloer verwijderen
- Afwerkvloer n.t.b.
- Ingelegde vloerwarming
- Dekvloer
- VBI PS-renovatievloer Rc: 5.0 m²k/W
- Stalen ligger
- PS isolatie
- CAFCO MANDOLITE® CP2
spuitpleister 60 min brandwerend

Peil = 0
bk. nieuwe vloer (bg)

Berging

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

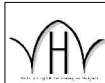
Formaat: A3
Schaal: 1:5

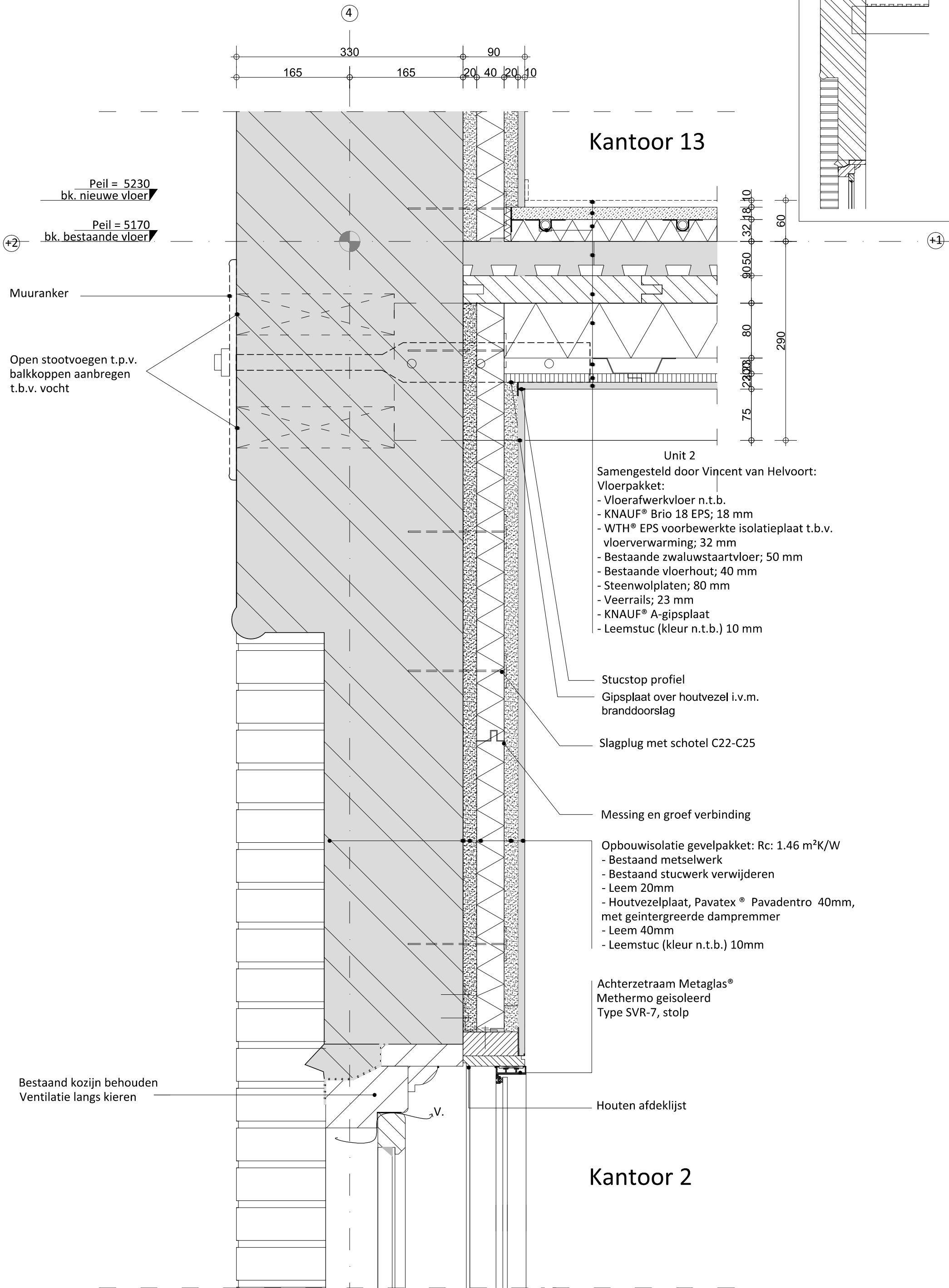
Datum: 04-06-2012

Tekenaar: NvH, JL

Detailnr.: NW-02

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Renovatievloer + achterzetkozijn





Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Achterzetkozijn bovendorpel

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-03



Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

Appartement 4

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm, met geïntegreerde dampremmer
- Leem 40mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm

Messing en groef verbinding

Slagplug met schotel C22-C25

Stucstop profiel

Samengesteld door Vincent van Helvoort:
Vloerpakket:
- Vloerafwerkvloer n.t.b.
- KNAUF® Brio 18 EPS; 18 mm
- WTH® EPS voorbereide isolatieplaat t.b.v. vloerverwarming; 32 mm
- Bestaande zwaluwstaartvloer; 50 mm
- Bestaande vloerhout; 40 mm
- Steenwolplaten; 80 mm
- Veerrails; 23 mm
- KNAUF® A-gipsplaat
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10 mm

Peil = 5230
bk. nieuwe vloer

Peil = 5170
bk. bestaande vloer

Muurankers

Open stootvoegen t.p.v.
balkoppen aanbrenen
t.b.v. vocht

Stucstop profiel
Gipsplaat over houtvezel i.v.m.
branddoorslag

Kantoor 13

Ooglijdersgasthuis Utrecht

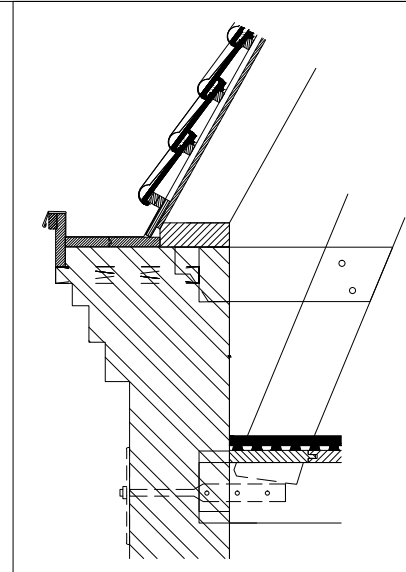
Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-04

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Achterzetkozijn Onderdorpel



4



- Opbouwisolatie Dakisolatiepakket:
Rc: 3.8m²K/W:
- Bestaand dakbeschot
- Spouw 60mm
- Vlasisolatie, Isolina® 200mm
- Constructie op rachelwerk
- Tengels
- Dampremmende laag, Miofol® Active
- Gipsplaat

Appartement n.t.b.

- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm, met geïntegreerde dampremmer
- Leem 40mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm

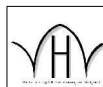
Appartement 4

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-05

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Dakvoet geïsoleerd



Peil = 15945
bk. dakgoot

Open stootvoegen t.p.v.
balkoppen aanbregen
t.b.v. ventilatie

Peil = 5230
bk. nieuwe vloer

Peil = 15200
bk. bestaande vloer

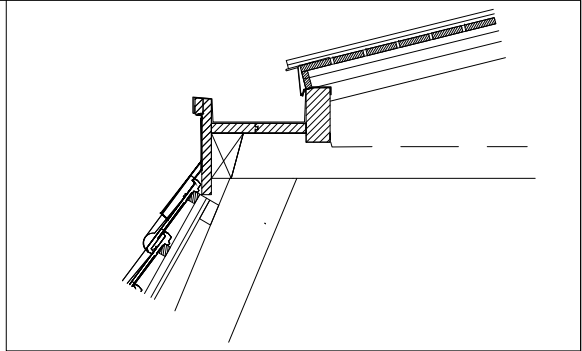
Muuranker

Open stootvoegen t.p.v.
balkoppen aanbregen
t.b.v. ventilatie

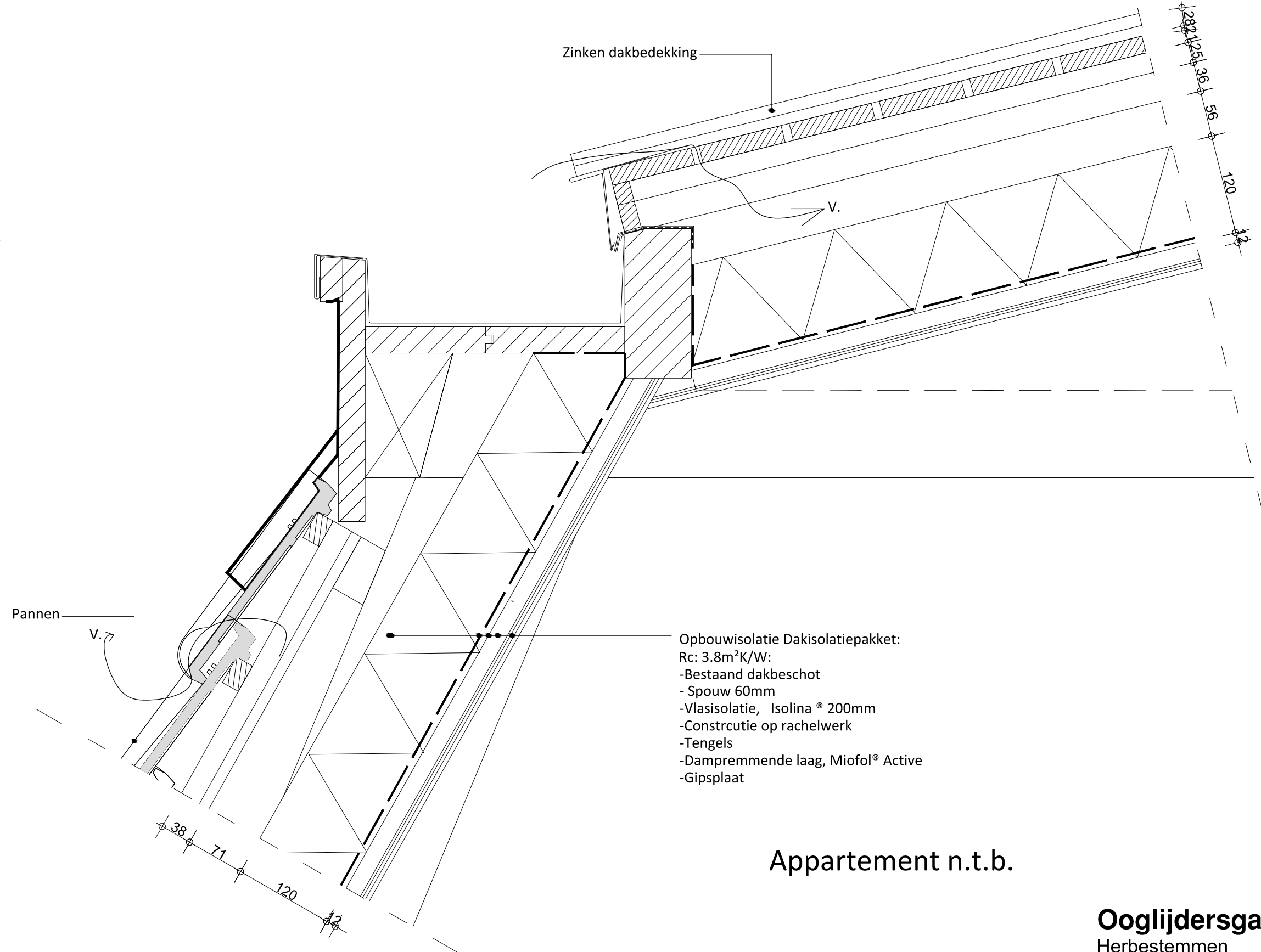
165 165 20 40 20 0
330 90

23 23 80 215 40 40 50 32 18 10
60

+3



Peil = 19890
bk. dakrand



Appartement n.t.b.

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

Schaal:
1:5

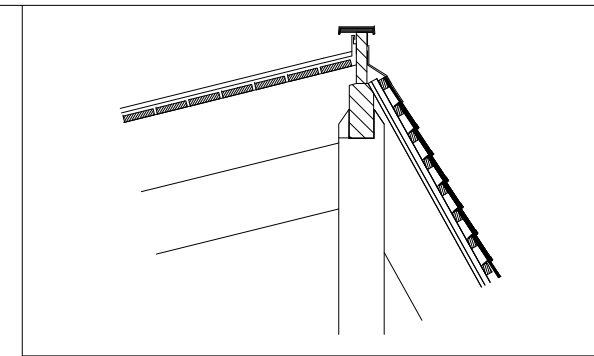
Datum:
04-06-2012

Tekenaar:
NVH, JL

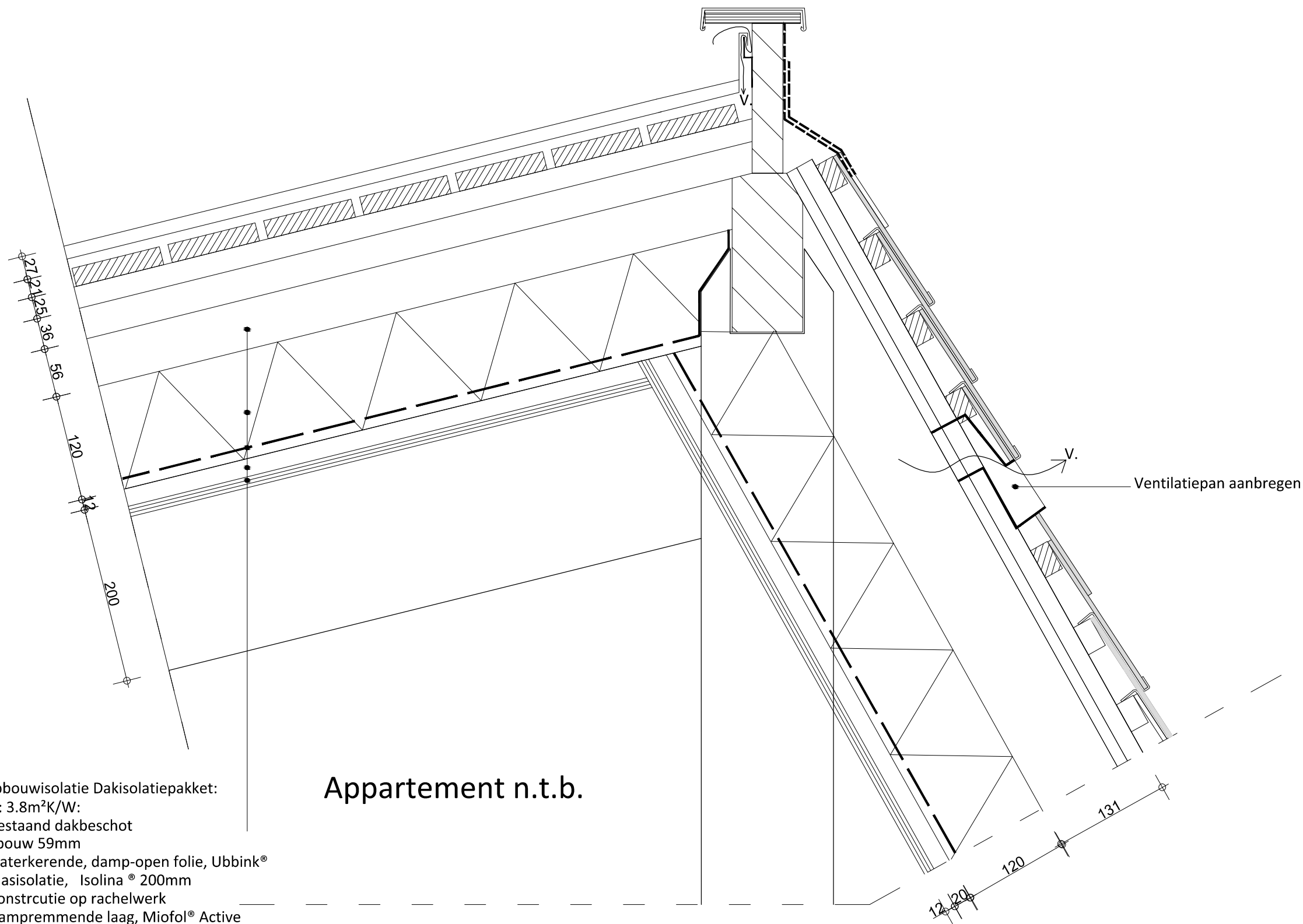
Detailnr.
NW-06

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Masardekap geïsoleerd





Peil = 22500
bk. dakrand



Opbouwisolatie Dakisolatiepakket:
Rc: 3.8m²K/W:
-Bestaand dakbeschot
-Spouw 59mm
-waterkerende, damp-open folie, Ubbink®
-Vlasisolatie, Isolina® 200mm
-Constrcutie op rachelwerk
-Dampremmende laag, Miofol® Active
-Gipsplaat

Appartement n.t.b.

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

Schaal:
1:5

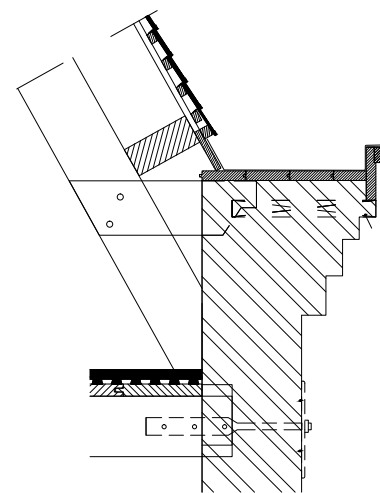
Datum:
04-06-2012

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Daknok geïsoleerd

Tekenaar
NVH, JL

Detailnr.
NW-07





Opbouwisolatie Dakisolatiepakket:
Rc: 3.8m²K/W:
-Bestaand dakbeschot
- Spouw 60mm
-Vlasisolatie, Isolina ® 200mm
-Construcie op rachelwerk
-Tengels
-Dampremmende laag, Miofol® Active
-Gipsplaat

Peil = 15945
bk. dakgoot

Open stootvoegen t.p.v.
balkkoppen aanbregen
t.b.v. ventilatie

Appartement n.t.b.

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
- Leem 20mm- Houtvezelplaat, Pavatex ®
Pavadentro 40mm, met geïntegreerde
dampremmer
- Leem
- Leemstuc (kleur n.t.b.)

Peil = 5230
bk. nieuwe vloer

Peil = 15200
bk. bestaande vloer

Muuranker

Open stootvoegen t.p.v.
balkkoppen aanbregen
t.b.v. ventilatie

Appartement 2

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

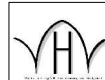
Schaal:
1:5

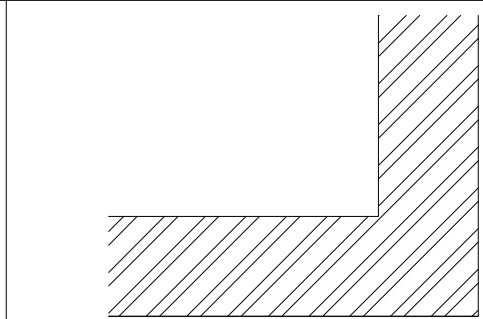
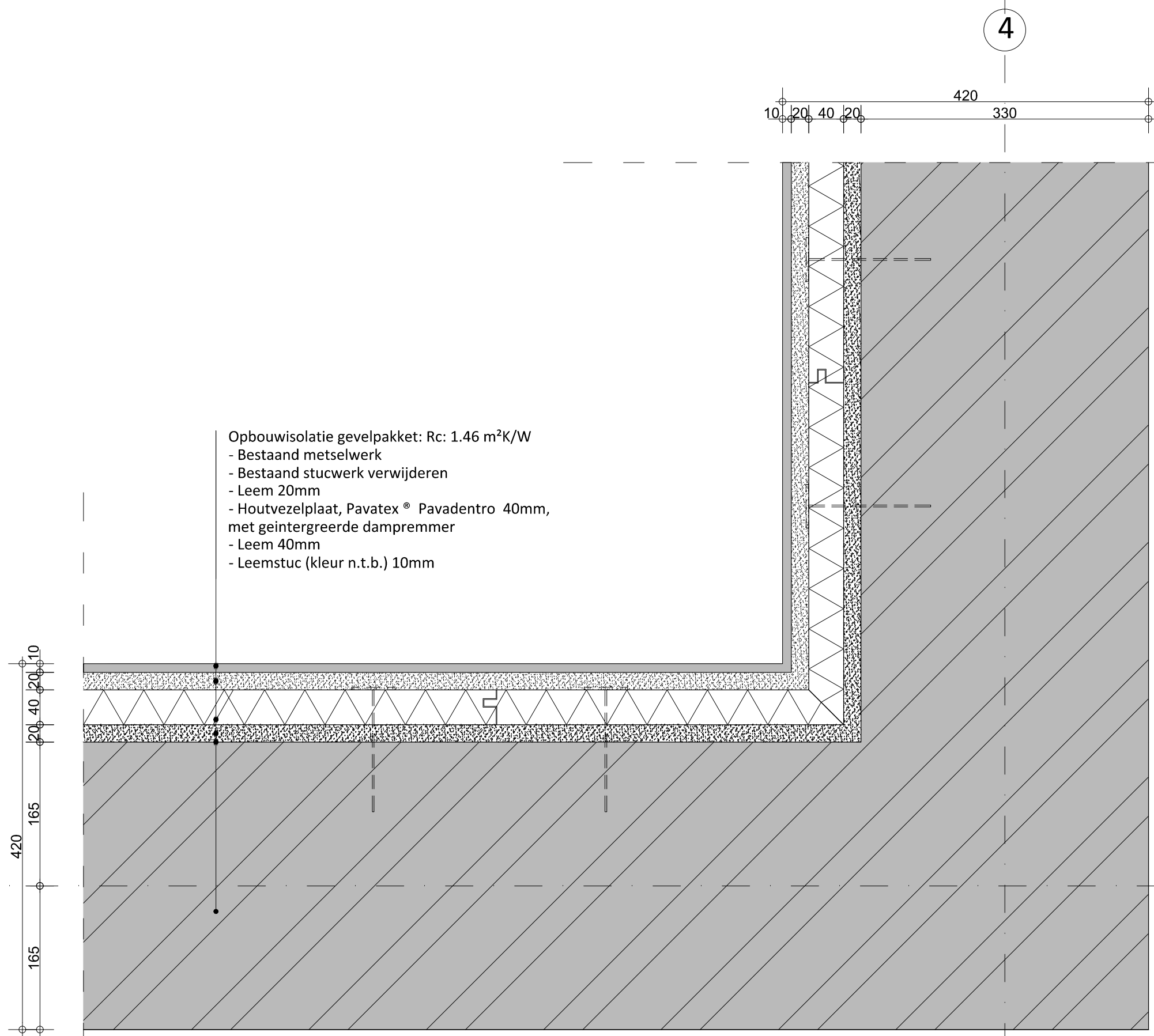
Datum
04-06-2012

Tekenaar
NvH, JL

Detailnr.
NW-08

Bouwdeel 1 Verticale doorsnede
Dakvoet geïsoleerd





B

Ooglijdersgasthuis Utrecht

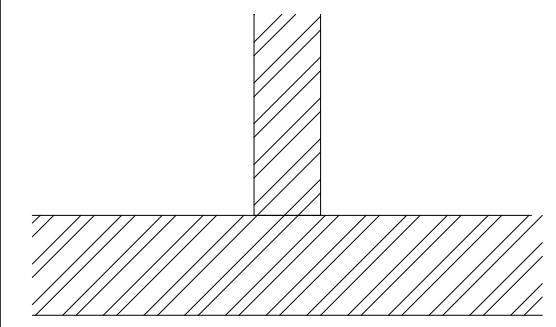
Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NVH, JL
Detailnr.: NW-09

Bouwdeel 1 Horizontale doorsnede
Hoekoplossing geïsoleerd



D



20 110 110 20

- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
 - Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm, met geïntegreerde dampremmer
 - Leem 40mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm

250

250

20 40 20 10

420
330

4

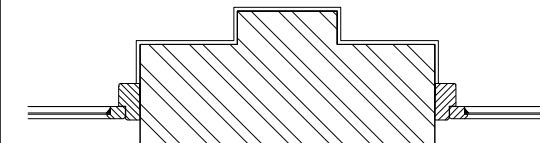
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3 Schaal: 1:5 Datum: 04-06-2012 Tekenaar: NVH, JL Detailnr.: NW-10

Bouwdeel 1 Horizontale doorsnede
Hoekoplossing





- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 1.46 m²K/W
- Bestaand metselwerk
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
 - Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm, met geïntegreerde dampremmer
 - Leem 40mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.) 10mm

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

422
121
127
44
130

Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

Schaal:
1:5

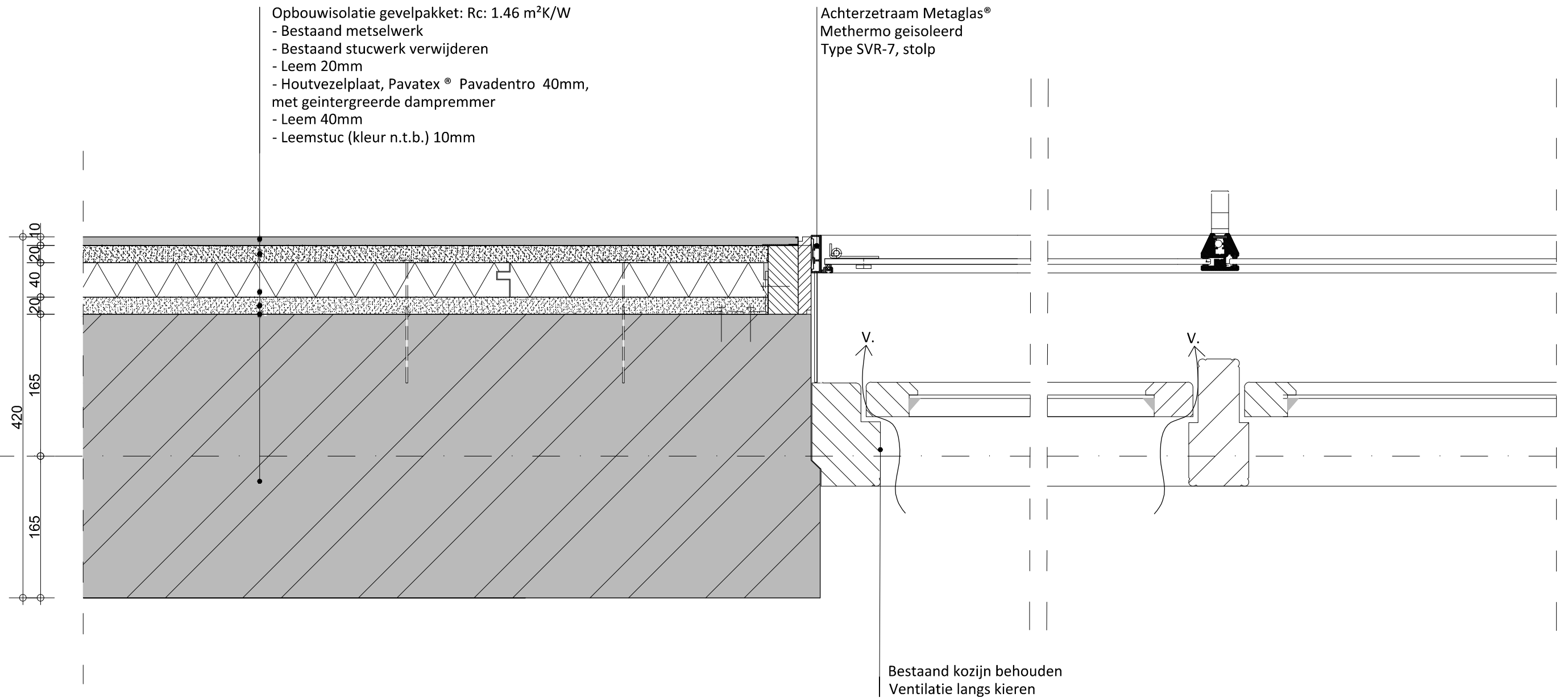
Datum:
04-06-2012

Tekenaar:
NVH, JL

Detailnr.
NW-11

Bouwdeel 1 Horizontale doorsnede
Achterzetkozijn + Gevelisolatie





Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Bouwdeel 1 Horizontale doorsnede
Achterzetkozijn + Gevelisolatie

