

Duurzaam detailleren

van historische gebouwen



F.R. van den Boogaard

Afstudeerscriptie

Juni 2010

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

Afstudeerscriptie
F.R. van den Boogaard
Juni 2010

Afstudeerder

F.R. (Ferry) van den Boogaard
Studentnummer 1539008
Roland Holstlaan 722
2624 JC Delft
T: 06 – 109 074 52
E: ferry.vandenboogaard@student.hu.nl

Afstudeerbedrijf

TAK architecten
Zocherweg 2A
2613 ZV Delft
T: 015 – 212 59 03



Afstudeerbegeleider bedrijf

Dhr. ing. H. (Haukit) Yu
E: h.yu@takarchitecten.nl

Onderwijsinstelling

Hogeschool Utrecht
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
T: 030 – 230 81 08



Afstudeerbegeleiders onderwijsinstelling

Dhr. ir. H. (Henk) Brinksma
Kamer A.01.11
T: 030 – 238 84 20
E: henk.brinksma@hu.nl

Mevr. ir. L. (Liza) Looijen
Kamer A.02.07
T: 030 – 238 84 94
E: liza.looijen@hu.nl

Ontwerp omslag: F.R. van den Boogaard
Foto omslag: scyedam.delinea.nl

Voorwoord

In het kader van de afronding van mijn duale studie Bouwkunde aan de Hogeschool Utrecht heb ik onderzoek verricht naar de mogelijkheden die er zijn om bouwkundige details te verduurzamen en te verbeteren. Ik heb dit onderwerp om twee redenen gekozen. Enerzijds omdat ik in mijn dagelijkse werkzaamheden vaak te maken heb met bouwkundige detailtekeningen. Anderzijds omdat ik benieuwd was naar de mogelijkheden die er zouden zijn om op het gebied van 'duurzaam bouwen' een stap vooruit te maken. Ik heb deze interessante onderwerpen geprobeerd te combineren.

Het uitvoeren van het onderzoek heb ik als zeer leerzaam ervaren. Ik hoop dat dit rapport in de toekomst een positieve bijdrage kan leveren aan de keuze voor milieubewuste materialen of bouwkundige oplossingen. Mogelijk kan het worden uitgebreid en actueel gehouden zodat het bij nieuwe projecten gehanteerd kan blijven worden.

Tot slot wil ik iedereen bedanken die mij heeft geholpen tijdens mijn studiejaren. In het bijzonder dank ik mijn vrouw Silvia voor haar geweldige steun en vertrouwen. Eveneens bedank ik mijn ouders voor hun enorme betrokkenheid en support. Mijn dank gaat ook uit naar alle betrokkenen binnen mijn afstudeerbedrijf, TAK architecten, waar ik, naast mijn normale werkzaamheden, de gelegenheid heb gekregen om deze studie te volgen. Speciale dank gaat hierbij uit naar de heren Kees Tak en Haukit Yu voor hun informatie, medewerking en prettige samenwerking. Tot slot wil ik mijn afstudeerbegeleiders van de Hogeschool, de heer Henk Brinksma en mevrouw Liza Looijen, hartelijk danken voor hun zeer nuttige en enthousiaste begeleiding.

Ferry van den Boogaard
Delft, 7 juni 2010

Samenvatting

Het milieu speelt een steeds belangrijkere rol in onze maatschappij. Bij het maken van nieuwe ontwerpen of voorafgaand aan restauratie- of renovatieprojecten bestaat er een zekere mate van vrijheid om te kiezen voor verschillende producten of voor specifieke bouwtechnische oplossingen. Gericht onderzoek naar de milieubewustheid van een materiaal en een bewuste keuze voor een bepaald detail kan leiden tot een nóg meer verantwoord ontwerp van een gebouw.

In het onderzoek staan de volgende termen centraal: duurzaam, restaureren, renoveren, bouwkundige detaillering en verbeteren. Daarom luidt de onderzoeksvraag als volgt:

Is het mogelijk om de huidige wijze van bouwkundige detailleringen voor restauraties en renovaties van woningen te verduurzamen, ofwel toegepaste oplossingen nóg minder milieubelastend en energiezuiniger uit te voeren?

Doel van dit onderzoek is dan ook onder meer het verkrijgen van inzicht in het toepassen van milieubewuste keuzes voor materialen en het op het doen van bouwtechnische en bouwfysische kennis. Dit specifiek gericht op renovaties en restauraties van historische gebouwen.

Er is onderzoek verricht naar verschillende rekenmethoden om de begrippen duurzaamheid en energiezuinigheid meetbaar te maken. Vervolgens zijn deze rekenmethoden met elkaar vergeleken aan de hand van een aantal criteria die van belang zijn voor het antwoord op de onderzoeksvraag. Eén methode is gekozen en toegepast op een bouwproject in uitvoering.

Het bouwproject is allereerst geanalyseerd (nulmeting) en vervolgens zijn onderbouwde aanpassingen gedaan op het gebied van materialisering, bouwtechniek en bouwfysica (upgrade). Hiervan zijn uitgewerkte resultaten, in de vorm van detailtekeningen, weergegeven. Het rapport wordt afgesloten met een conclusie, een bronvermelding en bijlagen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	III
Samenvatting	V
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Probleemstelling	1
1.3 Afbakening	1
1.4 Onderzoeksvraag	2
1.5 Over dit document	2
2 Rekenmethoden	3
2.1 Bestaande rekenmethoden	3
3 Milieubelasting materialen	9
3.1 Milieuklasse-indeling	9
3.2 Milieucriteria	10
3.3 Keuzelijst materialen	12
4 Nulmeting en upgrade	13
4.1 Beschrijving project	15
4.2 Beoordeling materialen en aanbevelingen	17
4.2.1 Detail 1	17
4.2.2 Detail 2	23
4.2.3 Detail 3	28
4.2.4 Detail 4	29
4.2.5 Detail 5	32
4.2.6 Detail 6	36
4.2.7 Detail 7	37
4.2.8 Detail 8	37
4.2.9 Detail 9	38
5 Conclusie en aanbevelingen	41
5.1 Conclusie	41
5.2 Aanbevelingen	41
6 Bronvermelding	43
6.1 Literatuur	43
6.2 Geraadpleegde personen	43
6.3 Internet	43
Bijlagen	45
Bijlage 1: Keuzelijst materialen	
Bijlage 2a t/m 2g: Tekeningen project	
Bijlage 3: Detail 1	
Bijlage 3a: Detail 1 (alternatief)	
Bijlage 4: Detail 2	
Bijlage 4a: Detail 2 (alternatief)	
Bijlage 5: Detail 3	
Bijlage 5a: Detail 3 (alternatief)	
Bijlage 6: Detail 4	
Bijlage 6a: Detail 4 (alternatief)	
Bijlage 7: Detail 5	

Bijlage 7a: Detail 5 (alternatief)
Bijlage 8: Detail 6
Bijlage 8a: Detail 6 (alternatief)
Bijlage 9: Detail 7
Bijlage 9a: Detail 7 (alternatief)
Bijlage 10: Detail 8
Bijlage 10a: Detail 8 (alternatief)
Bijlage 11: Detail 9
Bijlage 11a: Detail 9 (alternatief)

1 Inleiding

Er wordt te veel energie verbruikt en dat heeft zijn gevolgen voor klimaat en milieu. Daarom moet er energiezuiniger worden geleefd en gewoond.

De bouwkundige heeft geen invloed op de manier van leven van mensen en maar beperkt invloed op het wonen. Maar gericht onderzoek naar milieubewustheid van een ontwerp, voorafgaand aan bijvoorbeeld een keuze voor een bepaald toe te passen materiaal of een specifieke oplossing van een detail, kan goed leiden tot een nóg meer verantwoord ontwerp.

In het geval van het wonen in een gerestaureerd of gerenoveerd gebouw moet er een extra afweging worden gemaakt. De keuze voor een duurzame oplossing dient dan te worden afgewogen met een ander belang: het in cultureel opzicht handhaven van de kwaliteit van het historische gebouw.

1.1 Aanleiding

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van de afsluiting van het bachelorprogramma Bouwkunde.

De huidige ontwerpen en oplossingen voor het restaureren en renoveren van gebouwen, binnen het afstudeerbedrijf, zijn in eerste instantie gericht op het in stand houden en behouden van cultureel erfgoed. Door de tijd heen zijn hiervoor verschillende bouwkundige oplossingen ontstaan op het gebied van restauratie en renovatie van gebouwen.

1.2 Probleemstelling

Gezien de actuele omstandigheden, met betrekking tot het milieu, is de vraag ontstaan of de dagelijks toegepaste oplossingen en materiaalkeuzes kunnen worden verbeterd in de zin van besparing op milieubelasting en energiezuinigheid.

1.3 Afbakening

Het onderzoek is gericht op het verduurzamen en verbeteren van de huidige toegepaste keuzes voor bouwkundige oplossingen en materialen binnen het afstudeerbedrijf. Achter het woord 'duurzaam' gaan twee betekenissen schuil. Enerzijds verwijst het naar een lange levensduur en anderzijds naar de zorg voor het milieu. In de bouw wordt vaak verwezen met duurzaam bouwen naar een combinatie van die twee betekenissen. Duurzaam bouwen gaat uit van (ver)bouwen met respect voor mens en milieu, zonder dat dit ten koste gaat van het comfort van de bewoner. Duurzaam bouwen doelt namelijk op twee essentiële principes:

- Een woning die zuinig omgaat met energie en nauwelijks afhankelijk is van fossiele brandstoffen.
- Een woning die is opgebouwd uit bouwmaterialen die het milieu zo weinig mogelijk belasten. Hierbij moet worden gedacht aan milieuvriendelijke grondstoffen en aan materialen die zeer lang mee gaan, eenvoudig gerecycled kunnen worden of weinig afval achterlaten.

1.4 Onderzoeksvraag

In het onderzoek staan de volgende termen centraal: duurzaam, restaureren, renoveren, bouwkundige detaillering en verbeteren. Daarom luidt de onderzoeksvraag als volgt:

Is het mogelijk om de huidige wijze van bouwkundige detailleringen voor restauraties en renovaties van woningen te verduurzamen, ofwel toegepaste oplossingen nóg minder milieubelastend en energiezuiniger uit te voeren?

1.5 Over dit document

Dit document is, naast deze inleiding, opgedeeld in nog vijf hoofdstukken. In het hoofdstuk hierna zijn de belangrijkste bestaande methoden om energiezuinigheid meetbaar te maken toegelicht en beoordeeld op bruikbaarheid voor het onderzoek. Hoofdstuk 3 licht de gekozen methode nader toe. In hoofdstuk 4 wordt eerst een project beschreven en vervolgens geanalyseerd en beoordeeld, volgens de gekozen methode, aan de hand van een aantal detailtekeningen (nulmeting). Daarna is ook gekeken of er goede alternatieven mogelijk zijn ten aanzien van besparing op milieubelasting en, bouwtechnische en bouwfysische verbeteringen (upgrade). Hoofdstuk 6 omschrijft de conclusie en aanbeveling. Het document wordt afgesloten met een lijst van geraadpleegde bronnen en bijlagen.

2 Rekenmethoden

Op het gebied van duurzaamheid zijn tal van rekenmethoden beschikbaar. Niet alle rekenmethoden zijn geschikt voor dit onderzoek. Daarom is nadrukkelijk gekeken welke methode het gewenste resultaat oplevert. De belangrijkste bestaande methoden worden in dit hoofdstuk nader toegelicht en met elkaar vergeleken. Daarna wordt onderbouwd de methode gekozen om een antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag.

2.1 Bestaande rekenmethoden

De mate van milieuvriendelijkheid kan met een aantal verschillende bestaande rekenmethoden worden beoordeeld. Allemaal gebruiken ze verschillende criteria en wegingsfactoren. De bestaande rekenmethoden/labels op een rijtje:

- EPC,
- EPA,
- GreenCalc+,
- GPR-Gebouw,
- BREEAM,
- LEED,
- Eco-Quantum,
- Groenverklaring,
- DuMo-instrument,
- Milieuclassificatie bouwproducten.

Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)

De EPC beoordeelt de energieprestatie van Nederlandse nieuwbouwprojecten. De berekening is sinds 1995 verplicht. Het energieverbruik van een gebouw wordt berekend op basis van bouwkundige en installatietechnische kenmerken. Deze worden vergeleken met een referentiegebouw. De maximale EPC-waarde per gebruiksfunctie is in het Bouwbesluit vastgelegd. Deze 'prestatie' wordt definitief vastgesteld bij het indienen van de bouw aanvraag. Op dat moment vindt ook de controle plaats door bouw- en woningtoezicht.

Sinds 1 januari 2006 is de maximaal toegestane EPC-waarde voor nieuwbouwwoningen 0,8. Woningen met een EPC-waarde tussen de 1,05 en 0,8 zijn energiezuinig en hebben het energielabel A.

De EPC is verplicht en kost dus geen extra inspanning in het ontwerpproces. Ook is de berekening objectief en goed te controleren. Voor een realistische uitkomst moet wel veel van het project bekend zijn. Een ander minpunt vanuit duurzaamheidsoogpunt is dat alléén het energieverbruik wordt bekeken; aspecten zoals materiaalgebruik blijven buiten beschouwing.

Energieprestatieadvies (EPA)

Een EPC beoordeelt nieuwbouw, de EPA beoordeelt op een vergelijkbare manier bestaande gebouwen. Groot voordeel: het gerealiseerde gebouw wordt geïnventariseerd, niet het ontwerp, zoals de EPC doet. Nadeel is dat de EPA alleen het energiegebruik beoordeelt. Overigens is deze methode ook vrij eenvoudig uit te voeren bij nieuwbouwprojecten.

De EPA berekent de energie-index van een gebouw. Het resultaat is een energielabel van minimaal G tot maximaal A voor een zéér energiezuinig gebouw. Het energielabel is sinds 1 januari 2008 verplicht bij de bouw, verkoop of verhuur in zowel de woning- als utiliteitsbouw. Uitgezonderd zijn gebouwen waarvoor al een EPC-berekening is gemaakt.

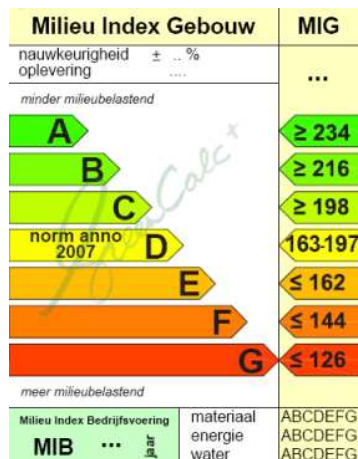
GreenCalc+

GreenCalc+ is ontwikkeld door de adviesbureaus DGMR en NIBE, en VROM, Nuon en de Rijksgebouwendienst. Deze Nederlandse berekeningsmethode berekent de duurzaamheid van zowel nieuwe als bestaande woningen, kantoren en scholen. Niet alleen het energieverbruik wordt bekeken, maar ook materiaaltoepassing en watergebruik. De berekende milieukosten worden vergeleken met een referentiegebouw uit 1990. Bij nieuwbouw heeft de energiemodule verreweg de grootste invloed, zo'n 80 à 90 procent. De duurzaamheid wordt uitgedrukt in de Milieu Index Gebouw (MIG). (Niet te verwarren met het energielabel.) Het is ook mogelijk om de invloed van de gebruiker erbij te betrekken (Milieu Index Bedrijfsvoering, MIB).

GreenCalc+ maakt gebruik van de EPC-methodiek en de levenscyclusanalyse (LCA)¹.



Afbeelding 2.1 – Energielabel



Afbeelding 2.2 – Milieu Index Gebouw

Met behulp van GreenCalc+ is het mogelijk om te bepalen wat de absolute (door middel van verborgen milieukosten) en relatieve (door middel van een milieu-index) milieubelasting is van een gebouw of wijk. De milieubelasting van een gebouw gedurende het rekenjaar van zijn levensduur wordt vergeleken met een referentie uit 1990 op de onderdelen: materiaalgebruik, energiegebruik en drinkwaterverbruik. Hiervoor is gekozen, omdat rond het jaar 1990 duurzaam bouwen in Nederland en de omringende landen goed op gang kwam. Het jaar 1990 kan dus worden gezien als het vertrekpunt. Deze vergelijking geeft de milieu-index. De milieu-index geeft in één getal de verbetering aan ten opzichte van het niveau van bouwen in 1990.

GPR-Gebouw

GPR-Gebouw is ontwikkeld door de gemeente Tilburg en W/E Adviseurs en geeft een rapportcijfer voor de modules energie, milieu, gezondheid, gebruikskwaliteit en toekomstwaarde. Een gebouw dat voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit krijgt een 6. Net als bij GreenCalc+ wordt gebruikgemaakt van de EPC-methodiek en de levenscyclus (LCA). De methode is geschikt voor de woning- en utiliteitsbouw, voor nieuwbouw en renovatie. Gemeenten gebruiken GPR-Gebouw ook vaak om de duurzaamheidsambitie voor een gebied vast te leggen. Invoeren van een gebouw is vrij eenvoudig. Nadeel is wel dat de resultaten hierdoor vrij lastig te controleren zijn; een uniforme methode van toezicht op de resultaten ontbreekt. GPR-Gebouw is ontwikkeld als ontwerptool voor onder meer architecten en is geschikt voor gebruik in alle fasen van het ontwerpproces.

¹ LCA is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en menselijke activiteiten op het milieu. Daarbij wordt gebruik gemaakt van speciale rekenmodellen. In LCA wordt de hele levenscyclus van een product of activiteit bekeken. Van de winning van grondstoffen via productie en (her)gebruik tot en met afvalverwerking. Oftewel: van de wieg tot het graf. Omdat het hierbij gaat om een keten van processen wordt LCA beschouwd als een vorm van ketenanalyse (Bron: rivm.nl).

BREEAM

BRE Environmental Assessment Model (BREEAM) is ontwikkeld door het Britse onderzoeksinstituut Building Research Establishment. De methode beoordeelt alle typen gebouwen op het gebied van management, gezondheid & comfort, energie, transport, water, materiaal & afval, landgebruik & ecologie en vervuiling. 'Energie' telt met 19 procent het sterkst mee in de uiteindelijke prestatie. Deze wordt gecategoriseerd als 'pass', 'good', 'very good', 'excellent' of 'outstanding'. Voordeel is de waardering voor duurzaamheid in brede zin. Nadeel is dat de methode geen berekening is, maar slechts gebaseerd is op een vragenlijst. Ook doorloopt de methode het totale ontwerp- en bouwproces, waardoor het relatief kostbaar is. Een door de Dutch Green Building Council (DGBC) opgeleide expert beoordeelt in het ontwerp- en uitvoeringstraject de duurzaamheid. Pas na oplevering wordt de daadwerkelijke beoordeling uitgevoerd door een onafhankelijke assessor, iemand die niet betrokken is geweest bij het ontwerp. BREEAM is breed gedragen en gebaseerd op de Nederlandse bouwregelgeving.

LEED

In 2000 introduceerde de United States Green Building Council: Leadership in Energy & Environmental Design (LEED). Deze methodiek is gebaseerd op BREEAM en onderscheidt de certificaten 'certified', 'silver', 'gold' en 'platinum'. Projecten worden beoordeeld op het stedenbouwkundig plan, waterefficiëntie, energie & klimaat, materialen & grondstoffen, binnenmilieukwaliteit en innovatie in gebruik. Voor een LEED-certificaat moet een project eerst worden geregistreerd. Een 'project administrator' van LEED dient vervolgens de aanvraag in. Na beoordeling wordt vastgesteld of er certificaat wordt afgegeven en zo ja welk. Voordeel is dat het een duurzaamheidsbeoordeling in brede zin én een internationaal erkende methode is. Belangrijkste nadeel is het Amerikaanse karakter van de methodiek; duurzaamheidsaspecten en bouwregels die specifiek in Nederland van belang zijn, worden niet op de juiste manier of andere wijze beoordeeld.

Eco-Quantum

Het Nederlandse instrument Eco-Quantum wordt door opdrachtgevers en gemeenten gebruikt om de milieu-ambitie voor woningen vast te leggen. Architecten krijgen met Eco-Quantum en de bijbehorende VO (voorlopig ontwerp) Tool al in de ontwerpfase duidelijkheid over de duurzaamheid van een gebouw. Verschillende ontwerpvarianten kunnen eenvoudig worden vergeleken. Eco-Quantum is niet bedoeld om een prestatiescore te berekenen. Op basis van energie-, materiaal- en watergebruik worden de milieu-effecten berekend met behulp van de levenscyclusanalyse. Voordeel van Eco-Quantum is dat het programma voldoende heeft aan eenvoudige uitgangspunten, maar dat ook detailinformatie ingevoerd kan worden. Nadeel is dat het alleen geschikt is om woningconcepten te vergelijken en geen prestatienorm berekent.

Groenverklaring

De Groenverklaring beoordeelt de duurzaamheid van een gebouw aan de hand van de volgende criteria: energiegebruik, luchtvervuiling in het gebouw, flexibiliteit, gesloten grondbalans, materiaal (uitsluitend duurzaam geproduceerd hout), watergebruik en maatschappelijk verantwoord ontwerp/ondernemen. Met de verklaring wordt aangetoond dat een projectbeschouwd mag worden als een 'groen project' en daarmee in aanmerking komt voor groenfinanciering. Zo kan tegen een aantrekkelijke rente geleend worden bij banken die beschikken over een Groenfonds. Voordeel is dat de methode uit een eenvoudige vragenlijst bestaat. Nadeel is dat het geen duurzaamheidscore vastlegt. Ook kan een project alleen worden aangemerkt als 'groen project' als het tot de 5 procent duurzaamste gebouwen behoort.

DuMo-instrument

Maatregelen die nodig of wenselijk zijn voor het behoud van een monument zijn soms tegenstrijdig met duurzaamheidseisen uit het Bouwbesluit. Om goed onderbouwde keuzes voor duurzame restauraties te kunnen maken is er het DuMo-instrument. Met het DuMo-instrument is het mogelijk om de monumentwaarden (Mo) en duurzaamheid (Du) tegen elkaar af te wegen. Projecten met een hoge Mo-score zijn nauwelijks aanraakbaar en mogen dus bijvoorbeeld op energiegebied legitiem lager presteren

en scoren. Net als in GreenCalc+ wordt er naast de vergelijking met een referentiegebouw, ook gebruik gemaakt van de Du-index die een onderscheid maakt in de duurzaamheidsthema's: energie, materialen en water. Ten opzichte van de standaardberekening van GreenCalc+ dienen wel enkele uitgangspunten te worden aangepast. Zo wordt bijvoorbeeld voor nieuwbouw (woningen) een gemiddelde levensduur van 75 jaar aangehouden, terwijl monumenten een veel hogere levensduur hebben. Uitgaande van de methodiek van het rekenmodel GreenCalc+ is er daarom specifiek voor monumenten het DuMo-instrument ontwikkeld waarmee de duurzaamheidsprestatie van deze bijzondere gebouwen in beeld kan worden gebracht.

Milieuclassificatie bouwproducten

De milieubelasting per materiaal is in kaart gebracht volgens de methode *milieuclassificaties bouwproducten*. Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) heeft op basis van de levenscyclusanalyses hiernaar onderzoek verricht. Veel materialen zijn onderzocht op milieubelasting en hebben naar aanleiding hiervan een milieuklasse toegewezen gekregen (schaal 1a->7c). De milieuclassificaties geven een absolute en relatieve beoordeling van de beoordeelde materialen of producten. De beoordeling in verborgen milieukosten is een absolute beoordeling en de beoordeling in milieuclasses is een relatieve beoordeling. Daardoor is er altijd een klasse 1 product, namelijk het minst milieubelastende product van de totale beoordeling.

Vergelijking

Voor dit onderzoek zijn de volgende criteria van belang om de keuze van de rekenmethode te bepalen, immers, omdat de verduurzaming van de detaillering bekeken moet worden:

- Invoer materialen moet mogelijk zijn,
- Invoer van totale gebouw (of meerdere woningen) dient mogelijk te zijn,
- Hoog detailniveau,
- Nauwkeurige berekening in plaats van vragenlijst,
- Gebruiksvriendelijk.

De genoemde rekenmethoden zijn met elkaar vergeleken en beoordeeld op een aantal thema's en kenmerken. Dit vergelijk is weergegeven in tabel 2.1.

Hieruit kan worden opgemaakt dat de *EPC-* en *EPA-methodiek* minder interessant zijn als rekenmethode voor het onderzoek. Namelijk, het thema *materiaal* scoort een *nee*, terwijl deze juist van groot belang is. *BREEAM* en *LEED* hebben betrekking op het proces en vinden in een relatief laat stadium plaats. Het detailniveau van *GPR-Gebouw* en *Groenverklaring* is erg laag. Hier wordt een totaal project (of zelfs gebied) beoordeeld op duurzaamheid. Onderzoek wijst ook uit dat de toepassing *Eco-Quantum* zich voornamelijk richt op gebiedsontwikkeling, klimaatneutrale wijken en structuurvisies.

Met de methode *GreenCalc+* (en daardoor ook het *DuMo-instrument*) is de energiemodule voor circa 80% bepalend voor de totale index. Deze energiemodule is met name afhankelijk van de ambities van de opdrachtgever, want het gaat hierbij dan om het toepassen van duurzame investeringen op installatietechnisch niveau zoals, bijvoorbeeld: het gebruik van warmtepompen, zonne-energie, warm tapwater, windmolens, WKK (warmtekrachtkoppeling), groene stroom, zuinige toiletten of vloerverwarming.

Met dit gegeven is daarom besloten de methode *Milieuclassificatie bouwproducten* toe te passen, aangevuld met specifieke bouw fysieke en bouwtechnische aanbevelingen. Een belangrijk verschil met de voorgaande rekenmethoden is dat bij deze methodiek in het ontwerp stadium een weloverwogen keuze kan worden gemaakt voor milieuvriendelijke bouwproducten. De nadruk kan dus meer worden gelegd op de reductie van de CO₂-uitstoot in plaats van het beoordelen en classificeren van het energieverbruik.

Instrument	EPC/EPA (energielabel)	GreenCalc+	GPR-Gebouw	BREEAM	LEED	Eco-Quantum	Groenverklaring	DuMo-instrument	Milieuclassificatie bouwproducten
<i>Thema's en kenmerken</i>									
Management	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja	Nee	Nee
Energie	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Gezondheid & welzijn	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Vervuiling	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja
Transport	Nee	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja
Landgebruik & ecologie	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Water	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Materialen & afval	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Type tool	Wet/ ontwerp	Ont- werp	Ont- werp	Proces	Proces	Ont- werp	Proces	Ont- werp	Ont- werp
Kwaliteitsborging	Beperkt	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Aantal gebouwen	Eén	Enkele	Enkele	Gebied	Gebied	Enkele	Eén	Enkele	Enkele
Detailniveau invoer	Hoog	Hoog	Laag	Laag	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Hoog
Methode	Bere- kening	Bere- kening	Bere- kening	Vragen- lijst	Vragen- lijst	Bere- kening	Vragen- lijst	Bere- kening	Bere- kening
Leverancier	Onaf- hanke- lijk	Markt- partij	Markt- partij	Onaf- hanke- lijk	Onaf- hanke- lijk	Markt- partij	Onaf- hanke- lijk	Markt- partij	Onaf- hanke- lijk

Tabel 2.1 – Thema's en kenmerken bestaande rekenmethoden/labels

3 Milieubelasting materialen

De milieubelasting per materiaal kan in kaart worden gebracht volgens de methode *milieuclassificaties bouwproducten*. Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) heeft op basis van de levenscyclusanalyses (LCA) hiernaar onderzoek verricht. Veel materialen zijn onderzocht op milieubelasting en hebben naar aanleiding hiervan een milieuklasse toegewezen gekregen (schaal 1a->7c). Deze milieuklassen dienen als uitgangspunt voor het onderzoek. Een selectieve materiaallijst is als leidraad gebruikt voor dit onderzoek.