Formaat:
A3

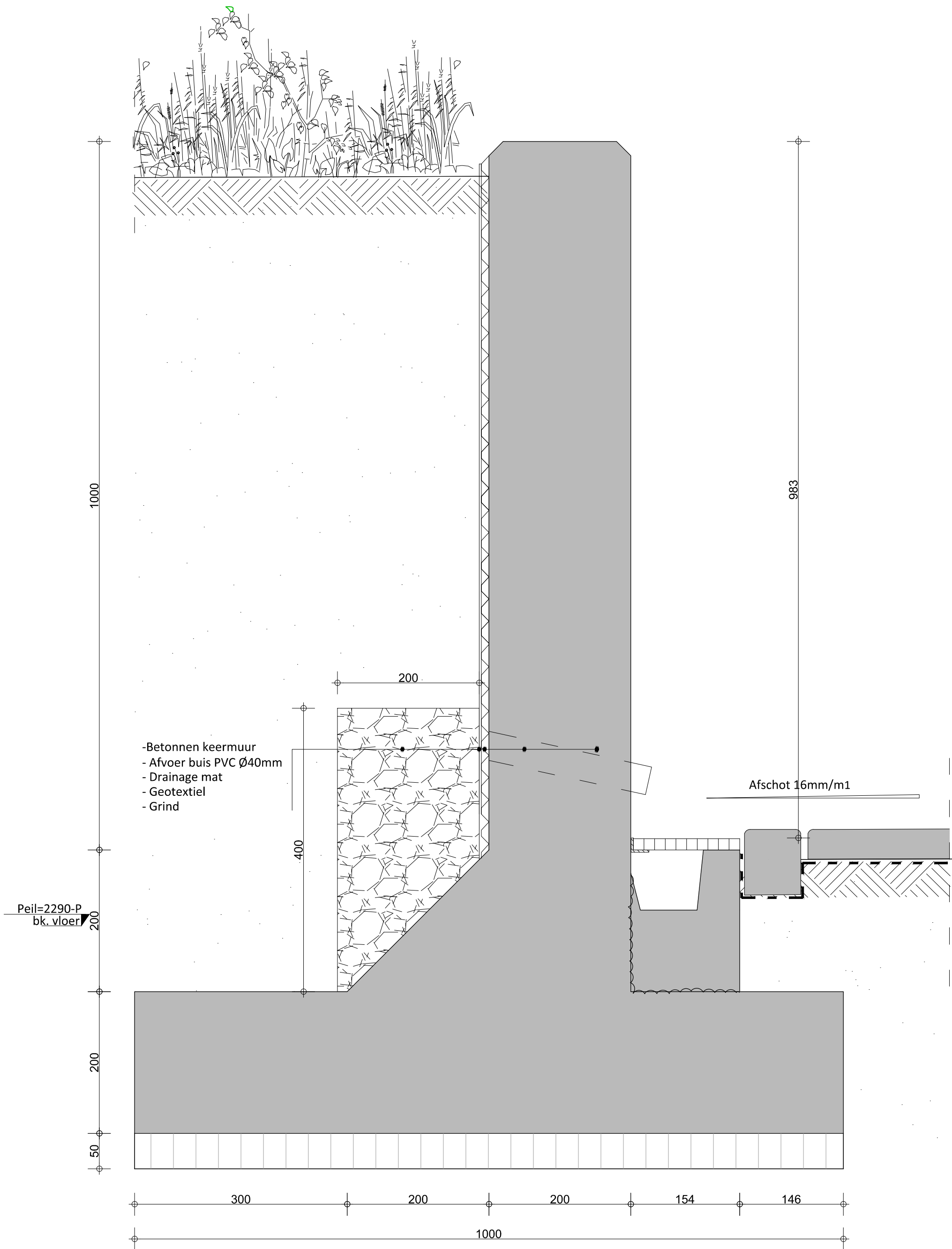
Schaal:
1:5

Datum:
04-06-2012

Tekenaar:
NVH, JL

Detailnr.
NW-12





Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

Schaal:
1:5

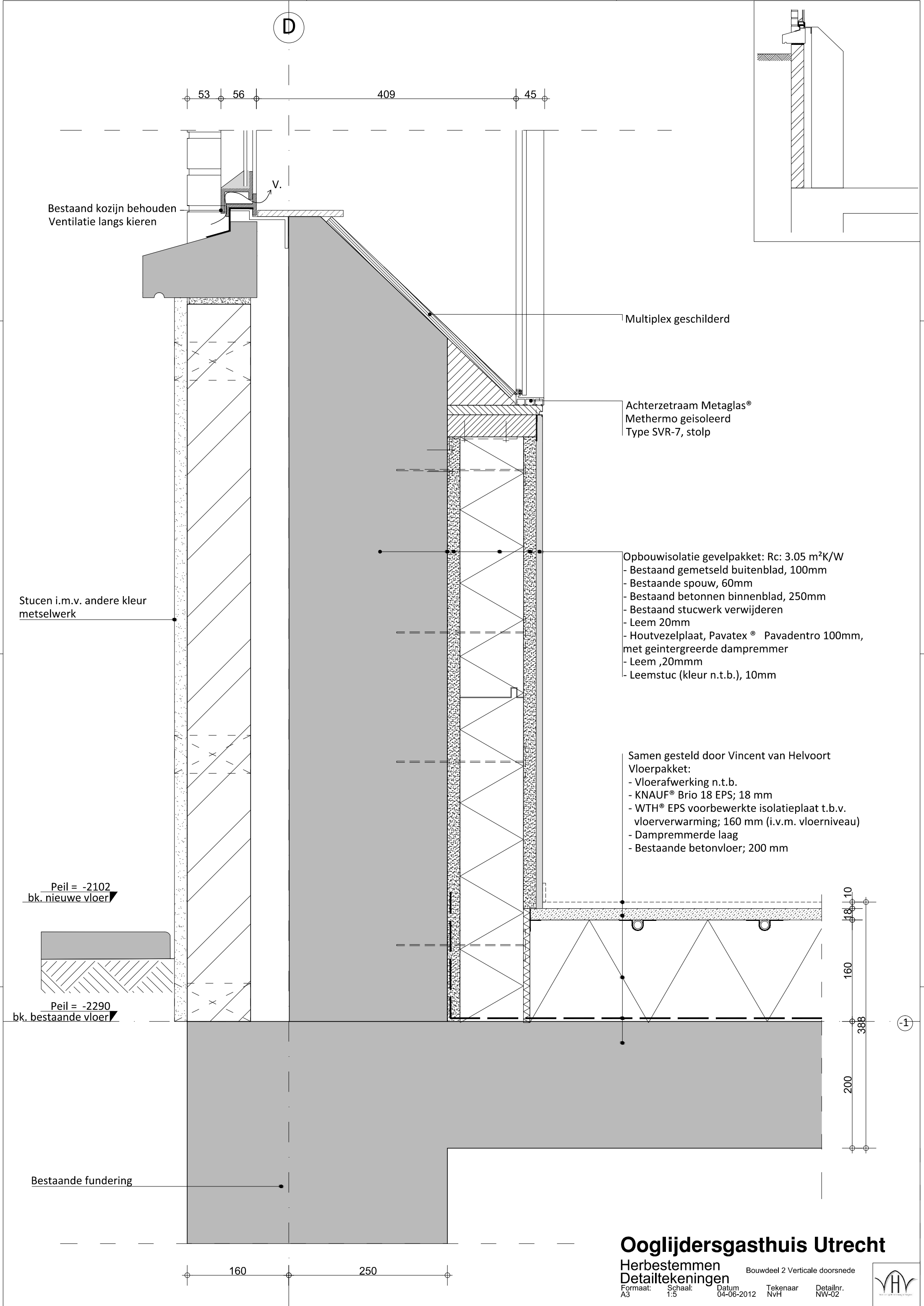
Datum
04-06-2012

Tekenaar
NvH

Detailnr.
NW-01

Bouwdeel 2 Verticale doorsnede





D

53 56 409 45

Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

V.

Multiplex geschilderd

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

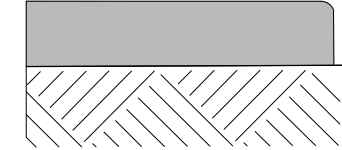
Stucen i.m.v. andere kleur
metselwerk

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.05 m²K/W
- Bestaand gemetseld buitenblad, 100mm
- Bestaande spouw, 60mm
- Bestaand betonnen binnenblad, 250mm
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm, met geïntegreerde dampremmer
- Leem ,20mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm

Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Vloerpakket:
- Vloerafwerking n.t.b.
- KNAUF® Brio 18 EPS; 18 mm
- WTH® EPS voorberewkte isolatieplaat t.b.v. vloerverwarming; 160 mm (i.v.m. vloerniveau)
- Dampremmerde laag
- Bestaande betonvloer; 200 mm

Peil = -2102
bk. nieuwe vloer

Peil = -2290
bk. bestaande vloer



Bestaande fundering

160 250

18 10 160 388 200

-1

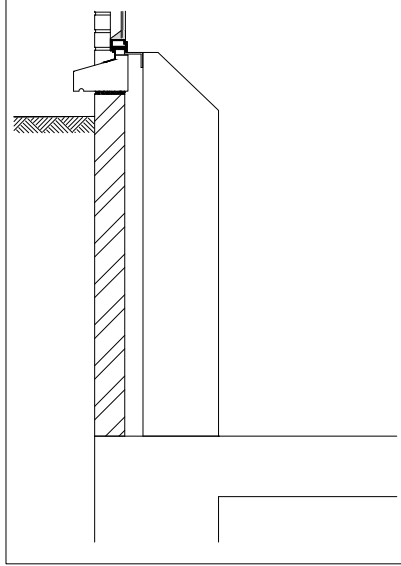
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen
Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH
Detailnr.: NW-02
Bouwdeel 2 Verticale doorsnede



D

180 404
139 401 44



-Aanbrengen stalen deur, gelijkwaardig aan bestaande deurkozijn
-Nieuw te plaatsen isolerende deur Metaglas

Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Vloerpakket:
- Vloerafwerking n.t.b.
- KNAUF® Brio 18 EPS; 18 mm
- WTH® EPS voorbereekte isolatieplaat t.b.v. vloerverwarming; 160 mm (i.v.m. vloerniveau)
- Dampremmerde laag
- Bestaande betonvloer; 200 mm

Peil = -2102
bk. nieuwe vloer
Afschot 16mm/m1

Peil = -2290
bk. bestaande vloer

-Gasbeton
-EPDM

90

V.

180
162
390
200

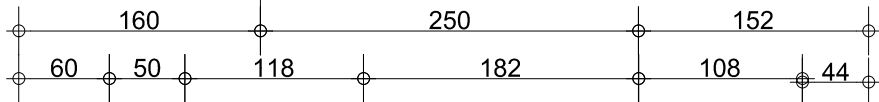
-1

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen
Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-03
Bouwdeel 2 Verticale doorsnede



D



Bestaand kozijn behouden
Ventilatie langs kieren

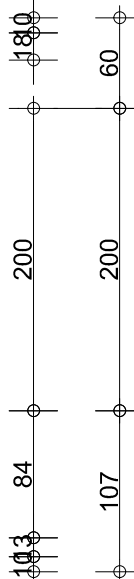
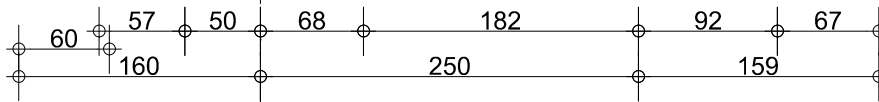
Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.05 m²K/W
- Bestaand gemetseld buitenblad, 100mm
- Bestaande spouw, 60mm
- Bestaand betonnen binnenblad, 250mm
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm,
met geïntegreerde dampremmer
- Leem ,20mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm

Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Vloerpakket:
- Vloerafwerking n.t.b.
- KNAUF® Brio 18 EPS; 18 mm
- WTH® EPS voorbereekte isolatieplaat t.b.v.
vloerverwarming; 32 mm
- Bestaande betonvloer; 200 mm

Opbouw plafond:
Samengesteld door Vincent van Helvoort
- Metal Stud gipsplafond; 107 mm,
- C-profiel; 84 mm h.o.h. 500 mm
- Veerrails; 23 mm
- KNAUF® A-gipsplaat,
1 x 12,5 mm (WBDBO = 30 min.)
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10 mm
Stucstop profiel
Gipsplaat over houtvezel i.v.m.
branddoorslag

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp



BG

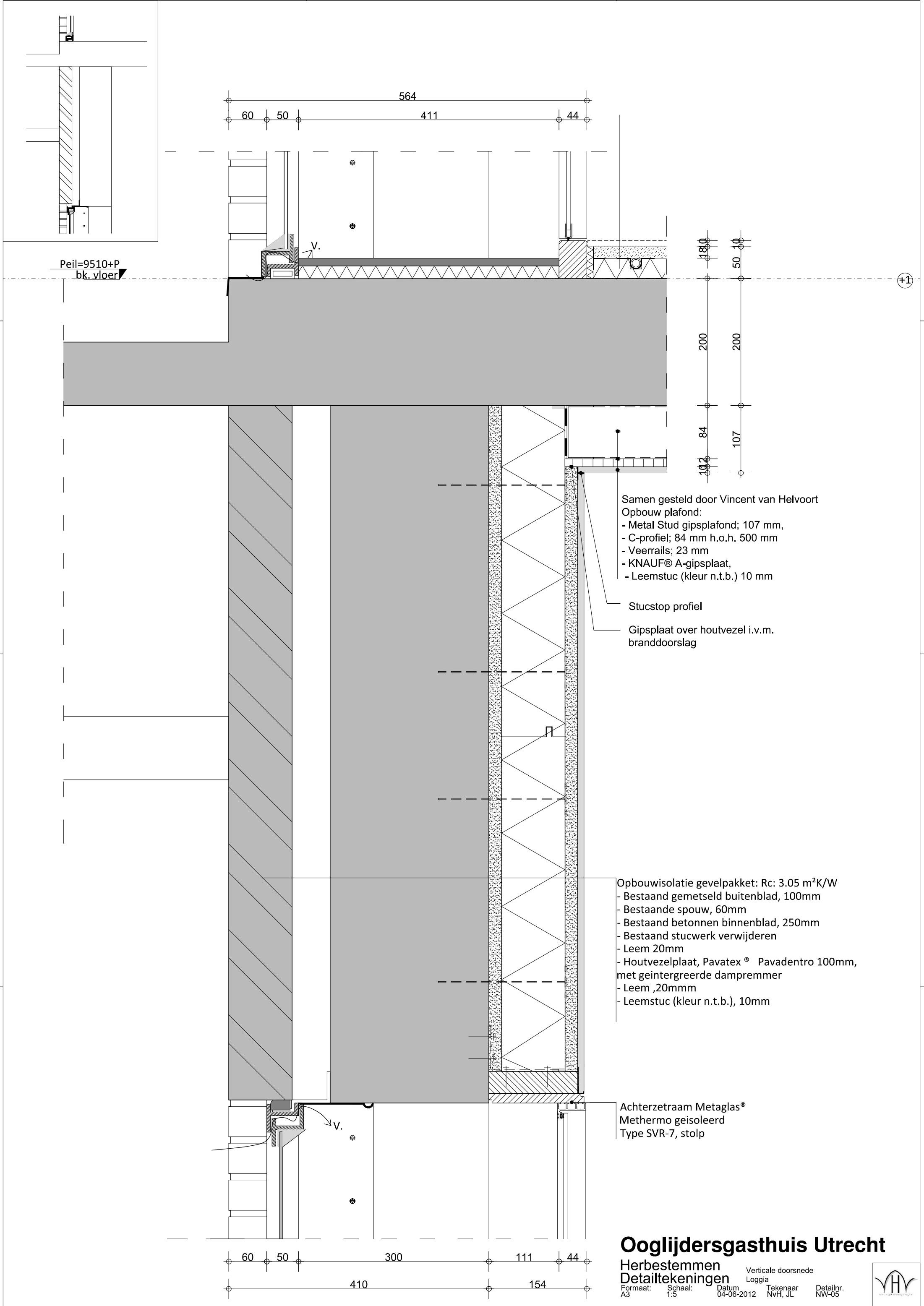
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-04

Verticale doorsnede
Onder- + bovendorpel achterzetraam





Peil=9510+P
bk. vloer

+1

Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Opbouw plafond:
- Metal Stud gipsplafond; 107 mm,
- C-profiel; 84 mm h.o.h. 500 mm
- Veerrails; 23 mm
- KNAUF® A-gipsplaat,
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10 mm

Stucstop profiel

Gipsplaat over houtvezel i.v.m.
branddoorslag

Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.05 m²K/W
- Bestaand gemetseld buitenblad, 100mm
- Bestaande spouw, 60mm
- Bestaand betonnen binnenblad, 250mm
- Bestaand stucwerk verwijderen
- Leem 20mm
- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm,
met geïntegreerde dampremmer
- Leem ,20mm
- Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm

Achterzetraam Metaglas®
Methermo geïsoleerd
Type SVR-7, stolp

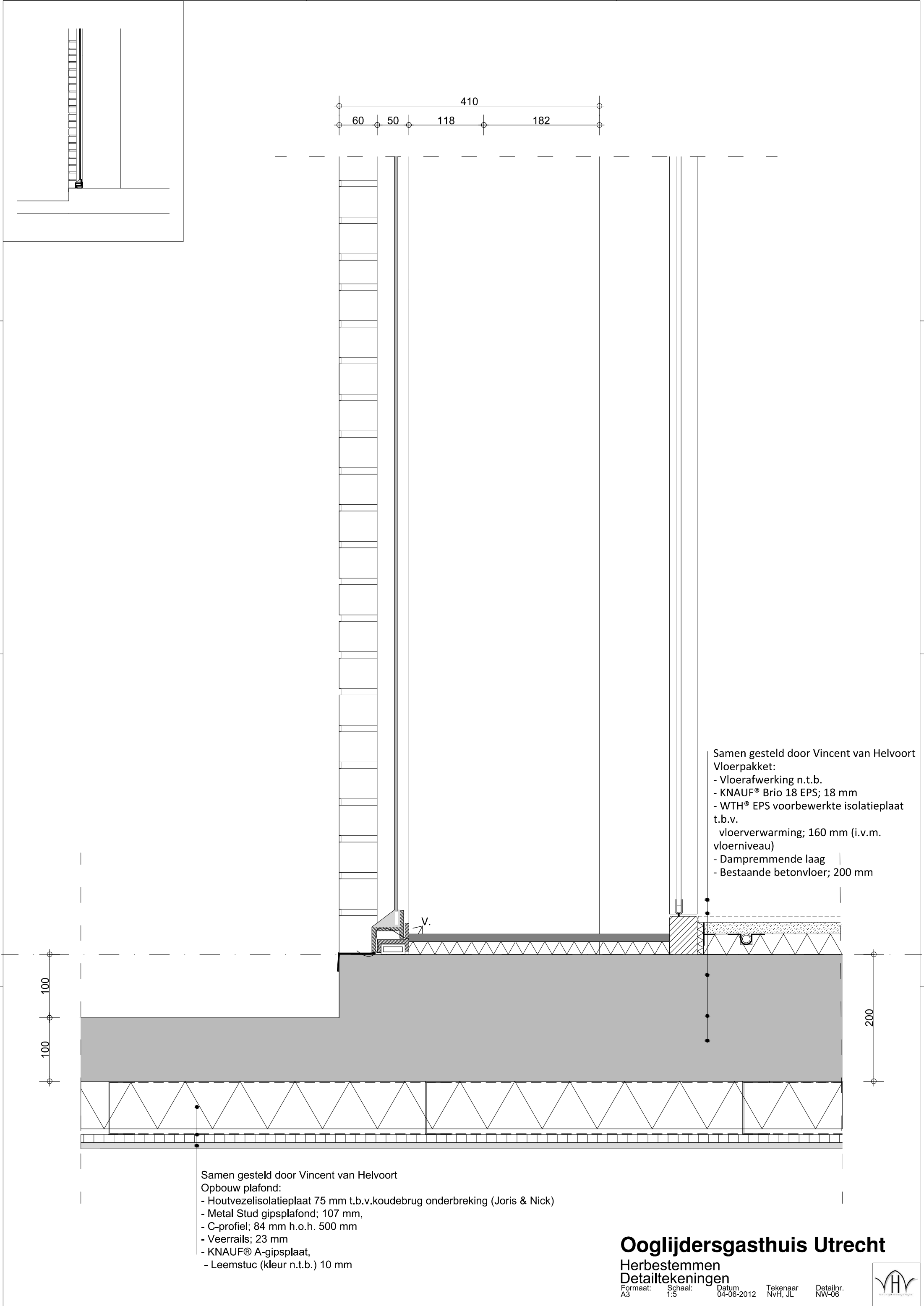
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-05

Verticale doorsnede
Loggia





Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Vloerpakket:
- Vloerafwerking n.t.b.
- KNAUF® Brio 18 EPS; 18 mm
- WTH® EPS voorberewkte isolatieplaat
t.b.v.
vloerverwarming; 160 mm (i.v.m.
vloerniveau)
- Dampremmende laag
- Bestaande betonvloer; 200 mm

Samen gesteld door Vincent van Helvoort
Opbouw plafond:
- Houtvezelisolatieplaat 75 mm t.b.v.koudebrug onderbreking (Joris & Nick)
- Metal Stud gipsplafond; 107 mm,
- C-profiel; 84 mm h.o.h. 500 mm
- Veerrails; 23 mm
- KNAUF® A-gipsplaat,
- Leemstuc (kleur n.t.b.) 10 mm

Ooglijdersgasthuis Utrecht
Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-06



Peil=14160+P
dakrand

Bestaand lood

Peil=13510+P
bk. vloer

- Opbouw dakpakket:
- Terrastegels/ballast
 - Drainage- en beschermlaag
 - EPDM Dakbedekking
 - Kingspan Unidek® Marathon, intensief beloopbare isoaltieplaat. min 150mm
 - Dampremmende laag
 - Betonnen dakvloer

Afschot 16mm/m1

NvH

Bestaande dakisolatie verwijderen

- Opbouwisoaltie pakket:
- Bestaand metselwerk
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm- Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 40mm, met geïntegreerde damprammer
 - Leem
 - Leemstuc (kleur n.t.b.)

100 60 250 20 100 20 10

300

1200

900

min 200

200

Ooglijdersgasthuis Utrecht

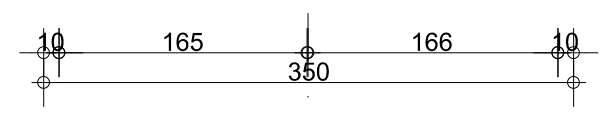
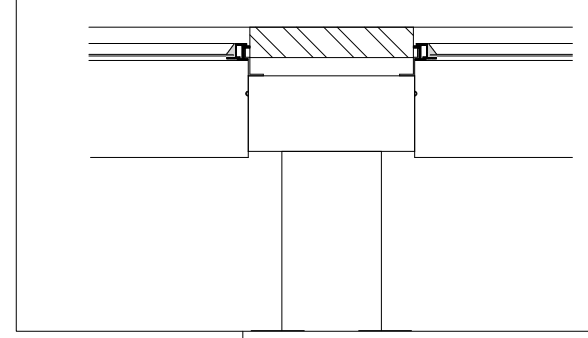
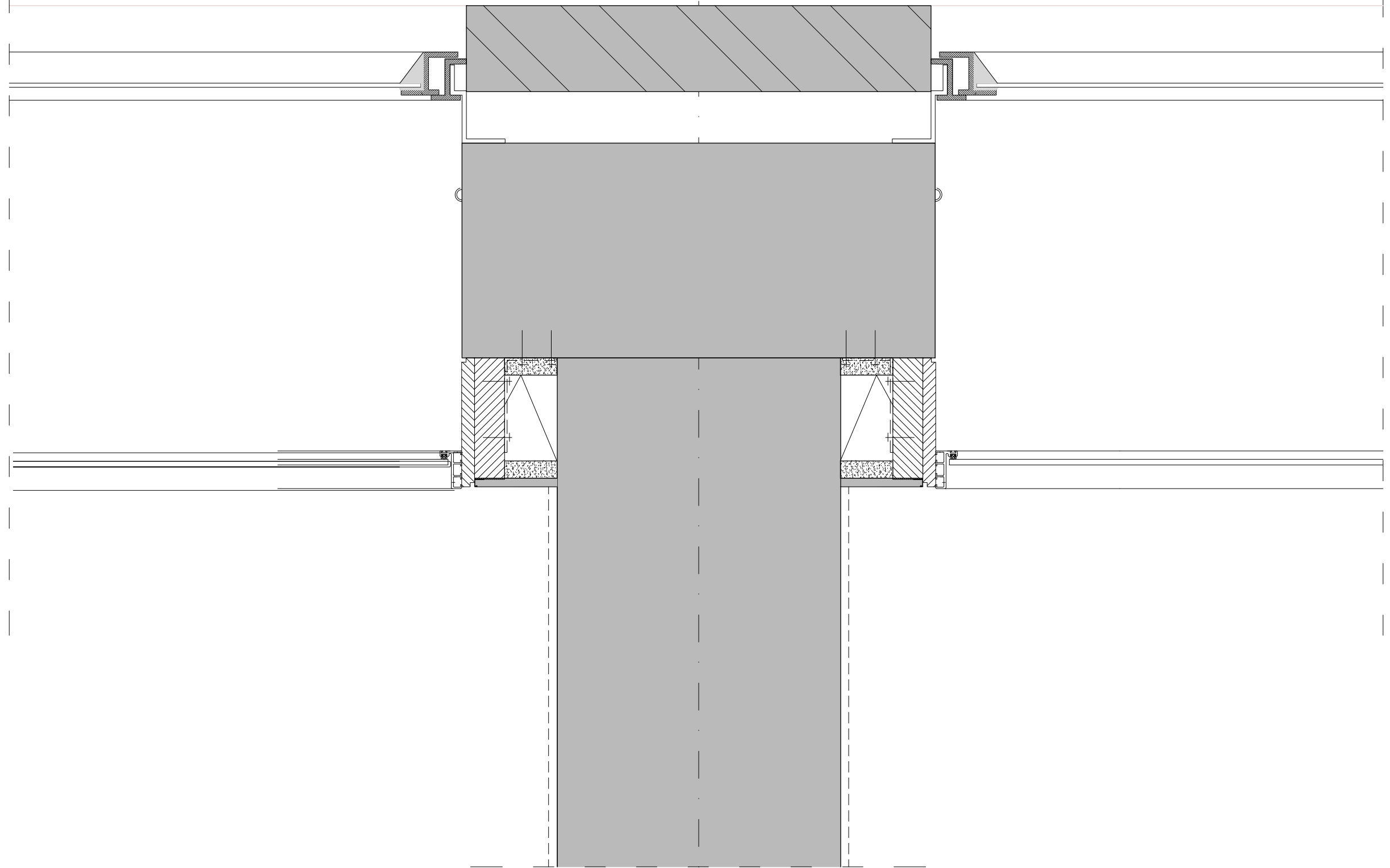
Herbestemmen
Detailtekeningen

Verticale doorsnede

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NvH, JL
Detailnr.: NW-07



2



Ooglijdersgasthuis Utrecht

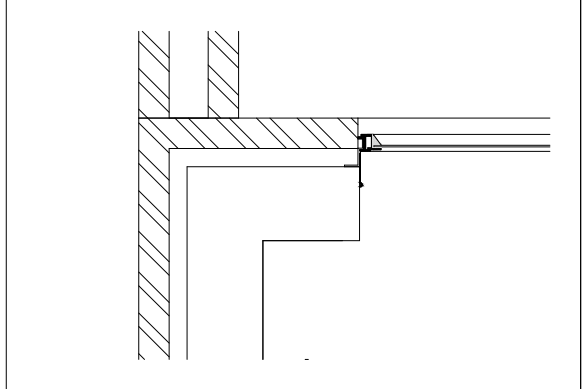
Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3	Schaal: 1:5	Datum: 04-06-2012	Tekenaar: NVH, JL	Detailnr. NW-08
----------------	----------------	----------------------	----------------------	--------------------

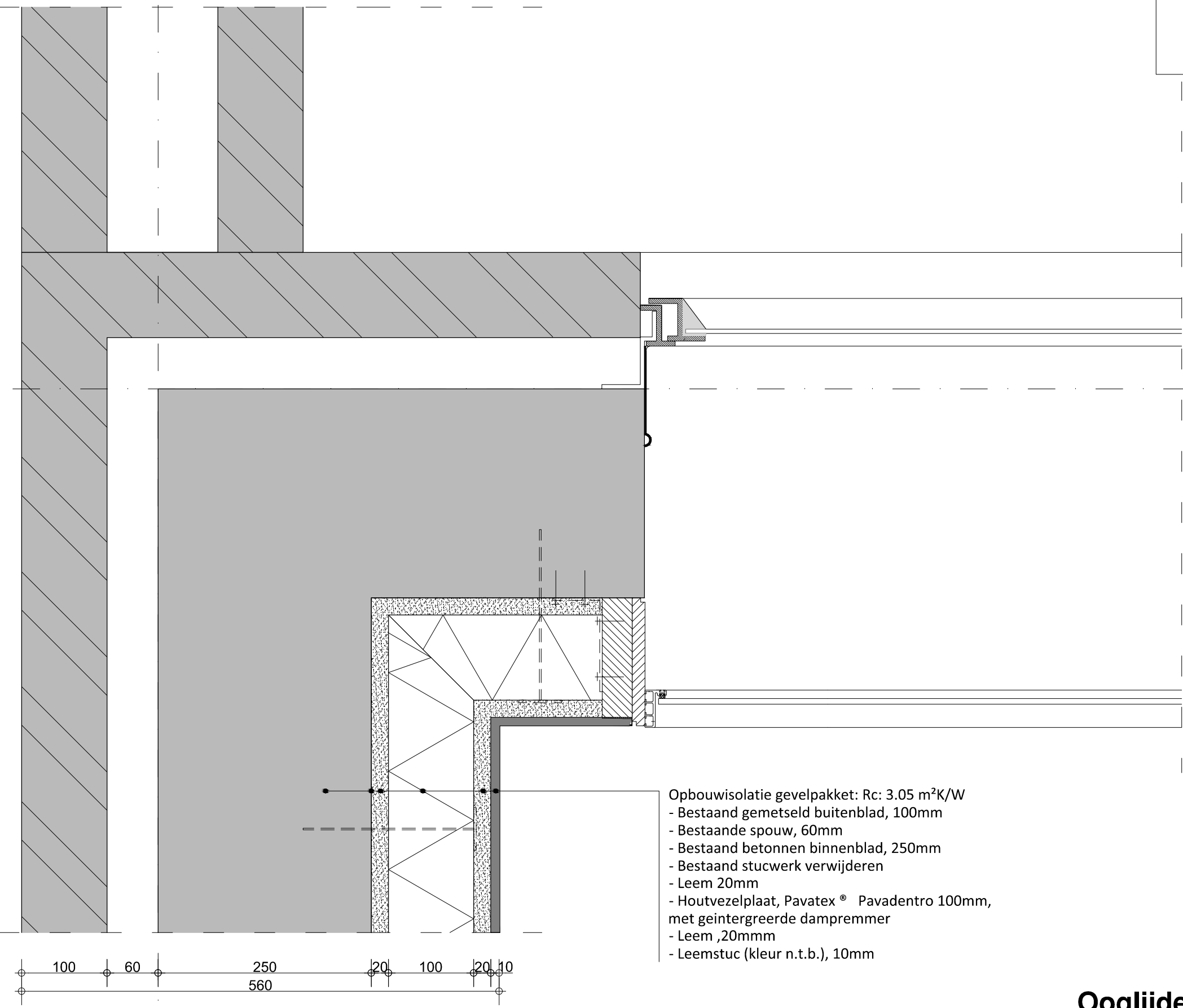
Horizontale doorsnede
Achterzetraam



1



D



- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.05 m²K/W
- Bestaand gemetseld buitenblad, 100mm
 - Bestaande spouw, 60mm
 - Bestaand betonnen binnenblad, 250mm
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
 - Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm, met geïntegreerde dampremmer
 - Leem ,20mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: NVH
Detailnr.: NW-09

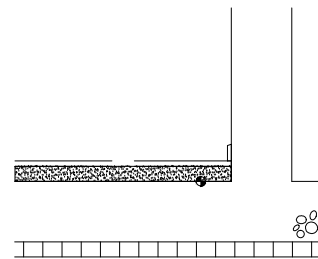
Horizontale doorsnede
Hoekoplossing



Sportruimte

- Vloerpakket:
- Vloerafwerking n.t.b.
 - Cementdekvloer 45mm
 - WTH® EPS voorbewerkte isolatieplaat t.b.v.
 - Dampwerende laag
 - Bestaande betonvloer; 200 mm

- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.05 m²K/W
- Bestaand betonnen kelderwand, 200mm
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
 - Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm, met geïntegreerde dampremmer
 - Leem ,20mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm



Peil = -3200
bk. nieuwe vloer

Peil = -3400
bk. bestaande vloer

-1

Ooglijdersgasthuis Utrecht

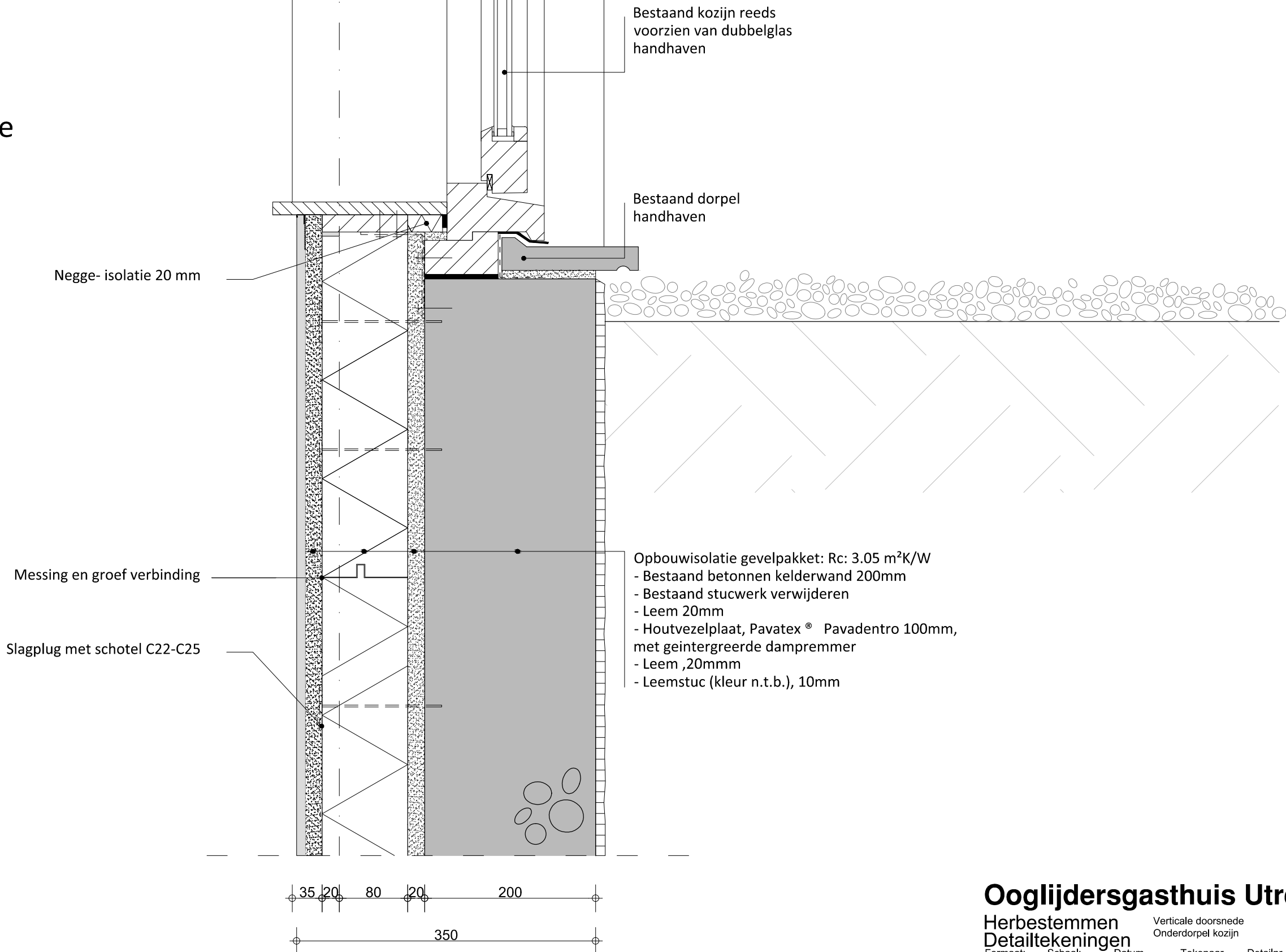
Herbestemmen
Detailtekeningen

Verticale doorsnede
Fundering

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: JL
Detailnr.: NW-01



Sportruimte



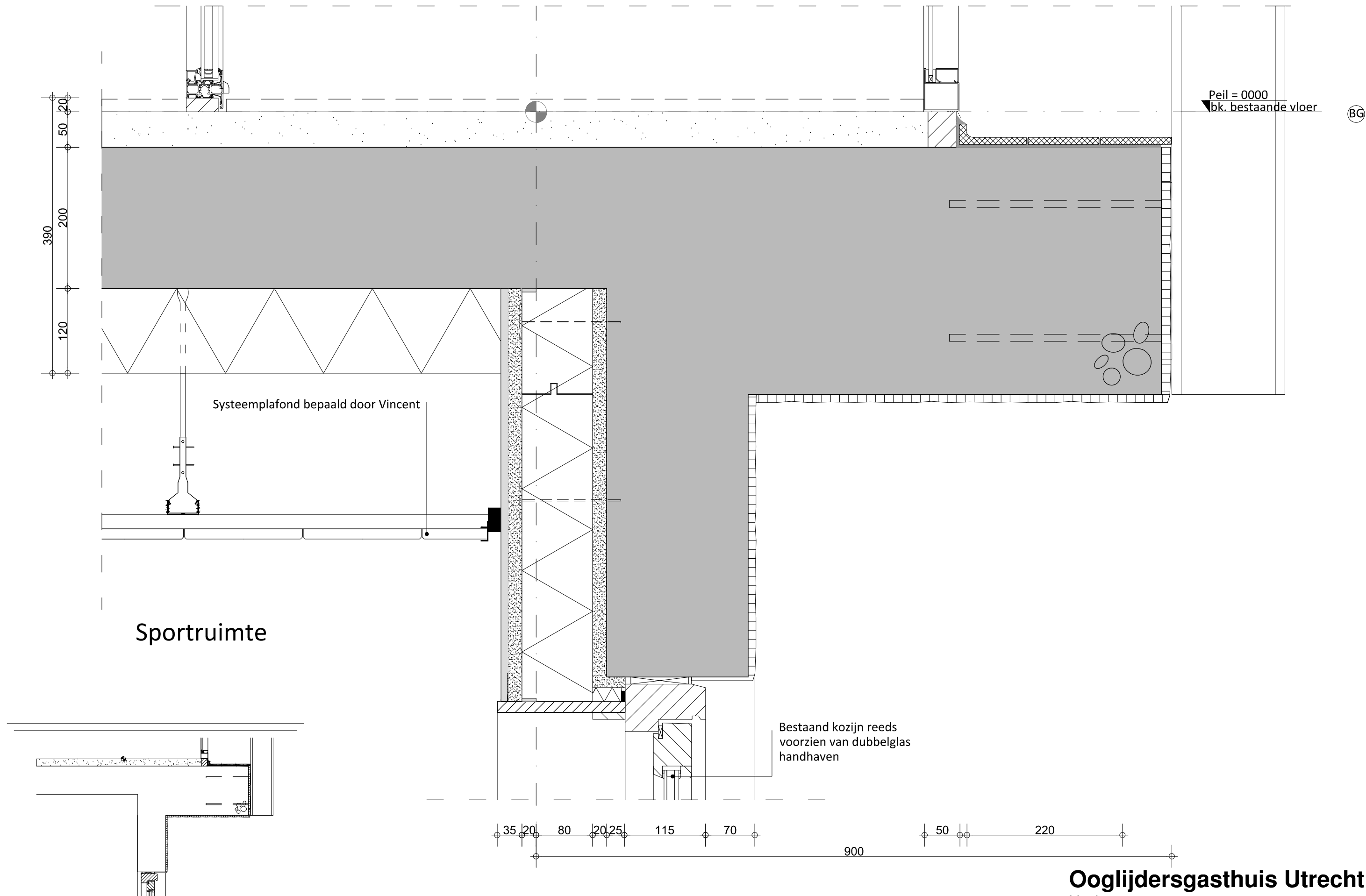
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Verticale doorsnede
Onderdorpel kozijn

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: JL
Detailnr.: NW-02





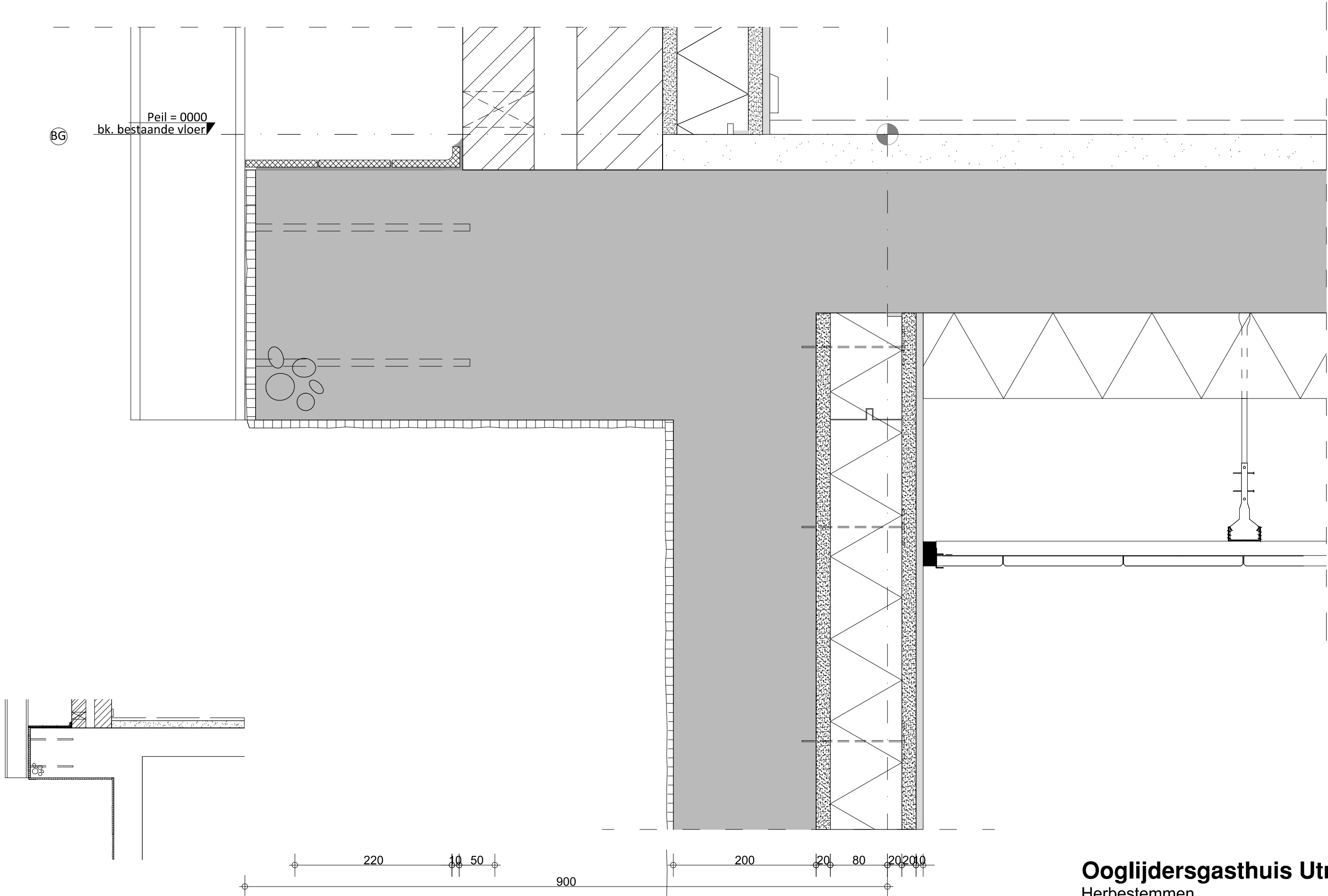
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: JL
Detailnr.: NW-03

Verticale doorsnede
Boven dorpel kozijn





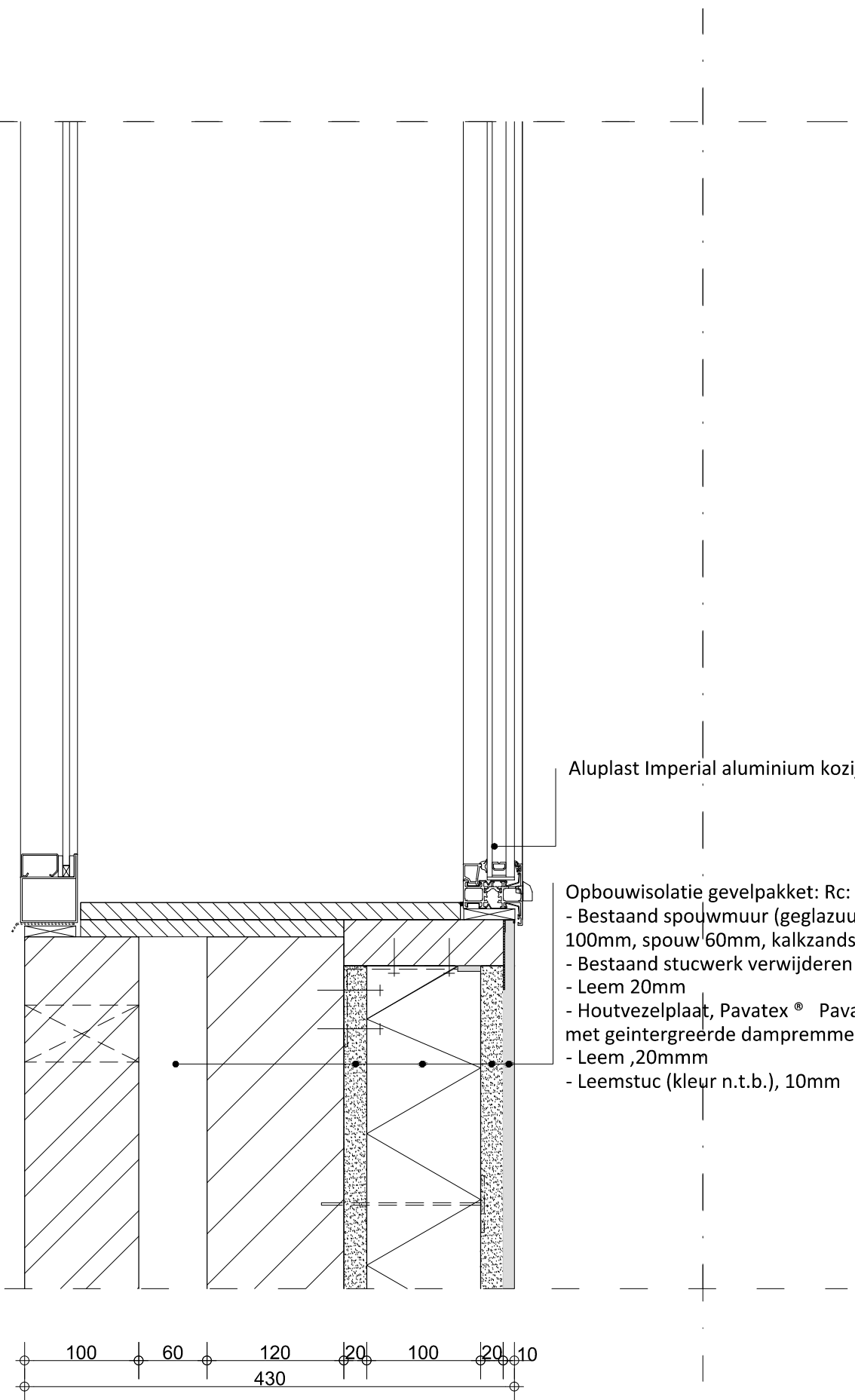
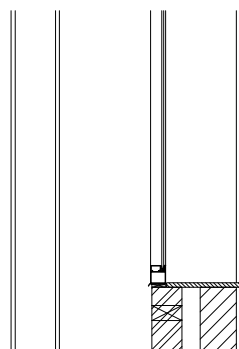
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: JL
Detailnr.: NW-04

Verticale doorsnede
Uitkraging





Aluplast Imperial aluminium kozijn

- Opbouwisolatie gevelpakket: Rc: 3.00 m²K/W
- Bestaand spouwmuur (geglazuurde baksteen 100mm, spouw 60mm, kalkzandsteen 120mm)
 - Bestaand stucwerk verwijderen
 - Leem 20mm
 - Houtvezelplaat, Pavatex® Pavadentro 100mm, met geïntegreerde dampremmer
 - Leem 20mm
 - Leemstuc (kleur n.t.b.), 10mm

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

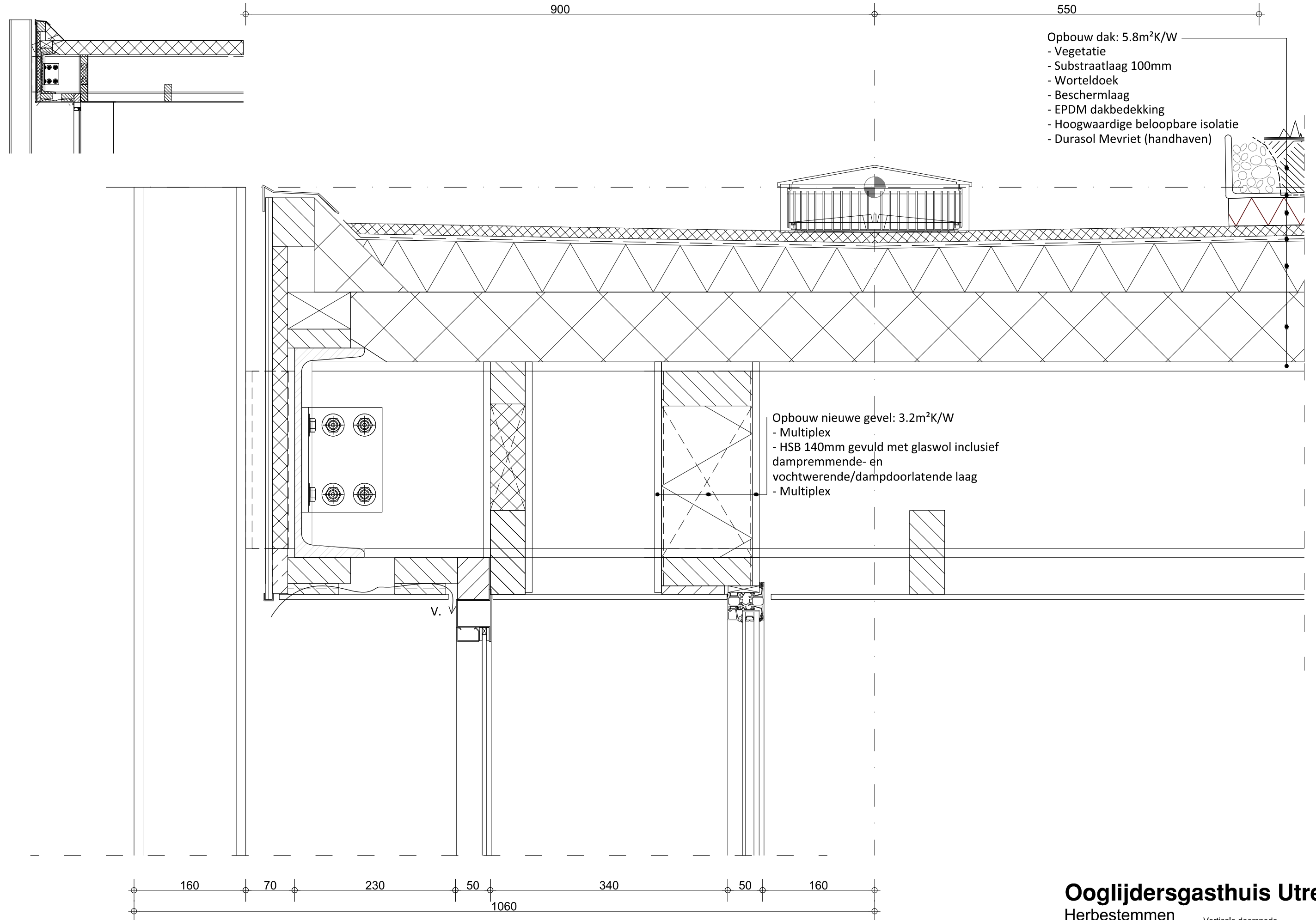
Schaal:
1:5

Datum:
04-06-2012

Verticale doorsnede
Onderdorpel kozijn
Tekenaar
JL

Detailnr.
NW-05





Opbouw dak: 5.8m²K/W

- Vegetatie
- Substraatlaag 100mm
- Worteldoek
- Bescherm laag
- EPDM dakbedekking
- Hoogwaardige beloopbare isolatie
- Durasol Mevriet (handhaven)

Opbouw nieuwe gevel: 3.2m²K/W

- Multiplex
- HSB 140mm gevuld met glaswol inclusief dampremmende- en vochtwerende/dampdoorlatende laag
- Multiplex

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Verticale doorsnede
Dakrand

Formaat:
A3

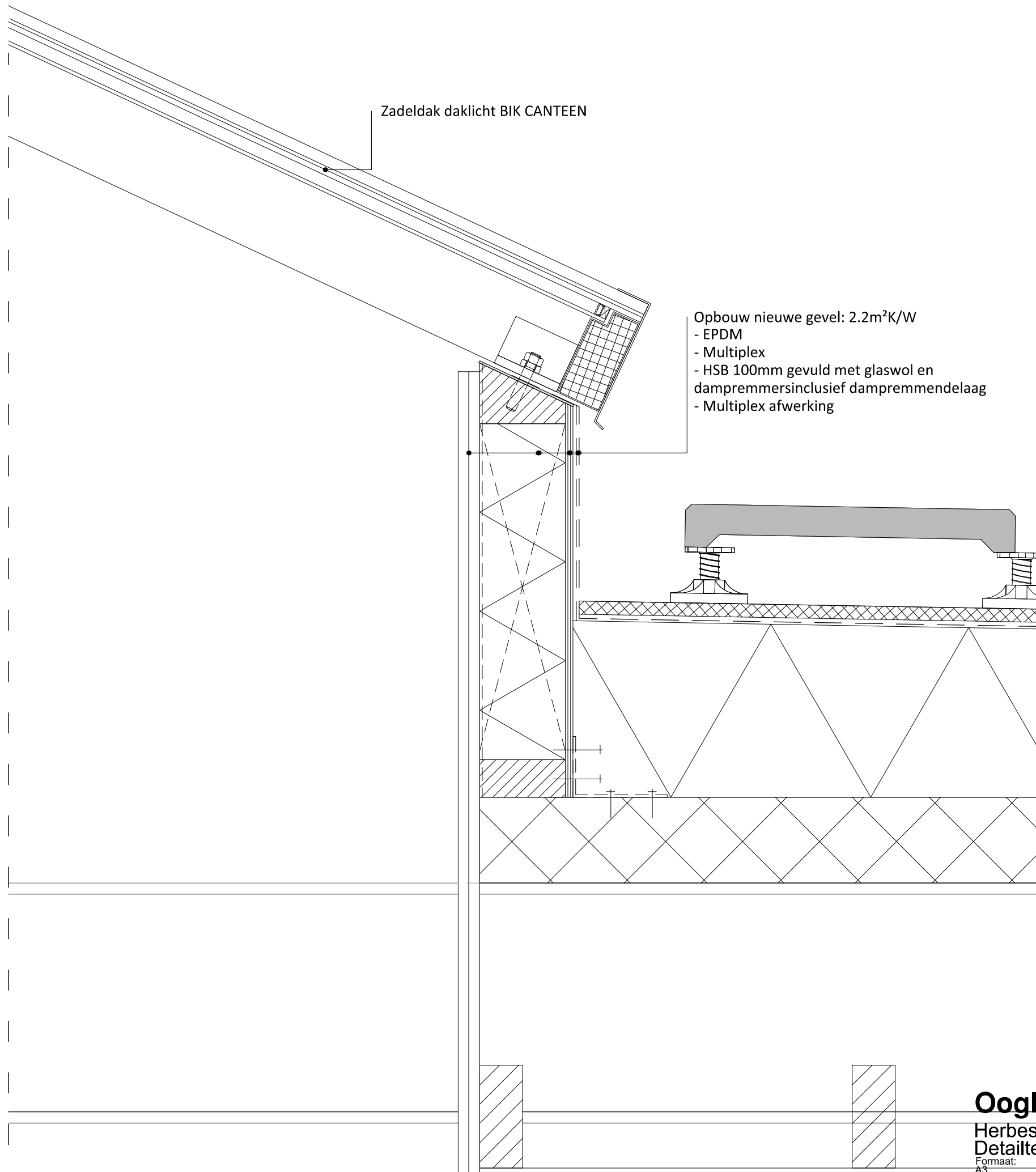
Schaal:
1:5

Datum
04-06-2012

Tekenaar
JL

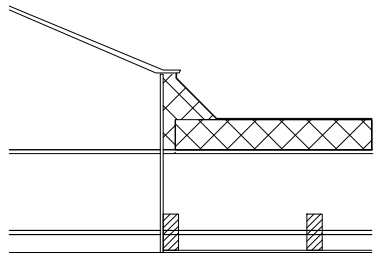
Detailnr.
NW-06





Zadeldak daklicht BIK CANTEEN

- Opbouw nieuwe gevel: 2.2m²K/W
- EPDM
 - Multiplex
 - HSB 100mm gevuld met glaswol en dampremmersinclusief dampremmendelaag
 - Multiplex afwerking