3.1 Milieuklasse-indeling

De milieuclassificaties geven een absolute en relatieve beoordeling van de beoordeelde materialen of producten. De beoordeling in verborgen milieukosten is een absolute beoordeling en de beoordeling in milieuklassen is een relatieve beoordeling. Daardoor is er altijd een klasse 1 product, namelijk het minst milieubelastende product van de totale beoordeling. De milieuklasse-indeling:

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

Tabel 3.1 – Milieuklasse-indeling (Bron: NIBE)

Elk materiaal krijgt dus een milieubelastingsfactor toegewezen naar aanleiding van de totale beoordeling. De milieubelastingsfactor bepaald in welke klasse een materiaal terecht komt. De klassen 1a tot en met 3c kunnen worden aangemerkt als een goede keuze ten aanzien van vermindering van de milieubelasting.

Milieukosten

In de milieukostenmethode worden de in equivalenten uitgedrukte milieueffecten vermenigvuldigd met monetariserings- of milieukostengetallen per milieueffect. Door het optellen van alle milieukosten ontstaat een totaal milieukostenplaatje, een gewogen score in één getal. Voor monetariserings- of milieukostengetallen worden soms ook de termen schaduw prijzen of preventiekosten gebruikt. Milieukosten zijn altijd economische waarden. De schaduw prijs van een emissie wordt bepaald door de kosten van de laatste nog net noodzakelijke maatregel om een emissiedoelstelling te halen, de zogeheten marginale kosten. Deze schaduw prijs weerspiegelt de kosten die de maatschappij er voor over heeft het betreffende milieudoel te bewerkstelligen. Preventiekosten zijn kosten van preventieve

maatregelen waarmee een bepaalde milieubelasting kan worden voorkomen. Bij 'preventiekosten tot duurzaamheid' gaat het om de kosten van preventieve maatregelen, die getroffen zouden moeten worden om de huidige emissies verder terug te dringen tot aan een duurzaam niveau. Het zijn (theoretische/hypothetische) kosten van maatregelen, die nog zouden moeten worden uitgevoerd. Deze kosten geven een beeld van wat de maatschappij bereid zou moeten zijn te betalen voor het terugdringen van de milieubelasting tot een duurzaam niveau (preventie tot duurzaamheid).

3.2 Milieucriteria

De volgende milieucriteria zijn beoordeeld om mede de milieuklasse te bepalen²:

- Emissies,
- Uitputting,
- Landgebruik,
- Hinder.

Emissies

Voor de karakterisatiefactoren is er gebruik gemaakt van de CML-2 gegevens. Bij de beoordeling van de emissies is het CML2-baseline milieueffect aquatische ecotoxiciteit voor zeewater buiten beschouwing gelaten omdat het milieueffect volledig werd gedomineerd door de emissie van waterstoffluoride (HF) in de beschikbare procesgegevens.

Uitputting

Voor de beoordeling van uitputting van grondstoffen is gebruik gemaakt van de kwalitatieve methode uit het TWIN-model. De beschikbare methodes waar in de CML2 handleiding naar wordt gerefereerd maken gebruik van mondiale ultieme voorraden of hebben alleen betrekking op uitputting van mineralen in de zin van metaalertsen en fossiele brandstoffen. De uitputting van bulkgrondstoffen zoals zand en grind die juist in de bouw een rol speelt, komt in deze beschikbare methodes niet aan de orde. Mede gezien de discussies die er zijn over de winning van oppervlaktedelfstoffen zoals zand, grind en kalksteen (mergel) op de korte en middellange termijn, werd het door NIBE niet terecht gevonden om bij de beoordeling van bouwproducten voorbij te gaan aan de uitputting van bulkgrondstoffen. Ondanks de beschikbaarheid van een goede kwantitatieve methode is er daarom voor gekozen om gebruik te maken van de kwalitatieve methode uit het TWIN-model. Een bijkomend voordeel was dat het milieueffect uitputting van biotische grondstoffen hierdoor op vergelijkbare wijze beoordeeld wordt. Uitputting van biotische grondstoffen kan in de bouw een grote rol spelen indien bijvoorbeeld niet duurzaam geproduceerd tropisch hout wordt gebruikt. Bij de beoordeling wordt rekening gehouden met de huidige voorraad en de afname daarvan.

² Milieucriteria volgens beoordeling TWIN model 2002 (Bron: NIBE).

Landgebruik

Bij landgebruik worden zowel het bezet houden van land als de omzetting van land van het ene naar het andere landschapstype meegenomen. In de bouw speelt dit een belangrijke rol bij de winning van grondstoffen. In de CML2 handleiding worden voor landgebruik een viertal milieueffecten genoemd die hierop van invloed zijn. Het gaat om het bezet houden van land, verlies van biodiversiteit, verlies van ondersteunende levensfuncties en verdroging. Op basis van deze criteria en de beschikbare data was het helaas niet mogelijk om duidelijke scores voor landgebruik in de LCA op te nemen. In de Eco-indicator '99 is een methode uitgewerkt waarin de effecten van landgebruik worden uitgedrukt als schade aan het ecosysteem. Zowel de omzetting van land, het bezet houden van land als de hersteltijd voor terugkeer naar de oorspronkelijke situatie zijn hierin meegenomen. Bij de omzetting van land wordt rekening gehouden met het verlies van biodiversiteit op basis van het voorkomen van (hogere vaat-) plantensoorten. Voor de hersteltijden wordt in de Eco-indicator '99 gerekend met een algemene (standaard-) periode van 30 jaar. Door het NIBE zijn voor de verschillende grondstoffen hersteltijden bepaald die typerend zijn voor de landschapssituatie waarin de grondstof wordt gewonnen.

Hinder

Bij de productie van verschillende bouwproducten kan in verschillende fases hinder optreden. Bij hinder wordt er door het NIBE onderscheid gemaakt tussen hinder door stank, licht, geluid en kans op calamiteiten. Voor stankhinder is gebruik gemaakt van de CML2 baseline methode. Voor geluidhinder is er ook een baseline methode beschikbaar, maar door een gebrek aan gegevens in de gebruikte processen is deze methode niet bruikbaar. Voor geluidhinder bij winning van grondstoffen en productie van materialen is daarom gebruik gemaakt van de kwalitatieve methode uit het TWIN-model. Geluidhinder veroorzaakt door wegverkeer is gekwantificeerd met behulp van de methode die Müller-Wenk (1999) hiervoor heeft opgesteld. Hinder ten gevolge van licht en kans op calamiteiten is beoordeeld op basis van de kwalitatieve methode uit het TWIN-model.

Karakterisatie

In de karakterisatiestap van de LCA wordt de bijdrage aan de milieueffecten berekend. In tabel 3.2 is aangegeven welke milieueffecten zijn beoordeeld en uit welke methode de karakterisatiefactoren zijn gebruikt.

Milieu-effect	Eenheid	Methode
<i>Emissies</i>		
Broeikaseffect	kg CO ₂ eq.	CML2-baseline, GWP100
Ozonlaagaantasting	kg CFC-11 eq.	CML2-baseline, ODP"
Humane toxiciteit	kg 1,4-DB eq.	CML2-baseline, HTP", global
Aquatische toxiciteit (zoet water)	kg 1,4-DB eq.	CML2-baseline, FAETP", global
Terrestrische toxiciteit	kg 1,4-DB eq.	CML2-baseline, TAETP", global
Fotochemische oxidantvorming	kg C ₂ H ₄ eq.	CML2-baseline, high NO _x POCP
Verzuring	kg SO ₂ eq.	CML2-baseline, average European AP
Eutrofiëring	kg PO ₄ eq.	CML2-baseline, generic EP
<i>Uitputting</i>		
Biotische grondstoffen	mbp	TWIN
Abiotische grondstoffen	mbp	TWIN
Energiedragers	mbp	TWIN
Landgebruik	PDF*m ² yr	Eco-indicator '99
<i>Hinder ten gevolge van</i>		
Stank	OTV m ³	CML2-baseline, inverse OTV
Geluid door wegtransport	DALY	Müller-Wenk
Geluid door productieprocessen	mbp	TWIN
Licht	mbp	TWIN
Kans op calamiteiten	mbp	TWIN

Tabel 3.2 – Milieu-effecten (Bron: NIBE)

3.3 Keuzelijst materialen

Een selectie van materialen (inclusief milieuklasse) is weergegeven in een lijst. Deze lijst is onderverdeeld in drie hoofdcategorieën:

- Draagconstructies,
- Gevels en daken,
- Afwerkingen.

Bovenstaande hoofdcategorieën zijn vervolgens opgesplitst in subcategorieën per onderdeel. Elk onderdeel heeft zijn eigen producten of materialen. Ieder product of materiaal is beoordeeld volgens de milieuclassificatiemethode. Het heeft dus een beoordeling gekregen op basis van de milieubelastingsfactor en daarmee een milieuklasse toegewezen gekregen. De selectie van materialen heeft plaatsgevonden naar aanleiding van een onderzoek waarbij hoofdzakelijk is gelet op de mogelijke toepassing ervan. De lijst met materialen (en milieuklassen) is weergegeven in bijlage 1.

4 Nulmeting en upgrade

In dit hoofdstuk wordt de gekozen methode, in het vorige hoofdstuk, toegepast op een project. Het project zelf wordt eerst kort op hoofdpunten beschreven.

Vervolgens worden 9 stuks bouwkundige details in beeld gebracht en geanalyseerd en beoordeeld op de materiaalkeuze (nulmeting).

Daarna wordt bekeken of er minder milieubelastende materialen bestaan aan de hand van de materiaallijst en of er relevante bouwkundige en bouwfysische verbeterpunten mogelijk zijn in de details. In de aanbeveling worden een aantal mogelijke relevante verbeterpunten beschreven (upgrade). De bouwkundige en bouwfysische aspecten zijn allebei onderverdeeld in een aantal onderwerpen. De onderwerpen zijn weergegeven in het stappenplan.

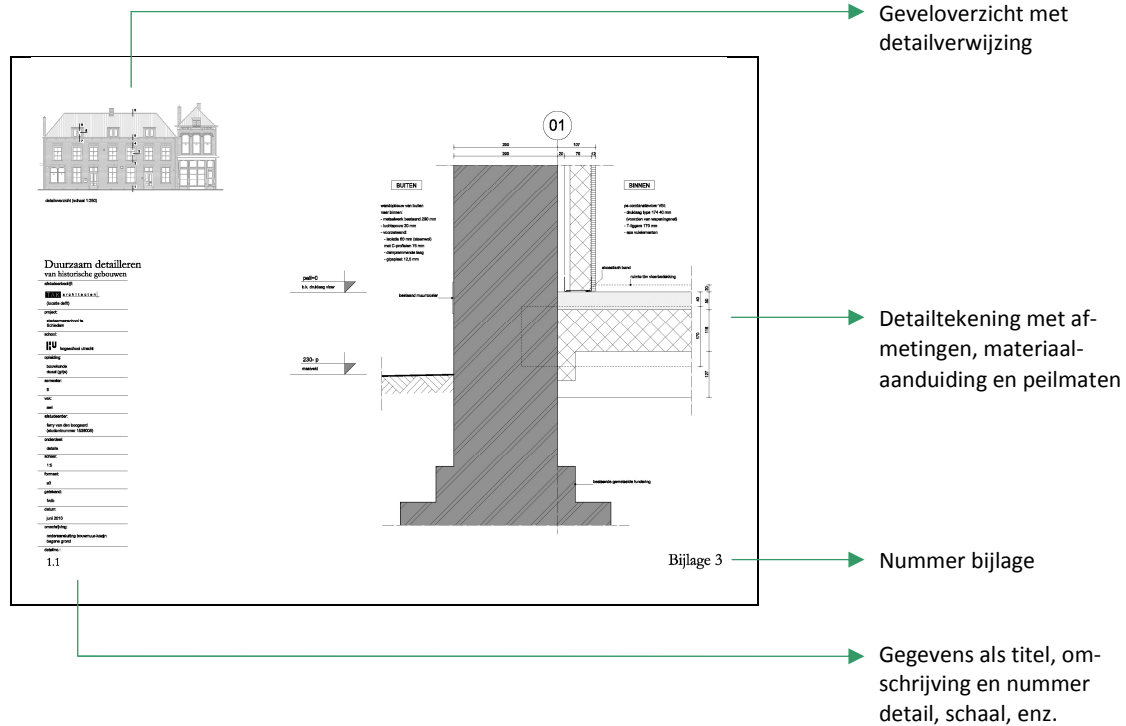
In het onderzoek is te werk gegaan volgens de volgorde van onderstaand stappenplan:

Stappenplan		
Stap	Onderdeel	Omschrijving
1	Milieubelasting materialen	<i>Bepaling milieuklasse per toegepast materiaal en minder milieu-belastend alternatief</i>
2	Bouwtechniek: -Fundering en begane grond -Casco -Dak -Gevel -Afbouwconstructie	<i>Bepaling per onderwerp welke verbeteringen kunnen worden toegepast</i>
3	Bouwfysica: -Warmte -Vocht -Ventilatie -Geluidwering -Licht -Brand	<i>Bepaling per onderwerp welke verbeteringen kunnen worden toegepast</i>

Tabel 4.1 – Stappenplan

De nulmeting en resultaten van de upgrade zijn uitgewerkt in de vorm van detailtekeningen en te vinden in de bijlagen. Eerst wordt het bestaande detail weergegeven, waarna vervolgens een alternatief is getekend.

De detailbladen zijn uitklapbaar, waardoor lezen van het rapport in een oogopslag kan worden afgewisseld met het lezen van het bouwkundige detail. De detailtekeningen zijn als volgt opgebouwd:



Afbeelding 4.1 – Detailblad

4.1 Beschrijving project

De voormalige stadsarmschool, gebouwd in 1779 aan de Broersveld 142-144 te Schiedam, brandde door kortsluiting op 3 mei 2007 grotendeels uit. De eigenaar van de panden (gemeente Schiedam) heeft TAK architecten, te Delft, daarom opdracht gegeven om het gemeentelijk monument te herstellen. Zij hebben de panden ingemeten, getekend en de schade in kaart gebracht. Het naastgelegen, door rookschade getroffen pand (Broersveld 140), is meegenomen in het plan om restauratie, renovatie en herbesteding te realiseren. Het nieuwe ontwerp bestaat uit vijf appartementen waarvan één woon-/winkelruimte. In 2009 is gestart met de uitvoeringswerkzaamheden van de nieuwe plannen en in de tweede helft van 2010 wordt de oplevering verwacht.



Afbeelding 4.2 – Voorgevel Broersveld 144-142, voor de brand (Bron: scyedam.delinea.nl)



Afbeelding 4.3 – Foto tijdens de brand (Bron: scyedam.delinea.nl)

Fundering en vloeren

De gebouwen hebben van oorsprong een gemetselde (Amsterdamse) paalfundering en houten balkvloeren. De bestaande begane grondvloeren waren door waterschade ernstig aangetast. In het nieuwe ontwerp is daarom gekozen om deze vloeren geheel te vervangen door betonnen isolatievloeren. Tevens bleek, zonder extra voorzieningen te treffen, de benodigde hoeveelheid ventilatie voor een houten begane grondvloer/kruipruimte in deze situatie niet mogelijk.

De eerste verdiepingvloeren, opgelegd in de voorgevel, blijven grotendeels gehandhaafd. De zoldervloeren waren verwoest door de brand en zijn geheel vervangen door nieuwe grenenhouten balken en vuren houten vloerdelen. De verdiepingvloeren worden afgewerkt met egalisatiekorrels en gipsvezelplaten.

Gevels en buitenkozijnen

De gevels, van het voorgebouw van de voormalige stadsarmschool, zijn gemetseld in kruisverband met ijsselstenen. De voorgevel van dit gebouw is voorzien van grenenhouten buitenkozijnen, waarvan de meerderheid zesruits schuiframen bevat.

De drie panden hebben elk hun eigen toegangsdeur. Zowel de raam- als deurkozijnen zijn voorzien van hardstenen onderdorpels. In het nieuwe ontwerp is bij Broersveld 144 een gezamenlijke entree gecreëerd om toegang te bieden tot drie appartementen.

De brand heeft de grootste schade aangericht aan het gevelmetselwerk en de buitenkozijnen ter hoogte van de eerste verdieping. Het metselwerk wordt daarom hier voor een groot deel ingeboet en helemaal opnieuw gevoegd. De binnenzijde van alle buitenmuren worden geïsoleerd afgewerkt door middel van nieuwe voorzetwanden, bestaande uit isolatiemateriaal, metal stud profielen en gipsvezelplaten. Alle kozijnen worden voorzien van nieuwe vensters met daarin klassiek monumentglas.

Kap en dak

De plattegrond van het hellende dak heeft de vorm van een F, waarbij de aan het Broersveld gelegen lange zijde een schildkap kent en de naar de achterzijde uitgebouwde dwarskappen als zadeldaken eindigen tegen twee gemetselde tuitgevels. De ruimte in de zuidoostelijke, buitenste hoek van de F is opgevuld met een tweelaags bouwdeel en plat dak. Door de brand is het dak en de kapconstructie van

Broersveld 142-144 volledig verloren gegaan. Er is daarom een geheel nieuwe spantconstructie met gordingen gereconstrueerd. Op deze spantconstructie is een geïsoleerde dakplaat gelegd, met nieuwe oud-Hollandse dakpannen op tengels en panlatten. De binnenzijde van de prefab dakplaat is afgewerkt met een multiplex binnenplaat.



Afbeelding 4.4 – Luchtfoto, voor de brand, waarbij Broersveld 140-144 zijn omcirkeld (Bron: bing.com)

Voor de brand bevonden zich, in de voorgevel, boven de tweede en zesde vensteras twee dakkapellen. In het nieuwe ontwerp komt in de vierde vensteras daar een dakkapel bij. Om voldoende daglicht te laten toe treden zijn in het nieuwe dak nog enkele dakramen en een loggia ontworpen. In zowel de voor- als achtergevel van de nieuwe kapvoet bevinden zich nieuwe geprofileerde houten bakgoten, voorzien van een zinken bekleding, op houten gootklossen.



Afbeelding 4.5 – Foto nieuwe spantconstructie (Bron: TAK architecten)



Afbeelding 4.6 – Foto nieuwe dakplaat/nokgording achtergevel (Bron: TAK architecten)



Afbeelding 4.7 – Foto nieuwe dakpannen achtergevel (Bron: TAK architecten)

4.2 Beoordeling materialen en aanbevelingen

In de afbeelding hieronder is aangegeven welke 9 details zullen worden behandeld, middels een detailsnede en nummer:



Afbeelding 4.8 – Tekening voorgevel van de Stadsarmenschool (Bron: TAK architecten)

4.2.1 Detail 1

Dit detail geeft de aansluiting weer van de opgaande metselwerk gevel met de begane grondvloer en het aansluitende terrein (bijlage 3). In dit detail blijven de gemetselde bouwmuur/fundering en het aansluitende terrein gehandhaafd, daarom worden hiervoor geen alternatieve minder milieubelastende materialen voor gezocht. Alleen de nieuw uit te voeren materialen komen aan bod. Buiten beschouwing blijft verder: de binnenwandafwerking. De woning wordt namelijk behangklaar opgeleverd. Nieuw wordt uitgevoerd:

- Voorzetwand, bestaande uit isolatie met C-profielen en afgewerkt met een gipskartonplaat,
- Begane grondvloer.

Spouwisolatie

Als eerste onderdeel van de beoordeling wordt de spouwisolatie van de voorzetwand bekeken. In diagram 4.1 zijn de verschillende soorten spouwisolatiematerialen weergegeven, met elk hun milieuklasse. Deze spouwisolaties zijn overgenomen conform de materiaallijst in bijlage 1.

Uit de grafiek valt af te lezen dat schapenwol het minst milieubelastende materiaal is (klasse 1a). Ten aanzien van de milieubelasting scoort polyurethaan het hoogst (klasse 4c).

In het detail is uitgegaan van steenwol (klasse 2b) als toegepaste thermische isolatie. Polystyreen valt in dezelfde milieuklasse als steenwol en is daarom als alternatief geen verbetering. Mogelijke milieuvriendelijkere alternatieven zijn wél: schapenwol, glaswol, vlassisolatie en resol-schuim.

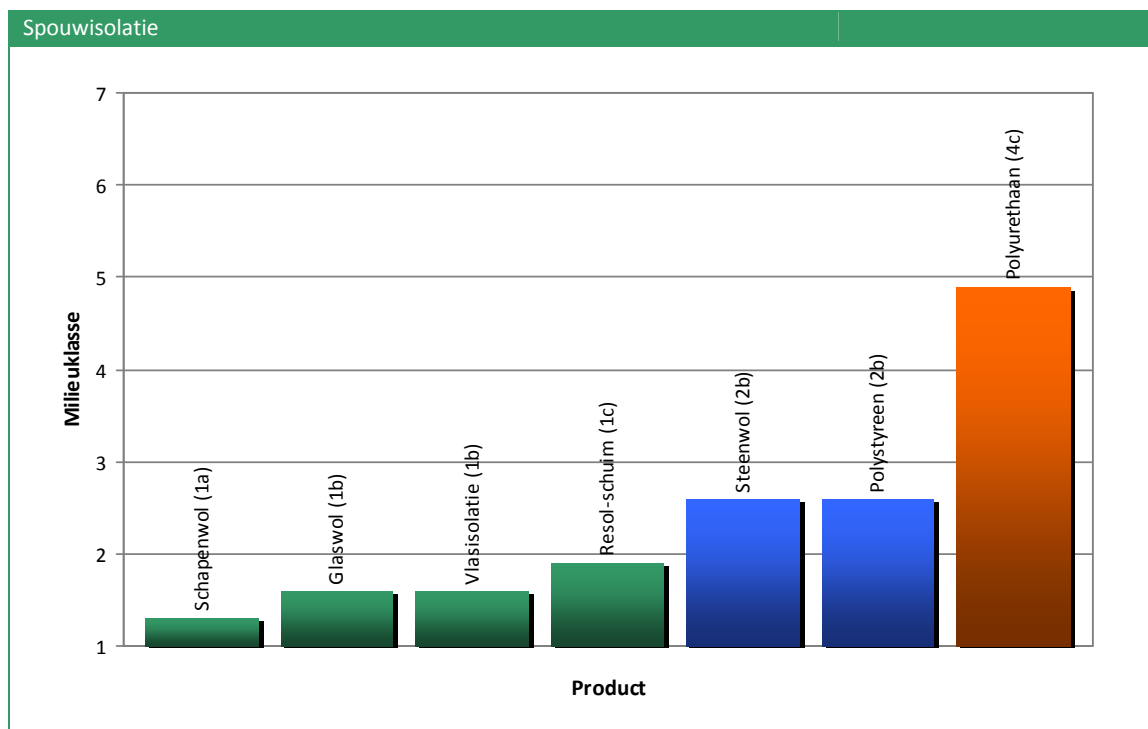


Diagram 4.1 – Milieuklasse spouwisolatie

Steenwol is enigszins te vergelijken met glaswol. Per kilogram steenwol is de milieubelasting iets lager dan per kilogram glaswol. Dit wordt echter op productniveau teniet gedaan door de tweemaal hogere massa van steenwol. De milieubelasting wordt met 93% voornamelijk bepaald door de emissies.

Schapenwol isolatiedekens hebben ten opzichte van alle andere alternatieven in een spouwmuur de laagste milieubelasting. Een lage massa per functionele eenheid gecombineerd met een energieextensief en simpel productieproces ligt hieraan ten grondslag. De belangrijkste factor in de milieubelasting is ook hier de verontreiniging (emissies) met 92%. Deze emissies worden met 57% voornamelijk veroorzaakt door broeikasgassen. Binnen de beoordeling is een dampremmer op basis van polyethyleen meegenomen.



Afbeelding 4.9 – Schapenwol isolatiedekens
(Bron: doschawol.nl)



Afbeelding 4.10 – Bundel glaswol (Bron: isover.nl)

Glaswol valt in milieuklasse 1b. Daarmee is het het enige traditionele isolatiemateriaal dat tot de groep van de beste milieukeuzes behoort. Glaswol bestaat voor circa 70% uit oud-glas. Dit reduceert de mate van uitputting en landschapsaantasting, doordat (minder) schaars kwartsand gewonnen hoeft te worden. Met een aandeel van de emissies van 89% in de totale milieubelasting, zijn ook hier de emissies maatgevend.

Vlasisolatie (klasse 1b) is een van de beste milieukeuzes. Er zijn verschillende soorten vlasisolatie in Nederland verkrijgbaar, waarbij het belangrijkste onderscheid te vinden is in het bindmiddel. Veelal is dit een combinatie van kunsthars en een natuurlijk bindmiddel. De goede milieuscore van dit nagroeibare product ligt in het feit dat vlas een relatief lage massa heeft en per kilogram materiaal een lage milieubelasting.

Resol-schuim heeft ten opzichte van de overige materialen de hoogste isolatiewaarde, waardoor maar weinig materiaal nodig is (warmtegeleidingscoëfficiënt is 0,020 W/mK). Dit maakt dat het het enige materiaal op basis van kunststof is dat in milieuklasse 1 valt. Nadrukkelijk maatgevend voor de milieuscore zijn hier de emissies met 94%.



Afbeelding 4.11 – Vlasisolatie (Bron: isovlas.nl)



Afbeelding 4.12 – Resol-schuim spouwisolatie (Bron: kingspan.nl)

Door middel van een Rc-berekening zijn de alternatieve spouwisolaties met elkaar vergeleken. In diagram 4.2 zijn de uitkomsten van deze berekeningen weergegeven, waarbij is uitgegaan van de volgende wandopbouw (de aanwezige dampremmer en c-stijlen zijn verwaarloosbaar in deze berekening en daarom niet meegenomen):

- Baksteen metselwerk 290 mm,
- Luchtpouw 25 mm,
- Isolatie 60 mm,
- Gipsplaat 12,5 mm.

Resol-schuim lijkt daarom het beste alternatief voor de spouwisolatie dankzij de lage milieubelasting en de hoge isolatiewaarde. Met 60 mm resol-schuim wordt een Rc-waarde behaald van 3,44 m²K/W. Dit is een aanzienlijke verbetering dan de steenwol toegepast als thermische isolatie (Rc-waarde 2,15 m²K/W).

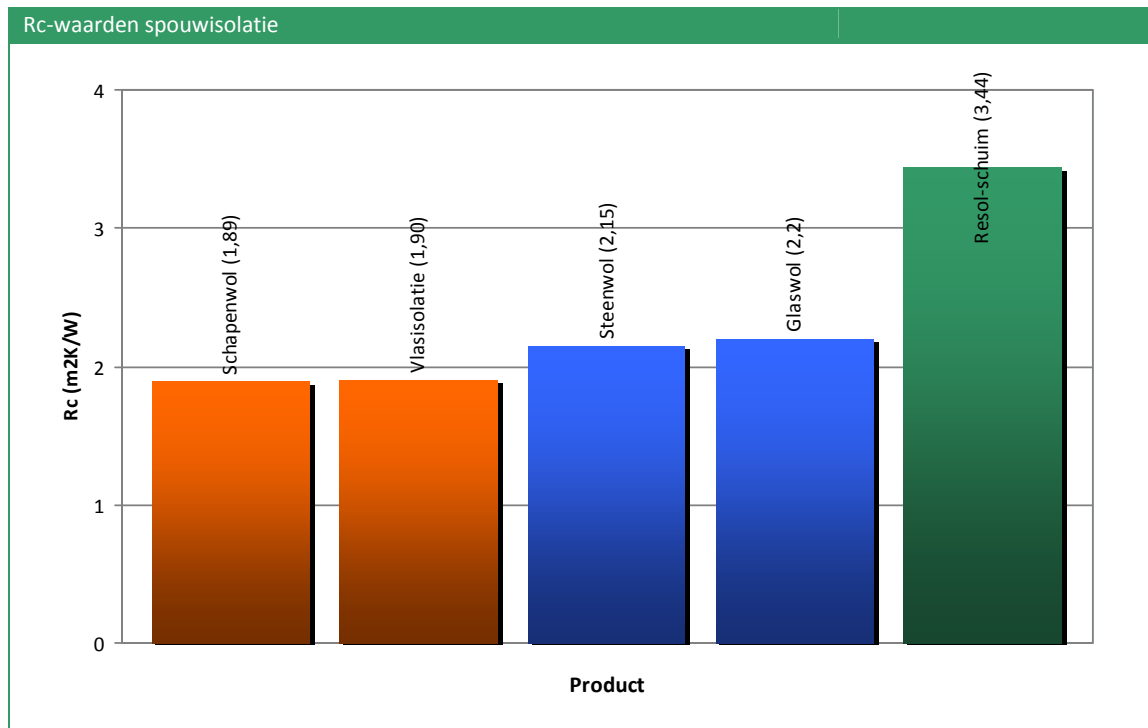


Diagram 4.2 – Rc-berekening met mogelijke toepasbare alternatieve spouwisolatiematerialen

Plaatmateriaal

Als tweede onderdeel van de beoordeling wordt het plaatmateriaal van de voorzetwand bekeken. In diagram 4.3 zijn de verschillende soorten plaatmateriaal weergegeven, met elk hun milieuklasse.