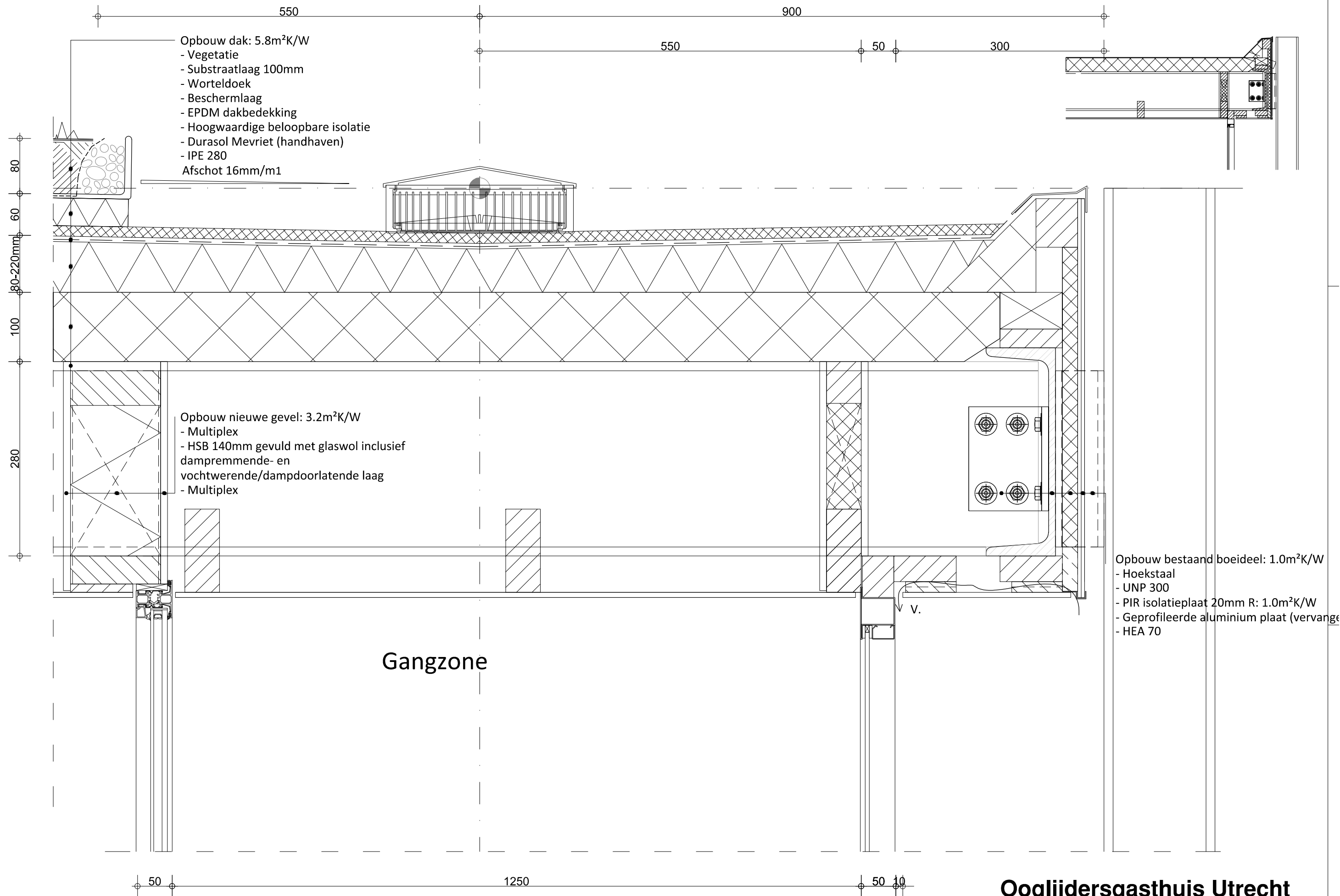
Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat: A3
Schaal: 1:5
Datum: 04-06-2012
Tekenaar: JL
Detailnr.: NW-07

Verticale doorsnede





Ooglijdersgasthuis Utrecht

Herbestemmen
Detailtekeningen

Formaat:
A3

Schaal:
1:5

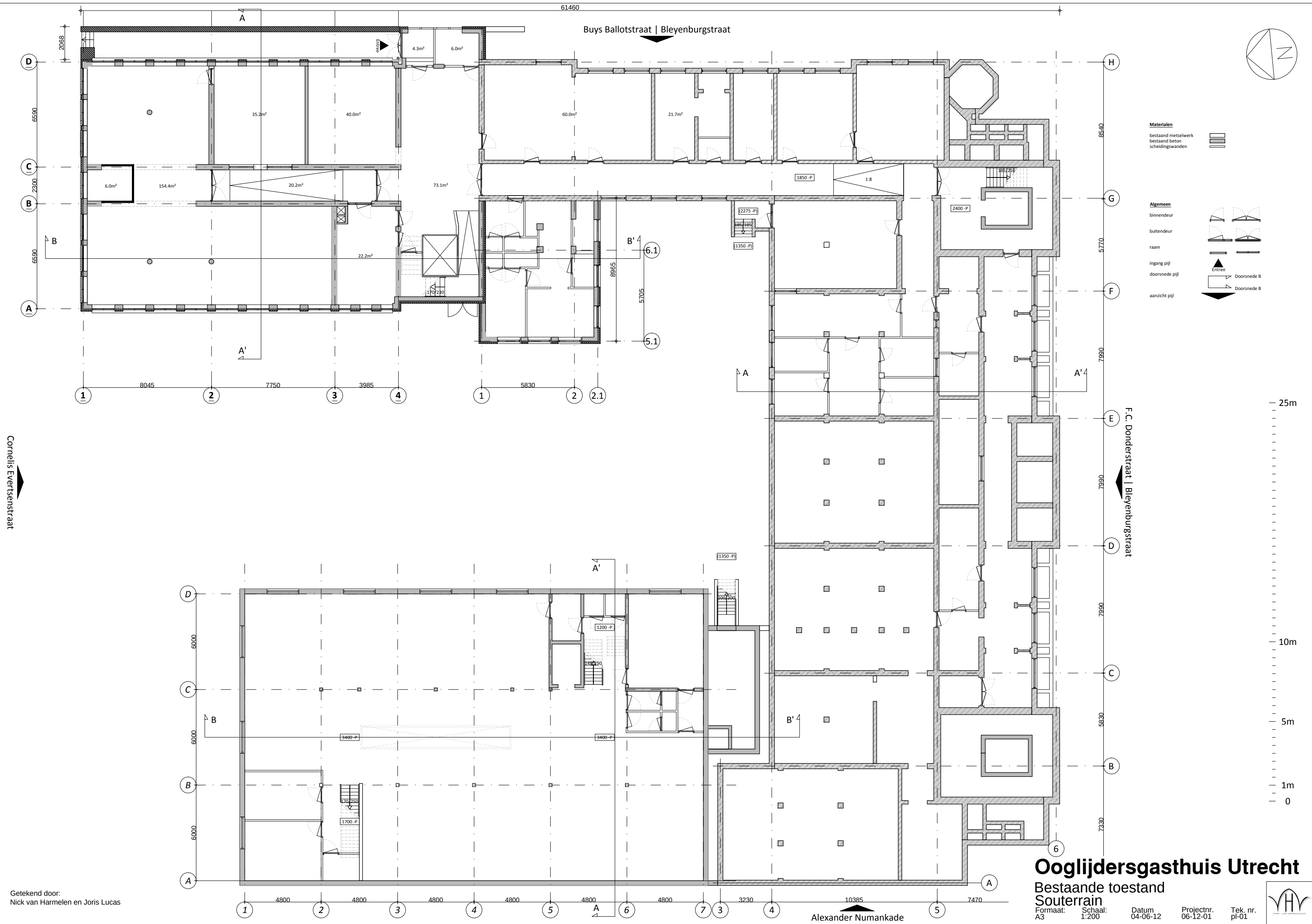
Datum:
04-06-2012

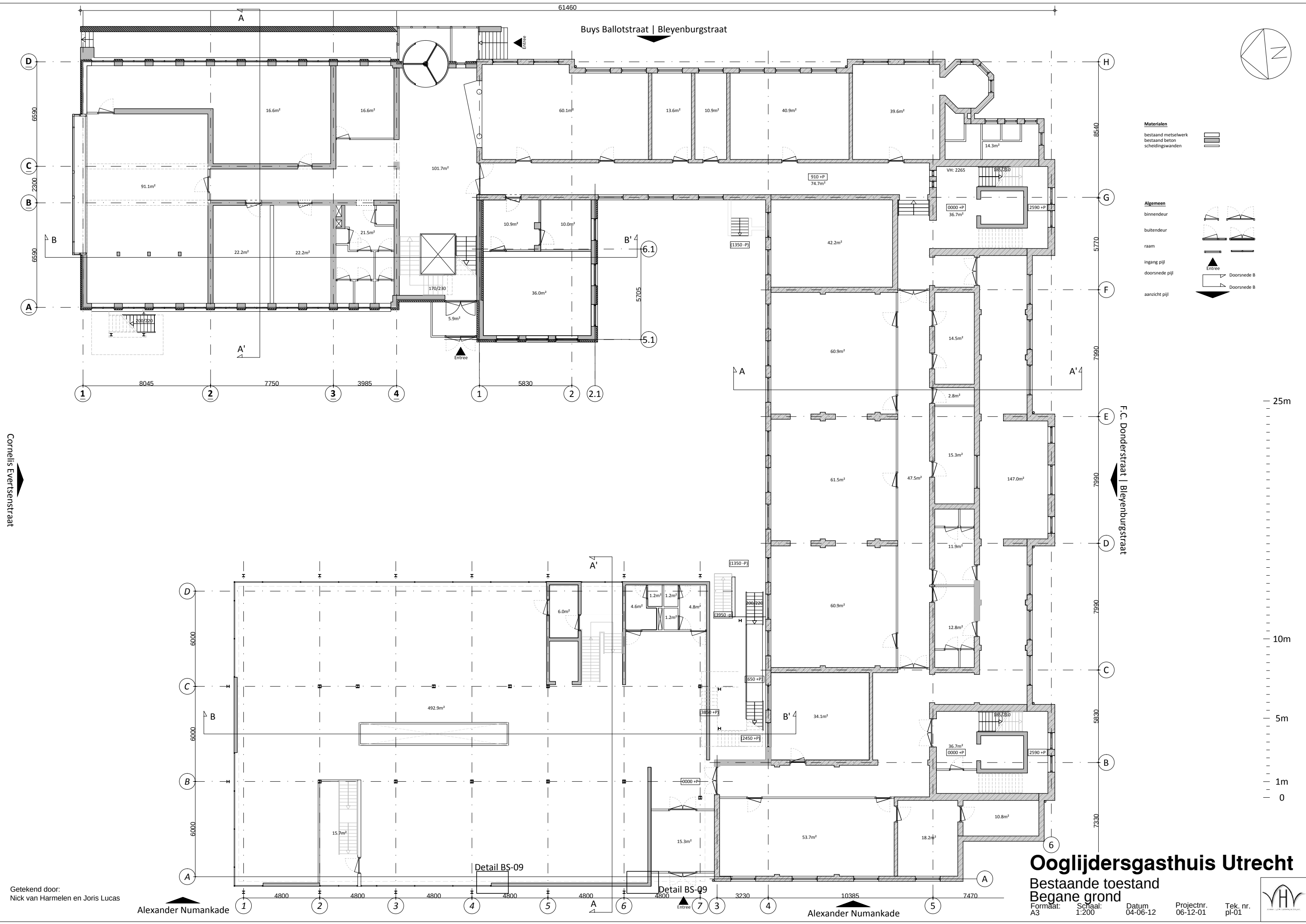
Tekenaar:
JL

Detailnr.
NW-08

Verticale doorsnede
Dakrand







Cornelis Evertsenstraat

Getekend door:
Nick van Harmelen en Joris Lucas

Alexander Numankade

Buys Ballotstraat | Bleyenburgerstraat

F.C. Donderstraat | Bleyenburgerstraat

Alexander Numankade

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bestaande toestand
Begane grond

Formaat: A3
Schaal: 1:200
Datum: 04-06-12
Projectnr.: 06-12-01
Tek. nr.: pl-01



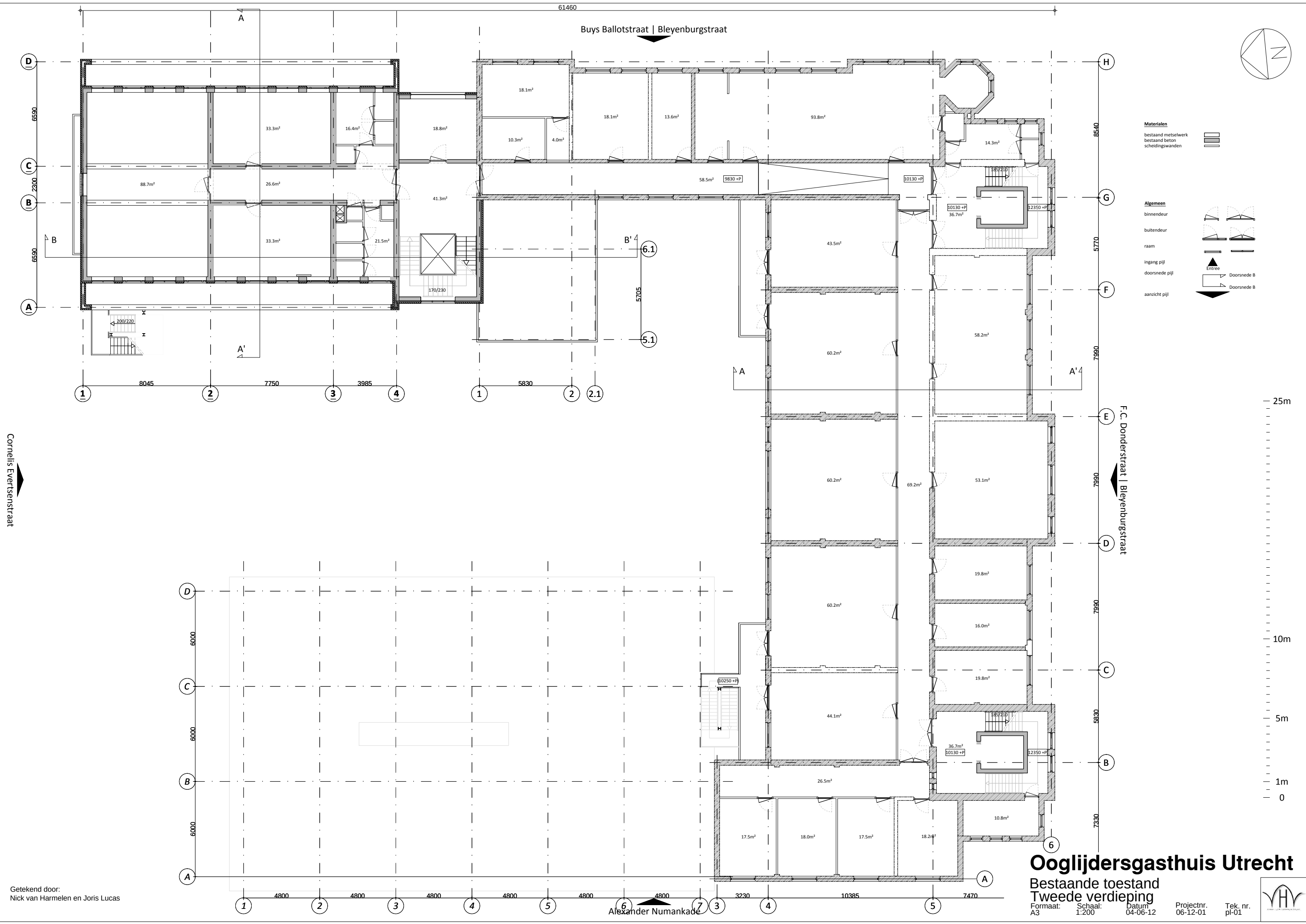


Cornelis Evertsenstraat

Buys Ballotstraat | Bleyenburgerstraat

F.C. Donderstraat | Bleyenburgerstraat

Alexander Numankade



Cornelis Evertsenstraat

Getekend door:
Nick van Harmelen en Joris Lucas

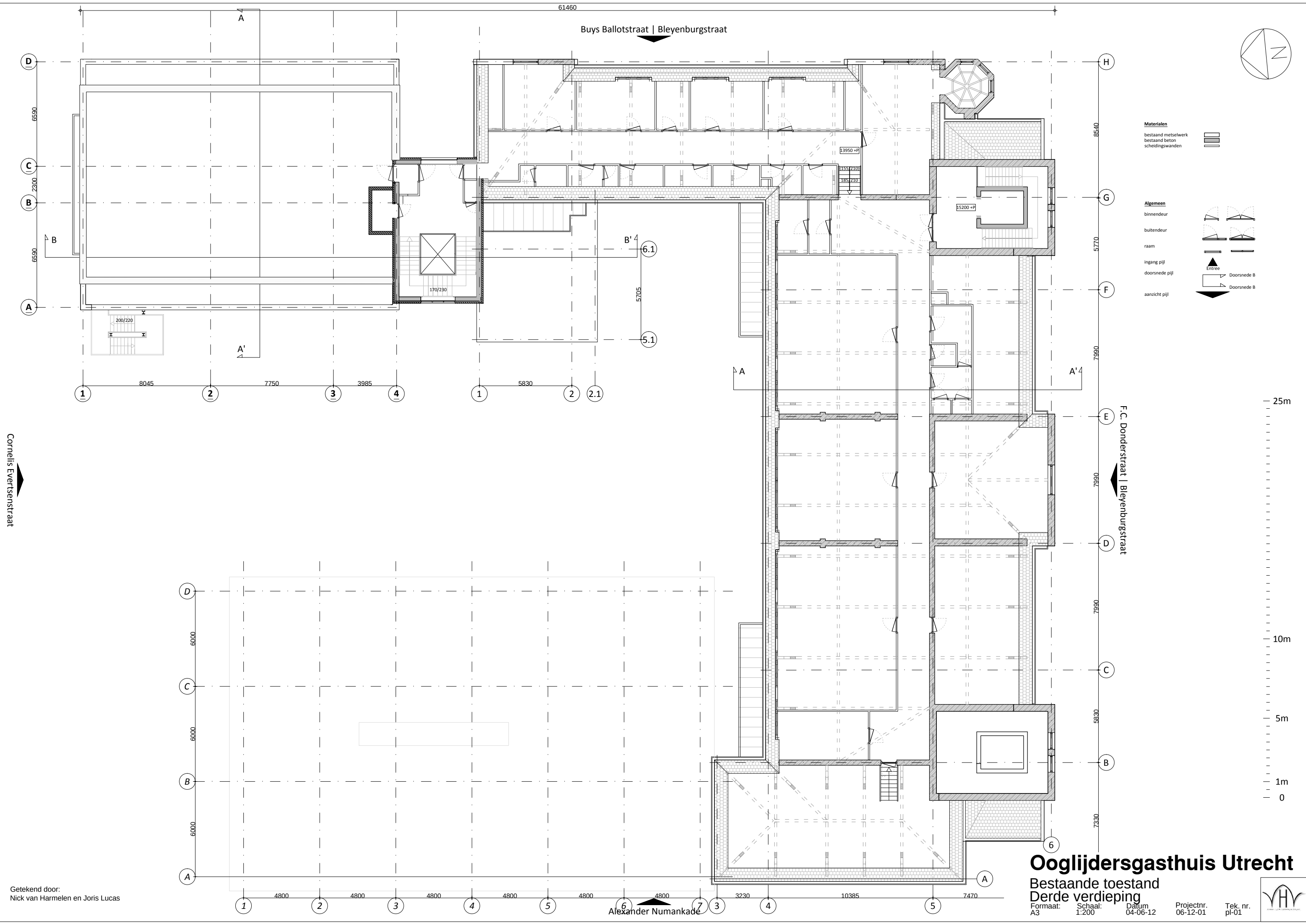
Alexander Numankade

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bestaande toestand
Tweede verdieping

Formaat: A3
Schaal: 1:200
Datum: 04-06-12
Projectnr.: 06-12-01
Tek. nr.: pl-01





Cornelis Evertsenstraat

Buys Ballotstraat | Bleyenburgerstraat

F.C. Donderstraat | Bleyenburgerstraat

Alexander Numankade

Getekend door:
Nick van Harmelen en Joris Lucas

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bestaande toestand

Derde verdieping

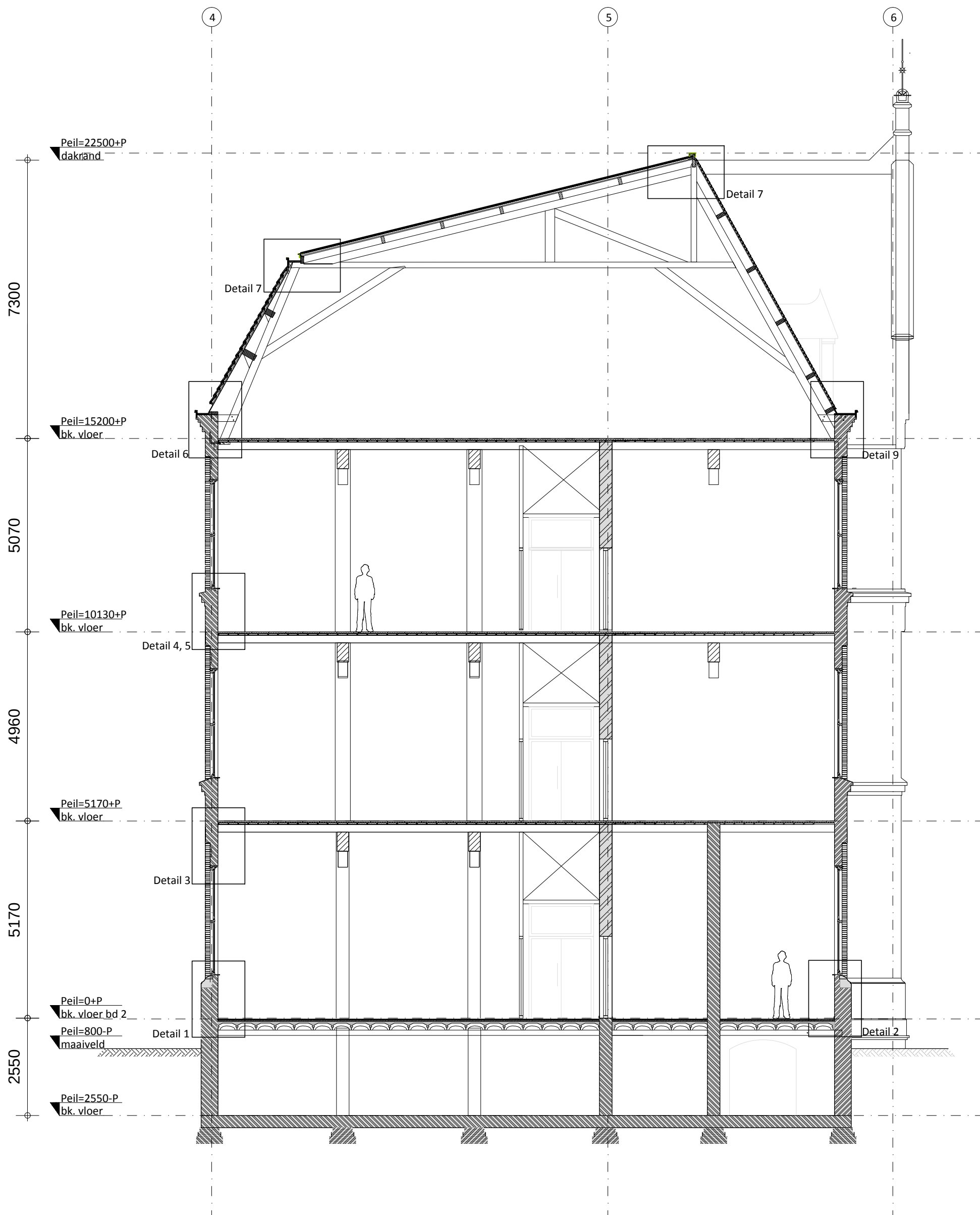
Formaat:
A3

Schaal:
1:200

Datum:
04-06-12

Projectnr.
06-12-01

Tek. nr.
pl-01



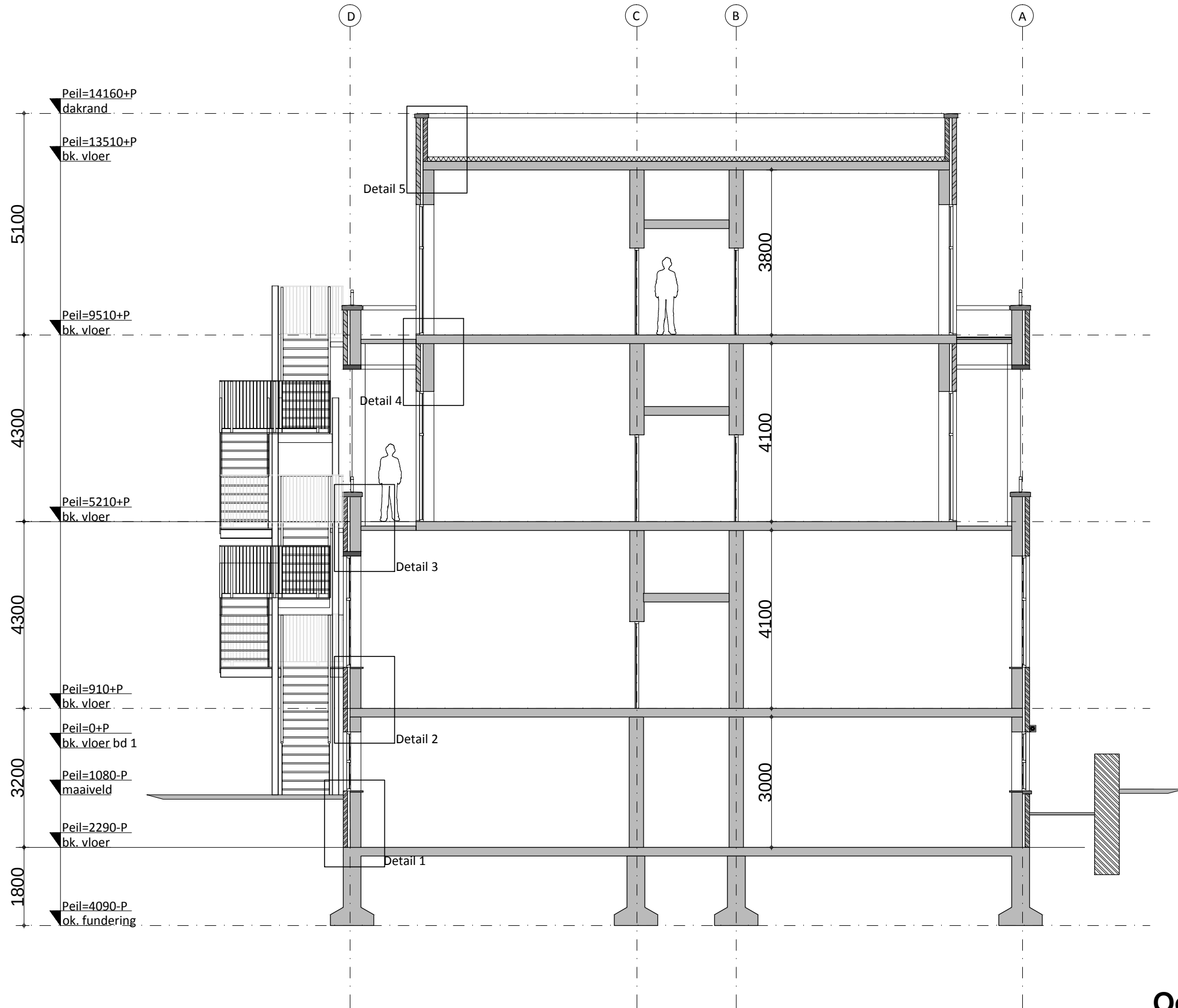
Getekend door:
Nick van Harmelen en Joris Lucas

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bouwdeel 1
Doorsnede Bestaande situatie

Formaat: A3	Schaal: 1:100	Datum: 04-06-2012	Projectnr. 06-12-01	Tek. nr. ds-01
----------------	------------------	----------------------	------------------------	-------------------





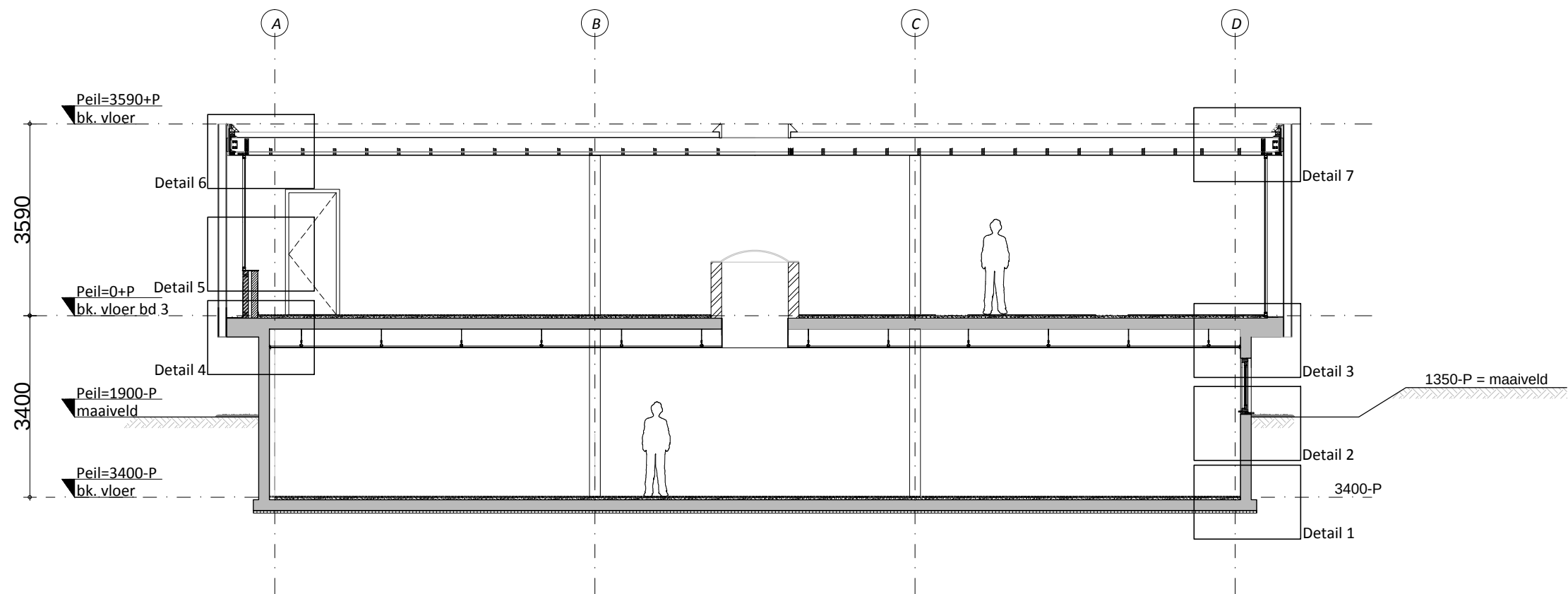
Getekend door:
Nick van Harmelen

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bouwdeel 2
Doorsnede bestaande situatie

Formaat: A3	Schaal: 1:100	Datum 04-06-2012	Projectnr. 06-12-01	Tek. nr. ds-02
----------------	------------------	---------------------	------------------------	-------------------





Getekend door:
Joris Lucas

Ooglijdersgasthuis Utrecht

Bouwdeel 3
Doorsnede bestaande situatie

Formaat: A3	Schaal: 1:100	Datum: 06-06-2012	Projectnr. 06-12-01	Tek. nr. ds-03
----------------	------------------	----------------------	------------------------	-------------------



Bouwdeel 2 Hoofddeel							
Gevelopeningen				Te isoleren wand			
B1	Aantal	Oppervlak	Gevel	Gevel	Verdieping		
2560*1425	10	36,48 m²	Oostgevel bg	Noord	Kelder	30,73 m²	
3,65 m²	8	29,18 m²	Westgevel bg		Bg	34,16 m²	
€ 1.036,00	4	14,59 m²	Oostgevel 1e		1e	45,36 m²	
119,00	4	14,59 m²	Westgevel 1e		2e	41,88 m²	
870,59	5	18,24 m²	Oostgevel 2e		Totaal	152,12 m²	
	4	14,59 m²	Westgevel 2e				
	35	127,68 m²					
B2				Oost	Kelder	37,59 m²	
1425*1425	10	20,31 m²	Westgevel Kelder		Bg	42,65 m²	
2,03 m²	10	20,31 m²	Oostgevel Kelder		1e	42,55 m²	
	7	14,21 m²	Noordgeve Kelder		2e	33,49 m²	
	27	54,83 m²			Totaal	156,28 m²	
B3							
1020*740	3	2,26	Westgevel bg	West	Kelder	37,59 m²	
0,75					Bg	47,68 m²	
B4					1e	44,45 m²	
3015*1425	5	21,48 m²	Oostgevel 1e		2e	37,27 m²	
4,30 m²	4	17,19 m²	Westgevel 1e		Totaal	166,99 m²	
	5	21,48 m²	Oostgevel 2e				
	5	21,48 m²	Westgevel 2e		Totaal te isoleren geve	475,39 m²	
	19	81,63 m²					
B5					Te isoleren vloer ok ke	223,5 m²	
1020*500	1	0,51 m²	Oostgevel 1e		Te isoleren dak	223,5 m²	
0,51 m²	1	0,51 m²	Oostgevel 2e				
	2	1,02					
B6							
1020*1425	2	2,91 m²	Westgevel 1e				
1,45 m²							
B7							
1510*1510	1	2,28 m²	Noordgeve 1e				
2,28 m²	1	2,28 m²	Noordgeve 2e				
	2,00	4,56					
B8							
2625*8865	1	27,26 m²	Noordgeve bg				
27,26 m²							
Totaal gevelopeningen	10	46,03 m²	Noordgevel				
	43	136,51 m²	Oostgevel				
	38	119,61 m²	Westevel				
	91	302,15 m²	Totaal				
Bouwdeel 2 bijgebouw							
Gevelopeningen					Te isoleren wand		
				Noord	Bg	11,07 m²	
B2					1e	5,51 m²	
1425*1425	3	6,09 m²	Westgevel Kelder		Totaal	16,58 m²	
2,03 m²	3	6,09 m²	Zuidgevel Kelder				
B9				West	Bg	16,74 m²	
2560*1450					1e	8,52 m²	

3,71	3	11,14 m ²	Westgevel bg	Totaal	25,27 m ²
B10			Zuid	Bg	24,42 m ²
2560*1380				1e	13,45 m ²
3,53	3	10,60 m ²	Zuidgevel bg	Totaal	37,87 m ²
Totaal gevelopeningen				Totaal te isoleren geve	79,72 m ²
		5,56 m ²	Noordgeve 1e		
		19,36 m ²	Westgevel 1e	Te isoleren vloer ok ke	63,6 m ²
		21,56 m ²	Zuidgevel 1e	Te isoleren dak	63,6 m ²
Totaal	12	46,48 m ²			
Totaal vensteroppervlak		348,63 m ²			
Totaal gevel oppervlak		555,10 m ²			
Totaal dakoppervlak		287,1 m ²			
Totaal vloeroppervlak		287,1 m ²			

Bouwdeel 1							
Kozijnen				Gevel		3299,2 m²	
A1							
1880*3300	Aantal	Oppervlak	Gevel		Gevel	Verdieping	
6,20	6	37,22 m²	Zuidgevel	bg	Noord	bg	352,59 m²
	6	37,22 m²	Zuidgevel	1e	68,2	1e	338,27 m²
	6	37,22 m²	Zuidgevel	2e		2e	345,77 m²
	18	111,67 m²				3e	54,56 m²
					12,5	3e	40,00 m²
A2						TOTAAL	1131,20 m²
1580*3300	11	57,35 m²	Noordgeve		bg	te isoleren	959,14 m²
5,21	11	57,35 m²	Noordgeve		1e	85% wand	
	11	57,35 m²	Noordgeve		2e	15% glas	
	4	20,86 m²	Westgevel	bg	Oost	bg	158,24 m²
	37	192,92 m²			36,8	1e	158,24 m²
						2e	152,72 m²
A3						3e	54,56 m²
1580*2800	11	48,66 m²	Oostgevel	bg	10,1	3e	29,29 m²
4,42	11	48,66 m²	Oostgevel	1e		TOTAAL	553,05 m²
	11	48,66 m²	Oostgevel	2e		te isoleren	380,38 m²
	3	13,27 m²	Westgevel	bg		69% wand	
	7	30,97 m²	Westgevel	1e		31% glas	
	3	13,27 m²	Westgevel	2e	Zuid	bg	352,59 m²
	46	203,50 m²			46,2	1e	338,272 m²
						2e	345,774 m²
A4						3e	54,56 m²
1580*1800	4	14,92 m²	Westgevel		2e	TOTAAL	1091,20 m²
3,73	4	14,92 m²				te isoleren	925,42 m²
						85% wand	
A5						15% glas	
1050*2150	4	9,03 m²	Zuidgevel	bg	West	bg	158,24 m²
2,26	4	9,03 m²	Zuidgevel	1e	41,1	1e	158,24 m²
	4	9,03 m²	Zuidgevel	2e		2e	152,72 m²
	12	27,09 m²				3e	54,56 m²
						TOTAAL	523,76 m²
A6						te isoleren	430,48 m²
790*2800	3	6,64 m²	Oostgevel	bg		82% wand	
2,21	3	6,64 m²	Oostgevel	1e		18% glas	
	3	6,64 m²	Oostgevel	2e			
	3	6,77 m²	Oostgevel	3e			
	12	26,68 m²					
A7							
790*3400	4	10,74 m²	Zuidgevel		bg		
2,69	4	10,74 m²					
A8							
790*2150	4	6,79 m²	Zuidgevel		1e		
1,70	4	6,79 m²					
A9							
790*1800	4	5,688 m²	Zuidgevel		2e		
1,42	4	5,69 m²			Te isoleren dak		
					Noordgeve		534,00 m²
A10						Oostgevel	224,40 m²
790*1200	4	3,79 m²	Zuidgevel		3e	Zuidgevel	259,88 m²
0,95	4	3,79 m²				Westgevel	224,40 m²
						TOTAAL	1242,7 m²

	145,00	603,80 m2		
Totaal gevelopeningen		Te isoleren gevel		
Noordgevel	172,06 m²	33 st	Noordgeve	959,14 m²
Oostgevel	172,67 m²	45 st	Oostgevel	380,38 m²
Zuidgevel	165,78 m²	46 st	Zuidgevel	925,42 m²
Westgevel	93,28 m²	21 st	Westgevel	430,48 m²
TOTAAL	603,80 m²		TOTAAL	2695,4 m²
% open	18%		% dicht	82%
145 stuks				
Totaal gevelopeningen	603,80 m²			
Totaal gevel oppervlak	2695,41 m²			
Totaal dakoppervlak	1242,68 m²			
Totaal vloeroppervlak	970 m²			

Bouwdeel 3				Bouwdeel 3		
Kozijnen				Gevel		592,30 m²
C1						
1970*3000	1	59,10 m²	Oostgevel bg	Gevel	Verdieping	
59,10	1	59,10 m²		Noord	kelder	49,80 m²
					bg	10,30 m²
					TOTAAL	60,10 m²
2600*3000	1	7,80 m²	Oostgevel bg			
7,80	1	7,80 m²				
C3						
5500*850	1	4,68 m²	Oostgevel bg	Oost	kelder	78,20 m²
4,68	1	4,68 m²			bg	35,70 m²
					TOTAAL	113,90 m²
C4						
11000*850	1	9,35 m²	Zuidgevel bg			
9,35	1	9,35 m²				
C5				Zuid	kelder	55,80 m²
5500*850	1	4,68 m²	Zuidgevel bg		bg	35,70 m²
4,68	1	4,68 m²		TOTAAL 91,50 m²		
C6						
4000*3000	1	12,00 m²	Westgevel bg			
12,00	1	12,00 m²				
				West	kelder	84,20 m²
					bg	30,05 m²
				TOTAAL 114,25 m²		
10000*850	1	8,50 m²	Westgevel bg			
8,50	1	8,50 m²				
C8						
8225*2150	1	17,68 m²	Westgevel bg			
17,68	1	17,68 m²				
C9				D1		
2400*2150	1	5,16 m²	Westgevel bg	1000*3000	4	12,00 m²
5,16	1	5,16 m²		3	4	12,00 m²
C10				D2		
3575*3000	1	10,73 m²	Westgevel bg	1000*850	10	8,50 m²
10,73	1	10,73 m²		0,85	10	8,50 m²
C11				D3		
1825*3000	1	5,48 m²	Westgevel bg	1200*2150	8	20,64 m²
5,48	1	5,48 m²		2,58	8	20,64 m²
C12				D4		
8425*3000	1	25,28 m²	Noordgeve bg	1025*2150	1	2,58 m²
25,28	1	25,28 m²		2,58	1	2,58 m²
C13				D5		
4775*850	1	4,06 m²	Noordgeve bg	1200*3000	3	10,80 m²
4,06	1	4,06 m²		3,6	3	10,80 m²
C14						
6025*3000	1	18,08 m²	Noordgeve bg			
18,08	1	18,08 m²				

C15				
1000*2000	5	10,00 m²	Oostgevel	kelder
2,00	2	4,00	Westgevel	kelder
	3	6,00	Noordgeve	kelder
	10	20,00 m²		
		212,55 m²		
Totaal gevelopeningen			Te isoleren gevel	
Noordgevel		53,4 m²	6 st	Noordgeve 60,1
Oostgevel		81,6 m²	8 st	Oostgevel 113,9
Zuidgevel		14,0 m²	2 st	Zuidgevel 91,5
Westgevel		63,5 m²	8 st	Westgevel 114,25
TOTAAL		212,6 m²	24 st	TOTAAL 379,75 m²
% open		36%		% dicht 64%
Te isoleren vloer			Te isoleren dak	
TOTAAL		546,84 m²		TOTAAL 546,84 m²
Totaal gevelopeningen		212,55 m²		
Totaal gevel oppervlak		379,75 m²		
Totaal dakoppervlak		546,84 m²		
Totaal vloeroppervlak		546,84 m²		

Bruto vloeroppervlakten (BVC		7190 BVO	Bouwdeel 1		Bouwdeel 2	bouwdeel 3	
bebouwd oppervlak (TBB)		1687	Soutterain	741,5 m²	431,70 m²	513,7 m²	
bruto geveleppervlak (BGT)		4750	Begane grond	977,3 m²	414,20 m²	552,1 m²	
geveleppervlak open (BGO)		1119	Verdieping 1	976,5 m²	350,00 m²		
bruto dakoppervlak (BDT)		2077	Verdieping 2	975,9 m²	281,40 m²		
bruto inhoud (BIH)		28041	Verdieping 3	975,9 m²			
TOTAAL				4647,1 m²	1477,30 m²	1065,8 m²	

BVOM2 zijn bepaald aan de hand van de bestaande plattegronden van Joris Lucas & Nick van Harmelen

Geraamde vierkante meters elementen schil Ooglijdersgasthuis					
Totaal te isoleren gevel	2695 m²	555 m²		380 m²	Vierkante meters zijn bepaald op basis van de nieuwe toestand. Zie bijlage vierkante meters ramen
Totaal te plaatsen achterzetbeglazing	604 m²	349 m²	-	m²	
	145 st.	103 st.	-	st	
Totaal te isoleren dak	1243 m²	287 m²		547 m²	
Te isoleren vloer	977 m²	287 m²		513 m²	
Vliesgevel	- m²	- m²		167 m²	

		Verbouwprijzen per m2 BVO			
Bruto vloeroppervlakten per functie					
Kantoor	2695,3	m²	€	1.131,00	€ 3.048.384,30
Fitness	513,70	m²	€	1.376,00	€ 706.851,20
Bijeenkomst	552,10	m²	€	1.261,00	€ 696.198,10
Wonen	3429,10	m²	€	1.000,00	€ 3.429.100,00
	7190	m²	€	7.880.533,60	

		Verhuurprijzen per m2 VVO			
Verhuurbaar vloeroppervlakten (VVO)					
Kantoor	2080	m²	€	200,00	€ 416.000,00
Fitness	514	m²	€	100,00	€ 51.400,00
Bijeenkomst	497	m²	€	100,00	€ 49.700,00
Wonen	2405	m²	€	200,00	€ 481.000,00
	5496	m²	€	998.100,00	

Aanschaf pand	€ 3.831.395,00
---------------	----------------

Uitgangspunt Ooglijdersgasthuis		Vormfactoren	
bruto vloeroppervlak (BVO)	7190	TBB / BVO	0,23
bebouwd oppervlak (TBB)	1687	BGT / BVO	0,65
bruto geveleppervlak (BGT)	4700	BGO / BGT	23%
geveleppervlak open (BGO)	1069	BDT / BVO	0,29
bruto dakoppervlak (BDT)	2077	BIH / BVO	3,90
bruto inhoud (BIH)	28041		
oppervlakte terrein totaal	5540		

Eenheid	€ / Eenheid	€ / BVO	Totaal
---------	-------------	---------	--------

Grondkosten				
Grondkosten	m2	€	238,00	€ 1.318.520

Bouwkundige werken					
Constructieve onderbouw	m2 TBB	€	394,18	€ 92	€ 664.982
Constructieve bovenbouw	m2 BVO	€	129,14	€ 129	€ 928.517
Afbouw gevel	m2 BGT	€	282,99	€ 185	€ 1.330.053
Afbouw daken en plafonds	m2 BDT	€	89,08	€ 26	€ 185.019
Inbouw (excl. Gebruiker)	m2 BVO	€	45,21	€ 45	€ 325.060
Afwerkingen	m2 BVO	€	84,04	€ 84	€ 604.248
Overige bouwkw. Voorz.	m2 BVO	€	10,60	€ 11	€ 17.882

Installaties					
W-installaties	m2 BVO	€	31,42	€ 31	€ 225.909,80
Klimaatinstallaties	m2 BVO	€	155,70	€ 156	€ 1.119.483,00
E-installaties	m2 BVO	€	120,69	€ 121	€ 867.761,10
Transport installatie	m2 BVO	€	45,48	€ 45	€ 327.001,20

Prijsinvloeden				
Full-air luchtbehandeling	m2 BVO		0	0
Inbouw (open plan)	m2 BVO		0	0
Inbouw (cellenkantoor)	m2 BVO		0	0

Vaste inrichting					
Vaste inrichting	m2 BVO	€	11,60	€ 12	€ 83.404

Bouwkosten	€ 7.997.839
op basis van kengetallen en vormfactoren Ooglijdersgasthuis	

VVO	Bouwdeel 1 wonen	Bouwdeel 2 wonen kantoor		Bouwdeel 3 sport bijeenkomst	
Souterrain	-	241	-	514	-
Beganegrond	-	241	1040	-	497
Verdieping 1	-	241	1040	-	-
Verdieping 2	746	241	-	-	-
Verdieping 3	695	-	-	-	-
subtotaal	2405	2080	514	497	
TOTAAL VVO	5496				

Uitgangspunten		Vormfactoren	
bruto vloeroppervlak (BVO)	4881	TBB / BVO	0,51
bebouwd oppervlak (TBB)	2503	BGT / BVO	0,64
bruto geveleppervlak (BGT)	3126	BGO / BGT	38%
geveleppervlak open (BGO)	1188	BDT / BVO	0,34
bruto dakoppervlak (BDT)	1668	BIH / BVO	3,54
bruto inhoud (BIH)	17301		
oppervlakte terrein totaal	12477		

Eenheid	€ / Eenheid	€ / BVO	Totaal
---------	-------------	---------	--------

Grondkosten				
Grondkosten	m2	€	238,00	€ 608
				€ 2.969.526

Bouwkundige werken					
Constructieve onderbouw	m2 TBB	€	394,18	€ 202	€ 986.633
Constructieve bovenbouw	m2 BVO	€	129,14	€ 129	€ 630.332
Afbouw gevel	m2 BGT	€	282,99	€ 181	€ 884.627
Afbouw daken en plafonds	m2 BDT	€	89,08	€ 30	€ 148.585
Inbouw (excl. Gebruiker)	m2 BVO	€	45,21	€ 45	€ 220.670
Afwerkingen	m2 BVO	€	84,04	€ 84	€ 410.199
Overige bouwkw. Voorz.	m2 BVO	€	10,60	€ 11	€ 51.739

Installaties					
W-installaties	m2 BVO	€	31,42	€ 31	€ 153.361
Klimaatinstallaties	m2 BVO	€	155,70	€ 156	€ 759.972
E-installaties	m2 BVO	€	120,69	€ 121	€ 589.088
Transport installatie	m2 BVO	€	45,48	€ 45	€ 221.988

Prijsinvloeden				
Full-air luchtbehandeling	m2 BVO		0	0
Inbouw (open plan)	m2 BVO		0	0
Inbouw (cellenkantoor)	m2 BVO		0	0

Vaste inrichting					
Vaste inrichting	m2 BVO	€	11,60	€ 12	€ 56.620

Bouwkosten	€ 8.083.339
bron: verbouwkosten.nl	

BVOM2 zijn bepaald aan de hand van de bestaande plattegronden van Joris Lucas & Nick van Harmelen

Verbouwprijzen zijn kengetallenop basis van BVO verbouw prijzen bro: www.bouwkostenonline.nl

VVO m2 zijn bepaald aan de hand van de plattegronden van Lianne Colijn. Verhuurprijzen zijn bepaald op basis van de bovengrens van huurprijzen uit de vastgoedmonitor Utrecht 2011. bron: www.utrecht.nl

Aanschafprijs van het pand is niet vrij gegeven, deze is geschat en besproken met OVG

Voor enkele onderdelen in de kostenraming zijn kengetallen gehanteerd op basis van kengetallen. Hiervoor is een nieuwbouw kantoorpand met gelijken de vormfactoren aangehouden. Om zodoende een richtprijs voor deze onderdelen te bepalen

Dit is een geraamde bouwkosten som op basis van BVO. Bron:vwwww. verbouwkosten.nl

BOUWKOSTEN Ooglijdersgasthuis													Alle bedragen zijn exclusief BTW
		Element	Arbeid		Totaal	Aangenomen kosten arbeid per uur			€	40,00	p/u	€	0,67
Naisolatie gevel		Per m2 ex BTW	Tijd (min)	Per m2	Per m2	Bouwdeel 1 40 mm	Bouwdeel 2 100 mm	Bouwdeel 3 100mm					
Bestaande stuc verwijderen					€	10,00 €	26.954,12 €	5.551,04 €	3.797,50 €	36.302,66	Elementkosten voor het Pavatherm		
Leemlaag 10mm		€	7,02	10 €	6,50 €	13,52 €	36.441,97 €	7.505,00 €	5.134,22 €	49.081,20	houtvezelisolatie systeem zijn bepaald		
Houtvezelplaat 40 mm		€	16,42	11 €	7,15 €	23,57 €	63.530,87			63.530,87	aan de hand van Pavatex product		
Houtvezelplaat 100 mm		€	42,72	11 €	7,15 €	49,87		27.683,02 €	18.938,13 €	46.621,15	bladen. Bron:www.ecostuc.nl		
Leemraaplaag 20 mm		€	10,70	15 €	9,75 €	20,45 €	55.121,18 €	11.351,87 €	7.765,89 €	74.238,94			
Leemstuclaag 10 mm		€	8,40	13 €	8,45 €	16,85 €	45.417,70 €	9.353,50 €	6.398,79 €	61.169,98			
Schotelpluggen		€	3,71		€	3,71 €	9.999,98 €	2.059,43 €	1.408,87 €	13.468,29			
Afdichtingsband		€	1,01	3	1,95 €	2,96 €	7.978,42 €	1.643,11 €	1.124,06 €	10.745,59			
Hoekprofielen		€	0,94	4	2,6 €	3,54 €	9.541,76 €	1.965,07 €	1.344,32 €	12.851,14			
Kosten 40 mm		€	48,20	56 €	36,40 €	84,60 €	254.986,00 €	67.112,03 €	45.911,78				
Kosten 100 mm		€	74,50	56 €	36,40 €	110,90							
TOTAAL Naisolatie gevels									€	368.009,81	4,7% budget		

Naisoleren metaglas inclusief glas en hang en sluitwerk							prijs		Frame (20€/m2)					
Achterzetraam type	mmxmm	m2	stuks	prijs per type ex BTW	Tijd (min)	Frame (20€/m2)	€	20,00	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3			Elementkosten voor de achterzetramen zijn bepaald met de tool van Metaglas achterzetrame. Bron:www.achterzetraam.nl
A1	1880*3300	6,20	18	€	942,86	30 €	20,00 €	124,08 €	19.564,87					
A2	1580*3300	5,21	37	€	926,89	30 €	20,00 €	104,28 €	38.893,32					
A3	1580*2800	4,42	46	€	888,24	30 €	20,00 €	88,48 €	45.848,90					
A4	1580*1800	3,73	4	€	647,90	30 €	20,00 €	74,58 €	2.969,90					
A5	1050*2150	2,26	12	€	696,64	30 €	20,00 €	45,15 €	9.141,46					
A6	790*2800	2,21	12	€	780,67	30 €	20,00 €	44,24 €	10.138,95					
A7	790*3400	2,69	4	€	1.248,74	30 €	20,00 €	53,72 €	5.289,84					
A8	790*2150	1,70	4	€	679,83	30 €	20,00 €	33,97 €	2.935,21					
A9	790*1800	1,42	4	€	564,71	30 €	20,00 €	28,44 €	2.452,58					
A10	790*1200	0,95	4	€	418,49	30 €	20,00 €	18,96 €	1.829,79					
									€	139.064,82				1,8% budget
							prijs		Frame (20€/m2)					
Achterzetraam type	mmxmm	m2	stuks	prijs per type ex BTW	Tijd (min)	Frame (20€/m2)	€	20,00						
B1	2560*1425	3,65	35	€	870,59	30 €	20,00 €	72,96		€	33.724,19			
B2	1425*1425	2,03	3	€	579,83	30 €	20,00 €	40,61		€	1.921,33			
B3	1020*740	0,75	3	€	403,36	30 €	20,00 €	15,10		€	1.315,37			
B4	3015*1425	4,30	19	€	870,59	30 €	20,00 €	85,93		€	18.553,80			
B5	1020*500	0,51	2	€	403,36	30 €	20,00 €	10,20		€	867,12			
B6	1020*1425	1,45	2	€	452,94	30 €	20,00 €	29,07		€	1.004,02			
B7	1510*1510	2,28	2	€	610,92	30 €	20,00 €	45,60		€	1.353,05			
B8	2625*8865	27,26	1	€	462,18	30 €	20,00 €	545,20		€	1.027,38			
B9	2560*1450	3,71	3	€	870,59	30 €	20,00 €	74,24		€	2.894,48			
B10	2560*1380	3,53	3	€	852,10	30 €	20,00 €	70,66		€	2.828,27			
									€	65.489,03				0,0% budget
TOTAAL Achterzetraam										€	204.553,85	2,6% budget		