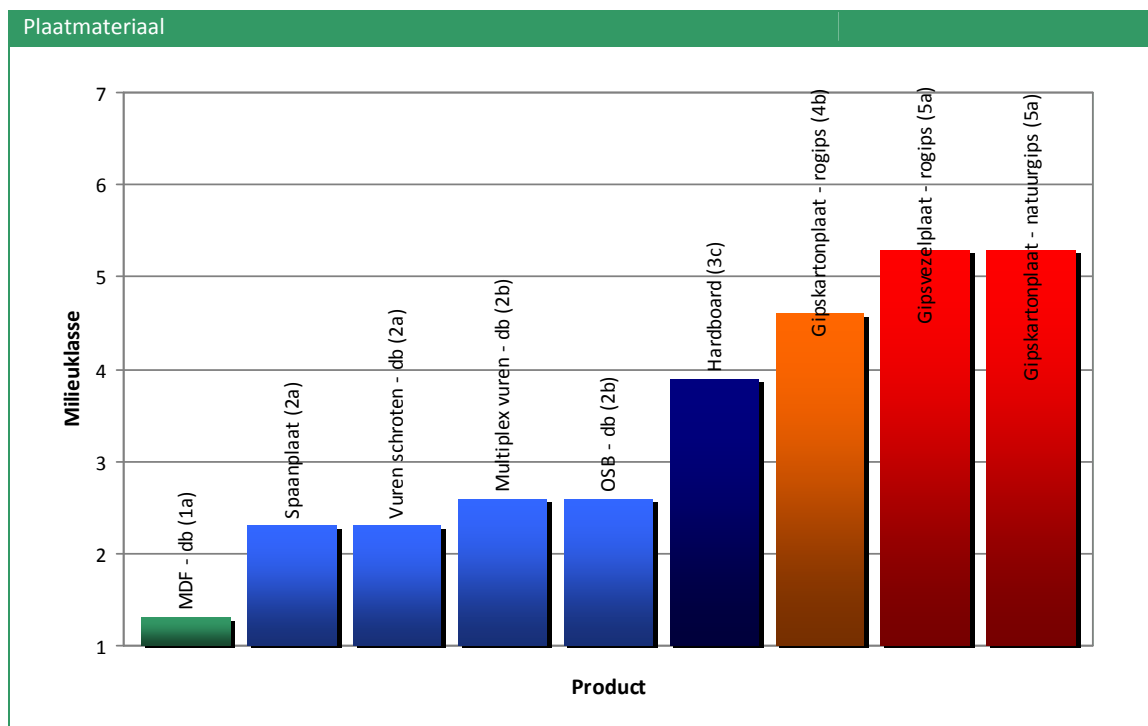


Diagram 4.3 – Milieuklasse plaatmateriaal

Uit diagram 4.3 kan men opmaken dat MDF als plaatmateriaal het minst milieubelastende materiaal is (klasse 1a).

In het detail is echter uitgegaan van een enkele (Gyproc) gipskartonplaat van 12,5 mm. Ten aanzien van de milieubelasting scoort deze het slechtst (klasse 5a). Bovendien komt dit materiaal boven de wenselijke milieugrens uit van 3c. Mogelijke milieuvriendelijkere alternatieven zijn wél: de houten plaatmaterialen en de gipsplaat op basis van rogips. Uitvoeringstechnisch lijken de houten plaatmaterialen wel lastig toepasbaar, daar in dit geval een strakke en vlakke wand wordt verwacht. Gezien het afdichten van naden daarbij moeilijk is te realiseren lijkt de rogipsplaat een acceptabel alternatief.

De gipskartonplaat op basis van rogips scoort klasse 4b. Het rogips wordt gewonnen tijdens de onttwaving van rookgassen van kolengestookte elektriciteitscentrales. In vergelijking met natuurgips is dit minder milieubelastend. Naast de emissies zijn de eigenschappen van deze materialen grotendeels hetzelfde. Dit milieuvriendelijkere product kan worden gezien als goed alternatief voor de toegepaste op basis van natuurgips.

De gipskartonplaat (op basis van natuurgips is omkleed met karton, toegepast als plaatmateriaal voor een elementwand) heeft reeds een ruim 5 maal grotere milieubelasting dan spaanplaat uit 90% afvalhout en nog meer dan MDF (afkomstig uit een duurzaam beheerd bos).

Begane grondvloer

Als laatste onderdeel van dit detail wordt de begane grondvloer bekeken. In diagram 4.4 zijn de verschillende soorten vloeren weergegeven, inclusief de bijbehorende milieuklasse.

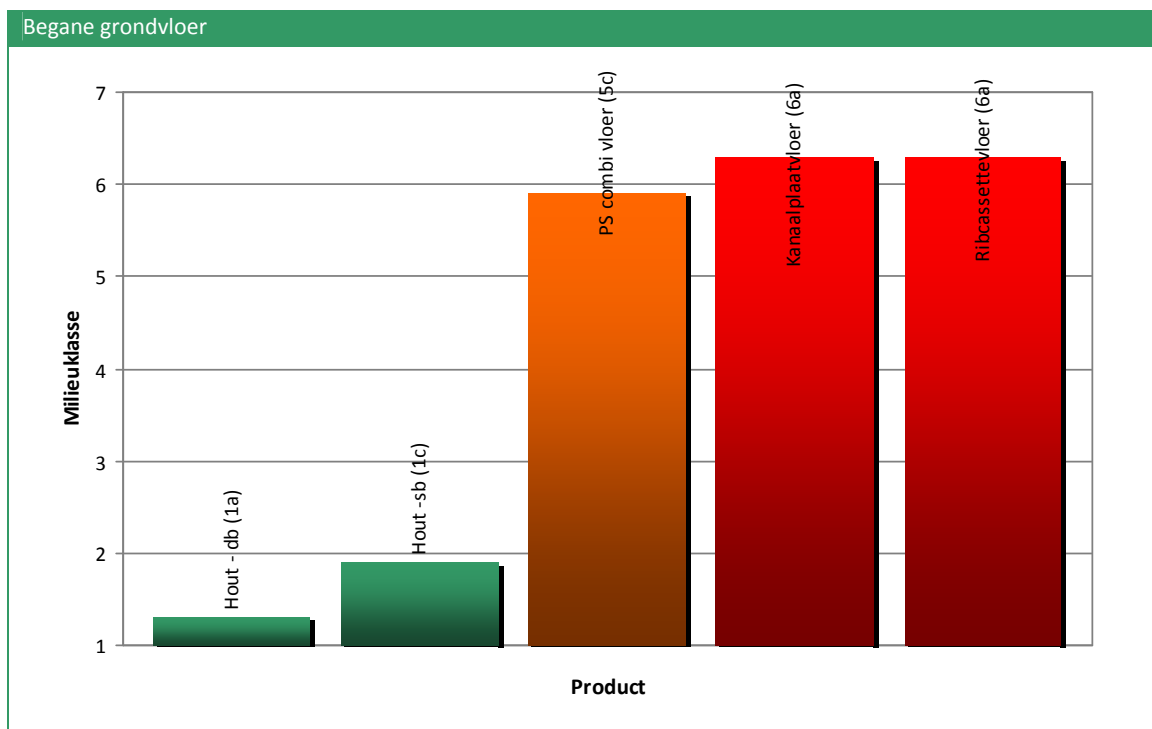


Diagram 4.4 – Milieuklasse begane grondvloer

Diagram 4.4 geeft weer dat houten balkvloeren (uit zowel duurzaam als standaard beheerde bossen) het minst milieubelastend zijn (klasse 1a en 1c). De andere vloeren scoren beduidend minder.

De keuze voor een niet-houten vloer is echter bewust geweest, daar er in de kruipruimte moeilijk geventileerd kan worden. Om deze reden is toegepast: de PS combinatievloer (klasse 5c). Ten opzichte van de kanaalplaat- en ribcassettevloer blijkt uit het diagram dat dit de beste keuze is.

De (PS)combinatie (broodjes) vloer is circa 200 mm dik en bestaat uit (voorgespannen) smalle T-liggers, een gewapende druklaag en vulelementen van geëxpandeerd polystyreen. De grondstoffen voor de

betonmortel zijn cement, zand, grind, metselwerk- en betongranulaat en water. De emissies bepalen voor 84% de totale milieubelasting.



Afbeelding 4.13 – De PS combinatievloer in de Stadsarmenschool, december 2009 (Bron: TAK architecten)

Aanbevelingen

Naast de afweging van materialen is er ook gekeken naar mogelijke bouwtechnische en bouwfysische verbeteringen van het detail.

De voorgespannen betonnen T-liggers kunnen worden opgelegd in nieuw gemaakte inkassingen in de bestaande bouwmuur. De vulelementen hebben een dusdanige vorm dat zij de T-liggers volkomen omsluiten. Hierdoor ontstaat er geen koudebrug. Het luchtdicht afwerken van het geheel verdient de aandacht (ook moet hierbij gedacht worden aan kruipluiken/vloeren meterkasten).

In de Rc-berekening is al naar voren gekomen dat de resol-schuim spouwisolatie een hogere isolatiewaarde heeft dan de toegepaste steenwol.

Het is verstandig om ventilatiekokers toe te passen. Ventilatie van de kruipruimte kan niet alleen dienen voor het afvoeren van vocht in de kruipruimte, maar ook van schadelijke stoffen in de bodem (zoals radon). Mogelijk zijn de bestaande muurroosters hiervoor te gebruiken.

Anders kan men kiezen om nieuwe muurroosters te plaatsen. Met een prefab betonnen omranding, welke aan de onderkant open is zodat hemelwater door een grindlaag weg de grond in kan, kan dit worden afgewerkt. Het voordeel hiervan is dat de ventilatiekoker niet schuin omlaag de kruipruimte in hoeft te worden geplaatst, wat kan leiden tot inwateren van hemelwater.



Afbeelding 4.14 – Alternatief nieuw muurrooster met prefab betonnen omranding, gevuld met grind

Een mogelijke toevoeging aan dit detail zou nog kunnen zijn: het toepassen van folie of schelpen om de kruipruimte mee af te dekken. Deze maatregel is niet alleen energiebesparend maar verlaagd ook de luchtvochtigheid in de kruipruimte. Dit is met name interessant bij houten vloeren (in combinatie met isolatie van de vloer zelf).

Dampdiffusie (inwendige condensatie) dient voorkomen te worden door een dampremmer op te nemen aan de 'warme' kant van het isolatiemateriaal. Hierdoor kan waterdamp van binnenuit niet de constructie in. In het bestaande detail (bijlage 3) is deze al opgenomen en kan dus worden gehandhaafd.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 1 is te zien in bijlage 3a (detail 1 alternatief).

4.2.2 Detail 2

Dit detail geeft de aansluiting weer van de bouwmuur met het kozijn (bijlage 4). In dit detail blijven de bestaande steens metselwerk bouwmuur en de kozijnen grotendeels gehandhaafd. De ramen worden plaatselijk hersteld en voorzien van klassiek geïsoleerd monumentglas. Uitsluitend de nieuw te plaatsen materialen worden in dit onderzoek geanalyseerd en daarom blijven, in de beoordeling van dit detail, buiten beschouwing: bestaande natuursteen raamdorpelsteen en diverse houten afwerkingen zoals vensterbanken, lijsten, enzovoorts. Nieuw wordt uitgevoerd en beoordeeld aan de hand van de milieuclassificatie:

- Voorzetwand, bestaande uit isolatie met C-profielen en afgewerkt met een gipskartonplaat,
- Raamkozijnen,
- Schilderwerk buiten en
- Schilderwerk binnen.

De spouwisolatie en de gipsplaat zijn in detail 1 al behandeld. Daarom blijven in dit detail het raamkozijn en de verven (buiten en binnen) over om te beoordelen.

Raamkozijnen

In onderstaande diagram zijn de verschillende soorten materialen met milieuklassen in beeld gebracht als toepassing voor raamkozijnen. Voor de beoordeling van de raamkozijnen is in het detail uitgegaan van Oregon Pine als toegepast materiaal. Deze naaldhoutsoort staat echter niet ingedeeld in onderstaande grafiek. Bij het Europese zachthout (klasse 1a) is men namelijk uitgegaan van de houtsoort vuren (gevingerlast). Bij de duurzamere houtsoorten (klasse 1a-2a) is het opmerkelijk dat de kunststof EPDM-profielen (als kierdichting) voor ongeveer 10% deel uitmaken van de totale milieubelasting en het aanstootprofiel en verfsysteem (alkydverf) samen voor 18%.

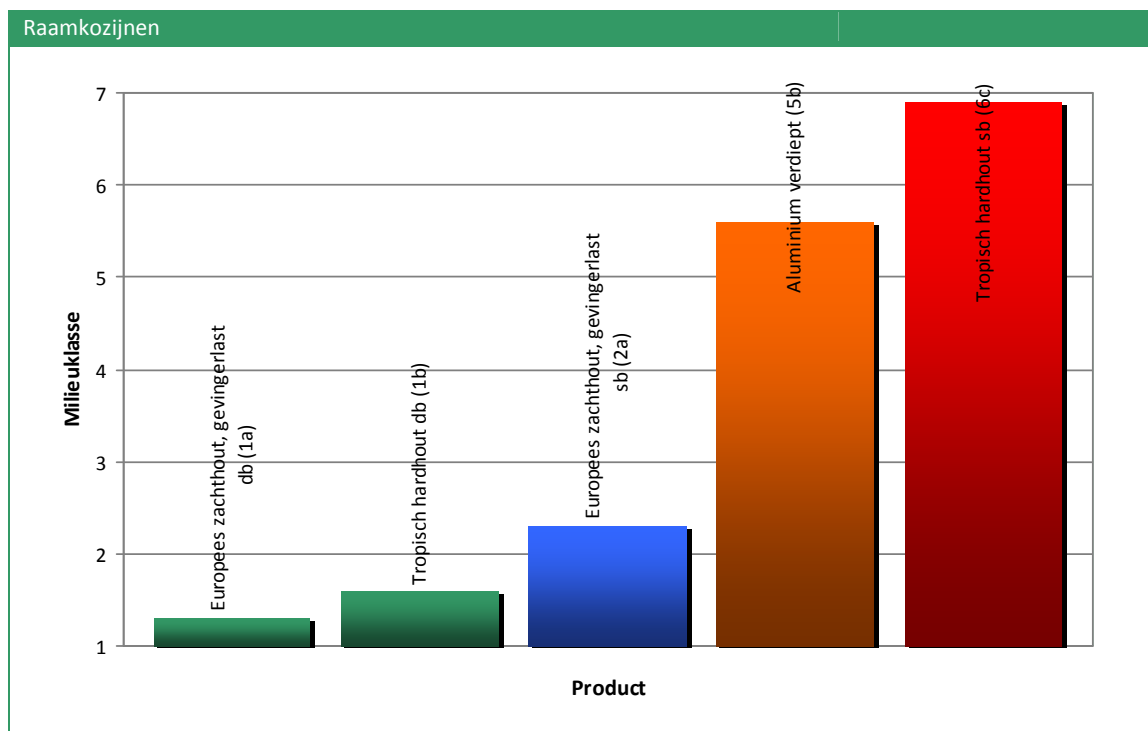


Diagram 4.5 – Milieuklasse raamkozijnen

Aluminium verdiept en tropisch hardhout (afkomstig uit niet-duurzaam beheerd bos) vallen om hun hoge milieubelasting af. De overige 3 houtsoorten blijven allen ruim onder de grens van 3c. Een milieuvriendelijke keuze kan hieruit dus gemaakt worden.

Verven (hout) buiten

Voor de beoordeling van het buitenschilderwerk (kozijnen, ramen en overige houten onderdelen) is uitgegaan van alkydverf (hoogglans) als toegepast materiaal. De mogelijke alternatieven hiervoor zijn kook-, highsolid-, acryl- en natuurverf (op waterbasis). Ze zijn weergegeven in diagram 4.6.

Het hout staat bloot aan vocht en temperatuurschommelingen; het hout zet uit en krimpt. De verf moet enerzijds goed aan het hout hechten zodat het wordt beschermd tegen het binnendringen van vocht. Anderzijds moet het elastisch genoeg zijn, zodat het voldoende meekrimpt en uitzet met de ondergrond.

Buitenshuis heeft een verf die vochtregulering mogelijk maakt enigszins de voorkeur. Watergedragen verven laten meer vocht door dan verven op basis van VOS³. Doordat het vocht ook weer gemakkelijk uit het hout trekt als het droog is, zal het hout minder snel rotten.

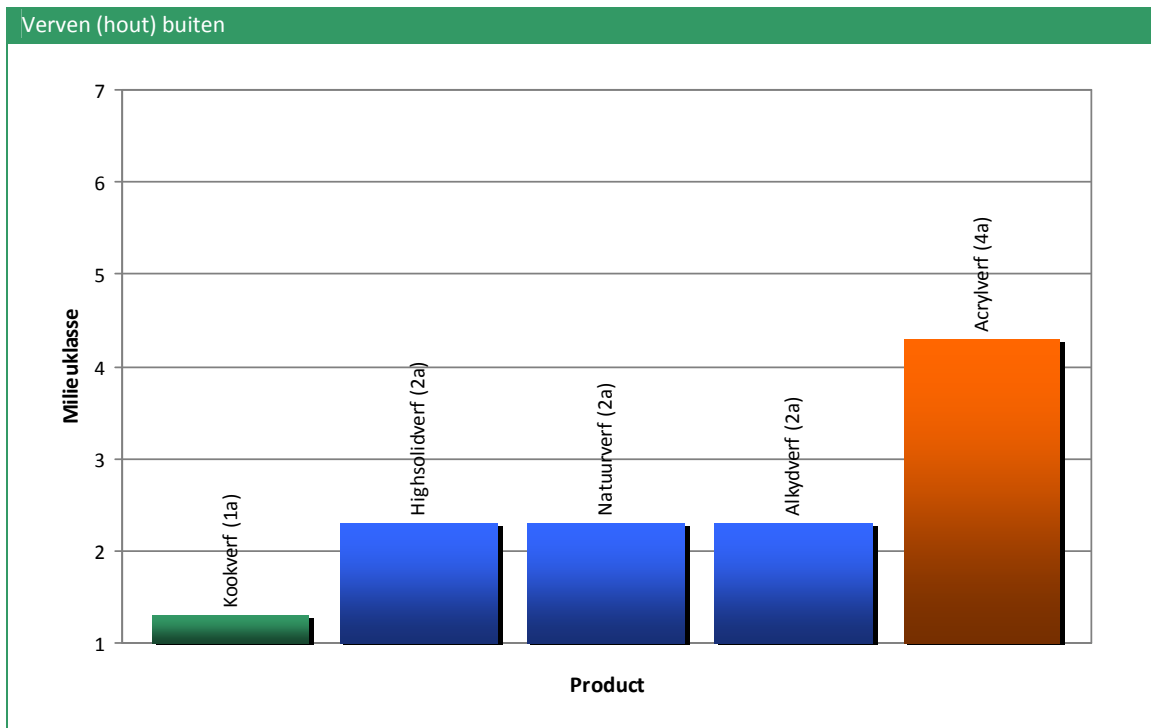


Diagram 4.6 – Milieuklasse verven (hout) buiten

De toegepaste alkydverf voor de buitentoepassing valt in milieuklasse 2a, wat een goede milieukeuze betekent maar, het blijkt een iets minder goede keuze dan bijvoorbeeld de highsolidverf. De grotere hoeveelheid oplosmiddelen zijn verantwoordelijk voor de grotere milieubelasting. Emissies maken een iets groter deel uit van de milieubelasting met 83%, verder komt deze verf overeen met de milieueffecten van highsolidverf.

Highsolidverf voor buiten valt ook in milieuklasse 2a. Dit komt door de kleine hoeveelheid natte verf die nodig is. Daarnaast kan het bindmiddel alkyd deels uit natuurlijke producten bestaan. De milieubelasting wordt bepaald door emissies met 82%. Net als alkydverf is dit materiaal niet dampdoorlatend en zal vochtregulering tegenhouden.

De acrylverf voor buiten is de minst goede keuze. De milieuklasse van deze verf is namelijk 4a. De milieubelasting wordt bepaald door emissies met 89%. Het materiaal is dampdoorlatend en maakt dus wel een vochtregulerende werking mogelijk.

De natuurverf valt in milieuklasse 2a. Voor teelt van de vlasplant worden bestrijdingsmiddelen en kunstmest gebruikt. De emissies maken 32% van de milieubelasting uit en bestaan vrijwel geheel uit vermesting. Voordelen van natuurverf boven synthetische verf zijn minder giftigheid en aangename geur. Bij natuurverf op waterbasis zijn er voor de schilder nauwelijks gezondheidseffecten te verwachten. Het materiaal is dampdoorlatend en maakt dus een vochtregulerende werking mogelijk. De keuze voor natuurverf op waterbasis lijkt daarom een goed alternatief.

Ten slotte de meest milieuvriendelijke keuze: kookverf (klasse 1a). Deze verf bestaat al sinds de middeleeuwen en vindt zijn oorsprong in Zweden, waar de ruwe ongeschaafde houten rabatdelen van woonhuizen mee werden geschilderd. De verf is zeer milieuvriendelijk. Het is met name geschikt voor onbehandeld, ruw en verweerd hout en daarom minder interessant voor dit project, ondanks de lage milieubelasting.

³ VOS staat voor vluchtige organische stoffen. Oftewel oplosmiddelen. Deze oplosmiddelen zijn slecht voor het milieu en de gezondheid (Bron: milieucentraal.nl).

Verven (hout) binnen

Ten aanzien van het binnenschilderwerk (kozijnen, ramen en overige houten onderdelen) is uitgegaan van een verf op basis van een acrylaat. Dankzij een lagere milieubelasting zijn de mogelijke alternatieven hiervoor natuur-, alkyd- en highsolidverf. Binnenshuis heeft een verf die damp door laat liever niet de voorkeur. In diagram 4.7 zijn de verschillende mogelijkheden weergegeven.

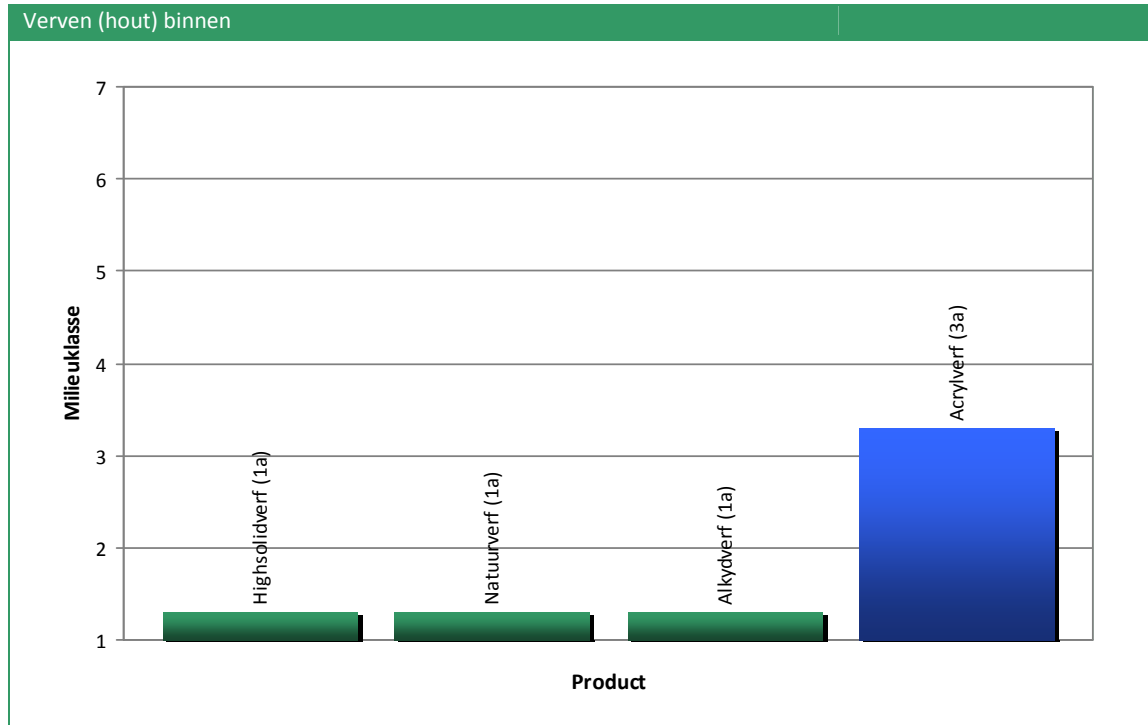


Diagram 4.7 – Milieuklasse verven (hout) buiten

De acrylverf voor binnentoepassing valt in milieuklasse 3a. Het is daarmee een aanvaardbare milieukeuze. Acrylverf bevat een kleinere hoeveelheid vluchtige organische stoffen dan alkydverf. De milieubelasting wordt vooral veroorzaakt door het bindmiddel acryl. Het materiaal is dampdoorlatend en maakt dus een vochtregulerende werking mogelijk.

De natuurverf voor binnentoepassing valt in milieuklasse 1a. Natuurverf op terpetijnbasis zal net als alkydverf organische oplosmiddelen bevatten die schadelijk zijn bij inademing. Het materiaal is dampdoorlatend en maakt dus een vochtregulerende werking mogelijk.

Highsolidverf toegepast als binnenv verf op een schone en gegronde ondergrond valt in milieuklasse 1a, wat de beste milieukeuze betekent. Het materiaal is vrijwel niet dampdoorlatend en zal dus vochtregulering tegenhouden. Gezien er minder oplossingsmiddelen nodig zijn dan alkyd heeft deze verf de voorkeur voor binnen.

Alkydverf voor de binnentoepassing valt in milieuklasse 1a en is daarmee naast de highsolid- en natuurverf de beste milieukeuze. Voor de binnentoepassing geeft de verdamping van de grote hoeveelheid vluchtige organische stoffen echter bezwaren voor de gezondheid. Emissies maken een iets groter deel uit van de milieubelasting, verder komen de milieueffecten van deze verf overeen met highsolidverf. Het materiaal is vrijwel niet dampdoorlatend en zal dus vochtregulering tegenhouden.

Aanbevelingen

Naast de afweging van verschillende soorten verven wordt er ook aandacht geschonken aan mogelijke bouwfysische verbeteringen van het detail.

In het detail wordt o.a. Van Ruysdael monumentglas ($\lambda = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) toegepast en een voorzetwand bestaande uit C-profielen met isolatie. Men creëert van binnenuit een nieuwe (kostbare) hoogwaardige

thermische schil, maar bouwfysisch gezien kan dit (op deze manier) uitgevoerde detail toch nog een aantal verbeteringen verwachten. De volgende problemen zijn aan de orde, te weten:

- De bestaande (en koude) massieve natuurstenen raamdorpelsteen sluit direct aan op de (warme) vensterbank,
- Isolatie tussen raamdorpelsteen en voorzetwand ontbreekt,
- Kierdichting kozijn ontbreekt.

Daarom kunnen de volgende maatregelen als een verbetering worden gezien. Op de bestaande natuurstenen raamdorpelsteen wordt compressieband geplaatst met daarop een geprofileerde eikenhouten lat (kwalitatief een goede houtsoort). Hierin is vervolgens een epdm-profiel gezet, om zodoende een dubbele kierdichting in op te nemen. (Deze goede oplossing is overigens wel al eens bij een ander project van TAK architecten toegepast.) De maatregel levert tevens een verbetering op van geluidsisolatie.



Afbeelding 4.15 – Rol Aeroflex isolatie (Bron: aeroflex.nl)

Een strook van circa 10 mm hoogwaardige isolatie wordt onder de vensterbank geplaatst waardoor een onderbreking ontstaat tussen de nieuwe houten vensterbank en de bestaande raamdorpelsteen. Mogelijke leverancier voor deze isolatiestrook is Aeroflex (afbeelding 4.13). Dit materiaal, op basis van een gesloten celstructuur, is verkrijgbaar van 3-50 mm dikte en heeft een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,034-0,039 W/m²K variërend bij de temperaturen van -20 tot +32 °C.