Aluminium pui inclusief glas en hang en sluitwerk											Elementkosten voor de	
Aliplast imperial	mmxmm	m2	stuks	prijs per type ex BTW	Tijd (min)	p/u		Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3		aluminumpuien zijn bepaald met de
Pui C1	1800*3000	5,4	1	€	1.002,52	30 €	20,00			€	1.022,52	tool van aliplast. Bron:
Pui C2	2400*3000	7	14	€	1.239,78	30 €	20,00			€	17.636,92	www.www.creon-kozijnen.nl
Pui C3	790*3000	2,37	1	€	662,64	30 €	20,00			€	1.617,86	
										€	20.277,30	0,3% budget
Aluminium draairaam inclusief glas en hang en sluitwerk												
Aliplast imperial			stuks	m²								
D1	1000*3000	3		4 €	997,56	30 €	20,00			€	4.070,24	
D2	1000*850	0,85		10 €	475,20	30 €	20,00			€	4.952,00	
D3	1200*2150	2,58		8 €	900,52	30 €	20,00			€	7.364,16	
D4	1025*2150	2,2		1 €	832,86	30 €	20,00			€	852,86	
D5	1200*3000	3,6		3 €	1.087,96	30 €	20,00			€	3.323,88	
										€	20.563,14	0,3% budget
Aluminium deuren inclusief glas en hang en sluitwerk												
Aliplast imperial	2800*3000	8,4		4 €	1.236,74	20 €	13,33			€	5.000,29	
										€	5.000,29	0,1% budget

TOTAAL aluminium puien										€	45.840,73	0,6% budget
			Element	Arbeid		Totaal						
			Per m2 ex BTW	Tijd (min)	Per m2	Per m2	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3			
Naisolatie dak Bouwdeel 1												
Tengels	1243	m²	€	4,00	10 €	6,67 €	10,67 €	13.255,25				
Vlasisolatie	1243	m²	€	12,13	5 €	3,33 €	15,46 €	19.215,98				
Dempremmende laag	1243	m²	€	1,53	5 €	3,33 €	4,86 €	6.043,57				
Gipsplaat	1243	m²	€	9,50	10 €	6,67 €	16,17 €	20.089,99				
						€	47,16 €	58.604,79				
Naisolatie dak Bouwdeel 2												
Terrastegels	287	m²	€	12,10	5 €	3,33 €	15,43		€	4.430,91		
Drainage bescherm laag	287	m²	€	1,99	1 €	0,67 €	2,66		€	762,73		
EPDM 3,1mm	287	m²	€	25,00	15 €	10,00 €	35,00		€	10.048,50		
Unidek Kingspan marathon 200 mm	287	m²	€	33,86	11 €	7,33 €	41,19		€	11.826,61		
Dempremmende laag	287	m²	€	1,53	1 €	0,67 €	2,20		€	630,66		
Pluviasysteem, Geberit		8 stp.	€	750,00					€	6.000,00		
						€	117,38		€	33.699,41		
Naisoaltie dak bouwdeel 3												
Vegetatie	547	m²	23,6		12 €	8,00 €	31,60		€	17.280,14		
Substraatlaag	547	m²	29,4		20 €	13,33 €	42,73		€	23.368,30		
Worteldoek	547	m²	€	0,50	1 €	0,67 €	1,17		€	637,98		
Bescherm laag	547	m²	€	1,99	1 €	0,67 €	2,66		€	1.452,77		
EPDM 3,1mm	547	m²	€	25,00	15 €	10,00 €	35,00		€	19.139,40		
Unidek Kingspan marathon 200 mm	547	m²	€	33,86	11 €	7,33 €	41,19		€	22.526,16		
Dempremmende laag	287	m²	€	1,53	1 €	0,67 €	2,20		€	630,66		
Pluviasysteem, Geberit		8 st.	€	750,00					€	6.000,00		
Lichtstraat zonwerend, Bohaco		stp.							€	4.600,00		
						€	333,11		€	95.635,42		
TOTAAL dakisolatie										€	187.939,61	2,385% budget
			Element	Arbeid		Totaal						
			Per m2 ex BTW	Tijd (min)	Per m2	Per m2	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3			
Terras souterrain bouwdeel 2												
Afgraven	19	m3	€	30,00				€	570,00			
slopen gevel t.b.v. sparing	1	m3		180	€	120,00 €	120,00	€	120,00			
Afvoeren	1	m3	€	100,00				€	100,00			
Afpleisteren	18,2	m2	€	40,00				€	728,00			
Keermuur		stp.						€	6.500,00			
Terrastegels	21	m²	€	12,10		€	12,10	€	254,10			
Buitendeuren incl. hang- en sluitwerk		stp.						€	2.500,00			
						€	512,96	€	10.772,10			
TOTAAL terras										€	10.772,10	0,14% budget
			Element	Arbeid		Totaal						
			Per m2 ex BTW	Tijd (min)	Per m2	Per m2	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3			
Vervangen kwaaitaalvloer bouwdeel 1												
Slopen	300	m3	€	15,00			€	4.500,00				
Aluminium balken	1550,8	m1	€	27,45	4 €	2,67 €	30,12 €	46.704,93				
Broodjes	977	m2	€	25,50	3 €	2,00 €	27,50 €	26.867,50				
Druklaag	977	m2	€	16,00	5 €	3,33 €	19,33 €	18.888,67				
Dekvloer	977	m2	€	7,00	5 €	3,33 €	10,33 €	10.095,67				
							€	107.056,76				
TOTAAL vervangen vloer										€	107.056,76	1,36% budget
			Element	Arbeid		Totaal						
			Per m2 ex BTW	Tijd (min)	Per m2	Per m2	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3			
Na isolatie vloer bouwdeel 2												
EPS 160mm	287	m2	€	22,00	2 €	1,33 €	23,33	€	6.699,00			
KNAUF brio 18	287	m2	€	14,75	10 €	6,67 €	21,42	€	6.148,73			
								€	12.847,73			
Na isolatie vloer bouwdeel 3												
EPS 160mm	513	m2	€	22,00	2 €	1,33 €	23,33		€	11.970,00		
KNAUF brio	513	m2	€	14,75	10 €	6,67 €	21,42		€	10.986,75		
									€	22.956,75		
TOTAAL na-isolatie vloer										€	35.804,48	0,45% budget
TOTAAL Bouwkundige werkzaamheden schil										€	959.977,33	12,18% budget
Alle bedragen zijn exclusief BTW												

Kostenraming Ooglijdersgasthuis

W en E installaties. Inclusief toebehoren, meet en regel, distributie				Kengetal nieuwbouw prijs per m2 BVO ex BTW	Aanname op basis van BVO	stelpost o.b.v. aanname Lars en Michel	bestaande bouw zekersheidsmarge	Alle bouwdelen	Prijzen zijn bepaald aan de hand van kengetallen op basis van vormfactoren. Er is omdat deze kengetallen voor nieuwbouw zijn bepaald een marge voor verbouw ingecalculeerd.
W-installaties									
WKO	1	st.				€ 140.175,00	100% €	140.175,00	
W-installaties	7190	BVO	€	31,42	€ 225.916,08		130% €	293.690,91	
Klimaatinstallaties	7190	BVO	€	155,70	€ 1.119.514,14		130% €	1.455.368,38	
								€ 1.889.234,29	
E-installaties									
E-installaties, inclusief beveiliging	7190	BVO	€	120,69	€ 867.785,24		130% €	1.128.120,81	
TOTAAL W en E installaties								€ 3.017.355,10	38,29% budget
Transport installatie						Stelpost	bestaande bouw zekersheidsmarge	Bouwdeel 3	Prijzen zijn bepaald aan de hand van www.bouwkostenonline.nl
Kone lift bouwdeel 3, inclusief verwijderen bestaand 1		stp.				€ 26.200,00	100% €	26.200,00	
TOTAAL transport installaties								€ 26.200,00	0,33% budget
TOTAAL Installaties				Alle bedragen zijn exclusief BTW				€ 3.043.555,10	38,62% budget
Technische ingrepen vloeren en plafonds									Prijzen zijn bepaald aan de hand van www.bouwkostenonline.nl
Brand- en geluid maken plafond				prijs per m2 BVO ex BTW	Aanname op basis van BVO	Bouwdeel 1	Bouwdeel 2	Bouwdeel 3	
Gipsplafonds op veerrails incl. afwerking	4647	BVO	€	54,00	€ 250.943,40	250943,40			
Verlaagd gipsplafon op metalstud	1477	BVO	€	48,52	€ 71.678,60		€ 71.678,60		
Systeem plafond	1066	BVO	€	48,52	€ 51.712,62			€ 51.712,62	
TOTAAL plafonds								€ 374.334,61	4,75% budget
Vloeren									Prijzen zijn geschatte waarden
KNAUF brio 18	3560	BVO	€	14,75	10 € 6,67	€ 21,42	€ 76.236,91		
Aanbrengen vloeren trappenhuis									
Slopen trappenhuis	1	stp.				€ 8.000,00			
Aanbrengen samengestelde houtenvloer	100	m2	€	44,50		€ 4.450,00			
						€ 12.450,00			
TOTAAL plafonds								€ 88.686,91	1,13% budget
TOTAAL Technische ingrepen vloeren en plafonds				Alle bedragen zijn exclusief BTW				€ 463.021,52	5,88% budget

Gebouw indeling en afwerking. exclusief installaties, bouwkundige ingrepen schil, vloeren en plafonds en gebruiker				Kengetal voor: binnenwanden, sanitair, keuken, afwerking vloeren en wanden) o.b.v. gemiddelde grootte appartementen en aanname verbouwcalculator				Prijzen zijn ruim geschat op basis van de verbouwcalculator van (bron:www.novobouw.nl). Deze calculator geeft een aantal paramters en een gewenste kwaliteit.			
Appartementen				Bouwdeel 1		Bouwdeel 2		Bouwdeel 3			
Gemiddeld luxe appartement à 100 m2	14	st.	€	40.000,00	€	560.000,00					
Bergingen	14	st.	€	1.000,00	€	14.000,00					
Gemiddeld startersappartement à 40 m2	15	st.	€	27.000,00			€	405.000,00			
Bergingen	15	st.	€	1.000,00			€	15.000,00			
TOTAAL appartementen			€	413,31	per m2 VVO		€	994.000,00	12,61% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Kantoren	2695	BVO	€	200,00	€	539.060,00					
TOTAAL kantoren			€	259,16	per m2 VVO		€	539.060,00	6,84% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Bijeenkomstruimte	552,1	BVO	€	150,00			€	82.815,00			
TOTAAL bijeenkomstruimte			€	166,63	per m2 VVO		€	82.815,00	1,05% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Fitnessruimte	513,7	BVO	€	150,00			€	77.055,00			
TOTAAL fitnessruimte			€	149,91	per m2 VVO		€	77.055,00	0,98% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Entrees en verkeersruimte											
slopen en aanhelen bestaande trappen							€	1.500,00	Prijzen zijn bepaald aan de hand van www.bouwkostenonline.nl		
beton trappen, inclusief sparingen en toebehoren	1	stp.				€	9.440,00	€	3.600,00		
Voorzieningen communicatie en post	1	stp.				€	2.000,00	€	2.000,00		
Overige bouwkundige ingrepen	1	stp.				€	3.500,00	€	3.500,00	€	3.500,00
TOTAAL Entrees en verkeersruimte							€	29.040,00	0,37% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
TOTAAL gebouw indeling			Alle bedragen zijn exclusief BTW				€	1.692.930,00	21,48% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Terrein			Aanname / m2								
Inrichting terrein	3853,1	m2 onbebouwd	€	10,00			€	38.531,00			
TOTAAL terrein							€	38.531,00	0,49% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
Ondergronds parkeren	30	parkeerplaatsen	€	25.000,00			€	750.000,00			
TOTAAL Parkeergarage							€	750.000,00	9,52% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
TOTAAL terrein			Alle bedragen zijn exclusief BTW				€	788.531,00	10,01% budget		
Prijzen zijn geschatte waarden											
TOTAAL BOUWKOSTEN GERAAMD			Alle bedragen zijn exclusief BTW				€	6.948.014,96	78,16% budget		

BEDRIJFSWAARDEBEREKENING
bedrijfswaarde

€ 17.166.416

122,81%

Investering				
Grondkosten	5392,5	€	200	€ 1.078.500
Bouwkosten	7190	€	1.487	€ 10.689.616
Bijkomende kosten	7190	€	307	€ 2.210.300 over bouwkosten
Totaal investeringskosten			€	13.978.416 reeel bij start exploitatie
Exploitatie				
Start exploitatie	2012			
Huurderving a.g.v. leegstand	5% per jaar			
Exploitatieperiode	20 jaar			
Aanvangshuur	5392,5	€	168,00	op prijspeil per jaar € 905.966 op prijspeil per jaar
Exploitatiekosten all-in				€ 209.676
Groot onderhoud				€ 1.118.273 om de 5 jaar
Economische parameters				
Prijspeil	2012			
Projectrendement (%)	7,00%		eigen vermogen	0% 0,00% REV
Huurstijging tijdens exploitatieperiode	2,00%		vreemd vermogen	100% 5,00% RVV
Kostenstijging tijdens exploitatieperiode	2,00%			

jaar	Kosten			Opbrengsten		Saldo	NCW	Totaal
	onderhoud	exploitatie	totaal	huur	totaal	reël	factor	Totaal contant
1 2012	€ 0	€ 209.676-	€ 209.676-	€ 860.668	€ 860.668	€ 650.991	1,000	€ 650.991
2 2013	€ 0	€ 213.870-	€ 213.870-	€ 877.881	€ 877.881	€ 664.011	0,935	€ 620.571
3 2014	€ 0	€ 218.147-	€ 218.147-	€ 895.439	€ 895.439	€ 677.291	0,873	€ 591.573
4 2015	€ 0	€ 222.510-	€ 222.510-	€ 913.347	€ 913.347	€ 690.837	0,816	€ 563.929
5 2016	€ 1.210.455-	€ 226.960-	€ 1.437.415-	€ 931.614	€ 931.614	€ 505.801-	0,763	€ 385.873-
6 2017	€ 0	€ 231.500-	€ 231.500-	€ 950.247	€ 950.247	€ 718.747	0,713	€ 512.457
7 2018	€ 0	€ 236.129-	€ 236.129-	€ 969.251	€ 969.251	€ 733.122	0,666	€ 488.510
8 2019	€ 0	€ 240.852-	€ 240.852-	€ 988.637	€ 988.637	€ 747.784	0,623	€ 465.683
9 2020	€ 0	€ 245.669-	€ 245.669-	€ 1.008.409	€ 1.008.409	€ 762.740	0,582	€ 443.922
10 2021	€ 1.336.440-	€ 250.583-	€ 1.587.023-	€ 1.028.577	€ 1.028.577	€ 558.445-	0,544	€ 303.757-
11 2022	€ 0	€ 255.594-	€ 255.594-	€ 1.049.149	€ 1.049.149	€ 793.555	0,508	€ 403.403
12 2023	€ 0	€ 260.706-	€ 260.706-	€ 1.070.132	€ 1.070.132	€ 809.426	0,475	€ 384.552
13 2024	€ 0	€ 265.920-	€ 265.920-	€ 1.091.535	€ 1.091.535	€ 825.614	0,444	€ 366.583
14 2025	€ 0	€ 271.239-	€ 271.239-	€ 1.113.365	€ 1.113.365	€ 842.127	0,415	€ 349.453
15 2026	€ 1.475.538-	€ 276.663-	€ 1.752.201-	€ 1.135.633	€ 1.135.633	€ 616.569-	0,388	€ 239.116-
16 2027	€ 0	€ 282.197-	€ 282.197-	€ 1.158.345	€ 1.158.345	€ 876.149	0,362	€ 317.557
17 2028	€ 0	€ 287.841-	€ 287.841-	€ 1.181.512	€ 1.181.512	€ 893.672	0,339	€ 302.717
18 2029	€ 0	€ 293.597-	€ 293.597-	€ 1.205.142	€ 1.205.142	€ 911.545	0,317	€ 288.572
19 2030	€ 0	€ 299.469-	€ 299.469-	€ 1.229.245	€ 1.229.245	€ 929.776	0,296	€ 275.087
20 2031	€ 1.629.113-	€ 305.459-	€ 1.934.572-	€ 1.253.830	€ 1.253.830	€ 680.742-	0,277	€ 188.231-
eindsaldo 20 jaar						€ 10.165.832		€ 5.908.582
restwaarde				€ 19.345.717	€ 19.345.717	€ 19.345.717	0,277	€ 5.349.252
Totaal bedrijfswaarde								€ 17.166.416

€ 3.831.395 Taxatiewaarde volgens de discounted cashflow methode gemeten over 20 jaar

INVESTERINGSRAMING			7190 m2 BVO		
	hoeveelhei eenheid	prijs/eenh	totaal	€/m2 BVO	%
AANKOOP					
Ooglijdersgasthuis			€ 3.831.395	€ 533	28%
BOUWKOSTEN					
bouwkundige werkzaamheden schil			€ 959.977	€ 134	7%
installaties			€ 3.043.555	€ 423	22%
bouwkundige ingrepen vloeren en plafonds			€ 463.022	€ 64	3%
gebouwindeling			€ 1.692.930	€ 235	12%
terrein en parkeren			€ 788.531	€ 110	6%
Totaal bouwkosten			€ 6.948.015	€ 966	50%
BIJKOMENDE KOSTEN					
adviseurs	8% van de bouwkosten		€ 555.841	€ 77	4%
leges + aansluiting nutsb	1% van de bouwkosten		€ 69.480	€ 10	1%
rente op de grond	0% van de grondkosten/jr		€ 0	€ 0	0%
rente op bouwkosten	7% van de bouwkosten/jr		€ 243.181	€ 34	2%
ontwikkelkosten	7% van de bouwkosten		€ 486.361	€ 68	4%
Totaal bijkomende kosten			€ 1.354.863	€ 188	10%
ONVOORZIEN					
20% totaal bouw- en bijkomende kosten			€ 1.660.576		
Totaal investeringskosten excl. BTW			€ 13.794.848	€ 1.919	100%
RENDEMENTSBEREKENINGEN					
BVO		7190			
VVO		5496			76% van het BVO
Investering		€ 13.794.848			
Minimale jaarhuuropbrengst		€ 998.100,00			
Huur		€ 998.100,00			
Kale huurprijs/m2 VVO		€ 181,60		BAR	7,2%
Alle bedragen zijn exclusief BTW					

BEDRIJFSWAARDEBEREKENING					
			€ 20.472.872	148,41%	
Investering					
Aankoopkosten			€ 3.831.395		
Bouwkosten	€ 6.948.015				
Bijkomende kosten	€ 1.354.863				
Totale bouwkosten + onvoo			€ 13.794.848		
Exploitatie					
Start exploitatie	2013			5496 m2 VVO	
Huurderving a.g.v. leegstand	5% per jaar				
Exploitatieperiode	50 jaar				
Aanvangshuur	€ 215,00	op prijspeil per jaar	€ 1.181.640	op prijspeil per jaar	
			inclusief (water, gas, elektriciteit of andere energiebronnen)		aangenomen en geschatte waarden (www.exploitatiekosten.com)
Servicekosten	€ 17,00	m2 VVO	€ 93.432		
Jaarlijks onderhoud	€ 16,50	m2 BVO	€ 118.638	om de 0 jaar	(www.beheerenonderhoudkosten.nl)
Groot onderhoud (20% van de bouwkosten)			€ 1.181.163	om de 20 jaar	aangenomen waarde startjaar 2033
Economische parameters					
Prijspeil	2012				
Projectrendement (%)	6,50%	eigen vermogen	40%	8,75% REV (rentevoet eigenvermogen)	aangenomen waarden in overleg
Huurstijging tijdens exploita	2,00%	vreemd vermogen	60%	5,00% RVV (rentevoet vreemdvermogen met OVG)	
Kostenstijging tijdens exploi	2,00%				
Alle bedragen zijn exclusief BTW					

	jaar	Kosten			Opbrengsten		Saldo	NCW	Totaal
		onderhoud	exploitatie	totaal	huur	totaal	totaal reël	factor	Totaal contant
0									
1	2013	€ 118.638-	€ 93.432-	€ 212.070-	€ 1.145.009	€ 1.145.009	€ 932.939	1,000	€ 932.939
2	2014	€ 121.011-	€ 95.301-	€ 216.312-	€ 1.167.909	€ 1.167.909	€ 951.598	0,939	€ 893.519
3	2015	€ 123.431-	€ 97.207-	€ 220.638-	€ 1.191.268	€ 1.191.268	€ 970.630	0,882	€ 855.765
4	2016	€ 125.900-	€ 99.151-	€ 225.051-	€ 1.215.093	€ 1.215.093	€ 990.042	0,828	€ 819.606
5	2017	€ 128.418-	€ 101.134-	€ 229.552-	€ 1.239.395	€ 1.239.395	€ 1.009.843	0,777	€ 784.974
6	2018	€ 130.986-	€ 103.156-	€ 234.143-	€ 1.264.183	€ 1.264.183	€ 1.030.040	0,730	€ 751.806
7	2019	€ 133.606-	€ 105.220-	€ 238.826-	€ 1.289.466	€ 1.289.466	€ 1.050.641	0,685	€ 720.040
8	2020	€ 136.278-	€ 107.324-	€ 243.602-	€ 1.315.256	€ 1.315.256	€ 1.071.653	0,644	€ 689.616
9	2021	€ 139.004-	€ 109.470-	€ 248.474-	€ 1.341.561	€ 1.341.561	€ 1.093.087	0,604	€ 660.477
10	2022	€ 141.784-	€ 111.660-	€ 253.444-	€ 1.368.392	€ 1.368.392	€ 1.114.948	0,567	€ 632.570
11	2023	€ 144.619-	€ 113.893-	€ 258.513-	€ 1.395.760	€ 1.395.760	€ 1.137.247	0,533	€ 605.841
12	2024	€ 147.512-	€ 116.171-	€ 263.683-	€ 1.423.675	€ 1.423.675	€ 1.159.992	0,500	€ 580.242
13	2025	€ 150.462-	€ 118.494-	€ 268.956-	€ 1.452.148	€ 1.452.148	€ 1.183.192	0,470	€ 555.725
14	2026	€ 153.471-	€ 120.864-	€ 274.336-	€ 1.481.191	€ 1.481.191	€ 1.206.856	0,441	€ 532.244
15	2027	€ 156.541-	€ 123.282-	€ 279.822-	€ 1.510.815	€ 1.510.815	€ 1.230.993	0,414	€ 509.755
16	2028	€ 159.672-	€ 125.747-	€ 285.419-	€ 1.541.032	€ 1.541.032	€ 1.255.613	0,389	€ 488.216
17	2029	€ 162.865-	€ 128.262-	€ 291.127-	€ 1.571.852	€ 1.571.852	€ 1.280.725	0,365	€ 467.587
18	2030	€ 166.122-	€ 130.827-	€ 296.950-	€ 1.603.289	€ 1.603.289	€ 1.306.340	0,343	€ 447.830
19	2031	€ 169.445-	€ 133.444-	€ 302.889-	€ 1.635.355	€ 1.635.355	€ 1.332.466	0,322	€ 428.907
20	2032	€ 172.834-	€ 136.113-	€ 308.946-	€ 1.668.062	€ 1.668.062	€ 1.359.116	0,302	€ 410.784
21	2033	€ 1.755.145-	€ 138.835-	€ 1.893.980-	€ 1.701.423	€ 1.701.423	€ 192.557-	0,284	€ 54.647-
22	2034	€ 179.816-	€ 141.612-	€ 321.428-	€ 1.735.452	€ 1.735.452	€ 1.414.024	0,266	€ 376.804
23	2035	€ 183.412-	€ 144.444-	€ 327.856-	€ 1.770.161	€ 1.770.161	€ 1.442.305	0,250	€ 360.882
24	2036	€ 187.081-	€ 147.333-	€ 334.414-	€ 1.805.564	€ 1.805.564	€ 1.471.151	0,235	€ 345.634
25	2037	€ 190.822-	€ 150.280-	€ 341.102-	€ 1.841.675	€ 1.841.675	€ 1.500.574	0,221	€ 331.030
26	2038	€ 194.639-	€ 153.285-	€ 347.924-	€ 1.878.509	€ 1.878.509	€ 1.530.585	0,207	€ 317.042
27	2039	€ 198.531-	€ 156.351-	€ 354.882-	€ 1.916.079	€ 1.916.079	€ 1.561.197	0,194	€ 303.646
28	2040	€ 202.502-	€ 159.478-	€ 361.980-	€ 1.954.401	€ 1.954.401	€ 1.592.421	0,183	€ 290.816
29	2041	€ 206.552-	€ 162.667-	€ 369.220-	€ 1.993.489	€ 1.993.489	€ 1.624.269	0,171	€ 278.528
30	2042	€ 210.683-	€ 165.921-	€ 376.604-	€ 2.033.358	€ 2.033.358	€ 1.656.755	0,161	€ 266.759
31	2043	€ 214.897-	€ 169.239-	€ 384.136-	€ 2.074.026	€ 2.074.026	€ 1.689.890	0,151	€ 255.488
32	2044	€ 219.195-	€ 172.624-	€ 391.819-	€ 2.115.506	€ 2.115.506	€ 1.723.687	0,142	€ 244.693
33	2045	€ 223.579-	€ 176.076-	€ 399.655-	€ 2.157.816	€ 2.157.816	€ 1.758.161	0,133	€ 234.353
34	2046	€ 228.050-	€ 179.598-	€ 407.648-	€ 2.200.973	€ 2.200.973	€ 1.793.324	0,125	€ 224.451
35	2047	€ 232.611-	€ 183.190-	€ 415.801-	€ 2.244.992	€ 2.244.992	€ 1.829.191	0,118	€ 214.967
36	2048	€ 237.263-	€ 186.854-	€ 424.117-	€ 2.289.892	€ 2.289.892	€ 1.865.775	0,110	€ 205.884
37	2049	€ 242.009-	€ 190.591-	€ 432.600-	€ 2.335.690	€ 2.335.690	€ 1.903.090	0,104	€ 197.185
38	2050	€ 246.849-	€ 194.403-	€ 441.252-	€ 2.382.403	€ 2.382.403	€ 1.941.152	0,097	€ 188.853
39	2051	€ 251.786-	€ 198.291-	€ 450.077-	€ 2.430.052	€ 2.430.052	€ 1.979.975	0,091	€ 180.873
40	2052	€ 256.822-	€ 202.256-	€ 459.078-	€ 2.478.653	€ 2.478.653	€ 2.019.575	0,086	€ 173.231
41	2053	€ 2.608.054-	€ 206.302-	€ 2.814.355-	€ 2.528.226	€ 2.528.226	€ 286.130-	0,081	€ 23.045-
42	2054	€ 267.197-	€ 210.428-	€ 477.625-	€ 2.578.790	€ 2.578.790	€ 2.101.165	0,076	€ 158.901
43	2055	€ 272.541-	€ 214.636-	€ 487.177-	€ 2.630.366	€ 2.630.366	€ 2.143.189	0,071	€ 152.187
44	2056	€ 277.992-	€ 218.929-	€ 496.921-	€ 2.682.973	€ 2.682.973	€ 2.186.052	0,067	€ 145.756
45	2057	€ 283.552-	€ 223.307-	€ 506.859-	€ 2.736.633	€ 2.736.633	€ 2.229.773	0,063	€ 139.598
46	2058	€ 289.223-	€ 227.774-	€ 516.996-	€ 2.791.365	€ 2.791.365	€ 2.274.369	0,059	€ 133.699
47	2059	€ 295.007-	€ 232.329-	€ 527.336-	€ 2.847.193	€ 2.847.193	€ 2.319.856	0,055	€ 128.050
48	2060	€ 300.907-	€ 236.976-	€ 537.883-	€ 2.904.137	€ 2.904.137	€ 2.366.253	0,052	€ 122.639
49	2061	€ 306.926-	€ 241.715-	€ 548.641-	€ 2.962.219	€ 2.962.219	€ 2.413.578	0,049	€ 117.457
50	2062	€ 313.064-	€ 246.549-	€ 559.614-	€ 3.021.464	€ 3.021.464	€ 2.461.850	0,046	€ 112.494
Eindsaldo na 50 jaar							€ 74.982.460		
Restwaarde					€ 34.581.908	€ 34.581.908	€ 34.581.908	0,046	€ 1.580.222
Totaal bedrijfswaarde									€ 20.472.872

Berekening Terugverdiëntijd	
gecumuleerde kasstromen	
nominaal	na discontering
€ 13.794.848-	€ 13.794.848-
€ 12.861.910-	€ 12.861.910-
€ 11.910.312-	€ 11.968.391-
€ 10.939.682-	€ 11.112.626-
€ 9.949.640-	€ 10.293.021-
€ 8.939.797-	€ 9.508.046-
€ 7.909.757-	€ 8.756.240-
€ 6.859.117-	€ 8.036.200-
€ 5.787.463-	€ 7.346.584-
€ 4.694.377-	€ 6.686.107-
€ 3.579.428-	€ 6.053.538-
€ 2.442.181-	€ 5.447.697-
€ 1.282.189-	€ 4.867.454-
€ 98.997-	€ 4.311.729-
€ 1.107.859	€ 3.779.486-
€ 2.338.852	€ 3.269.731-
€ 3.594.465	€ 2.781.515-
€ 4.875.190	€ 2.313.929-
€ 6.181.530	€ 1.866.099-
€ 7.513.996	€ 1.437.192-
€ 8.873.112	€ 1.026.408-
€ 8.680.555	€ 1.081.055-
€ 10.094.579	€ 704.251-
€ 11.536.884	€ 343.369-
€ 13.008.034	€ 2.265
€ 14.508.608	€ 333.294
€ 16.039.193	€ 650.337
€ 17.600.390	€ 953.983
€ 19.192.810	€ 1.244.799
€ 20.817.079	€ 1.523.327
€ 22.473.834	€ 1.790.086
€ 24.163.724	€ 2.045.574
€ 25.887.411	€ 2.290.267
€ 27.645.572	€ 2.524.620
€ 29.438.897	€ 2.749.071
€ 31.268.087	€ 2.964.039
€ 33.133.862	€ 3.169.923
€ 35.036.952	€ 3.367.108
€ 36.978.104	€ 3.555.961
€ 38.958.079	€ 3.736.834
€ 40.977.654	€ 3.910.065
€ 40.691.524	€ 3.887.020
€ 42.792.689	€ 4.045.921
€ 44.935.878	€ 4.198.107
€ 47.121.930	€ 4.343.864
€ 49.351.704	€ 4.483.461
€ 51.626.073	€ 4.617.160
€ 53.945.929	€ 4.745.210
€ 56.312.183	€ 4.867.850
€ 58.725.761	€ 4.985.307
€ 41.419.979	€ 5.097.851
TVT = 25 jaar	

Alle bedragen zijn exclusief BTW

Materialen	d	λ	Rc	U	ρ	c	M	ΔT	SI	C	Q	W1	W	τ	C
	m	W/m.K	m²K/W	W/m²K	kg/m³	kJ/kgK	kg/m²	°C	SI	J/m²K	MJ/m²	?	J/m	Uren	
Vlas	0,117	0,039	3,00	0,33	25	1,58	2,93	14,04	4,68	4,61	64,67	552,73	64669,00781	3,84	1,58
Schapenwol	0,111	0,037	3,00	0,33	28	1,74	3,11	14,04	4,68	5,39	75,70	681,94	75695,53425	4,49	1,74
Katoen	0,114	0,038	3,00	0,33	22	1,30	2,51	14,04	4,68	3,26	45,77	401,47	45767,865	2,72	1,30
Cellulose	0,111	0,037	3,00	0,33	45	1,85	5,00	14,04	4,68	9,24	129,72	1168,62	129717,0281	7,70	1,85
Hennep	0,114	0,038	3,00	0,33	36	1,98	4,10	14,04	4,68	8,11	113,78	998,07	113779,5525	6,75	1,98
leem	2,730	0,910	3,00	0,33	850	1,73	2320,50	14,04	4,68	4002,86	56190,18	20582,48	56190182,34	3335,72	1,73
Kurk	0,116	0,039	3,00	0,33	28	1,67	3,23	14,04	4,68	5,40	75,81	656,39	75813,44925	4,50	1,67
Houtvezel	0,120	0,040	3,00	0,33	158	2,10	18,90	14,04	4,68	39,69	557,15	4642,90	557148,375	33,08	2,10
Glaswol	0,108	0,036	3,00	0,33	25	0,80	2,70	14,04	4,68	2,16	30,32	280,75	30321	1,80	0,80
Steenwol	0,108	0,036	3,00	0,33	48	0,80	5,18	14,04	4,68	4,15	58,22	539,04	58216,32	3,46	0,80
Cellulair glas	0,144	0,048	3,00	0,33	110	0,84	15,84	14,04	4,68	13,31	186,78	1297,07	186777,36	11,09	0,84
Perliet	0,153	0,051	3,00	0,33	150	0,90	22,95	14,04	4,68	20,66	289,94	1895,06	289944,5625	17,21	0,90
PIR	0,078	0,026	3,00	0,33	33	1,20	2,57	14,04	4,68	3,09	43,36	555,89	43359,03	2,57	1,20
PUR	0,075	0,025	3,00	0,33	30	1,20	2,25	14,04	4,68	2,70	37,90	505,35	37901,25	2,25	1,20
EPS	0,105	0,035	3,00	0,33	25	1,50	2,63	14,04	4,68	3,94	55,27	526,41	55272,65625	3,28	1,50
XPS	0,102	0,034	3,00	0,33	23	1,50	2,35	14,04	4,68	3,52	49,40	484,29	49397,9625	2,93	1,50
Resolschuim	0,063	0,021	3,00	0,33	40	0,80	2,52	14,04	4,68	2,02	28,30	449,20	28299,6	1,68	0,80

d dikte „ Gemiddelde temperatuur in onderdeel

λ lamda SI

Rc Warmtegeleiding C Thermische capaciteit

U Q Accumulerend vermogen

ρ dichtheid W1 Hoeveelheid warmte

c soortelijke warmte W Geaccumulerend warmte

M massa per m² t Opwarmtijd

ΔT Delta temperatuur

Bouwdeel 1	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,33	1,000	0,33	1750	0,84	0,49
Stucwerk	0,01	0,800	0,01	1000	0,96	0,01
Binnen			0,13			
			0,51			0,49
Gevel nieuw	d	λ	Rc	ρ	c	C
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,33	1,000	0,33	1750	0,84	0,49
Stucwerk	0,00	0,800	0,00	1000	0,96	0,00
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Houtvezelplaat	0,04	0,045	0,89	180	0,84	0,01
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Leemstuc	0,01	0,660	0,02	1725	1	0,02
Binnen			0,13			
			1,46			0,58
Bg. vloer bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,17			
Dekvloer	0,050	1,900	0,03	2400	0,92	0,11
Kwaaitaalvloer	0,200	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
Binnen			0,17			
			0,47			0,55
Bg. vloer nieuw	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,17			
VBI renovatievloer	0,2	0,040	5,00	90	1,47	0,03
Dekvloer	0,04	1,900	0,02	2400	0,92	0,09
Binnen			0,17			
			5,36			0,03
Dak bestaand						
Buiten			0,04			
Leien/zink/pannen						
Houten spant			0,22			
Binnen			0,13			
			0,39			
Dak nieuw						
Buiten			0,04			
Leien/zink/pannen						
Houten spant			0,22			
Vlasisolatie	0,12	0,039	3,08			
Gipsplaat	0,01	0,800	0,02			
Binnen			0,13			
			3,48			
	U					
Venster bestaand	W/m ²					
Enkel glas	5,8		0,17			
Houten kozijn	2,4		0,42			
Venster nieuw						
Gehard glas	3		0,33			
Luchtspouw geven.	0,212	0,170	1,25			
Isolerend profiel	2		0,50			

Bouwdeel 2	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	0	0,71	0,000
Beton	0,25	1,900	0,13	2400	0,92	0,552
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
Binnenblad			0,13			
			0,77			0,709
Gevel Nieuw						
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	0	0,71	0,000
Beton	0,25	1,900	0,13	2400	0,92	0,552
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Houtvezelplaat	0,10	0,045	2,22	180	0,84	0,02
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Leemstuc	0,01	0,660	0,02	1725	1	0,02
Binnen			0,13			
			3,06			0,810
Dak bestaand						
Buiten			0,04			
Bitumen	0,01	0,200	0,03	1050	1,8	0,01
Isolatie materiaal	0,100	0,045	2,22	35		
Beton	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
			0,13			
			2,53			0,453
Dak nieuw						
Buiten			0,04			
EPDM	0,01	0,170	0,04	1050	1,8	0,01
Houtvezel Pavaflat	0,06	0,045	1,33	180	0,984	0,01
Unidek marathon	0,150	0,034	4,41	35		
Beton	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
			0,13			
			6,06			0,464
Vloer bestaand						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Dekvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
Binnen			0,17			
			0,47			0,552
Vloer nieuw						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Dekvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
EPS	0,16	0,035	4,57			
Dekvloer	0,02	0,380	0,05	2400	0,92	0,040
Binnen			0,17			
			5,09			0,592
Venster bestaand						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			
Venster nieuw						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			
Luchtspouw	0,212	0,170	1,25			
profiel	2		0,50			

Bouwdeel 3	d	λ	Rc	ρ	c	C
Gevel Bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	0	0,71	0,000
Kalkzandsteen	0,12	1,900	0,06	2400	0,92	0,265
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
Binnenblad			0,13			
			0,70			0,422
Gevel Nieuw						
Buiten			0,04			
Metselwerk	0,1	1,000	0,10	1750	0,84	0,147
Spouw	0,06	0,170	0,35	1	0,71	0,000
Kalkzandsteen	0,12	1,900	0,06	2400	0,92	0,265
Stucwerk	0,010	0,800	0,01	1000	0,96	0,010
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Houtvezelplaat	0,10	0,045	2,22	180	0,84	0,02
Leem	0,02	0,660	0,03	1725	1	0,03
Leemstuc	0,01	0,660	0,02	1725	1	0,02
Binnen			0,13			
			3,00			0,523
Dak bestaand	m	W/m.K	m ² K/W	kg/m ³	kJ/kgK	J/m ² K
Buiten			0,04			
Bitumen	0,03	0,170	0,18	1050	1,84	0,06
Durisol Mevriet	0,100	0,088	1,14	80	0,147	0,001
Binnen			0,13			
			1,48			0,06
Dak nieuw						
Buiten			0,04			
Vegatatielaag	0,15	3,500	0,04	1000	1	0,15
EPDM	0,01	0,170	0,04	1050	1,8	0,01
EPS	0,150	0,035	4,29	25	0,15	0,001
Durisol Mevriet	0,100	0,088	1,14	80	0,147	0,001
Beton	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,44
			0,13			
			5,78			0,605
Vloer bestaand						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
Dekvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Binnen			0,17			
			0,47			0,552
Vloer nieuw						
Buiten			0,17			
Betonvloer	0,20	1,900	0,11	2400	0,92	0,442
Dekvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
EPS	0,10	0,035	2,86			
Dekvloer	0,05	1,900	0,03	2400	0,92	0,110
Binnen			0,17			
			3,36			0,662
Venster bestaand						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			
Venster nieuw						
Enkel glas	5,8		0,17			
Stalen kozijn	6		0,17			
Luchtspouw	0,212	0,170	1,25			
profiel	2		0,50			

RC 7															
λ	RC 3 mm	-A %	mm	-A %	C	ρ	OT	μ	VA 90%	Bk.	Gez.	Mk.	€/m² Rc 3	€/m² Rc 7	
Natuurlijke materialen															
Vlas	0,039	117	€ 2.870,90	273	€ 6.698,76	1575	25	3,84	1,5	14	B-C, S2, D0	+	1b	€ 12,13	€ 28,30
Schapenwol	0,037	111	€ 2.723,67	259	€ 6.355,24	1735	28	4,49	3	25	B2-E	+	1b	€ 24,00	€ 56,00
Katoen, kleding	0,038	114	€ 2.797,29	266	€ 6.527,00	1300	22	2,72	2,2	-	E	+	1b	€ 15,56	€ 36,31
Cellulose	0,037	111	€ 2.723,67	259	€ 6.355,24	1850	45	7,70	1,5	20	B2	+	1c	€ 10,24	€ 23,89
Hennep	0,038	114	€ 2.797,29	266	€ 6.527,00	1975	36	6,75	5	14	B2	+		€ 21,00	€ 49,00
leem	0,91	2730	€ 66.987,65	6370	€ 156.304,51	1725	850	3335,72	7,5	20	B2	+	1b	€	-
Kurk	0,039	116	€ 2.834,09	270	€ 6.612,88	1670	28	4,50	17,5	5	B2	+	1b	€ 25,00	€ 58,33
Houtvezel	0,040	120	€ 2.944,51	280	€ 6.870,53	2100	158	33,08	3	14	B2	+		€ 17,70	€ 41,30
Minerale grondstoffen															
Glaswol	0,036	108	€ 2.650,06	252	€ 6.183,48	800	25	1,80	1	-	A2, S1, D0	-	1b	€ 6,76	€ 15,77
Steenwol	0,036	108	€ 2.650,06	252	€ 6.183,48	800	48	3,46	3	-	A2, S1, D0	-	2b	€ 9,00	€ 21,00
Cellulair glas	0,048	144	€ 3.533,41	336	€ 8.244,63	840	110	11,09	∞	-	A1, S0, D0	0	4b	€ 60,30	€ 140,70
Perliet	0,051	153	€ 3.754,25	357	€ 8.759,92	900	150	17,21		-		+/-		€ 17,25	€ 40,25
								5		A1					
Petrochemische grondstoffen															
PIR	0,026	78	€ 1.913,93	182	€ 4.465,84	1200	33	2,57	70	-	B, S2, D0	-		€ 13,00	€ 30,33
PUR	0,025	75	€ 1.840,32	175	€ 4.294,08	1200	30	2,25	70	-	B, S2, D0	-	4c	€ 10,80	€ 25,20
EPS	0,035	105	€ 2.576,45	245	€ 6.011,71	1500	25	3,28		-	B, S1, D0	-	2b	€ 9,50	€ 22,17
XPS	0,034	102	€ 2.502,84	238	€ 5.839,95	1500	23	2,93	225	-	E	-		€ 14,00	€ 32,67
Resolschuim	0,021	63	€ 1.545,87	147	€ 3.607,03	800	40	1,68	>35	-	B, S1, D0	-/+	1c	€ 21,05	€ 49,12

λ	Lamda-waarde(W/m.K)	Mk.	Mileuklasse
RC 3	Dikte pakket RC-waarde 3,0 m²K/W	Gez.	Gezondheid
-A %	Verlies % VVO app. 2A	€/m2 Rc 3	Kosten per m2 Rc 3 (opgegeven prijs)
Rc 7	Dikte pakket RC-waarde 7,0 m²K/W	€/m2 Rc 7	Kosten per m2 Rc 7 (aanname)
C	Thermische capaciteit [J/kgK]		
ρ	Dichtheid [kg/m3]		
OT	Opwarmtijd in uren		
μ	Dampdiffusieweerstand		
VA 90%	vocht absorptie bij 90% RV		
Bk.	Brandklasse		

[illegible]

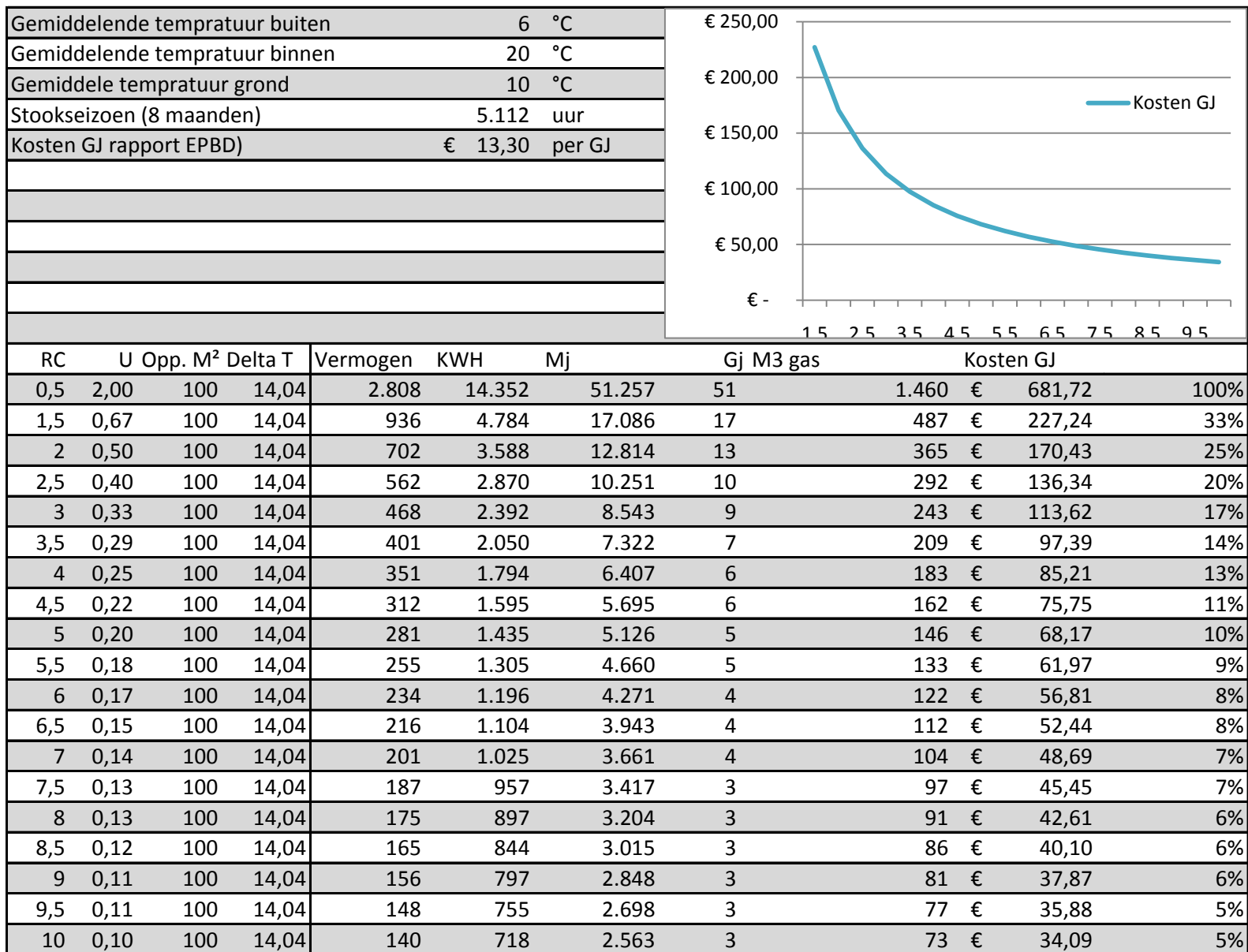
Bouwdeel 2 bijgebouw						
Gevelopeningen				Te isoleren wand		
				Noord	Bg	11,07 m²
B9					1e	5,51 m²
1425*1425	3	6,09 m²	Westgevel	Kelder	Totaal	16,58 m²
2,03 m²	3	6,09 m²	Zuidgevel	Kelder		
B10				West	Bg	16,74 m²
2560*1450					1e	8,52 m²
3,71	3	11,14 m²	Westgevel	bg	Totaal	25,27 m²
B11				Zuid	Bg	24,42 m²
2560*1380					1e	13,45 m²
3,53	3	10,60 m²	Zuidgevel	bg	Totaal	37,87 m²
Totaal gevelopeningen				Totaal te isoleren gevel		79,72 m²
				5,56 m²	Noordgevel	1e
				19,36 m²	Westgevel	1e
				21,56 m²	Zuidgevel	1e
				Te isoleren vloer ok kelder		63,6 m²
				Te isoleren dak		63,6 m²
Totaal		46,48 m²				
Totaal vensteroppervla		348,63 m²				
Totaal gevel oppervlak		555,10 m²				
Totaal dakoppervlak		287,1 m²				
Totaal vloeroppervlak		287,1 m²				

Bouwdeel 1							
Kozijnen			Gevel			3299,2 m²	
A1							
1880*3300	Aantal	Oppervlak	Gevel		Gevel	Verdieping	
6,20	6	37,22 m²	Zuidgevel	bg	Noord	bg	352,59 m²
	6	37,22 m²	Zuidgevel	1e	68,2	1e	338,27 m²
	6	37,22 m²	Zuidgevel	2e		2e	345,77 m²
	18	111,67 m²				3e	54,56 m²
						12,5	3e
							40,00 m²
A2						TOTAAL	1131,20 m²
1580*3300	11	57,35 m²	Noordgevel	bg		te isoleren	959,14 m²
5,21	11	57,35 m²	Noordgevel	1e		85% wand	
	11	57,35 m²	Noordgevel	2e		15% glas	
	4	20,86 m²	Westgevel	bg	Oost	bg	158,24 m²
	37	192,92 m²			36,8	1e	158,24 m²
						2e	152,72 m²
						3e	54,56 m²
A3							
1580*2800	11	48,66 m²	Oostgevel	bg	10,1	3e	29,29 m²
4,42	11	48,66 m²	Oostgevel	1e		TOTAAL	553,05 m²
	11	48,66 m²	Oostgevel	2e		te isoleren	380,38 m²
	3	13,27 m²	Westgevel	bg		69% wand	
	7	30,97 m²	Westgevel	1e		31% glas	
	3	13,27 m²	Westgevel	2e	Zuid	bg	352,59 m²
	46	203,50 m²			46,2	1e	338,272 m²
						2e	345,774 m²
						3e	54,56 m²
A4							
1580*1800	4	14,92 m²	Westgevel	2e		TOTAAL	1091,20 m²
3,73	4	14,92 m²				te isoleren	925,42 m²
						85% wand	
						15% glas	
A5							
1050*2150	4	9,03 m²	Zuidgevel	bg	West	bg	158,24 m²
2,26	4	9,03 m²	Zuidgevel	1e	41,1	1e	158,24 m²
	4	9,03 m²	Zuidgevel	2e		2e	152,72 m²
	12	27,09 m²				3e	54,56 m²
						TOTAAL	523,76 m²
						te isoleren	430,48 m²
A6							
790*2800	3	6,64 m²	Oostgevel	bg		82% wand	
2,21	3	6,64 m²	Oostgevel	1e		18% glas	
	3	6,64 m²	Oostgevel	2e			
	3	6,77 m²	Oostgevel	3e			
	12	26,68 m²					
A7							
790*3400	4	10,74 m²	Zuidgevel	bg			
2,69	4	10,74 m²					
A8							
790*2150	4	6,79 m²	Zuidgevel	1e			
1,70	4	6,79 m²					

A9					
790*1800	4	5,688 m²	Zuidgevel	2e	
1,42	4	5,69 m²	Te isoleren dak		
				Noordgevel	534,00 m²
A10				Oostgevel	224,40 m²
790*1200	4	3,79 m²	Zuidgevel	3e	
0,95	4	3,79 m²			Westgevel 224,40 m²
				TOTAAL	1242,7 m²
		603,80 m2			
Totaal gevelopeningen			Te isoleren gevel		
Noordgevel	172,06 m²	33 st	Noordgevel		959,14 m²
Oostgevel	172,67 m²	45 st	Oostgevel		380,38 m²
Zuidgevel	165,78 m²	46 st	Zuidgevel		925,42 m²
Westgevel	93,28 m²	21 st	Westgevel		430,48 m²
TOTAAL	603,80 m²	145 st	TOTAAL		2695,4 m²
% open	18%			% dicht	82%
		145 stuks			
Totaal gevelopeningen	603,80				
Totaal gevel oppervlak	2695,41 m²				
Totaal dakoppervlak	1242,68 m²				
Totaal vloeroppervlak	970 m²				

Bouwdeel 3					Bouwdeel 3			
Kozijnen					Gevel		592,30 m²	
C1								
19700*3000	1	59,10 m²	Oostgevel	bg	Gevel	Verdieping		
59,10	1	59,10 m²	Noord			kelder	49,80 m²	
						bg	10,30 m²	
C2						TOTAAL	60,10 m²	
2600*3000	1	7,80 m²	Oostgevel	bg				
7,80	1	7,80 m²						
C3								
5500*850	1	4,68 m²	Oostgevel	bg	Oost	kelder	78,20 m²	
4,68	1	4,68 m²				bg	35,70 m²	
						TOTAAL	113,90 m²	
C4								
11000*850	1	9,35 m²	Zuidgevel	bg				
9,35	1	9,35 m²						
C5					Zuid	kelder	55,80 m²	
5500*850	1	4,68 m²	Zuidgevel	bg	bg		35,70 m²	
4,68	1	4,68 m²				TOTAAL	91,50 m²	
C6								
4000*3000	1	12,00 m²	Westgevel	bg				
12,00	1	12,00 m²						
						West	kelder	84,20 m²
C7						bg	30,05 m²	
10000*850	1	8,50 m²	Westgevel	bg	TOTAAL		114,25 m²	
8,50	1	8,50 m²						
C8								
8225*2150	1	17,68 m²	Westgevel	bg				
17,68	1	17,68 m²						
C9								
2400*2150	1	5,16 m²	Westgevel	bg				
5,16	1	5,16 m²						
C10								
3575*3000	1	10,73 m²	Westgevel	bg				
10,73	1	10,73 m²						
C11								
1825*3000	1	5,48 m²	Westgevel	bg				
5,48	1	5,48 m²						
C12								
8425*3000	1	25,28 m²	Noordgevel	bg				
25,28	1	25,28 m²						

C13					
4775*850	1	4,06 m ²	Noordgevel	bg	
4,06	1	4,06 m ²			
C14					
6025*3000	1	18,08 m ²	Noordgevel	bg	
18,08	1	18,08 m ²			
C15					
1000*2000	5	10,00 m ²	Oostgevel	kelder	
2,00	2	4,00	Westgevel	kelder	
	3	6,00	Noordgevel	kelder	
	10	20,00 m ²			
		212,55 m ²			
Totaal gevelopeningen			Te isoleren gevel		
Noordgevel	53,4	6 st	Noordgevel	60,1	
Oostgevel	81,6	8 st	Oostgevel	113,9	
Zuidgevel	14,0	2 st	Zuidgevel	91,5	
Westgevel	63,5	8 st	Westgevel	114,25	
TOTAAL	212,6 m ²	24 st	TOTAAL	379,75 m ²	
% open	36%		% dicht	64%	
Te isoleren vloer			Te isoleren dak		
TOTAAL	546,84 m ²		TOTAAL	546,84 m ²	
Totaal gevelopeningen	212,55 m ²				
Totaal gevel oppervlak	379,75 m ²				
Totaal dakoppervlak	546,84 m ²				
Totaal vloeroppervlak	546,84 m ²				

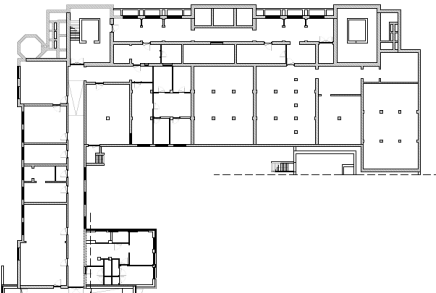
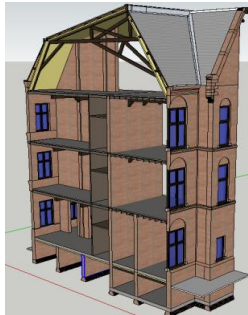


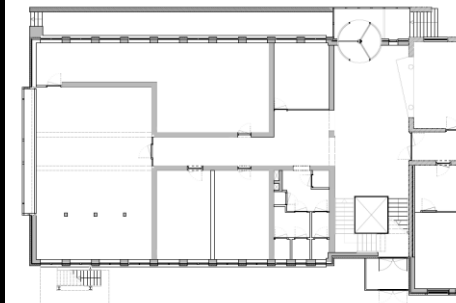
[illegible]