Tenslotte plaatst men tussen de raamdorpelsteen en de vensterbank een strook isolatie (bijvoorbeeld resol-schuim) ter voorkoming van warmteverlies door de aansluiting.

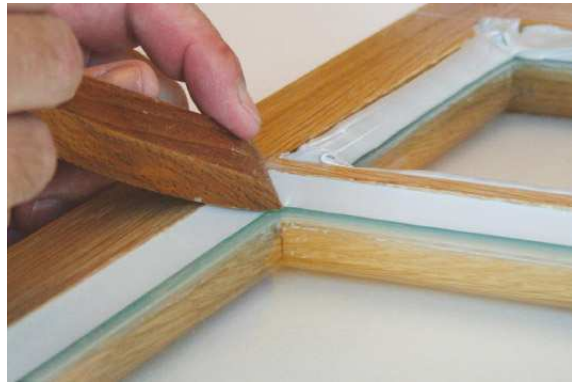
In de Rc-berekening van vorig detail is al naar voren gekomen dat de resol-schuim spouwisolatie een hogere isolatiewaarde heeft dan de toegepaste steenwol. Bij renovatie is een goed ventilatiesysteem een vereiste. Isolatie maakt de schil (begane grondvloer, gevel en dak) van het gebouw beter luchtdicht, waardoor de natuurlijke ventilatie van kieren minder wordt.

Naar een totaal andere opbouw als voorzetwand, bestaande uit profielen, isolatie en plaatmateriaal is ook gekeken. De zogenaamde Multipor minerale isolatieplaat is vergelijkbaar met cellenbetonblokken (milieuklasse 3c). Het wordt vaker in de renovatie toegepast en het materiaal heeft alleen nog meer gesloten cellen met daarin opgesloten lucht, dan cellenbeton. Uit technische gegevens blijkt dat het warmtegeleidingsvermogen 0,045 W/m²K is. Resol-schuim isolatie daarentegen lijkt hierom toch een betere keuze (0,02 W/m²K).

Het Van Ruysdael glas wordt door specialisten met een elastische overschilderbare duurzame kit afgewerkt. Een alternatief hiervoor zou kunnen zijn om de glassponning in het raam aan de binnenzijde uit te voeren. Het glas kan dan worden geplaatst aan de binnenzijde en een geprofileerde glaslat (conform bestaande detaillering) zou dan het geheel kunnen afmaken.



*Afbeelding 4.16 – Cellenbeton als voorzetwand
(Bron: hetgroenebouwen.nl)*



*Afbeelding 4.17 – Aanbrengen nieuwe kitrand op venster
(Bron: vanruysdael.com)*

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 2 is te zien in bijlage 4a (detail 2 alternatief).

4.2.3 Detail 3

Dit detail geeft de zijaansluiting weer van de bouwmuur met het kozijn (bijlage 5). In dit detail blijven de bestaande steens metselwerk bouwmuur en de kozijnen grotendeels gehandhaafd. De ramen worden plaatselijk hersteld en voorzien van klassiek geïsoleerd monumentglas. Buiten beschouwing blijven verder: het WinTwin Van Ruysdael systeem en diverse houten afwerkingen zoals vensterbanken, lijsten, enzovoorts. Nieuw wordt uitgevoerd en beoordeeld aan de hand van de milieuclassificatie:

- Voorzetwand, bestaande uit isolatie met C-profielen en afgewerkt met een gipskartonplaat,
- Schilderwerk buiten en
- Schilderwerk binnen.

Qua materiaalgebruik is dit detail grotendeels hetzelfde als het onderdetail van het kozijn (bijlage 4). De spouwisolatie en de gipsplaat zijn in detail 1 behandeld. En het toe te passen kozijn en soort verf in detail 2.

Aanbevelingen

Wel kan nog als verbetering aangemerkt worden: het plaatsen van een strook isolatie tussen de bestaande bouwmuur en de voorzetwand ter voorkoming van warmteverlies door de aansluiting. En een strook hoogwaardige isolatie tussen de bouwmuur en de afwerkplaat.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 3 is te zien in bijlage 5a (detail 3 alternatief).

4.2.4 Detail 4

Dit detail geeft de bovenaansluiting weer van de bouwmuur met het kozijn (bijlage 6). In dit detail blijven de bestaande steens metselwerk bouwmuur en de kozijnen grotendeels gehandhaafd. De ramen worden plaatselijk hersteld en voorzien van klassiek geïsoleerd monumentglas, merk Van Ruysdael. Een woningscheidende houten verdiepingsvloer sluit aan op de bouwmuur. Nieuw wordt uitgevoerd en beoordeeld aan de hand van de milieuclassificatie:

- Voorzetwand, bestaande uit isolatie met C-profielen en afgewerkt met een gipskartonplaat,
- Verdiepingsvloer,
- Plinten,
- Schilderwerk buiten en
- Schilderwerk binnen.

Van de hierboven genoemde onderdelen zijn een aantal in voorgaande details al beoordeeld, namelijk: spouwisolatie, gipsplaat, kozijn en soorten verf. Daardoor zullen in dit de detail de verdiepingsvloer en plinten overblijven om te behandelen.

Verdiepingsvloer

In diagram 4.8 zijn de verschillende soorten toe te passen vloeren met hun milieuklassen in beeld gebracht. Voor de beoordeling van de vloer in het detail is uitgegaan van de volgende vloeropbouw (van boven naar beneden):

- Fermacell Estrich vloerelementen op isolatie 30 mm,
- Egalisatiekorrels 20 mm,
- Nieuwe vuren houten vloerdelen 22 mm,
- Nieuwe grenen houten balken 235 x 100 mm,
- Verende regels 20 mm,
- Gipsplaat 2 x 12,5 mm.

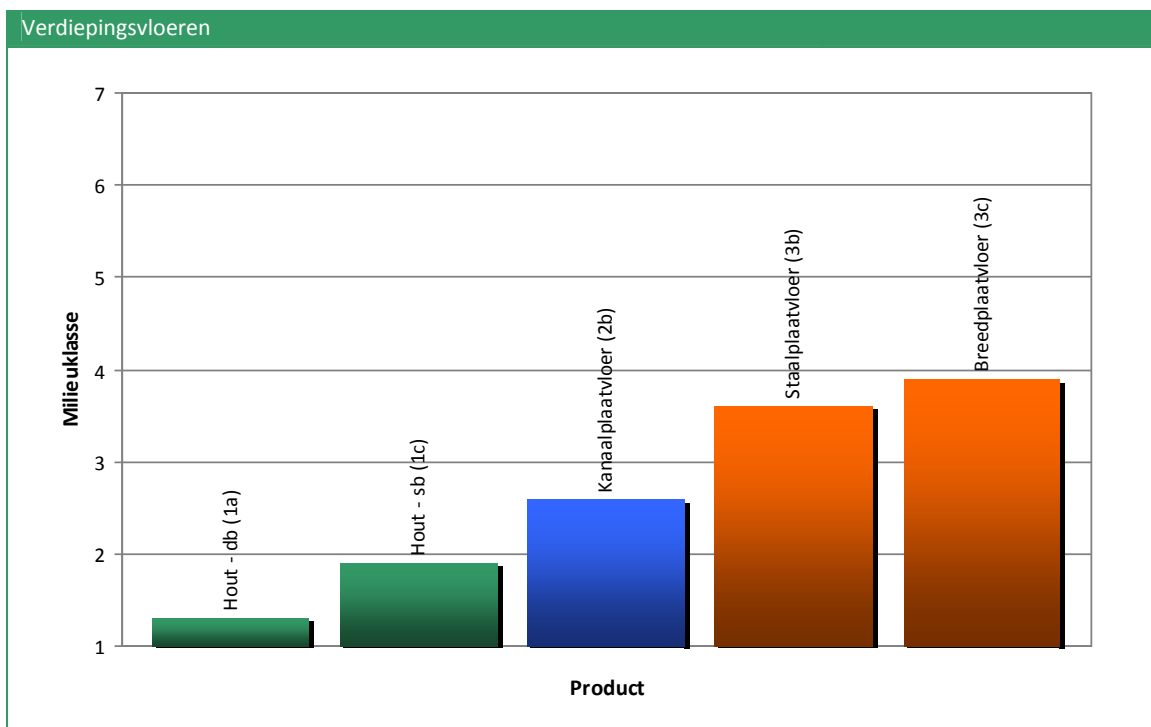


Diagram 4.8 – Milieuklasse verdiepingsvloeren

De betonachtige vloeren scoren ten aanzien van de milieubelasting slechter dan de houten vloeren. We hebben bij dit project te maken met een monument en het toepassen van een houten balkvloer is daarom van aanzienlijk belang. De beide houten vloeren (balken van standaardhout en hout afkomstig uit duurzaam beheerde bossen) blijven in dit geval over om nader te bekijken.

De houten vloeren bevinden zich in de klasse 1a en 1c. Een keuze voor één van beide zou dus verantwoord zijn. Om de milieuklasse te bepalen van de houten vloeren is rekening gehouden met de volgende vloeropbouw: multiplex 18 mm, houten vuren balken (220 x 45 mm), tussen de balken minerale wol (80 mm) en afgewerkt met een gipsplaat op veerregels. Deze vloer van hout uit niet-duurzaam beheerde bossen heeft een groot aandeel landschapsaantasting, 28%, ten opzichte van hout afkomstig uit een duurzaam beheerd bos, 9%. De emissies van beide vloeren zijn daarbij relatief gering.



Afbeelding 4.18 – Nieuwe houten balkvloer in de Stadsarmenschool, mei 2009 (Bron: TAK architecten)

De opbouw van deze beoordeelde vloer is echter niet geheel gelijk zoals we die trachten uit te voeren. Een exacte vergelijking gaat daarom niet op. Namelijk, gebruiken we geen vuren balken, maar grenen. Voor multiplex vloerdelen zijn vuren vloerplanken bedacht. En de Fermacell vloerelementen komen niet terug in de milieubeoordeling. Wel kan er per materiaal worden bekeken wat de verschillen zijn.

Een gipsvezelplaat, gemaakt van rogips, dient als basis voor de Fermacell vloer. Rogips is, zoals al eerder vermeld, milieuvriendelijker dan natuurgips. Dit is daarom een redelijke keuze, alhoewel de gipskartonplaat van rogips nog net iets beter is, ten aanzien van de milieubelasting (klasse 4b ten opzichte van klasse 5a), dan de gipsvezelplaat van rogips.

Als isolatie onder de Fermacell vloer is een isolatielaag van 10 mm toegepast (belast). Het toegepaste materiaal van de isolatielaag is steenwol. Steenwol als vloerisolatie heeft een milieuklasse van 4c (bijlage A – materiaallijst). Milieuvriendelijkere materialen zouden zijn: glaswol of vlas (beide klasse 3c).

Grenenhout, toegepast als balkvloer, is een relatief duurzame naaldhoutsoort. Met betrekking tot brand- en geluidwering zijn gipsplaten op verende regels aangebracht. Zoals beschreven geniet een gipsplaat op basis van rogips hier de voorkeur.

Plinten

In diagram 4.9 zijn de verschillende soorten toe te passen plinten met de milieuklassen weergegeven. Voor de beoordeling van de vloer in het detail is uitgegaan van standaard meranti plinten. Uit het diagram valt af te lezen dat dit een zeer ongunstige keuze is. Meranti plinten (afkomstig uit een niet-duurzaam beheerd bos) valt in milieuklasse >7c. Een beter alternatief is een vuren houten plint (klasse 1b).

Ten aanzien van de milieubelasting voor toe te passen plinten is bij de vuren houten plinten (afkomstig uit duurzaam beheerde bossen) uitgegaan van een afwerking met acrylverf. De milieubelasting wordt

door 81% veroorzaakt door verontreiniging (emissies). De toegepaste verf is voor 28% verantwoordelijk voor de totale milieubelasting.

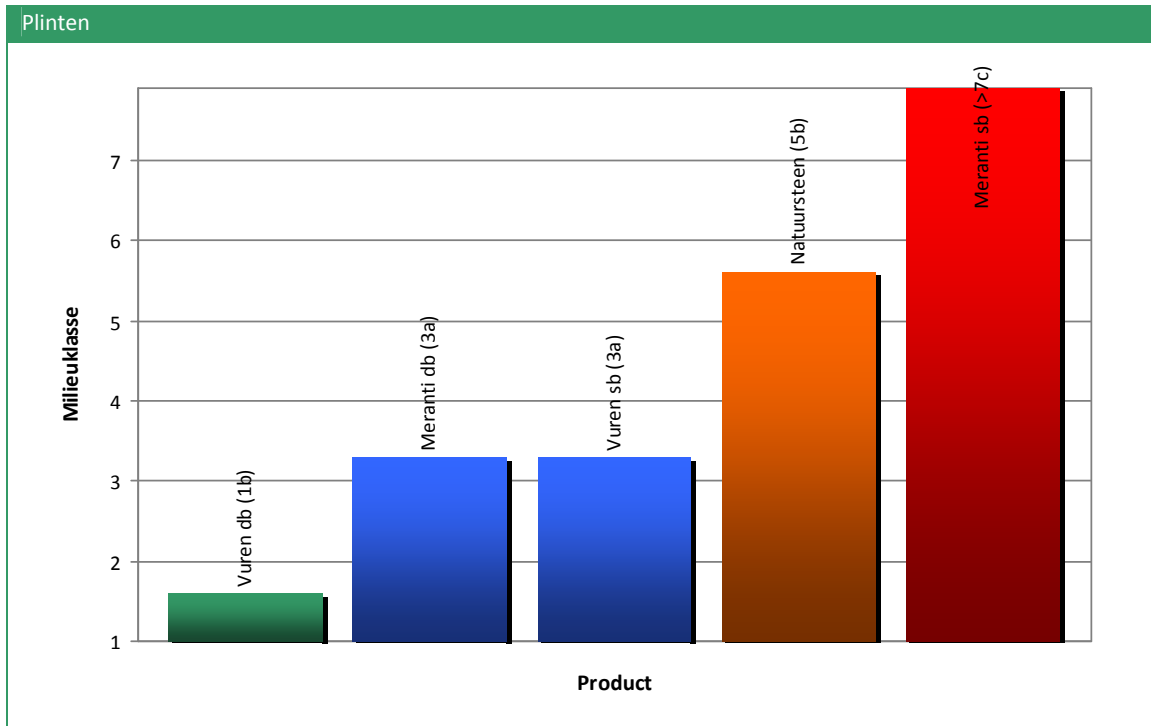


Diagram 4.9 – Milieuklasse plinten

Meranti plinten, afkomstig uit een niet-duurzaam beheerd bos, hebben een milieuklasse van >7c, wat neerkomt op een onaanvaardbare keuze. De landschapsaantasting is extreem groot. Wilde kap in tropische bossen bepaalt de totale milieubelasting daarom voor 90%. Het aandeel hier van acrylverf als afwerking is verwaarloosbaar. De voorkeur gaat daarom uit naar een vuren houten plint (uit duurzaam beheerd bos).

Aanbevelingen

Naast de te beoordelen materialen bestaan er ook nog technische aanpassingen om het detail te verbeteren. Gezien we te maken hebben met een woningscheiding is het aan te raden tussen de balken een isolatielaag op te nemen om zo de geluidsisolatie te verbeteren. Dit kan bijvoorbeeld met steenwol (milieuklasse 4c). Glaswol is milieuvriendelijker (klasse 3c), maar de massa van steenwol is ongeveer twee maal zo hoog. Door de hogere massa absorbeert het meer geluid (massawet). Tevens voldoet steenwol met een dikte van 90 mm voor een brandscheiding van 60 minuten. De balkkoppen dienen te worden behandeld met menie, alvorens te worden opgelegd in de menie.

Om in dit geval ongelijke vloeren te egaliseren past men egalisatiekorrels toe. (Deze korrels zijn onbrandbaar.) Echter, voor het aanbrengen van de egalisatiekorrels kan men het beste eerst een beschermingsfolie aanbrengen. Dit om te voorkomen dat de korrels (op basis van gedroogde en gemalen cellenbeton) weglekken in knoesten of naden en kieren. (De korrelgrootte is namelijk 0,2-4 mm.) Deze folie zet men op tegen de wand.

Het is aan te raden zwevende vloeren los te houden van de omringende wanden. Vandaar het toepassen van randstroken minerale wol (10 mm). De plint dient tevens vrij te worden gehouden van de vloer.

Tot slot is het van belang goed te isoleren om energieverlies te beperken. Een hoogwaardige isolatiestrook (10 mm) tussen bouwmuur en de verticale gipsplaat is aan te raden. Om die reden kan het toepassen van een strook resol-schuim (100 x 35 mm) ook als een aanbeveling worden gezien.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 4 is te zien in bijlage 6a (detail 4 alternatief).

4.2.5 Detail 5

Detail 5 geeft de aansluiting weer van de bouwmuur met het nieuwe dak (bijlage 7). In dit detail blijven de bestaande steens metselwerk bouwmuur en de gootklossen grotendeels gehandhaafd. De dakplaat is geheel nieuw en rust op een nieuwe spantconstructie met gordingen en muurplaten. In de beoordeling blijven buiten beschouwing: de goot/boeiboorden, de zinken gootbekleding. Nieuw wordt uitgevoerd en beoordeeld aan de hand van de milieuclassificatie:

- Voorzetwand, bestaande uit isolatie met C-profielen en afgewerkt met een gipskartonplaat,
- Isolatie hellend dak,
- Dakbeschot,
- Dakbedekking,
- Schilderwerk buiten en
- Schilderwerk binnen.

Van de hierboven genoemde onderdelen zijn een aantal in voorgaande details al beoordeeld, namelijk: spouwisolatie, gipsplaat en soorten verf. Daardoor zullen in dit de detail de dakplaat (isolatie hellend dak en beschot) en de dakbedekking van het hellende dak overblijven om te behandelen.

Isolatie hellend dak

In het detail is uitgegaan van een Opstalan dakplaat, type DED T PIR (op basis van PIR isolatie). Deze dakplaat heeft ingelijmde vuren houten ribben en een multiplex binnenaafwerking. In onderstaand diagram zijn de verschillende soorten isolatie en hun milieuklassen weergegeven, conform de materiaallijst in bijlage 1.

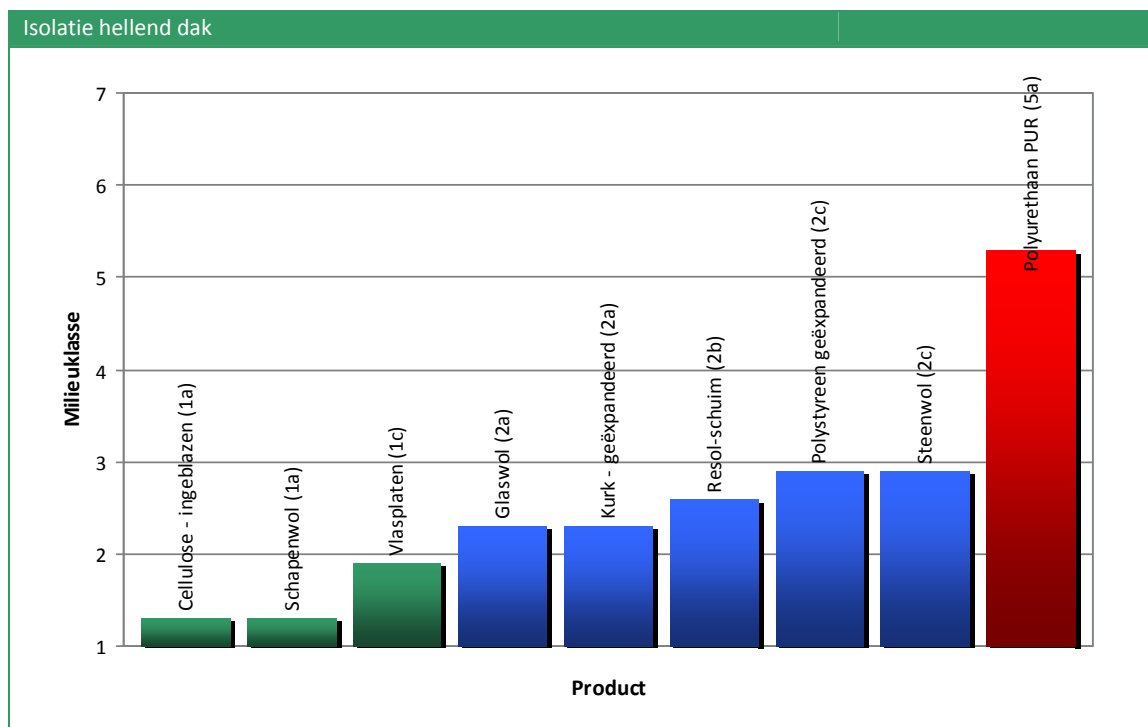


Diagram 4.10 – Milieuklasse isolatie hellend dak

Ten aanzien van de milieubelasting scoren ingeblazen cellulose en schapenwol zeer goed (beide klasse 1a), terwijl de dakplaat op basis van PUR-isolatie het slechtst scoort (klasse 5a). De toegepaste enkelschalige dakplaat van PIR (polyisocyanuraat) is wellicht het beste te vergelijken met de dakisolatieplaat van PUR (klasse 5a). De PIR hardschuim isolatieplaat heeft goede isolerende eigenschappen, bij de verwerking ervan komen geen schadelijke vezels vrij, en de platen zijn licht en sterk en hierdoor relatief makkelijk te verwerken. De emissies zijn voor 82% bepalend voor de totale milieubelasting. Nadeel bij dit type dakplaat is dat er geen dampremmende laag in is opgenomen. Een extra waterkerende folie (dampopen) moet worden toegepast om waterdichtheid te garanderen.



Afbeelding 4.19 – Nieuwe dakplaat van de Stadsarmenschool, oktober 2009 (Bron: TAK architecten)

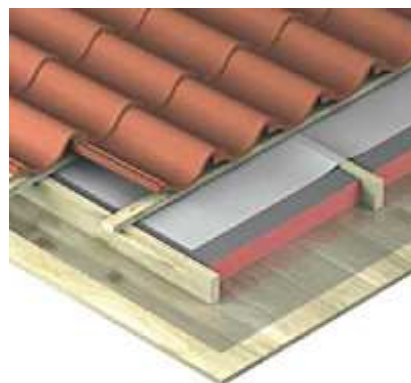


Afbeelding 4.20 – Folie op dakplaat, oktober 2009 (Bron: TAKarchitecten)

Een milieuvriendelijkere variant hierop kan zijn: de dakplaat op basis van polystyreen (klasse 2c). Bijvoorbeeld de dakplaat IsoBouw SlimFix (op basis van een EPS kern). Polystyreen (PS) bestaat voornamelijk uit aardolie die met stoom tot blokken wordt gevormd. Ondanks het hoge energieverbruik scoort het materiaal milieutechnisch redelijk goed. (PUR daarentegen heeft een betere isolatiewaarde - en daardoor een gering grondstofverbruik - maar de milieuscore is met klasse 5a eigenlijk onaanvaardbaar.) Bovendien is de extra waterkerende laag bij IsoBouw SlimFix niet nodig, gezien de zelfzoekende overlappende randafwerking en de waterdichte bovenplaat. De houtspaanplaat binnenplaat is wit afgewerkt. Dit is enigszins bezwaarlijk gezien de voorkeur uitgaat naar een (transparante) houten binnenafwerking.



Afbeelding 4.21 – Overlappende rand (Bron: isobouw.nl)



Afbeelding 4.22 – Kingspan Kooltherm dakplaat (Bron: kingspan.com)

Om die reden kan de volgende milieuvriendelijke variant wel worden toegepast. Het gaat hierbij namelijk om een harde isolatie die op het dakbeschot (zoals vuren planken) kan worden gelegd. Het is de dakisolatie op basis van resol-schuim (klasse 2b). Kingspan levert dergelijke dakplaten van resol-schuim. Door middel van een Rc-berekening zijn deze mogelijk toe te passen alternatieve dakplaten met elkaar vergeleken. In diagram 4.11 zijn de uitkomsten van deze berekeningen weergegeven, waarbij is uitgegaan van een isolatiedikte van 76 mm, die ook is toegepast in het project.

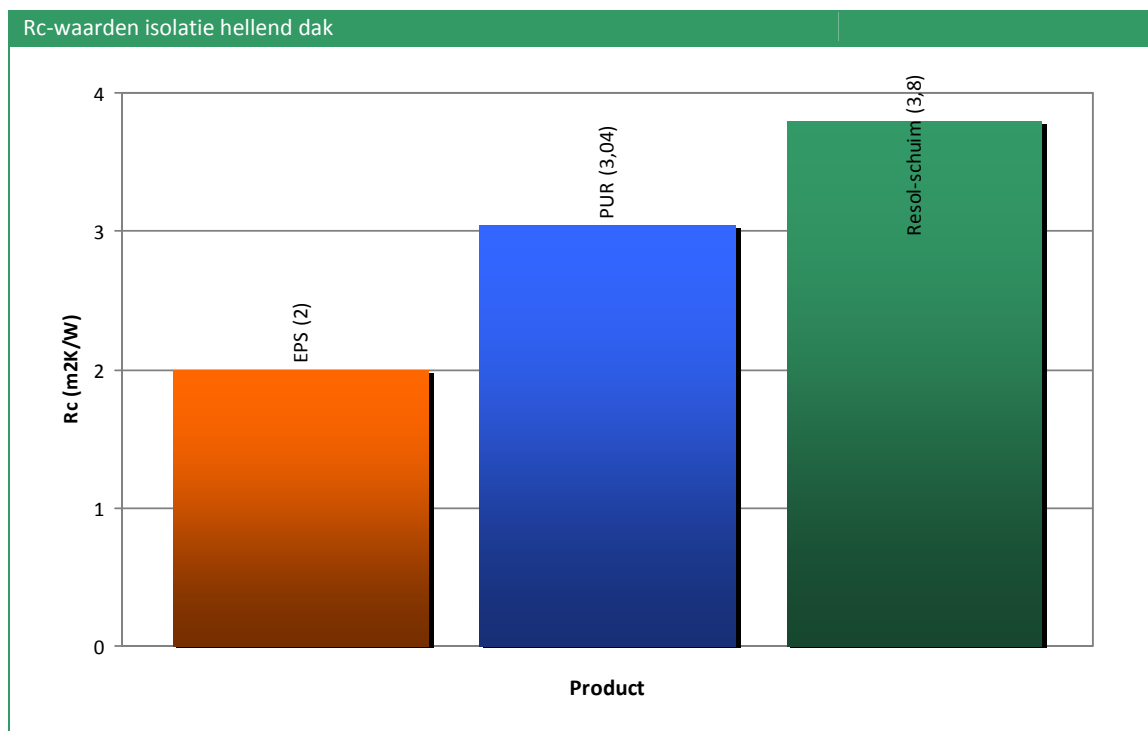


Diagram 4.11 – Rc-berekening met mogelijke toepasbare dakplaten

De resol-schuim isolatie scoort in de RC-berekening het beste en de milieuklasse is ook beter dan de PUR.

Dakbeschot

Door toepassing van de resol-schuim isolatie dient er wel dakbeschot te worden opgenomen. In diagram 4.12 zijn de verschillende soorten dakbeschot weergegeven met hun milieuklasse.

Zoals eerder omschreven geniet een houten binnenafwerking sterk de voorkeur (boven een witte afwerking op basis van houtspaanplaat). Vuren schroten scoren vrij goed: 1c. Het beste scoort multiplex: 1a. Beide zijn daarom mogelijk.