Bestaand	d	λ	Rc	U	ρ	c	M	Topp	ΔT	ΔT	„	SI	C	Q	W	W	τ																					
	m	W/m.K	m²K/W	W/m²K	kg/m3	kJ/kgK	kg/m 2	°C	°C	°C	°C	SI	J/m2K	MJ/m2	?	J/m	Uren																					
Gevel																																						
									5,96																													
Buiten Te			0,040						6,69	0,73								dg																				
Metselwerk	0,10	1,00	0,100	10,00	1750,00	0,84	175,00	8,52	1,83	14,04	7,61	140,38	0,15	2,06	20635,13	1118614,296	2,21																					
Spouw	0,06	0,17	0,353	2,83	0,01	0,71	0,00	14,98	6,46	14,04	11,75	39,77	0,00	0,00	0,10	5,007347756	0,00																					
Beton	0,25	1,90	0,132	7,60	2400,00	0,92	600,00	17,39	2,41	14,04	16,19	106,69	0,55	7,75	30994,80	8935788,396	23,27																					
Afwerking	0,01	0,80	0,013	80,00	1000,00	0,96	10,00	17,62	0,23	14,04	17,51	1123,00	0,01	0,13	13476,00	168061,8406	0,04																					
Binnen Ti			0,130						20,00	2,38																												
			0,767			1,30			3,43			785,00			14,04			14,04			18,30			0,71			9,95			65106,02			10222469,54			155,16		
																		6,5																				
Bouwdeel 2																																						
Nieuw	d	λ	Rc	U	ρ	c	M	Topp	ΔT	ΔT	„	SI	C	Q	W	W	τ																					
	m	W/m.K	m²K/W	W/m²K	kg/m3	kJ/kgK	kg/m 2	°C	°C	°C	°C	SI	J/m2K	MJ/m2	?	J/m	Uren																					
Gevel																																						
									5,96																													
Buiten Te			0,040						6,15	0,18																												
Metselwerk	0,10	1,00	0,10	10,00	1750,00	0,84	175,00	6,60	0,46	14,04	6,37	140,38	0,15	2,06	20635,13	937080,0383	1,85																					
Spouw	0,06	0,17	0,35	2,83	0,01	0,71	0,00	8,22	1,62	14,04	7,41	39,77	0,00	0,00	0,10	3,157475654	0,00 dg																					
Beton	0,25	1,90	0,13	7,60	2400,00	0,92	600,00	8,82	0,60	14,04	8,52	106,69	0,55	7,75	30994,80	4703840,391	12,25																					
Afwerking	0,01	0,80	0,01	80,00	1000,00	0,96	10,00	8,88	0,06	14,04	8,85	1123,00	0,01	0,13	13476,00	84973,30638	0,02																					
Leem	0,02	0,66	0,03	33,00	1725,00	1,00	34,50	9,02	0,14	14,04	8,95	463,24	0,03	0,48	24214,69	308754,4251	0,19																					
Houtvezelplaat	0,10	0,05	2,22	0,45	180,00	0,84	18,00	19,20	10,18	14,04	14,11	6,32	0,02	0,21	2122,47	213307,11	9,38																					
Leem	0,02	0,66	0,03	33,00	1725,00	1,00	34,50	19,34	0,14	14,04	19,27	463,24	0,03	0,48	24214,69	664670,8784	0,40																					
Leemstuc	0,01	0,66	0,02	66,00	1725,00	1,00	17,25	19,40	0,07	14,04	19,37	926,48	0,02	0,24	24214,69	334130,9819	0,10																					
Binnen Ti			0,13						20,00	0,60																												
			3,065			0,33			7,27			889,25			14,04			14,04			4,58			0,81			11,37			139872,56			7246760,289			439,52		
																		18,3																				

Bouwdeel 3																																																															
Bestaand	d	λ	Rc	U	ρ	c	M	Topp	ΔT	ΔT	„	SI	C	Q	W	W	τ																																														
	m	W/m.K	m²K/W	W/m²K	kg/m3	kJ/kgK	kg/m 2	°C	°C	°C	°C	SI	J/m2K	MJ/m2	?	J/m	Uren																																														
Gevel									5,96																																																						
Buiten Te				0,04					6,77					0,80																																																	
Metselwerk	0,10	1,00	0,10	10,00	1750,00	0,84	175,00	8,78	0,1	14,04	7,77	140,38	0,15	2,06	20635,13	1142328,284	2,26																																														
Spouw	0,06	0,17	0,35	2,83	0,01	0,71	0,00	15,87	0,06	14,04	12,32	39,77	0,00	0,00	0,10	5,248998264	0,00																																														
Kalkzandsteen	0,12	1,90	0,06	15,83	2400,00	0,92	288,00	17,14	8,36	14,04	16,50	222,26	0,26	3,72	30994,80	4372395,076	5,46																																														
Stucwerk	0,01	0,80	0,01	80,00	1000,00	0,96	10,00	17,39	0,25	14,04	17,26	1123,00	0,01	0,13	13476,00	165717,3284	0,04																																														
Binnen Ti				0,13					20,00					2,61																																																	
				0,699					1,43					3,43					473,00					12,19					14,04					20,09					0,42					5,92					65106,02					5680445,938					78,53				
																		3,3																																													
Bouwdeel 3	d	λ	Rc	U	ρ	c	M	Topp	ΔT	ΔT	„	SI	C	Q	W	W	τ																																														
Nieuw	m	W/m.K	m²K/W	W/m²K	kg/m3	kJ/kgK	kg/m 2	°C	°C	°C	°C	SI	J/m2K	MJ/m2	?	J/m	Uren																																														
Gevel									5,96																																																						
Buiten Te				0,040					6,15					0,19																																																	
Metselwerk	0,10	1,00	0,10	10,00	1750	0,84	175,00	6,62	0,47	14,04	6,38	140,38	0,15	2,06	20635,13	938463,5511	1,86																																														
Spouw	0,06	0,17	0,35	2,83	1	0,71	0,08	8,27	1,65	14,04	7,45	39,77	0,00	0,00	12,86	409,1330381	0,00																																														
Kalkzandsteen	0,12	1,90	0,06	15,83	2400	0,92	288,00	8,57	0,30	14,04	8,42	222,26	0,26	3,72	30994,80	2230862,282	2,79																																														
Stucwerk	0,01	0,80	0,01	80,00	1000	0,96	10,00	8,63	0,06	14,04	8,60	1123,00	0,01	0,13	13476,00	82529,55991	0,02 dg																																														
Leem	0,02	0,66	0,03	33,00	1725	1,00	34,50	8,77	0,14	14,04	8,70	463,24	0,03	0,48	24214,69	300049,4236	0,18																																														
Houtvezelplaat	0,10	0,05	2,22	0,45	180	0,84	18,00	19,18	10,41	14,04	13,97	6,32	0,02	0,21	2122,47	211272,8471	9,29																																														
Leem	0,02	0,66	0,03	33,00	1725	1,00	34,50	19,32	0,14	14,04	19,25	463,24	0,03	0,48	24214,69	664092,5372	0,40																																														
Leemstuc	0,01	0,66	0,02	66,00	1725	1,00	17,25	19,39	0,07	14,04	19,36	926,48	0,02	0,24	24214,69	333882,809	0,10																																														
Binnen Ti				0,13					20,00					0,61																																																	
				2,997					0,33					1,63					288,08					14,04					4,68					0,38					5,28					119250,19					3823098,592					226,70									
																		9,4																																													

Bouwdeel 3			Concepten			
	DAK	Uitgangspunten	Uitgangspunten		Pluspunten	Minpunten
		Durisol Mevriet 0,1 m²K/W	Warm dak (EPS Isolatie) 2,86 m²K/W	Thermische isolatie	Extra belasting	
		Bitumen 0,015 m²K/W	Groendak	Verminderen geluidsoverlast	Lagere Lambda dan PIR	
		RC-waarde 1,16 m²K/W	Kunststof dakbedekking	Waterhuishouding		
	GEVEL	Thermische capaciteit 0,12 J/K	RC-waarde 4,06 m²K/W	Koelend effect in zomer		
		Rw-waarde 37 dB(A)	Thermische capaciteit 0,06 J/K			
		Oppervlakte: 605,9 m²				
		Doorvalbeveiliging n.v.t m				
	GEVEL	Beton 300mm 0,1 m²K/W	Natte gevel isolatie kelderbak (>) 4,29 m²K/W	Thermische isolatie	Thermische spanning	
		Afwerking, stucwerk 0,01 m²K/W	RC-waarde 3,21 m²K/W		Verandering aanzicht	
		Metselwerk 100mm 0,125 m²K/W	Thermische capaciteit 0,58 J/K		Koudebrug t.b.v. kolom	
		Afwerking, stucwerk 0,01 m²K/W				
	KOZIJNEN	RC-waarde 0,635 m²K/W	Droge gevel isolatie boeideel Al 2,86 m²K/W	Thermische isolatie	Verandering aanzicht	
		Thermische capaciteit 0,70 J/K	RC-waarde 4,44 m²K/W		Koudebrug t.b.v. kolom	
			Thermische capaciteit 0,19 J/K			
			Aluminium kozijnen, HR++ glas	Geen condens op glas	Verwijderen kozijnen	
	VLOER	Noordgevel 54,03 m²	U-waarde kozijn 2,25 W/m²K	Verminderen geluidsoverlast		
		Oostgevel 87 m²	U-waarde glas 1,20 W/m²K	Verminderen energieverlies		
		Zuidgevel 103,4 m²	R-waarde kozijn 0,44 m²K/W	Kierdicht		
		Westgevel 111,8 m²	R-waarde glas 0,83 m²K/W	Opheffen koudeval		
	VLOER	356,2 m²	Geïsoleerde vloer 150mm 4,29 m²K/W	Thermische isolatie	Koude constructie	
			RC-waarde 4,52 m²K/W	Vloerverwarming mogelijk	Koude brug	
			Thermische capaciteit 0,86 J/K		Verlaging vrije hoogte	
S. Wouda F.C. Donderstraat Bouwjaar 1967			Concept 2			
	KOZIJNEN	Uitgangspunten	Uitgangspunten		Pluspunten	Minpunten
		Stalen kozijnen 0,001 m²K/W	Warm dak (PIR) 4,35 m²K/W	Thermische isolatie	Extra belasting	
		Enkel glas 0,176 m²K/W	Groendak	Verminderen geluidsoverlast	Lagere Lambda dan PIR	
		U-waarde glas: 5,7 W/m²K	Kunststof dakbedekking	Waterhuishouding		
	GEVEL	Rw-waarde 27 dB(A)	RC-waarde 5,55 m²K/W	Koelend effect in zomer		
		Stoeltjes profielen	Thermische capaciteit 0,06 J/K			
	KOZIJNEN	Gevelopeningen opp.	Natte gevel isolatie kelderbak 4,29 m²K/W	Thermische isolatie	Thermische spanning	
		Noordgevel 49,35 m²	RC-waarde 3,21 m²K/W		Verandering aanzicht	
		Oostgevel 74,7 m²	Thermische capaciteit 0,58 J/K		Koudebrug t.b.v. kolom	
		Zuidgevel 0 m²				
	VLOER	Westgevel 49,95 m²	Stalen kozijnen behouden 0,00 m²K/W	Geen condens op glas	Verandering gevelbeeld	
		174 m²	Enkel glas behouden 0,18 m²K/W	Verminderen geluidsoverlast		
			Vliesgevel 0,36 m²K/W	Kierdicht		
		Percentage gevelopen 49%	R-waarde glas 0,83 m²K/W	Opheffen koudeval		
	VLOER		Gebouw blijft intact			
			Computervloer EPS 100mm 2,86 m²K/W	Thermische isolatie	Koude constructie	
			RC-waarde 3,05 m²K/W	Data verwerken	Koude brug	
			Thermische capaciteit 0,79 J/K		Verlaging vrije hoogte	

Bouwdeel 1		Concepten:	
	Uitgangspunten Afwerking: Leien, pannen, zinken Thermische capaciteit RC-waarde ±0,22 m²K/W	Concept 1 Achterzetwand + vlaswoldakisolatie Pakketdikte gevel: 492mm	Uitgangspunten Koud dak, Vlaswol isolatie 2,50 m²K/W RC-waarde totaalpakket 2,90 m²K/W Thermische capaciteit nihil J/K
	DAK Oppervlakte: 1059 m² Doorvalbeveiliging n.v.t. m		DAK Eenvoudig aan te brengen Thermische capaciteit Duurzaam materiaal
	GEVEL Metselwerk 330 mm 0,33 m²K/W Afwerking, stucwerk 0,01 m²K/W RC-waarde 0,34 m²K/W Thermische capaciteit 0,50 J/K		GEVEL Achterzet wand, polystyreen 12l 3,43 m²K/W Spouw 30mm 0,18 m²K/W RC-waarde totaalpakket 3,96 m²K/W Thermische capaciteit 0,73 J/K
Oppervlakte Gevel Noordgevel 726 m² Oostgevel 729 m² Zuidgevel 997 m² Westgevel 597 m² 3049 m²	KOZIJNEN Achterzetbeglazing U-waarde Bestaande beeld ongewij: 2,80 W/m²K Kierdicht		
D. Kruijff F.C. Donderstraat Bouwjaar 1894			VLOER EPS combinatievloer, 3,00 W/m²K stalen ligger 230mm Hoge RC-waarde Bg. vloer vervangen + verhogen Lichte constructie Bk. Vloer 230 mm omhoog Kelder wordt beter benut Vrije hoogte kelder 2600
Schijven structuur Metselwerk Houten balken			
Gevel; Hoog monumentaal waarde Kozijnen: Hoog monumentale waarde Interieur: Hoog monumentale waarde Metselwerk: Kruisverband, knipvoeg, lichtrood	KOZIJNEN Houten kozijnen 0,41 m²K/W Enkel glas 0,176 m²K/W U-waarde glas: 5,7 W/m²K Rw-waarde 27 dB(A)	Concept 2: Concept 1 EPS dakisolatie + monumentenglas Pakketdikte gevel: 330mm	Uitgangspunten Koud dak, EPS isolatie 100mm 2,86 m²K/W Spouw, gemiddeld 140mm 2,86 m²K/W RC-waarde totaalpakket 3,90 m²K/W Thermische capaciteit nihil J/K
	Oppervlakte Gevel openingen Noordgevel 202 m² Oostgevel 192,4 m² Zuidgevel 264 m² Westgevel 102,3 m² 760,7 m²		GEVEL Geen aanpassingen aan gevel 0,00 m²K/W RC-waarde totaalpakket 0,34 m²K/W Thermische capaciteit 0,50 J/K
	Percentage gevelopen 25%		KOZIJNEN Van Ruysdael glas U-waarde Zeer dun 4,1mm Rw-waarde 3,80 W/m²K 30,00 dB(A)
	VLOER Begane grond vloer Kwaaitaal 200 mm 0,11 m²K/W Thermische capaciteit 0,44 J/K Verdiepingsvloer Houten vloerconstructie Moerbalken + kinderbinten Zuidgevel inkassing t.b.v. moerbalken Noordgevel inkassing t.b.v. kinderbinten		VLOER EPS Isolatie onder bg vloer 100 2,90 W/m²K RC-waarde totaalpakket 3,00 m²K/W Thermische capaciteit 0,44 J/K
		Concept 1 	Concept 2 

Bouwdeel 2			Concepten			Uitgangspunten			Pluspunten			Minpunten		
	DAK	Beton 200mm		0,1 m²K/W		Warm dak, EPS isolatie 100mm		2,86 m²K/W	Thermische isolatie		Lagere Lambda dan PIR			
		Bitumen		0,015 m²K/W		RC-waarde totaalpakket		4,86 m²K/W	Verminderen geluidsoverlast					
		RC-waarde		0,135 m²K/W		Thermische capaciteit		0,44 J/K	Plaatsen isolatie eenvoudig					
		Thermische capaciteit		0,44 J/K										
	Gevel	Oppervlakte:		250 m²		Binnenzijde: Leem 50 mm		0,06 m²K/W	Thermische isolatie		Arbeidsintensief			
		Doorvalbeveiliging		1,80 m		RC-waarde totaalpakket		0,64 m²K/W	Dampregulerend		Brandveiligheid			
						Thermische capaciteit		0,78 J/K	Milieuvriendelijk product					
H.F. Mertens F.C. Donderstraat Bouwjaar 1940	KOZIJNEN	Spouwmuur 410 mm				Achterzetbeglazing			Geen condens op glas		Koude bruggen			
		Beton 250mm		0,1 m²K/W		U-waarde		2,80 W/m²K	Verminderen geluidsoverlast		Vochtproblemen			
		Spouw 60mm		0,4 m²K/W						Kierdicht				
		Metselwerk 100mm		0,125 m²K/W						Bestaande beeld verandert niet				
		Afwerking, stucwerk		0,01 m²K/W										
	Schijven structuur (hybride) Beton Beton wanden en vloer Stalen IPE liggers in vloer	RC-waarde		0,6 m²K/W		Warm dak			Thermische isolatie					
		Thermische capaciteit		0,70 J/K		Pir-platen 100mm		4,34 m²K/W	Verminderen geluidsoverlast					
						Thermische capaciteit		0,70 J/K	Plaatsen isolatie eenvoudig					
						RC-waarde totaalpakket		5,38 m²K/W	Reversibel					
Gevel; Hoog monumentaal waarde Kozijnen: Hoog monumentale waar Interieur: Indifferente waarde Metselwerk: Klezoor verband, Holle voeg, rood	VLOER	Oppervlakte Gevel				Spouwisolatie 60mm		1,54 m²K/W	Thermische isolatie		Vochtdoorslag			
		Noordgevel		243 m²		Binnenzijde: Leem 50 mm		0,06 m²K/W	Dunne thermische schil		Vorstschade			
		Oostgevel		460 m²		RC-waarde totaalpakket		1,83 m²K/W	Irreversibel					
		Zuidgevel		169 m²		Thermische capaciteit		0,79 J/K						
		Westgevel		402 m²										
			1274 m²											
	Stoeltjes profielen Natuur stenen onderdorpel Roede verdeling Stalen kozijnen	Stalen kozijnen		0,001 m²K/W		Van Ruysdael glas			Zeer dun 4,1mm		Hard glas			
		Enkel glas		0,176 m²K/W		U-waarde		3,80 W/m²K	Koude brug stalen kozijn					
		U-waarde glas:		6,2 W/m²K		Rw-waarde		30,00 dB(A)						
		Rw-waarde		27 dB(A)										
	KOZIJNEN	Gevelopeningen				Achterzetwand + dakisolatie			Thermische isolatie					
		Noordgevel		54 m²		Pir-platen 100mm		4,34 m²K/W	Verminderen geluidsoverlast					
		Oostgevel		186,2 m²		Thermische capaciteit		0,70 J/K	Plaatsen isolatie eenvoudig					
		Zuidgevel		31,1 m²		RC-waarde totaalpakket		5,38 m²K/W	Reversibel					
		Westgevel		141,1 m²										
			412,4 m²											
	Percentage gevelopen	Begane grond vloer		250 m²		Achterzet wand, polystyreen 120		3,43 m²K/W	Thermische isolatie		Dampspanning			
		Beton 200mm		0,11 m²K/W		Spouw 30mm		0,18 m²K/W	Tast gevelbeeld niet aan		Condensatie			
		Thermische capaciteit		0,44 J/K		RC-waarde totaalpakket		4,22 m²K/W	Milieuvriendelijk product		Brandveiligheid			
		Verdiepingsvloer				Thermische capaciteit		0,73 J/K	Reversibel					
Beton 200mm														
	VLOER	IPE 270, IPE 220				Renovatiekozijn, aluminium			Kwaliteit thermische schil		Gevel aanzicht veranderd			
				U-waarde kozijn		2,25 W/m²K	Ingrijpende ingrijp							
				U-waarde glas		1,20 W/m²K	Irreversibel							
				R-waarde kozijn		0,44 m²K/W								
				R-waarde glas		0,83 m²K/W								
Kruipruimte isolatie d.m.v. schelpen	KOZIJNEN	Pakket van 250mm		2,50 m²K/W		Warm dak			Thermische isolatie					
		RC-waarde totaalpakket		2,61 m²K/W		Pir-platen 100mm		4,34 m²K/W	Verminderen geluidsoverlast					
						Thermische capaciteit		0,70 J/K	Plaatsen isolatie eenvoudig					
						RC-waarde totaalpakket		5,38 m²K/W	Reversibel					
	Duurzaam Reversibel	Vochtregulerend				Achterzetwand, polystyreen 120		3,43 m²K/W	Thermische isolatie		Dampspanning			
						Spouw 30mm		0,18 m²K/W	Tast gevelbeeld niet aan		Condensatie			
						RC-waarde totaalpakket		4,22 m²K/W	Milieuvriendelijk product		Brandveiligheid			
						Thermische capaciteit		0,73 J/K	Reversibel					

Bouwdeel

	Winter	d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Winter periode van 5 maanden		
		m	damdi	W/m.K	m (we	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	1,3E+10	sec gram	
							6,0		6,0		6	935	80%	748				
Buiten						0,04	6,1	0,15	6,1		6,1	942						
Buitenblad		0,33	10,0	1,00	3,3	0,33	7,4	1,23	7,4		7,4	1030				vochttopname		
Cellulose		0,12	1,5	0,037	0,18	3,24	19,5	12,08	19,5		19,5	2268		conde	45000	gr/m3	20%	1080 gr/m2
Gipskarton		0,012	6	0,8	0,072	0,02	19,5	0,06	19,5		19,5	2268			12000	gr/m3	2%	2,88 gr/m2
Binnen						0,13	20,0	0,48	20,0		20	2340	55%	1287		g condens		##### kg/m2*s
TOTAAL		0,462			3,55	3,76		14		3,73	14			539		G-Winter		2284,8 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi		Resultaat condens		1202,0 gr/m2
Zomer											°C	N/m²	%	N/m²				
		d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Zomer periode van 5 maanden		
		m	damdi	W/m.K	m (we	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	1,3E+10	sec gram	
							14,0		14,0		14	1599	70%	1119				
Buiten						0,04	14,1	0,09	14,1		14,1	1609						
Buitenblad		0,33	10,0	1	3,3	0,33	14,8	0,70	14,8		14,8	1684						
Cellulose		0,12	1,5	0,037	0,18	3,24	21,7	6,90	21,7		21,7	2597						
Gipskarton		0,012	6,0	0,8	0,072	0,02	21,7	0,03	21,7		21,7	2597						
Binnen						0,13	22,0	0,28	22,0		22	2645	60%	1587		g verdamping		1E-07 kg/m2*s
TOTAAL		0,46			3,55	3,76		8		2,13	8			468		G-Zomer		1359,68 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi				
											°C	N/m²	%	N/m²				

d Dike in meter
 μ Dampdiffusieweerstand
 λ Lamda-waarde(W/m.K)
 μd Dampdiffusieweerstand a.d.h.v. dikte
 Rc Warmteweerstand constructie
 Topp Temperatuur van oopervalk in C°
 DeltaT Delta temperatuur in C°
 q Warmteoverderacht in °C

Te Temperatuur oppervlak in °C
 Ps Dampspanning in N/m²
 Φe Relatieve vochtigheid buiten
 Φi Relatieve vochtigheid binnen
 Pe Werkelijke dampspanning buiten
 Pi Werkelijke dampspanning binnen
 C Waterdampconcentratie

Bouwdeel

	Winter	d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Winter periode van 5 maanden	
		m	damdi	W/m.K	m (we	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	1,3E+10	sec gram
							6,0		6,0		6	935	80%	748			
Buiten						0,04	6,1	0,07	6,1		6,1	942					
Buitenblad		0,33	10,0	1,00	3,3	0,33	6,7	0,61	6,7		6,7	982				vochttopname	
Cellulose		0,259	1,5	0,037	0,389	7,00	19,7	13,04	19,7		19,7	2296		conde	45000	gr/m3	20% 2331 gr/m2
Gipskarton		0,012	6	0,8	0,072	0,02	19,8	0,03	19,8		19,8	2310			12000	gr/m3	2% 2,88 gr/m2
Binnen						0,13	20,0	0,24	20,0		20	2340	55%	1287		g condens	##### kg/m2*s
TOTAAL		0,601			3,76	7,52		14		1,86	14			539		G-Winter	1446,2 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi		Resultaat condens	-887,7 gr/m2
Zomer											°C	N/m²	%	N/m²			
		d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Zomer periode van 5 maanden	
		m	damdi	W/m.K	m (we	m²K/W	°C	°C	°C	w/m2	°C	N/m²	%	N/m²	5,30E+09	1,3E+10	sec gram
							14,0		14,0		14	1599	70%	1119			
Buiten						0,04	14,0	0,04	14,0		14,0	1599					
Buitenblad		0,33	10,0	1	3,3	0,33	14,4	0,35	14,4		14,4	1641					
Cellulose		0,259	1,5	0,037	0,389	7,00	21,8	7,45	21,8		21,8	2613					
Gipskarton		0,012	6,0	0,8	0,072	0,02	21,9	0,02	21,9		21,9	2629					
Binnen						0,13	22,0	0,14	22,0		22	2645	60%	1587		g verdamping	5E-08 kg/m2*s
TOTAAL		0,60			3,76	7,52		8		1,06	8			468		G-Zomer	673,32 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi			
											°C	N/m²	%	N/m²			

d Dike in meter
 μ Dampdiffusieweerstand
 λ Lamda-waarde(W/m.K)
 μd Dampdiffusieweerstand a.d.h.v. dikte
 Rc Warmteweerstand constructie
 Topp Temperatuur van oopervalk in C°
 DeltaT Delta temperatuur in C°
 q Warmteoverderacht in °C

Te Temperatuur oppervlak in °C
 Ps Dampspanning in N/m²
 Φe Relatieve vochtigheid buiten
 Φi Relatieve vochtigheid binnen
 Pe Werkelijke dampspanning buiten
 Pi Werkelijke dampspanning binnen
 C Waterdampconcentratie

Bouwdeel

	Winter	d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Winter periode van 5 maanden	
		m				W/m.K m (we	ε m²K/W °C	°C	°C	w/m²	°C	N/m²	%	N/m²	#####	1,3E+10	sec gram
								6,0	6,0		6	935	80%	748			
Buiten						0,04	6,2	0,15	6,2		6,2	948					
Buitenblad		0,33	10,0	1,00	3,3	0,33	7,4	1,26	7,4		7,4	1030				vochtopname	
Hennep		0,12	5,0	0,038	0,6	3,16	19,4	12,04	19,4		19,4	2253		conde	36000	gr/m3	14% 604,8 gr/m2
Gipskarton		0,01	6	0,8	0,072	0,02	19,5	0,06	19,5		19,5	2268			12000	gr/m3	2% 2,88 gr/m2
Binnen						0,13	20,0	0,50	20,0		20	2340	55%	1287		g condens	5,60E-08 kg/m2*s
TOTAAL		0,46			3,97	3,67		14		3,81	14			539		G-Winter	726,2 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi		Resultaat condens	118,5 gr/m2
											°C	N/m²	%	N/m²			
	Zomer	d	μ	λ	μd	Rc	Topp	DeltaT	Topp	q	Te	Ps	Φe	Pe	C	Zomer periode van 5 maanden	
		m				W/m.K m (we	ε m²K/W °C	°C	°C	w/m²	°C	N/m²	%	N/m²	#####	1,3E+10	sec gram
								14,0	14,0		14	1599	70%	1119			
Buiten						0,04	14,1	0,09	14,1		14,1	1609					
Buitenblad		0,33	10,0	1	3,3	0,33	14,8	0,72	14,8		14,8	1684					
Hennep		0,12	5,0	0,038	0,6	3,16	21,7	6,88	21,7		21,7	2597					
Gipskarton		0,01	6,0	0,8	0,072	0,02	21,7	0,03	21,7		21,7	2597					
Binnen						0,13	22,0	0,28	22,0		22	2645	60%	1587		g verdamping	6E-08 kg/m2*s
TOTAAL		0,46			3,97	3,67		8		2,18	8			468		G-Zomer	771,405 gr/m2
											Ti	Ps	Φi	Pi			
											°C	N/m²	%	N/m²			

d Dike in meter

μ Dampdiffusieweerstand

λ Lamda-waarde(W/m.K)

μd Dampdiffusieweerstand a.d.h.v. dikte

Rc Warmte weerstand constructie

Topp Temperatuur van oopervalk in C°

DeltaT Delta temperatuur in C°

q Warmteoverderacht in °C

Te Temperatuur oppervlak in °C

Ps Dampspanning in N/m²

Φe Relatieve vochtigheid buiten

Φi Relatieve vochtigheid binnen

Pe Werkelijke dampspanning buiten

Pi Werkelijke dampspanning binnen

C Waterdampconcentratie