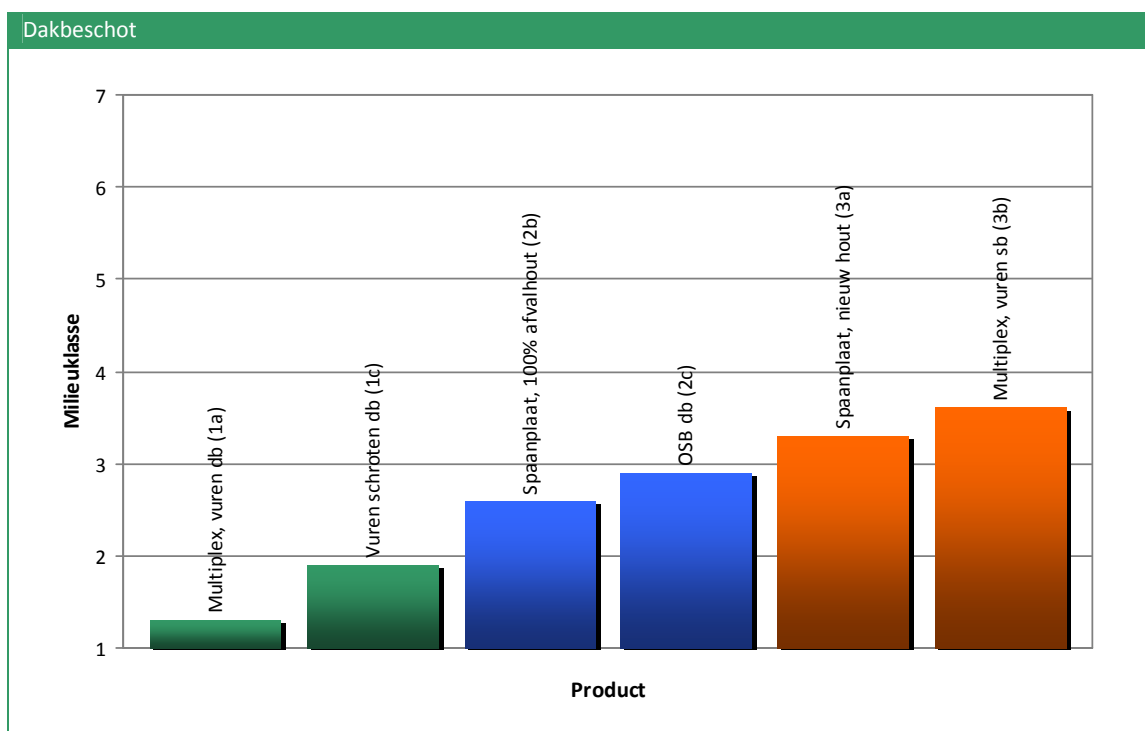


Diagram 4.12 – Milieuklasse dakbeschot

Dakbedekking hellend dak

Als dakbedekking voor het nieuwe hellende dak is gekozen voor traditionele dakpannen. Het type pan betreft hier een nieuwe Oudhollandse. Dit vanwege de karakteristieke uitstraling. Deze keramische dakpan valt in milieuklasse 2b, wat met name te danken is aan de lange levensduur. Het produceren van keramische producten is een energie-intensief proces. Desalniettemin is deze milieuscore acceptabel. In diagram 4.13 zijn de verschillende soorten dakbedekking (hellend dak) weergegeven.

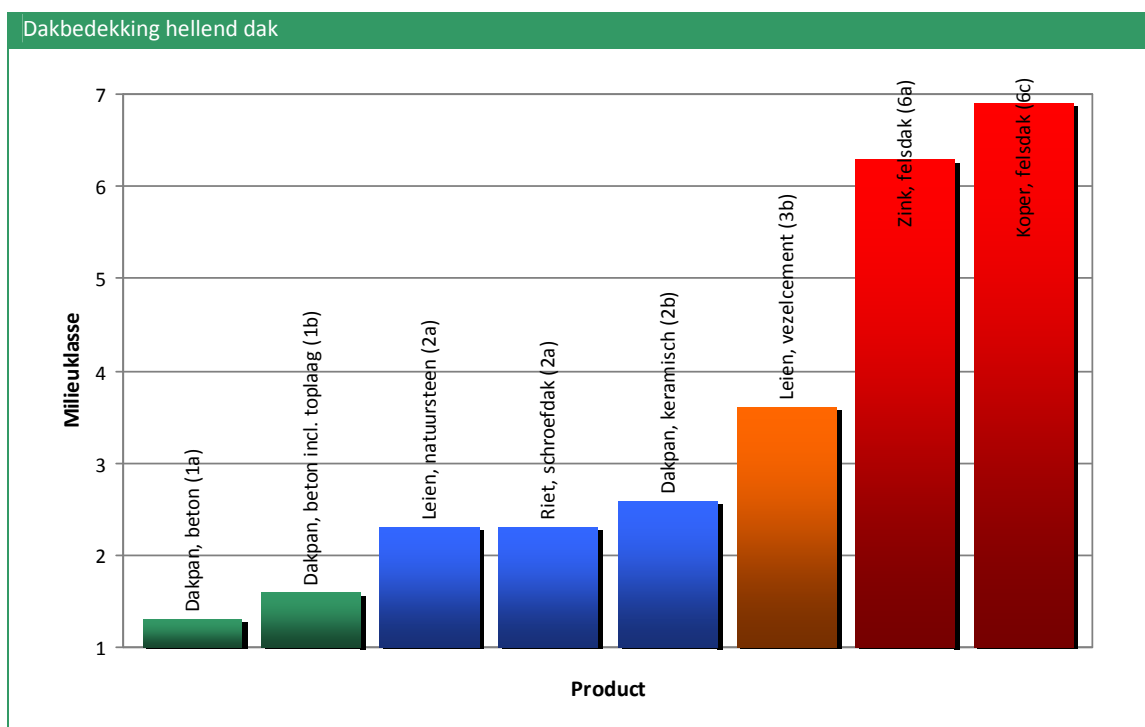


Diagram 4.13 – Milieuklasse dakbedekking hellend dak

De betonnen dakpannen scoren milieuklasse 1a. Hetgeen staat voor de beste productkeuze. Het goede resultaat ontstaat door een lage milieubelasting per kilogram beton en een beperkte benodigde massa per functionele eenheid. Het uiterlijk van de dakbedekking is van groot belang, gezien de monumentstatus van het gebouw. Mede om die reden is de keus voor de keramische dakpan geoorloofd.



Afbeelding 4.23 – Dakdekker aan het werk, april 2010 (Bron: TAK architecten)

Aanbevelingen

Een afgeschuinde houten lat kan tegen de dakplaat worden bevestigd, waarop vervolgens het C-profiel van de voorzetwand kan worden uitgevoerd. Tevens zorgt een strook isolatie voor een nog betere thermische afdichting.

Bij de toegepaste dakplaat hoort, zoals eerder beschreven, een (dampopen) folie ten behoeve van waterkering. Dit dient voor eventueel doorgeslagen regenwater. Het nadeel van dit type is echter dat er op de ribben tengels moeten worden uitgevoerd om de waterkerende laag te bevestigen. Ten eerste is dit een extra bewerking en het kost materiaal. Bij de dakplaat van Kooltherm kan de waterkering direct op de ribben worden aangebracht.

Er is geen dampremmer in de toegepaste dakplaat opgenomen. Echter verdient toepassing van deze folie verdient wel de aanbeveling.

Ten aanzien van de aansluiting muurplaat-dakplaat kan worden opgemerkt dat hier tussen een kierdichting kan worden aanbevolen. Datzelfde geldt ook voor de aansluiting muurplaat-bouwmuur. Dit mede om energieverlies te beperken. Het toepassen van een vogelschroot maakt het indringen van muizen of vogels onder de dakpannen onmogelijk.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 5 is te zien in bijlage 7a (detail 5 alternatief).

4.2.6 Detail 6

Detail 6 geeft de aansluiting weer van de nok (bijlage 8). In dit detail zijn alle materialen nieuw uitgevoerd:

- Isolatie hellend dak,
- Dakbeschot,
- Dakbedekking.

De hierboven genoemde onderdelen zijn in voorgaande details allemaal beoordeeld. Echter vallen er bouwkundig en bouwfysisch nog wel enkele aanpassingen te bedenken.

Aanbevelingen

Bij een dak met Oudhollandse pannen is het gebruikelijk om platte nokvorsten toe te passen. Het aansmeren van pannen mag eigenlijk alleen in geval van noodherstel of reparatie van incidentele lekkages. Voor het aansmeren van de nok- en hoekkepervorsten dient dan een kalkspecie te worden toegepast. Een flexibele kunstharsmortel is ook mogelijk. Een ruiter met ruiterbeugel (geplaatst op de tengels) zorgt voor een solide ondergrond om de nokvorst op te bevestigen.

Op de nokgording dient men een dubbele kierdichting aan te brengen en de aansluiting tussen de dakplaten dient goed afgedicht te worden. Het hele dak dient namelijk voldoende luchtdicht uitgevoerd te worden om onnodig warmteverlies te voorkomen. De waterwerende laag op de dakisolatie dient dampopen te zijn zodat dampdiffusie van binnenuit niet wordt verhinderd. Aan de warme kant van het dak een dampremmende laag opnemen om condensatie te voorkomen.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 6 is te zien in bijlage 8a (detail 6 alternatief).

4.2.7 Detail 7

Detail 7 geeft de aansluiting weer van de bouwmuur met het kozijn van de dakkapel (bijlage 9). In dit detail is de bouwmuur bestaand en blijft daarom buiten beschouwing. Alle materialen en hun milieuklassen in dit detail, die nieuw worden uitgevoerd, en zijn opgenomen in de keuzelijst van de materialen zijn in voorgaande details beschreven. Het gaat hierbij om:

- Spouwisolaties,
- Plaatmaterialen,
- Raamkozijnen,
- Verven.

Aanbevelingen

Er vallen bouwkundig en bouwfysisch nog wel enkele aanpassingen te bedenken, te weten:

- Het toepassen van tochtband onder het kozijn.
- En net als in detail 5a het toepassen van tochtdichting onder de muurplaat.
- Ook in dit detail is de voorzetwand gekozen met een spouwisolatie op basis van resol-schuim en gipskartonplaat op basis van rogips.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 7 is te zien in bijlage 9a (detail 7 alternatief).

4.2.8 Detail 8

Detail 8 geeft eigenlijk twee aansluitingen weer: de aansluiting van het kozijn met de zijwand van de dakkapel en deze zelfde zijwand met de dakplaat (bijlage 10). In dit detail zijn alle materialen nieuw uitgevoerd. De volgende materialen zijn de voorgaande details beschreven:

- Isolatie hellend dak,
- Dakbeschot,
- Dakbedekking,
- Raamkozijnen
- Verven.

Aanbevelingen

Er vallen bouwkundig en bouwfysisch nog wel enkele aanpassingen te bedenken, te weten:

- De toegepaste dampremmer is niet direct tegen de binnenplaat uitgevoerd. Deze is in het alternatieve detail op de juiste plaats gezet en het rachelwerk is komen te vervallen.
- Eveneens als in de voorgaande details is gekozen voor een ander type dakplaat (Kooltherm).

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 8 is weergegeven in bijlage 10a (detail 8 alternatief).

4.2.9 Detail 9

Detail 9 geeft de bovenaansluiting weer van het kozijn van de dakkapel met het platte dak van de dakkapel (bijlage 11). In dit detail zijn alle materialen nieuw uitgevoerd. In de beoordeling blijven buiten beschouwing: de zinken dakbedekking, raamkozijnen en verven. In detail 5 zijn de dakbedekkingen beoordeeld op hun milieubelasting. Zink scoort daarin milieuklasse 6a. Dit is een onaanvaardbare keuze, echter is het uiterlijk van de dakkapel van dermate belang dat is gekozen om dit te handhaven. De raamkozijnen en verven zijn in eerdere details omschreven. Het volgende materiaal blijft daarom over om te beoordelen op milieubelasting:

- Isolatie plat dak.

Isolatie plat dak

In diagram 4.14 zijn de verschillende soorten isolatiematerialen weergegeven.

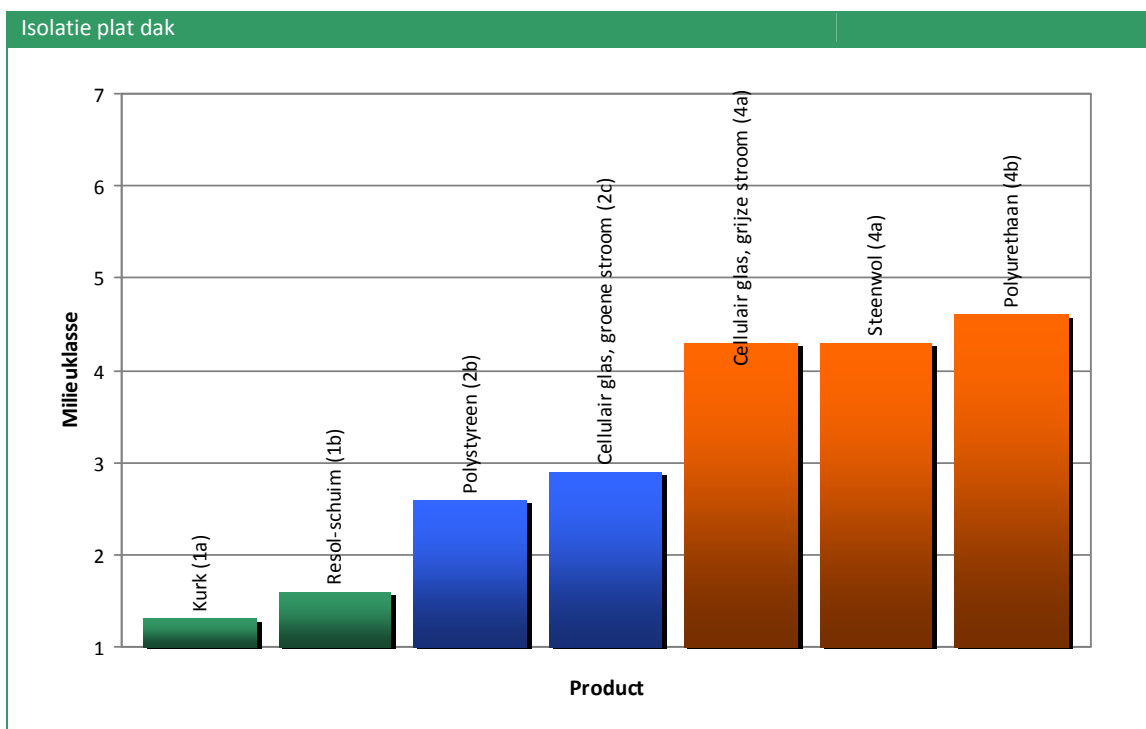


Diagram 4.14 – Milieuklasse isolatie plat dak

In het detail is uitgegaan met steenwol als isolatiemateriaal van het platte dak. Steenwol heeft milieuklasse 4a. Eerder al is omschreven dat resol-schuim een betere isolatiewaarde heeft. Tevens is de resol-schuim, toegepast als dakisolatie, aanzienlijk minder milieubelastend (milieuklasse 1b).

Aanbevelingen

Bouwkundig en bouwfysisch zijn er nog wel enkele aanpassingen te bedenken op het detail, namelijk:

- De toegepaste dampremmer is niet direct tegen de binnenplaat uitgevoerd. Deze is in het alternatieve detail op de juiste plaats gezet (aan de warme kant van de constructie) en het rachelwerk is komen te vervallen (minder materiaalgebruik).
- Voor de zekerheid is een waterkerende laag toegepast op de constructie, mocht de zinken dakbedekking onverhoopt in de toekomst lek raken. Zodoende wordt de constructie niet aangetast door waterschade.

Het resultaat van de verwerking van duurzamere materialen en technische aanpassingen in detail 9 is weergegeven in bijlage 11a (detail 9 alternatief).

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

De conclusie kan worden getrokken dat er met de gekozen methodiek een afgewogen keuze kan worden gemaakt voor een milieuvriendelijk product. Tevens zijn detailleringen mogelijk, die bouwtechnisch en bouwfysisch zijn verbeterd. Dit zonder aantasting van het uiterlijk. Het resultaat van het onderzoek kan dan ook als positief worden beschouwd omdat er een onderbouwd en duidelijk antwoord op de onderzoeksvraag kan worden gegeven.

Hopelijk kan dit rapport in de toekomst een bijdrage leveren aan de keuze voor milieubewuste materialen of bepaalde bouwkundige oplossingen. Mogelijk kan het worden uitgebreid en actueel gehouden zodat het bij nieuwe projecten gehanteerd kan blijven worden.

5.2 Aanbevelingen

Per detail zijn aanbevelingen gedaan met betrekking tot materiaalkeuze, bouwtechniek en bouwfysica. Deze weergegeven in hoofdstuk 4 van de rapport.

De zeer gebruiksvriendelijke methodiek om keuzes te maken ten aanzien van materialen is een aanleiding om in de toekomst te

6 Bronvermelding

6.1 Literatuur

<i>Uitgever</i>	<i>Titel (jaar van uitgave)</i>
NIBE	Nibe's milieuclassificaties bouwproducten deel 1 (2008)
	Nibe's milieuclassificaties bouwproducten deel 2 (2008)
	Nibe's milieuclassificaties bouwproducten deel 3 (2009)
Ministerie van VROM	Handleiding Eco-indicator '99 (2000)
SBR	Handboek Duurzame Monumentenzorg (2008)
	Handboek Vocht en Ventilatie
	Praktijkboek Bouwfysica (2009)
	Referentiedetails woningbouw 'Renovatie' (2002)
	Referentiedetails woningbouw 'Studenteneditie' (2007)
Stichting Sureac	GreenCalc+ protocollen (2009)
Techniplan Adviseurs bv	ZO Magazine (2010)
ThiemeMeulenhoff	Bouwfysica (2006)
	Jellema deel 4A 'Bouwtechniek - omhulling' (2005)

6.2 Geraadpleegde personen

<i>Naam (firmanaam)</i>	<i>Datum, plaats</i>
Dhr. ing. A. van der Knaap (DGMR)	19 maart 2010, Den Haag
Dhr. ing. M. van Ingen (Techniplan)	29 maart 2010, Rotterdam
Dhr. ir. E.J. Nusselder (Monumentenzorg)	6 april 2010, Den Haag

6.3 Internet

<i>Onderwerp</i>	<i>Webadres</i>
Cradle to cradle	www.cradletocradle.nl
Dakplaten	www.kingspan.nl
	www.opstalan.nl
Duurzame Monumentenzorg	www.sbr-info.nl
Duurzaam/dubo, milieu en klimaat	www.agentschapnl.nl
	duurzaambouwen.senternovem.nl
	www.ce.nl
	www.dgbc.nl
	www.hetgroenebouwen.nl
	www.mra.nu
Eco-Quantum	www.ivam.uva.nl
Geschiedenis Stadsarmenschool Schiedam	scyedam.delinea.nl
GreenCalc+	www.agentschapnl.nl
	www.greencalc.com
Hout	www.centrum-hout.nl
	www.houtdatabase.nl
Isolatiemateriaal	www.aerofex.nl
	www.doschawol.nl
	www.isobouw.nl
	www.isover.nl
	www.isovlas.nl
	www.knauf.nl

<i>Onderwerp</i>	<i>Webadres</i>
Kozijnen	www.allwin.nl
	www.vanruysdael.com
LCA	www.milieufrontomerwattez.be
	www.rivm.nl
	www.vlca.nl
	www.vssd.nl
NIBE	www.nibe.org
Plaatmateriaal	www.fermacell.nl
	www.gyproc.nl
	www.lafarge.nl
Verven	www.milieucentraal.nl
	nl.wikipedia.org
Vloeren	www.vbi.nl

Bijlagen

Bijlage 1: Keuzelijst materialen
Bijlage 2a t/m 2g: Tekeningen project
Bijlage 3: Detail 1
Bijlage 3a: Detail 1 (alternatief)
Bijlage 4: Detail 2
Bijlage 4a: Detail 2 (alternatief)
Bijlage 5: Detail 3
Bijlage 5a: Detail 3 (alternatief)
Bijlage 6: Detail 4
Bijlage 6a: Detail 4 (alternatief)
Bijlage 7: Detail 5
Bijlage 7a: Detail 5 (alternatief)
Bijlage 8: Detail 6
Bijlage 8a: Detail 6 (alternatief)
Bijlage 9: Detail 7
Bijlage 9a: Detail 7 (alternatief)
Bijlage 10: Detail 8
Bijlage 10a: Detail 8 (alternatief)
Bijlage 11: Detail 9
Bijlage 11a: Detail 9 (alternatief)

Bijlage 1: Keuzelijst materialen

Draagconstructies	
Product	Milieuklasse
Bodemafsluiters	
Bodemfolie (PE)	1a
Schuimbeton	4a
Schelpen	4b
Zand	4c
Vloeren op grondslag	
EPS gewapende beton-cementdekvloer	1a
Geëxpandeerde klei-cementdekvloer	1a
Schuimbeton-staalvezel-cementdekvloer	1c
Fundering op staal	
Kalkzandsteen op zand	1a
Gewapend beton op werkvloer	2a
Baksteen op zand	2b
Fundering op palen	
Hout met lichte betonopzetter (vierkant – db)	1a
Hout met lichte betonopzetter (vierkant – sb)	1c
Hout met trad. betonopzetter (vierkant – db)	1c
Hout met trad. betonopzetter (vierkant – sb)	2a
Prefab beton met gewichtsbeparend element	2a
Prefab voorgespannen beton (op eerste zandlaag)	2c
Prefab beton op eerste zandlaag	3a
In grond gestorte funderingspaal (IGGP)	3a
Binnenspouwbladen	
HSB – db	2a
Leemsteenmetselwerk	2b
HSB – sb	3a
Kalkzandsteenelementen	3a
Cellenbetonblokken	3c
Kalkzandsteenmetselwerk	3c
Betonsteenmetselwerk	4a
Baksteen geperforeerd	4c
Baksteenmetselwerk	5b
Beton – gewapend	5b
Buitenspouwbladen	
Leemsteenmetselwerk	1b
Kalkzandsteenmetselwerk gehydrofobeerd	2a
Betonsteenmetselwerk gehydrofobeerd	2b
Baksteenmetselwerk	3c
Spouwisolaties	
Schapenwol	1a
Glaswol	1b
Vlasisolatie	1b
Resol-schuim	1c
Steenwol	2b
Polystyreen	2b
Polyurethaan	4c
Woningscheidende wanden	
HSB – db	1a
Kalkzandsteenelementen ankerloos	1a

Draagconstructies – vervolg 1	
Product	Milieuklasse
Kalkzandsteenelementen massief	1b
HSB – sb	1b
Cellenbetonblokken	2a
Gewapend beton	2a
Elementwanden (plaatmaterialen)	
MDF – db	1a
Spaanplaat afvalhout	2a
Vuren – schroten db	2a
Multiplex – vuren db	2b
OSB – db	2b
Hardboard	3c
Gipskartonplaat rogips	4b
Gipsvezelplaat rogips	5a
Gipskartonplaat natuurgips	5a
Massieve binnenwanden	
Leemsteenmetselwerk	1a
Kalkzandsteen blokken	3c
Cellenbetonblokken	3c
Gipsblokken rogips	4a
Gipsblokken natuurgips	4c
Glazen bouwstenen	6c
Begane grondvloeren	
Hout – db	1a
Hout – sb	3b
PS combi broodjes vloer	5c
Kanaalplaatvloer	6a
Ribcassettevloer	6a
Verdiepingsvloeren	
Hout – db	1a
Hout – sb	1c
Kanaalplaatvloer	2b
Staalplaatvloer	3b
Bekistings- en breedplaatvloer	3c
Isolatie vloeren	
Polyester-aluminiumkussens	1a
Schapevleedekens	3a
Celluloseplaten	3c
Glaswol	3c
Kurk	3c
Vlasisolatie	3c
Resol schuim	4a
Polystyreenplaten	4c
Steenwol	4c
Balken en liggers	
Vuren – gelamineerd db	1a
Vuren – gelamineerd sb	3a
Staal I-profiel	4b
Beton	5b
Staal H-profiel	5b

Draagconstructies – vervolg 2	
Product	Milieuklasse
Kolommen	
Vuren – gelamineerd db	1a
Vuren – gelamineerd sb	3a
Beton	5a
Staal I-profiel	5c
Staal H-profiel	6a

Gevels en daken	
Product	Milieuklasse
Trappen	
Vuren, Europees (duurzame bosbouw)	1a
Meranti (duurzame bosbouw)	3a
Vuren, Europees (standaard bosbouw)	3b
Beton (prefab)	5b
Staal, meranti treden (duurzame bosbouw)	5b
Dakbeschot	
Multiplex - vuren (duurzame bosbouw)	1a
Vuren schroten (duurzame bosbouw)	1c
Spaanplaat (100% afvalhout)	2b
OSB (duurzame bosbouw)	2c
Spaanplaat (100% nieuw hout)	3a
Multiplex - vuren (standaard bosbouw)	3b
Isolatie hellend dak	
Cellulose (ingeblazen)	1a
Schapenwol	1a
Vlasplaten	1c
Glaswol	2a
Kurk (geëxpandeerd)	2a
Resol-schuim	2b
Polystyreen (geëxpandeerd)	2c
Steenwol	2c
Polyurethaan (PUR)	5a
Isolatie plat dak	
Kurk (geëxpandeerd)	1a
Resol-schuim	1b
Polystyreen (geëxpandeerd)	2b
Cellulair glas (groene stroom)	2c
Cellulair glas (grijze stroom)	4a
Steenwol	4a
Polyurethaan (PUR)	4b
Deuren buiten	
Vlak trop. multiplex dekplaat (geïsoleerd - db)	1a
Vlak HDF-alu-HDF dekplaat (geïsoleerd - db)	1b
Vlak verzinkt gecoat plaatstaal (geïsoleerd)	1c
HR++ isolatieglas in aluminium frame	2a
Massief zachthout (db)	2b
Massief zachthout (sb)	2b
Vlak HDF-alu-HDF dekplaat (niet geïsoleerd - db)	2b

Gevels en daken – vervolg 1	
Product	Milieuklasse
Vlak trop. multiplex dekplaat (niet geïsoleerd - db)	2b
Massief tropisch hardhout (db)	2c
Massief tropisch hardhout (sb)	3c
Deurkozijnen buiten	
Europees zachthout (gevingerlast - db)	1a
Tropisch hardhout (volhout - db)	2b
Europees zachthout (gevingerlast - sb)	2c
Aluminium	6b
Tropisch hardhout (volhout - sb)	>7c
Raamkozijnen buiten	
Europees zachthout (gevingerlast - db)	1a
Tropisch hardhout (db)	1b
Europees zachthout (gevingerlast - sb)	2a
Aluminium verdiept	5b
Tropisch hardhout (sb)	6c
Deurdorpels	
Natuursteen	1a
Robinia (db)	1a
Vuren (db)	1a
Polyesterbeton	1c
Kunststof (polyolefinen - 90% gerecycled)	2b
Gevelbekleding hout	
Eiken delen (EU - db)	1a
Multiplex okoumé (db)	1a
Multiplex vuren (db)	1a
Robinia delen (db)	1b
Western Red Cedar delen (db)	1c
Douglas delen (EU - CC - alkyd - db)	2a
Eiken delen (EU - sb)	2a
Meranti delen (alkyd - db)	2b
Vuren delen (thermisch behandeld - db)	2b
Lariks delen (EU - CC - db)	3a
Vuren delen (CC - db)	3a
Lariks delen (EU - db)	3b
Multiplex okoumé (sb)	6b
Meranti delen (alkyd - sb)	>7c
Gevelbekleding metaal	
Staal gecoat (trapezium)	3c
Staal verzinkt en gecoat (trapezium)	4a
Aluminium geprofileerd (gecoat)	5c
Aluminium geprofileerd (ongecoat)	5c
Aluminium vlak (gecoat-sandwich PE-kern)	6a
Zink (felsgevel)	6c
Aluminium vlak (gecoat-sandwich alu-kern)	7a
Koper (felsgevel)	7b
Gevelbekleding steen en kunststof	
Natuursteen leien	2c
Houtvezelcementplaat (db)	3a
Vezelcementplaat	3b

Gevels en daken – vervolg 2	
Product	Milieuklasse
HPL-plaat (db)	3b
Keramische tegels	3b
HPL-plaat (sb)	3c
Houtvezelcementplaat (sb)	3c
Natuursteen platen (graniet)	5a
Dakbedekking hellend dak	
Dakpan, beton	1a
Dakpan, beton (incl. toplaag obv micromortel)	1b
Leien, natuursteen	2a
Riet (schroefdak)	2a
Dakpan, keramisch	2b
Leien, vezelcement	3b
Zink (felsdak - staande naad)	6a
Koper (felsdak - staande naad)	6c
Dakbedekking plat dak	
EPDM - membraan	1a
TPO – dakbanen	2b
EPDM - dakbanen (met SBS gecacheerd)	3a
POCB - dakbanen	3a
Sedum (op EPDM - membraan)	3a
APP - dakbanen	3b
PVC - dakbanen	3b
SBS - dakbanen	3c

Afwerkingen	
Product	Milieuklasse
Deuren binnen	
Massief multiplex (db)	1a
MDF paneeldeur (db)	1b
Massief Eur. zachthout (gev. gel. - db)	1b
Fineer (honingraat - db)	2b
Hardboard (honingraat - db)	2b
Massief tropisch hardhout (db)	2b
Massief Eur. zachthout (gev. gel. - sb)	2c
Kunststof op hardboard (honingraat)	3a
Massief multiplex (sb)	3b
Hardglas	3c
Staal (verzinkt gecoat - honingraat)	3c
Massief tropisch hardhout (sb)	7c
Deurkozijnen binnen	
Europees zachthout (gevingerlast/gelamineerd - db)	1a
Staal (zink- en moffellaag)	1b
Tropisch hardhout (volhout - db)	2b
Europees zachthout (gevingerlast/gelamineerd - sb)	2c
Aluminium	6b
Tropisch hardhout (volhout - sb)	>7c
Trapleuningen	
Europees zachthout (db)	1a

Afwerkingen – vervolg 1	
Product	Milieuklasse
Tropisch hardhout (db)	3b
Europees zacht hout (sb)	3b
Staal	>7c
Tropisch hardhout (sb)	>7c
Verven (steen) buiten	
Mineraalverf	1a
Acrylverf	2c
Verven (hout) buiten	
Kookverf	1a
Highsolidverf	2a
Natuurverf (waterbasis)	2a
Alkydverf	2a
Acrylverf	4a
Wandafwerkingen binnen	
Pleisterwerk - leemstucwerk (12 mm)	1a
Pleisterwerk - cement (12 mm)	3a
Sputpleister – rogips (3 mm)	3b
Sputpleister - natuurgips (3 mm)	4b
Pleisterwerk - kalkstuc (12 mm)	5b
Verven (steen) binnen	
Witkalk	1a
Mineraalverf	2c
Latex	5c
Verven (hout) binnen	
Highsolidverf	1a
Natuurverf (waterbasis)	1a
Alkydverf	1a
Acrylverf	3a
Wandtegels	
Keramische tegels, ongeglazuurd/cement	1a
Keramische tegels, geglazuurd/cement	1a
Keramische tegels, ongeglazuurd/gelijmd	1b
Keramische tegels, geglazuurd/gelijmd	1b
Natuursteen, cement	2a
Natuursteen, gelijmd	2b
Plinten	
Vuren (db)	1b
Meranti (db)	3a
Vuren (sb)	3a
Natuursteen	5b
Meranti (sb)	>7c
Dekvloeren	
Anhydriet (rogips)	1a
Anhydriet (natuurgips)	2a
Zandcement	2b
Vloerbedekking	
Kurk met acryllak	1a
Europees zacht hout delen (db)	1c
Linoleum	1c

Afwerkingen – vervolg 2	
Product	Milieuklasse
Tropisch hardhout delen (db)	3a
Europees zachthout delen (sb)	3b
Woltapijt	3b
Laminaat	3c
Grindtapijt	3c
Natuursteen	3c
Kurk met vinylcoating	4a
Ecokatoen/jute tapijt	4b
Synthetisch tapijt	5a
Vinyl	7a
Katoen/jute tapijt	>7c
Tropisch hardhout delen (sb)	>7c
Vloertegelwerk	
Keramische tegels, ongeglazuurd/cement	1a
Keramische tegels, geglazuurd/cement	1a
Natuursteen, cement	1b
Keramische tegels, ongeglazuurd/gelijmd	1b
Keramische tegels, geglazuurd/gelijmd	1b
Natuursteen, gelijmd	1b
Plafondafwerking	
Leempleisterwerk	1a
Akoestische spuitpleister	2c
Rogipspleisterwerk	3c
Natuurgips spuitpleisterwerk	4b
Kalkpleisterwerk	5b
Verlaagde plafonds	
Schroten (vuren - db) (incl. regelwerk)	1a
Spaanplaat (100% afvalhout) (incl. regelwerk)	1c
Steenwoltegels (incl. profielen)	2c
Houtwolmagnesietplaten	3c
Rogipsplaten (incl. profielen)	4a

Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

U hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

plattegrond nieuwe toestand
begane grond

tekening:

n-1



Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

hu hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grjs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

plattegrond nieuwe toestand
eerste verdieping

tekening:

n-2



Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

U hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

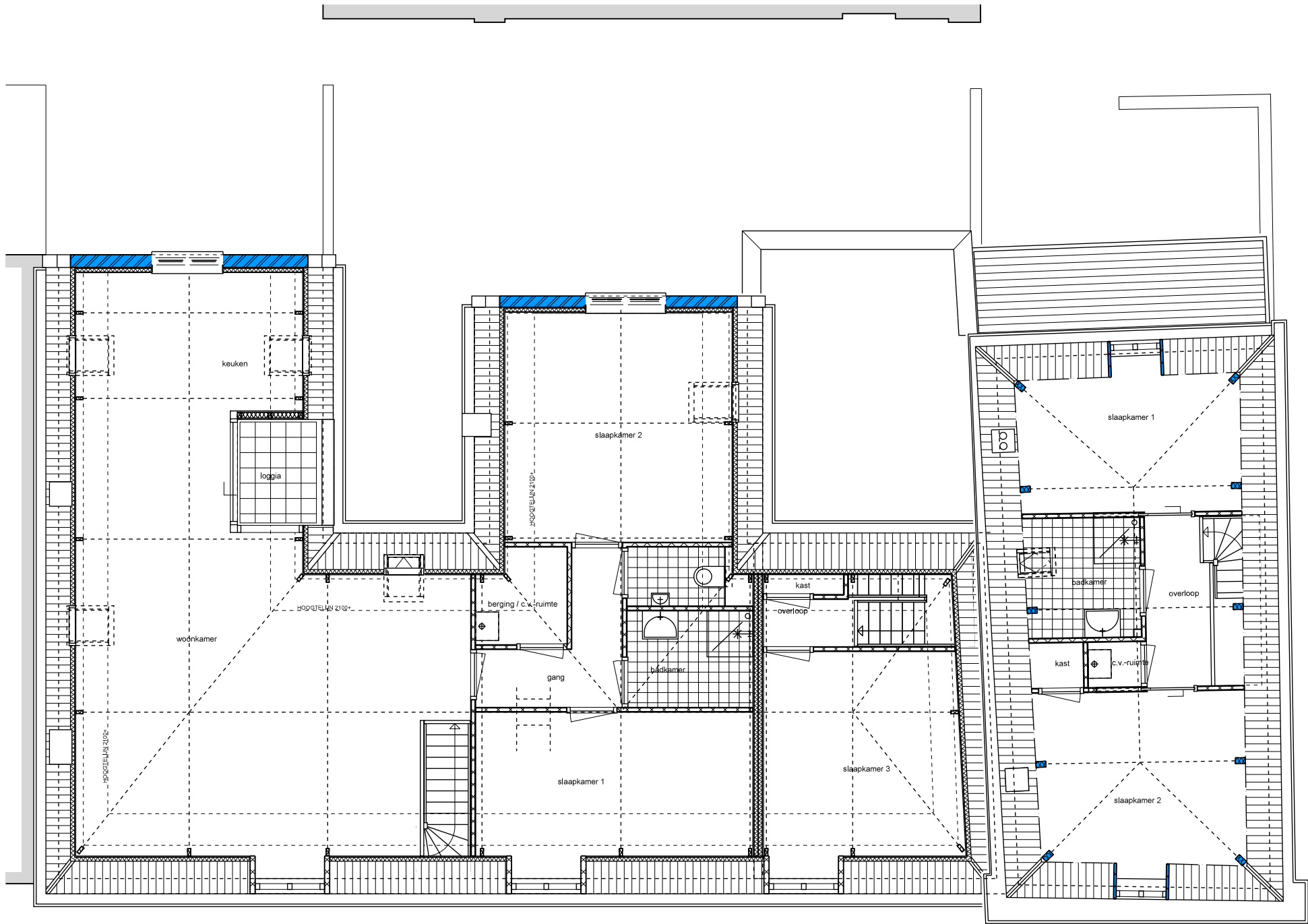
juni 2010

omschrijving:

plattegrond nieuwe toestand
zolderverdieping

tekening:

n-3



Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

U hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

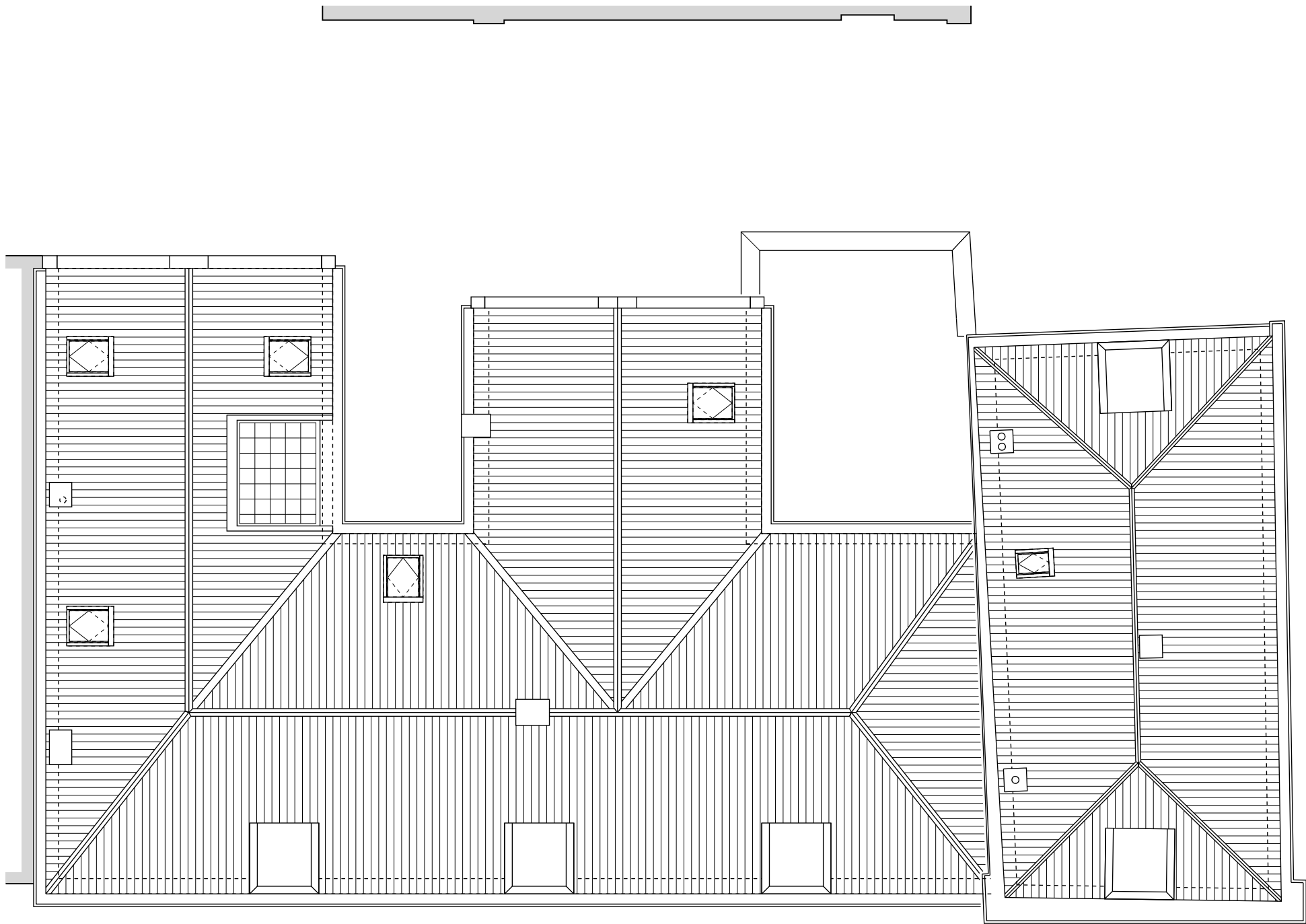
juni 2010

omschrijving:

plattegrond nieuwe toestand
dakaanzicht

tekening:

n-4



0 2.5 mtr 5 mtr

Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

U hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

gevels nieuwe toestand
voorgevel

tekening:

n-5



Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten
(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

hu hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

gevels nieuwe toestand
achtergevel

tekening:

n-6



Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten
(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

tekeningen project

schaal:

1:100

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

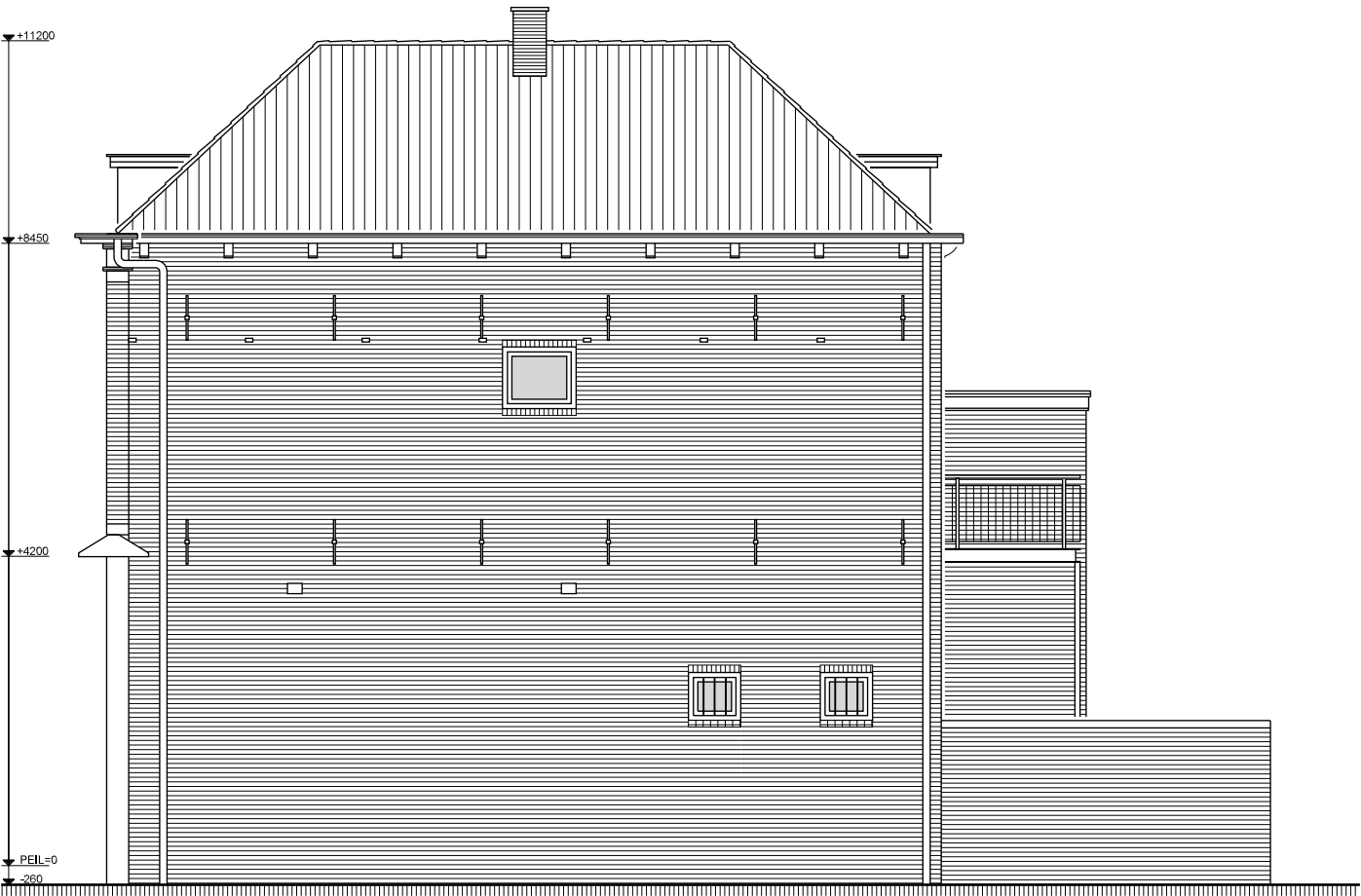
juni 2010

omschrijving:

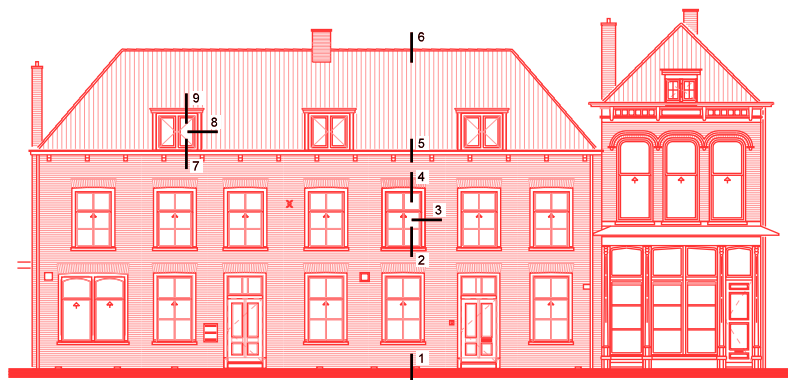
gevels nieuwe toestand
zijgevel

tekening:

n-7



0 2.5 mtr 5 mtr



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kozijn
begane grond

detailno.:

1

peil=0

b.k. druklaag vloer

230- p

maaiveld

BUITEN

- wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
 - luchtsponw 20 mm
 - voorzetwand:
 - isolatie 60 mm (steenwol)
 - met C-profielen 75 mm
 - dampremmende laag
 - gipsplaat 12,5 mm

bestaand muurrooster

01

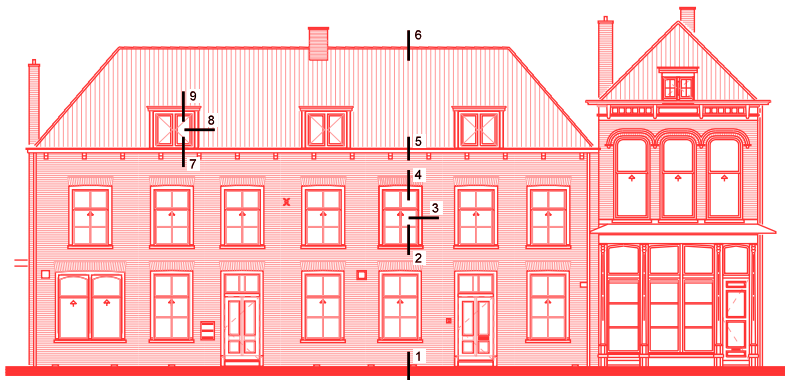
BINNEN

- ps-combinatievloer VBI:
- druklaag type 174 40 mm (voorzien van wapeningsnet)
 - T-liggers 170 mm
 - eps vulelementen

akoestisch band

ruimte tbv vloerbedekking

bestaande gemetselde fundering



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kozijn
begane grond (alternatief detail)

detailno.:

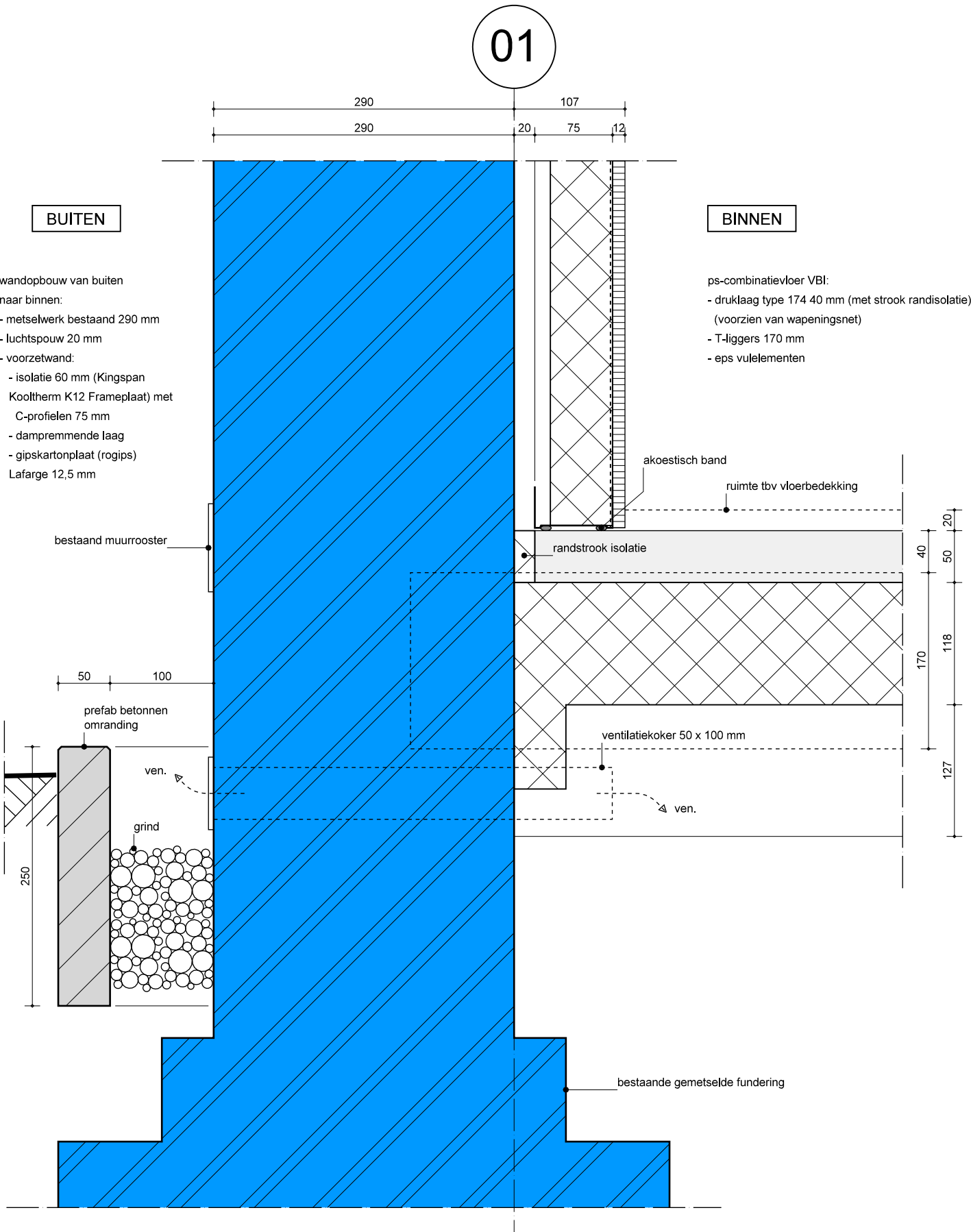
1 (alternatief)

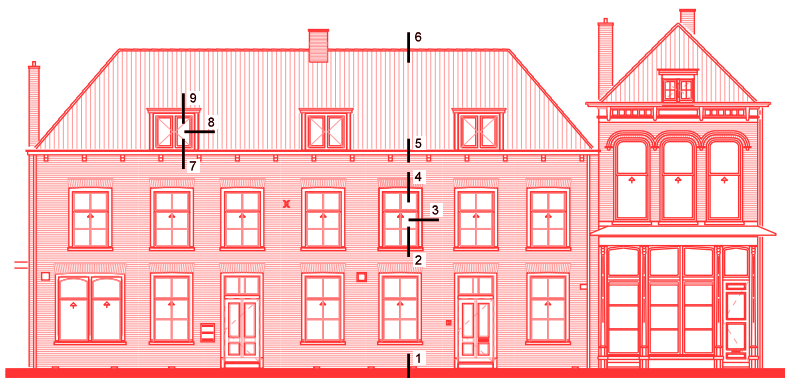
peil=0

b.k. druklaag vloer

230- p

maaiveld





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

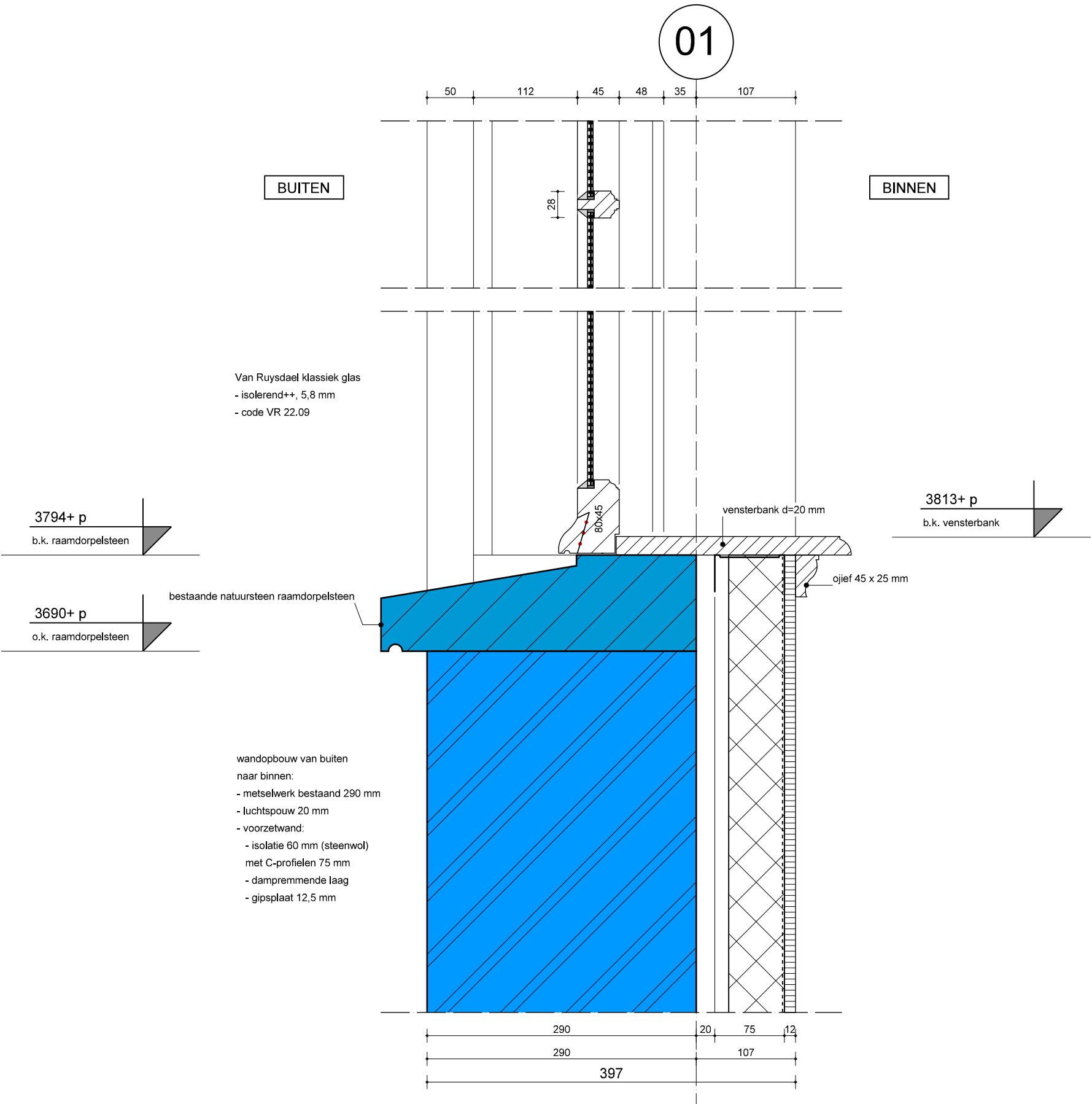
datum:

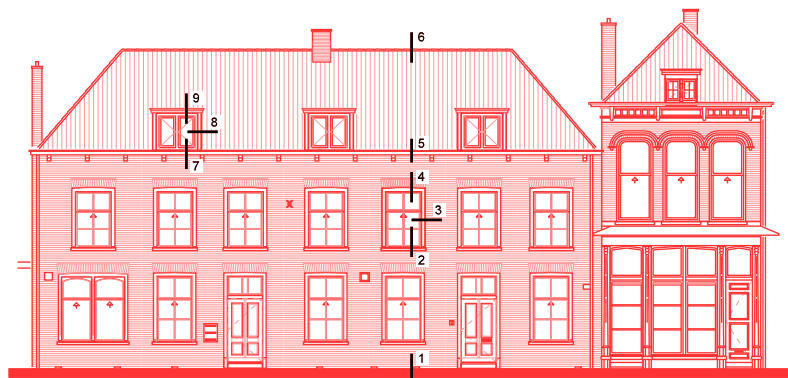
juni 2010

omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping

detailno.:





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

hu hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

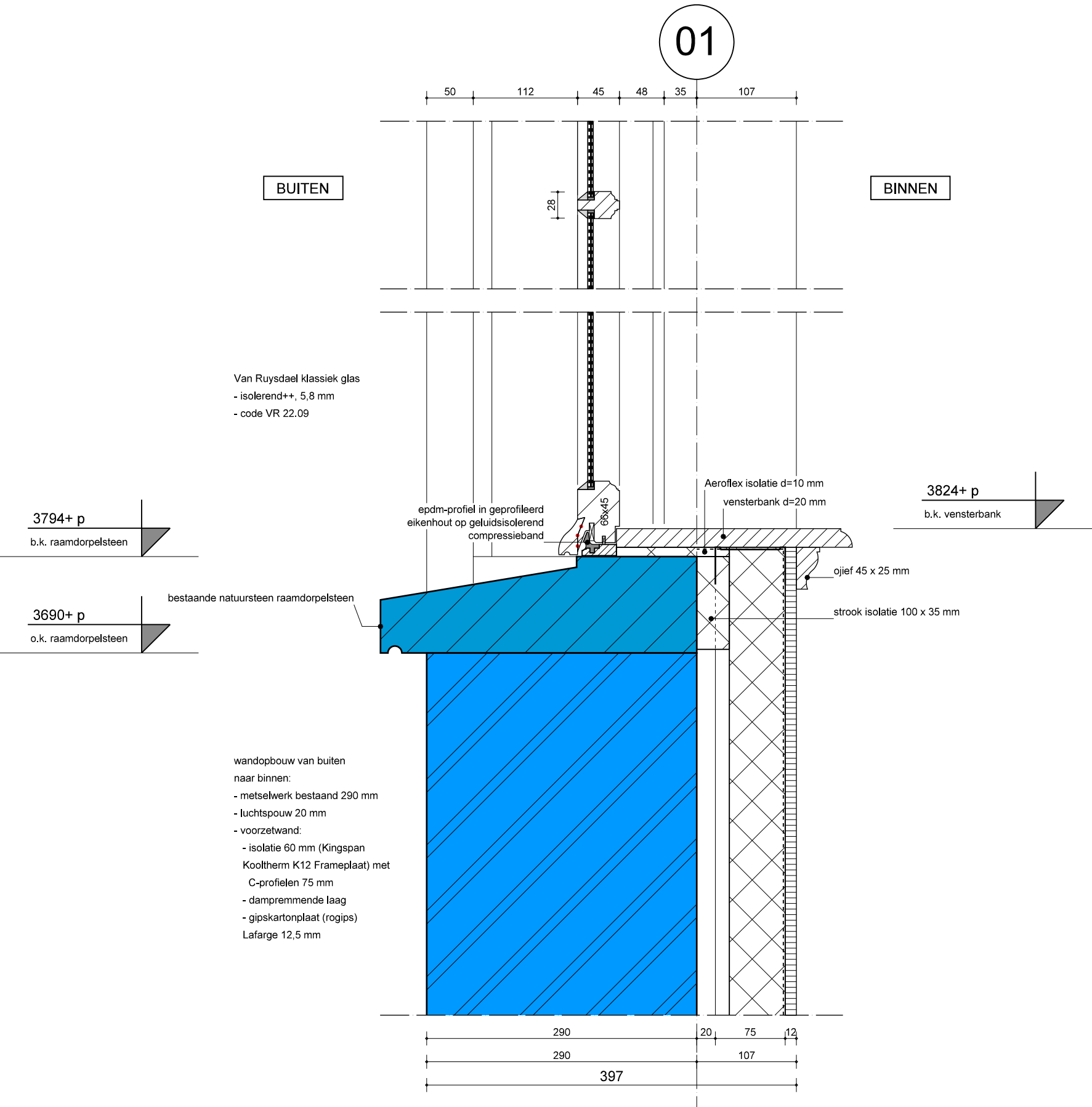
juni 2010

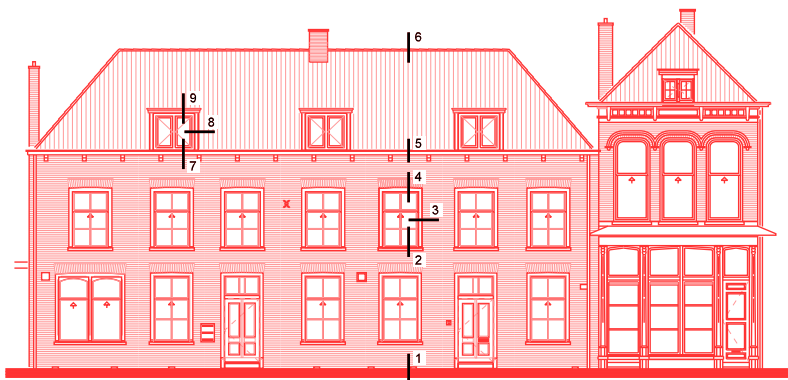
omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping (alternatief detail)

detailno.:

2 (alternatief)





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

zijaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping

detailno.:

3

Van Ruysdael klassiek glas

- isolerend++, 5,8 mm

- code VR 22.09

wandopbouw van buiten naar binnen:

- metselwerk bestaand 290 mm

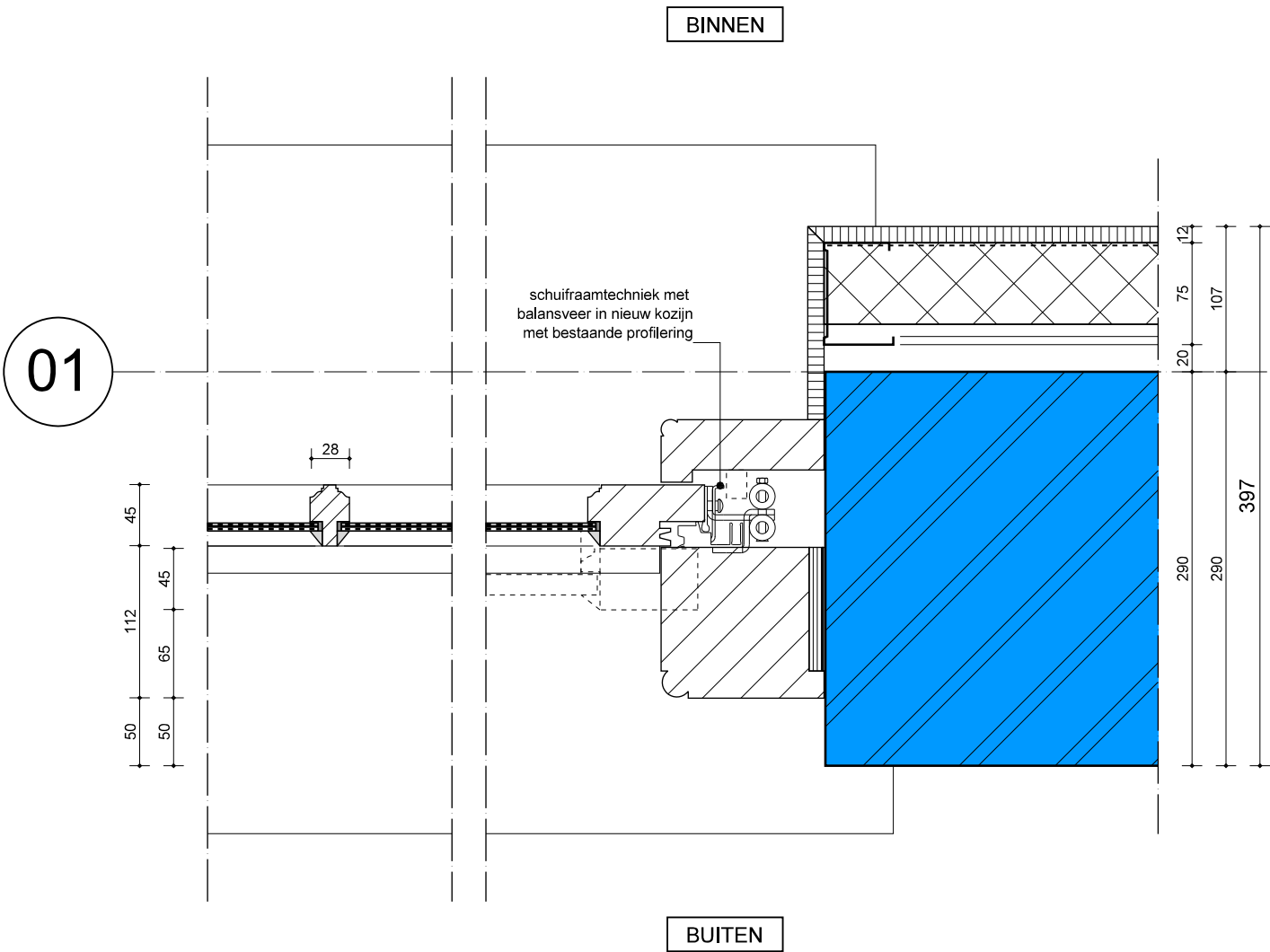
- luchtspouw 20 mm

- voorzetwand:

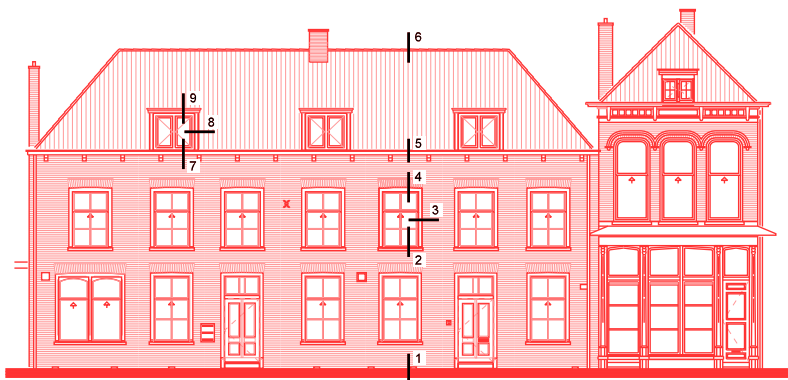
- isolatie 60 mm (steenwol) met C-profielen 75 mm

- dampremmende laag

- gipsplaat 12,5 mm



zijaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

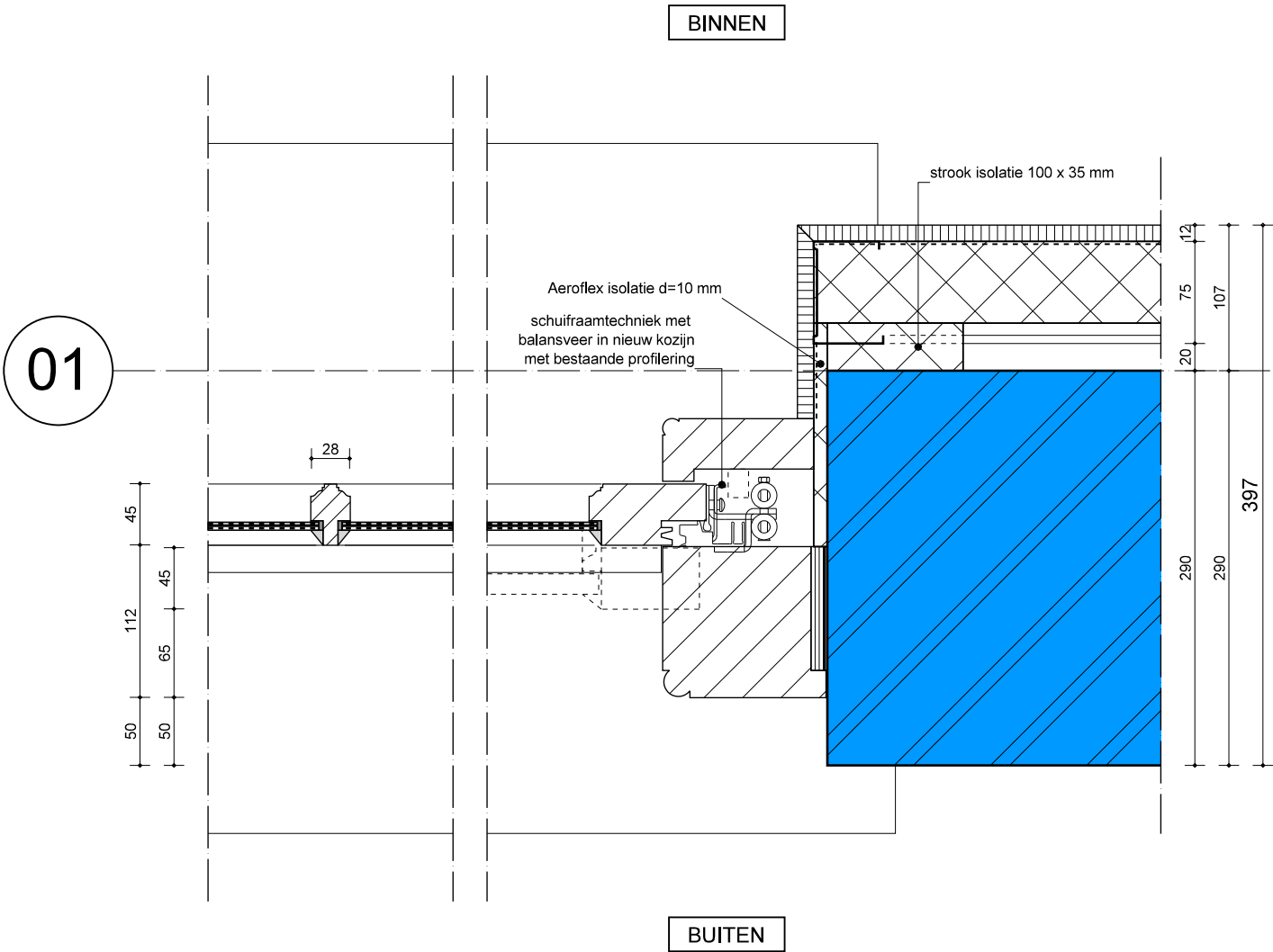
zijaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping (alternatief detail)

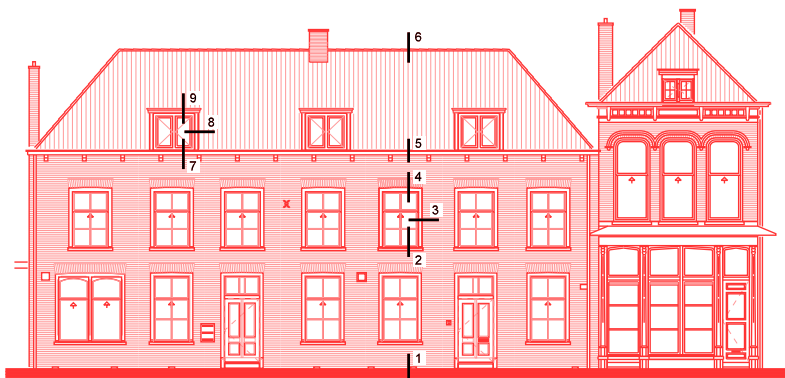
detailno.:

3 (alternatief)

Van Ruysdael klassiek glas
- isolerend++, 5,8 mm
- code VR 22.09

wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
- luchtpouw 20 mm
- voorzetwand:
- isolatie 60 mm (Kingspan Kooltherm K12 Frameplaat) met C-profielen 75 mm
- dampremmende laag
- gipskartonplaat (rogips) Lafarge 12,5 mm





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

bovenaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping

detailno.:

4

6132+ p

b.k. vloer

5780+ p

o.k. plafond

5775+ p

b.k. kozijn

- wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
 - luchtsponw 20 mm
 - voorzetwand:
 - isolatie 60 mm (steenwol)
 - met C-profielen 75 mm
 - dampremmende laag
 - gipsplaat 12,5 mm

- vloeropbouw van boven naar beneden:
- Fermacell Estrich vloerelement, type 2 E 32 o.g. (inclusief minerale wol 10 mm)
 - droge egalisatiekorrels min. 20 mm
 - nieuwe vuren houten vloerdelen 22 mm
 - nieuwe grenen houten balklaag 235 x 100 mm
 - Gyproc veerregel 20 mm
 - Gyproc gipsplaat 2 x 12,5 mm

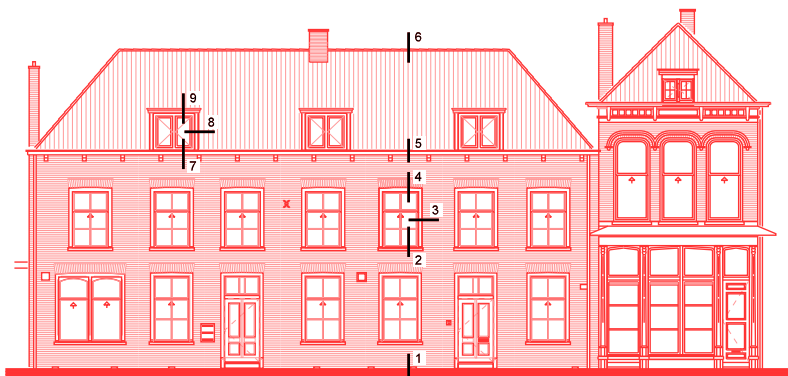
kozijn herstellen indien mogelijk
bij nieuw kozijn: profilering als bestaand

nieuw raamhout
profilering als bestaand

Van Ruysdael klassiek glas
- isolerend++, 5,8 mm
- code VR 22.09

BUITEN

BINNEN



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

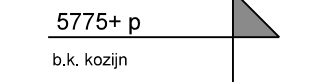
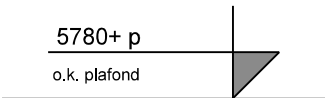
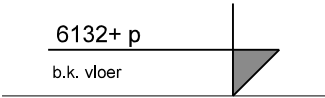
juni 2010

omschrijving:

bovenaansluiting bouwmuur-kozijn
eerste verdieping (alternatief detail)

detailno.:

4 (alternatief)



wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
- luchtsponw 20 mm
- voorzetwand:
- isolatie 60 mm (Kingspan Kooltherm K12 Frameplaat) met C-profielen 75 mm
- dampremmende laag
- gipskartonplaat (rogips) Lafarge 12,5 mm

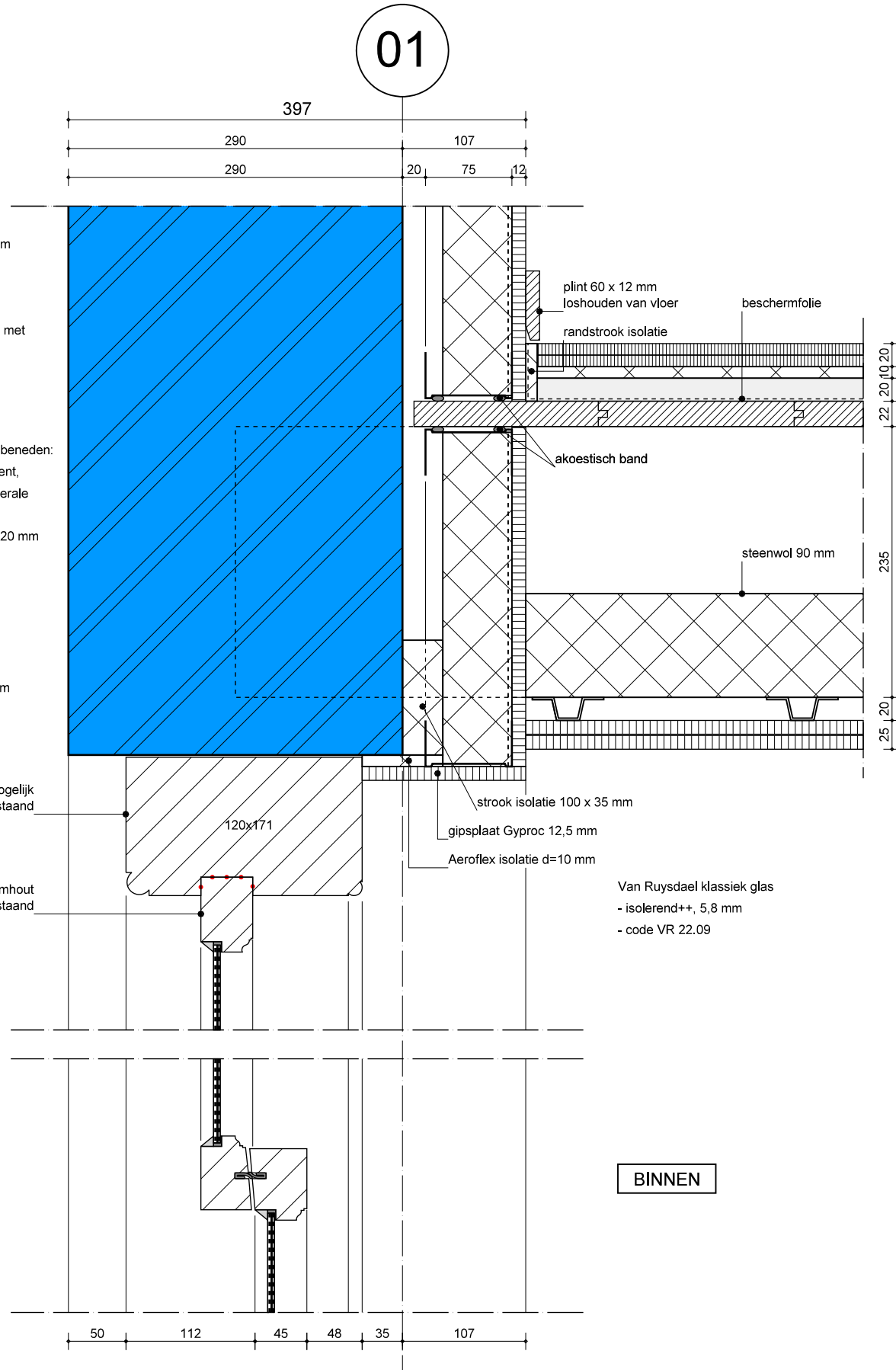
vloeropbouw van boven naar beneden:
- Fermacell Estrich vloerelement, type 2 E 32 o.g. (inclusief minerale wol 10 mm)
- droge egalisatiekorrels min. 20 mm
- beschermfolie
- nieuwe vuren houten vloerdelen 22 mm
- nieuwe grenen houten balklaag 235 x 100 mm
- Gyproc veerregel 20 mm
- Gyproc gipsplaat 2 x 12,5 mm

kozijn herstellen indien mogelijk
bij nieuw kozijn: profilering als bestaand

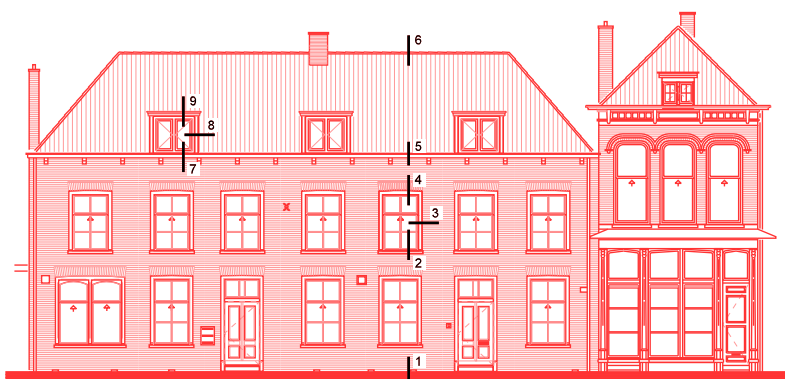
nieuw raamhout
profilering als bestaand

BUITEN

BINNEN



Van Ruysdael klassiek glas
- isolerend++, 5,8 mm
- code VR 22.09



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

hu hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

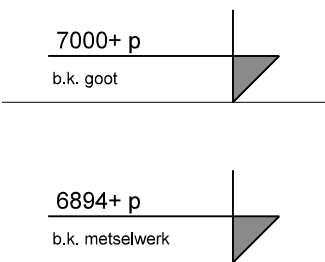
juni 2010

omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kap
tweede verdieping

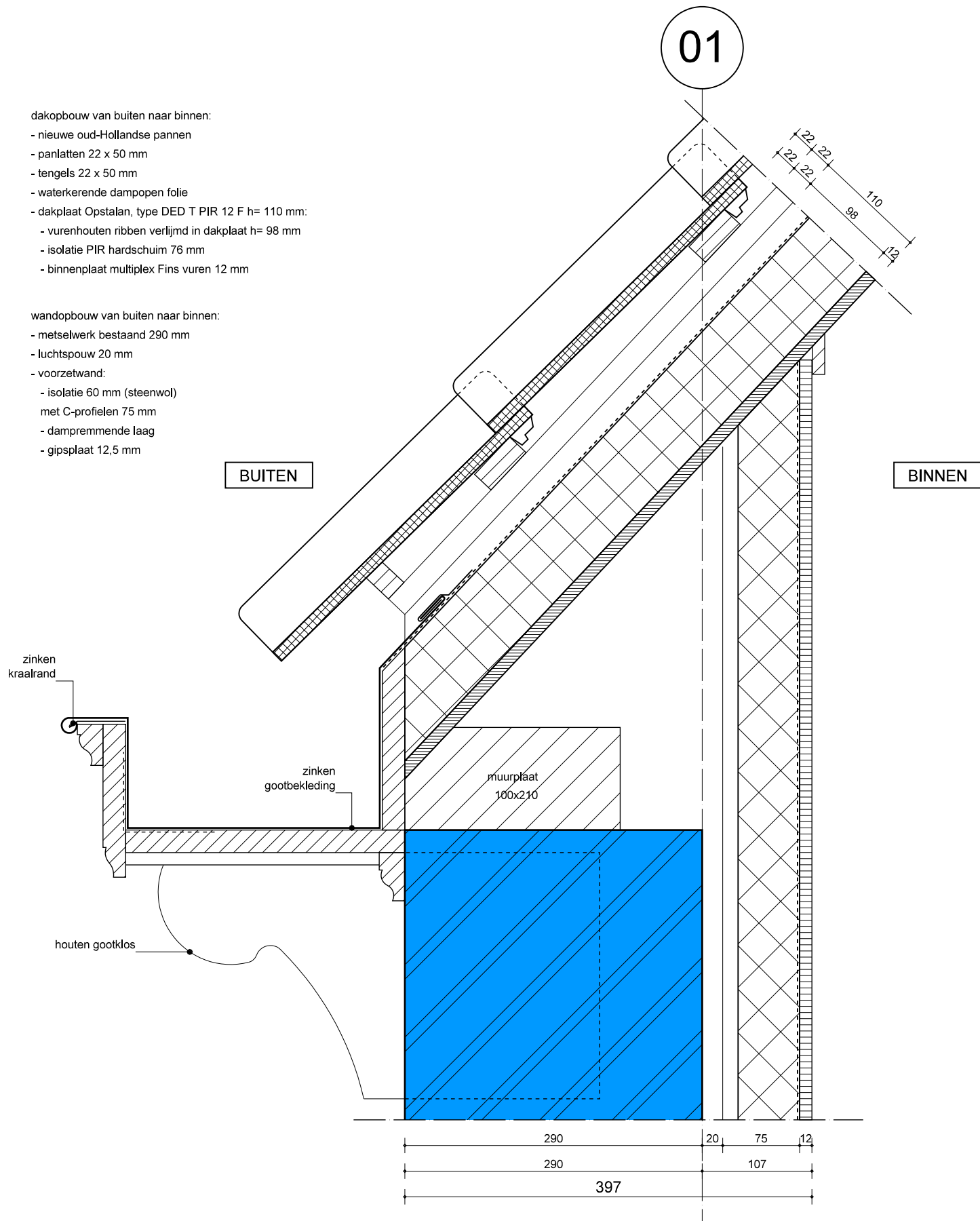
detailno.:

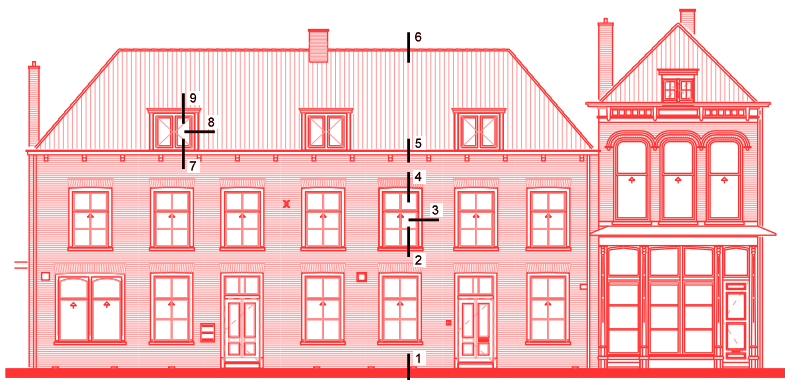
5



- dakopbouw van buiten naar binnen:
- nieuwe oud-Hollandse pannen
 - panlatten 22 x 50 mm
 - tengels 22 x 50 mm
 - waterkerende dampopen folie
 - dakplaat Opstalan, type DED T PIR 12 F h= 110 mm:
 - vurenhouten ribben verlijmd in dakplaat h= 98 mm
 - isolatie PIR hardschuim 76 mm
 - binnenplaat multiplex Fins vuren 12 mm

- wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
 - luchtsponw 20 mm
 - voorzetwand:
 - isolatie 60 mm (steenwol)
 - met C-profielen 75 mm
 - dampremmende laag
 - gipsplaat 12,5 mm





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

hu hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

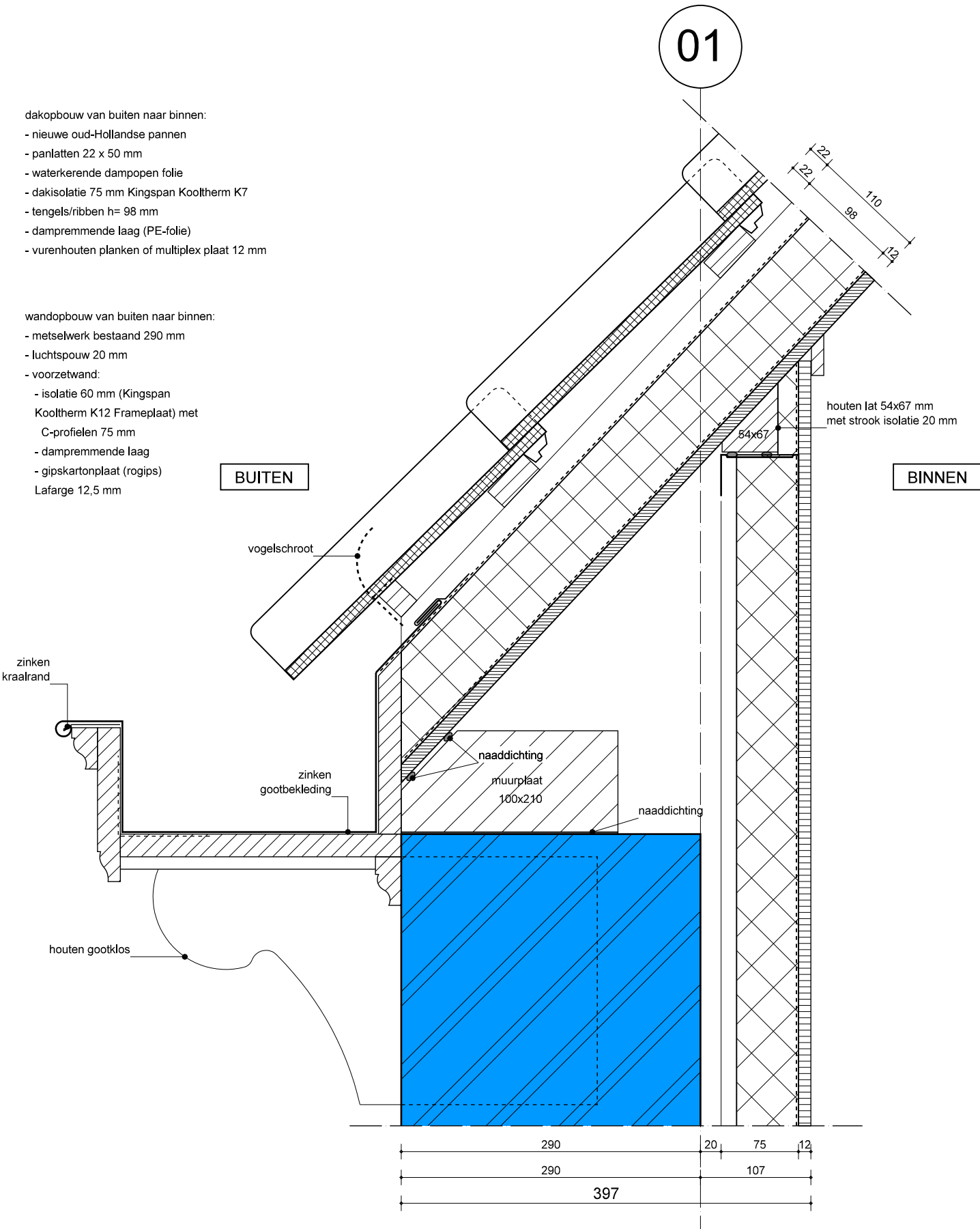
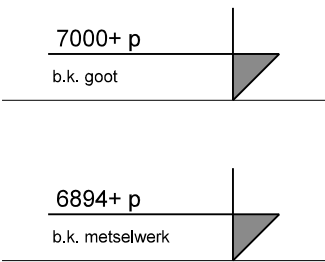
onderaansluiting bouwmuur-kap
tweede verdieping (alternatief detail)

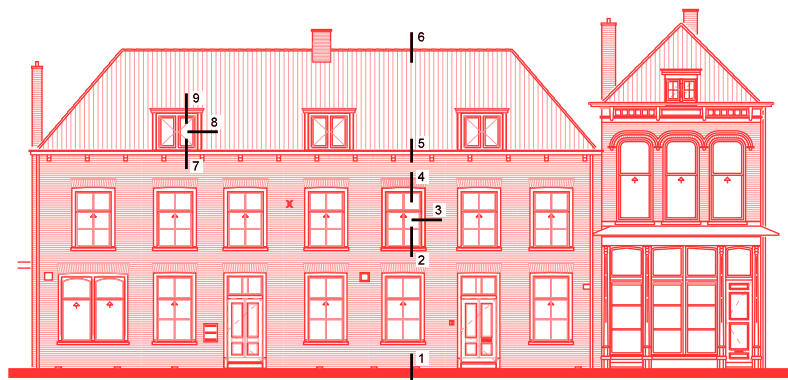
detailno.:

5 (alternatief)

- dakopbouw van buiten naar binnen:
- nieuwe oud-Hollandse pannen
 - panlatten 22 x 50 mm
 - waterkerende dampopen folie
 - dakisolatie 75 mm Kingspan Kooltherm K7
 - tengels/ribben h= 98 mm
 - dampremmende laag (PE-folie)
 - vurenhouten planken of multiplex plaat 12 mm

- wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
 - luchtsponw 20 mm
 - voorzetwand:
 - isolatie 60 mm (Kingspan Kooltherm K12 Frameplaat) met C-profielen 75 mm
 - dampremmende laag
 - gipskartonplaat (rogips) Lafarge 12,5 mm





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

aansluiting nok
tweede verdieping

detailno.:

6

10350+ p

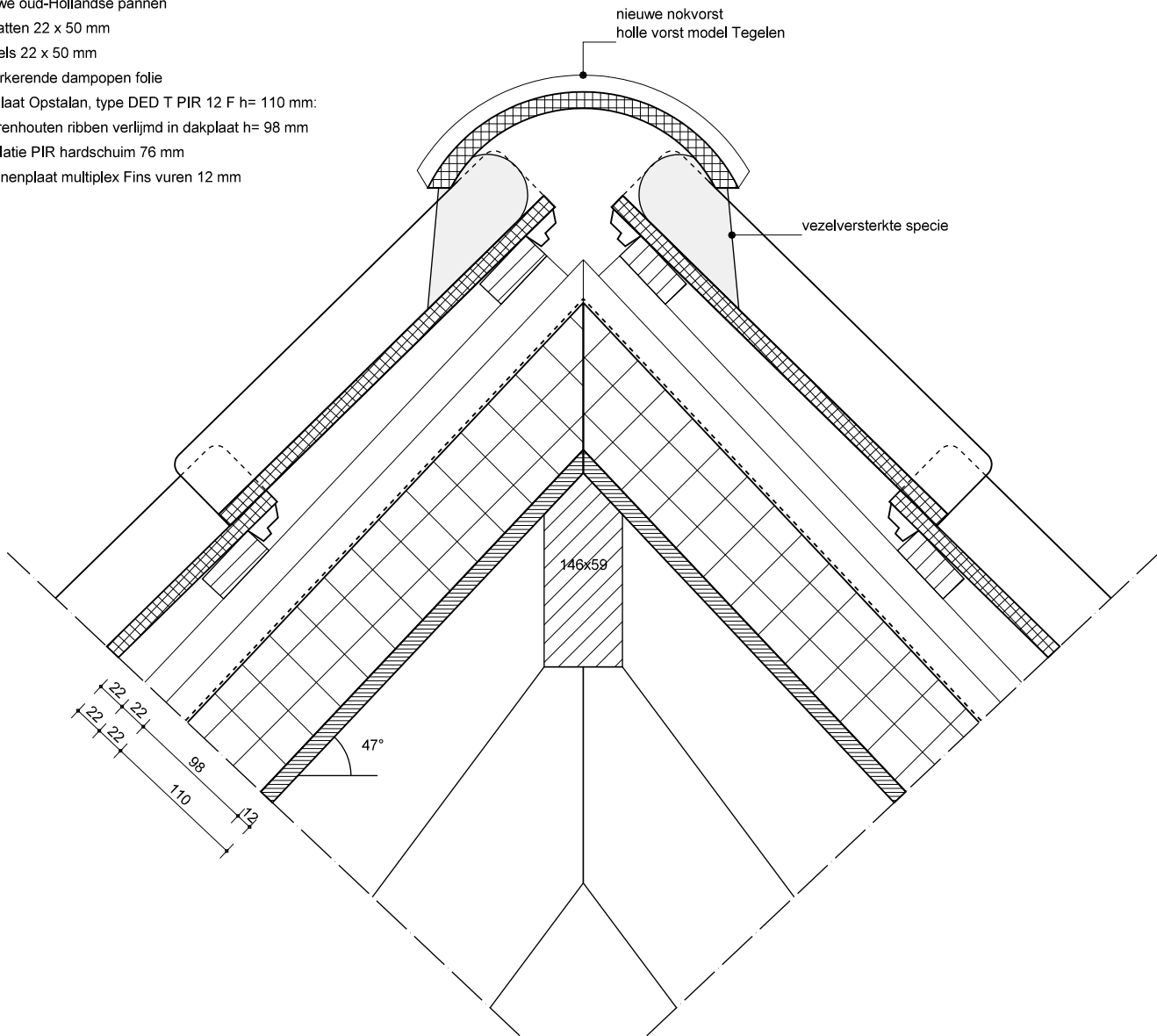
b.k. nokvorst

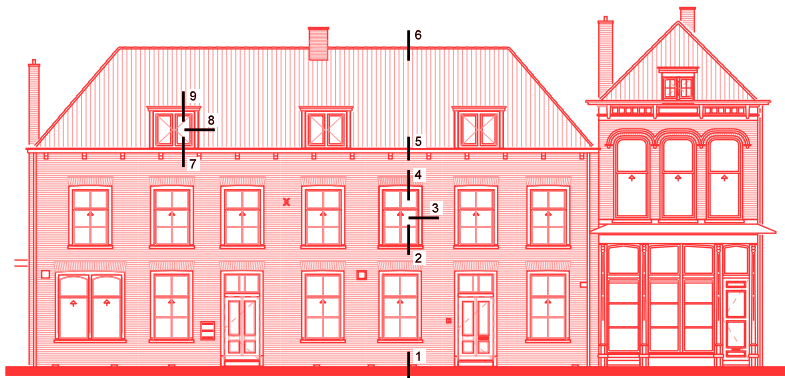
10050+ p

b.k. nokgording

dakopbouw van buiten naar binnen:

- nieuwe oud-Hollandse pannen
- panlatten 22 x 50 mm
- tengels 22 x 50 mm
- waterkerende dampopen folie
- dakplaat Opstalan, type DED T PIR 12 F h= 110 mm:
 - vurenhouten ribben verlijmd in dakplaat h= 98 mm
 - isolatie PIR hardschuim 76 mm
 - binnenplaat multiplex Fins vuren 12 mm





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

aansluiting nok
tweede verdieping (alternatief detail)

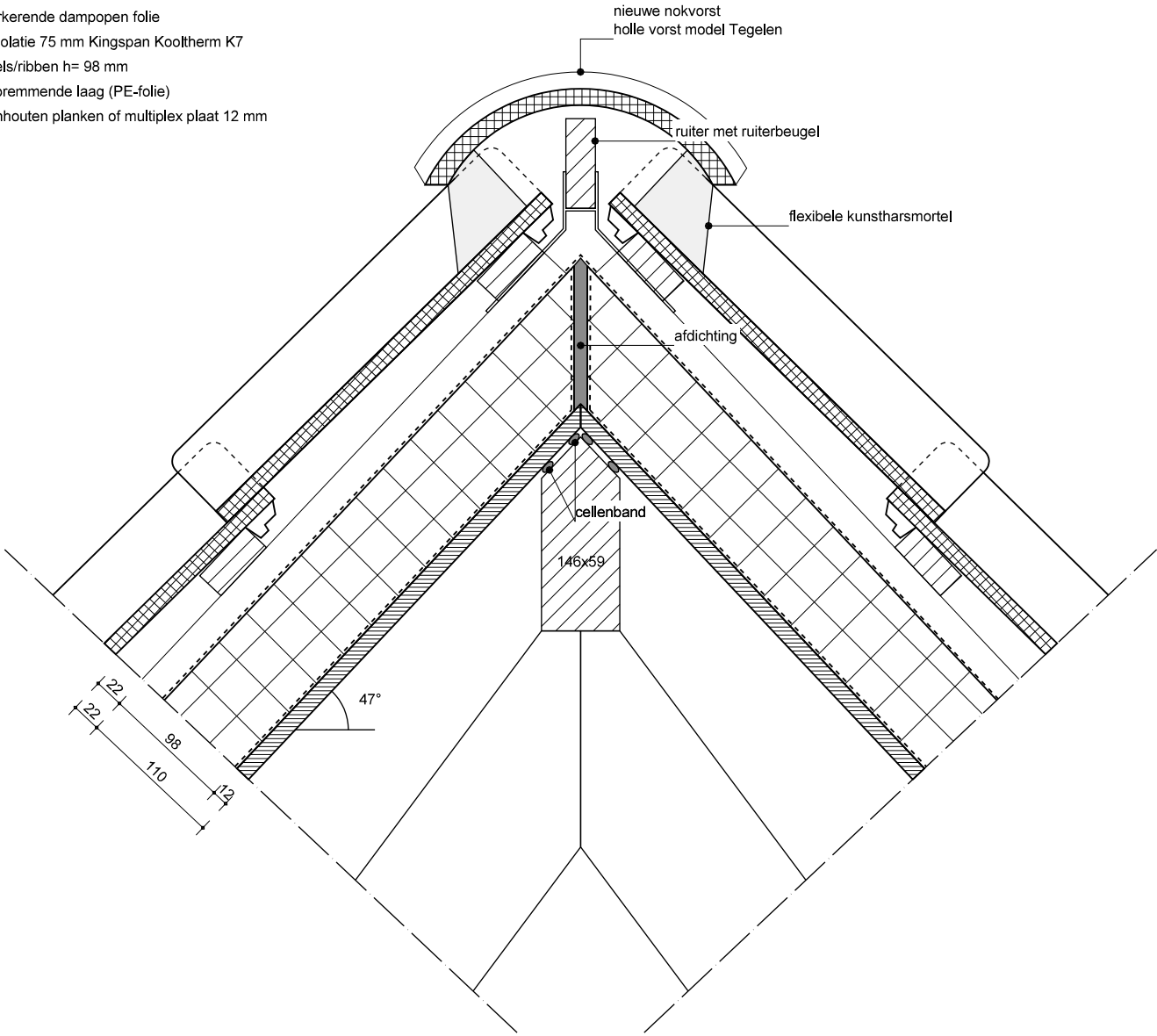
detailno.:

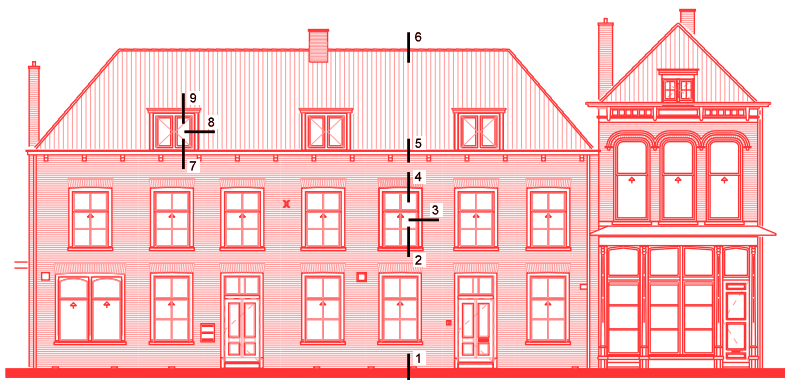
6 (alternatief)

10325+ p
b.k. nokvorst

10050+ p
b.k. nokgording

- dakopbouw van buiten naar binnen:
- nieuwe oud-Hollandse pannen
 - panlatten 22 x 50 mm
 - waterkerende dampopen folie
 - dakisolatie 75 mm Kingspan Kooltherm K7
 - tengels/ribben h= 98 mm
 - dampremmende laag (PE-folie)
 - vurenhouten planken of multiplex plaat 12 mm





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

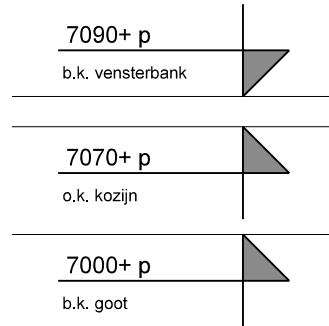
juni 2010

omschrijving:

onderaansluiting bouwmuur-kozijn dakkapel
tweede verdieping

detailno.:

7



Van Ruysdael klassiek glas
- isolerend++, 5,8 mm
- code VR 22.09

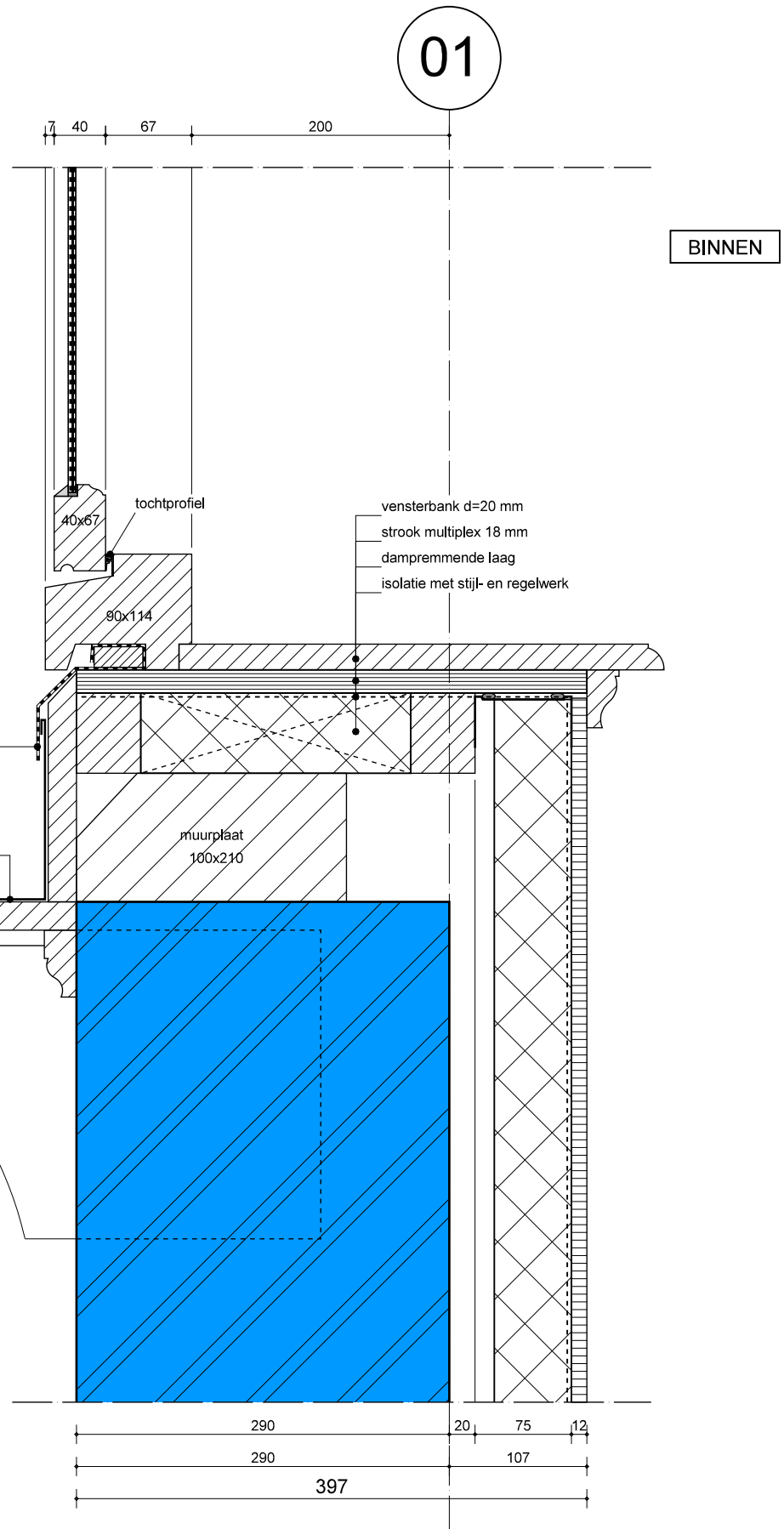
zinken
kraalrand

loodslabbe NHL25

zinken
gootbekleding

houten gootklos

wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
- luchtsponw 20 mm
- voorzetwand:
- isolatie 60 mm (steenwol)
met C-profielen 75 mm
- dampremmende laag
- gipsplaat 12,5 mm





afstudeerbedrijf:

TAK architecten |

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

hU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

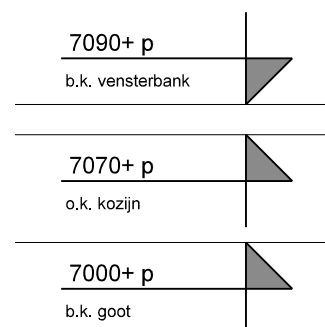
juni 2010

omschrijving:

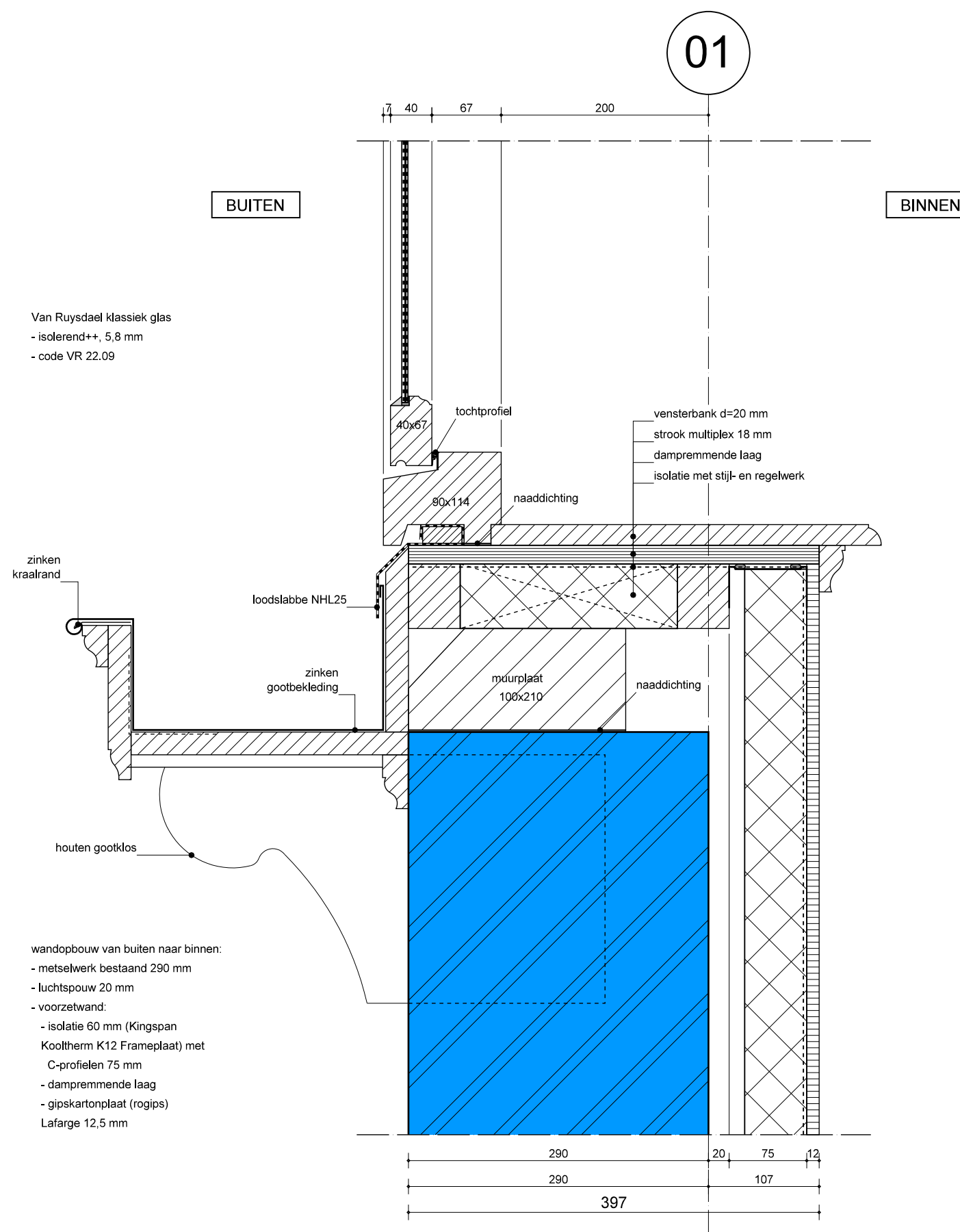
onderaansluiting bouwmuur-kozijn dakkapel
tweede verdieping

detailno.:

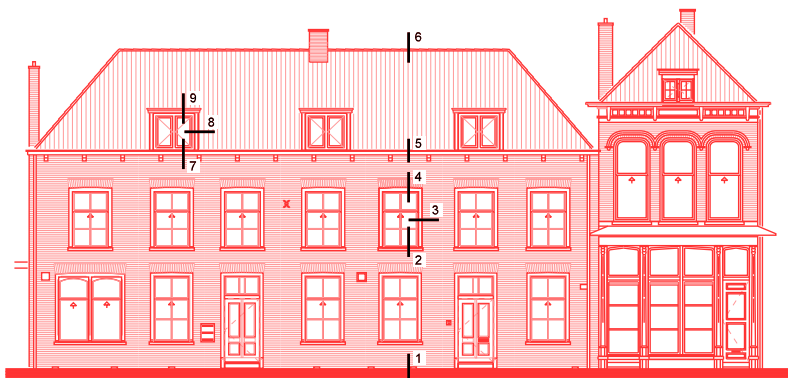
7 (alternatief)



Van Ruysdael klassiek glas
- isolerend++, 5,8 mm
- code VR 22.09



- wandopbouw van buiten naar binnen:
- metselwerk bestaand 290 mm
- luchtpouw 20 mm
- voorzetwand:
 - isolatie 60 mm (Kingspan Kooltherm K12 Frameplaat) met C-profielen 75 mm
 - dampremmende laag
 - gipskartonplaat (rogips)
 - Lafarge 12,5 mm



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

h Hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvd

datum:

juni 2010

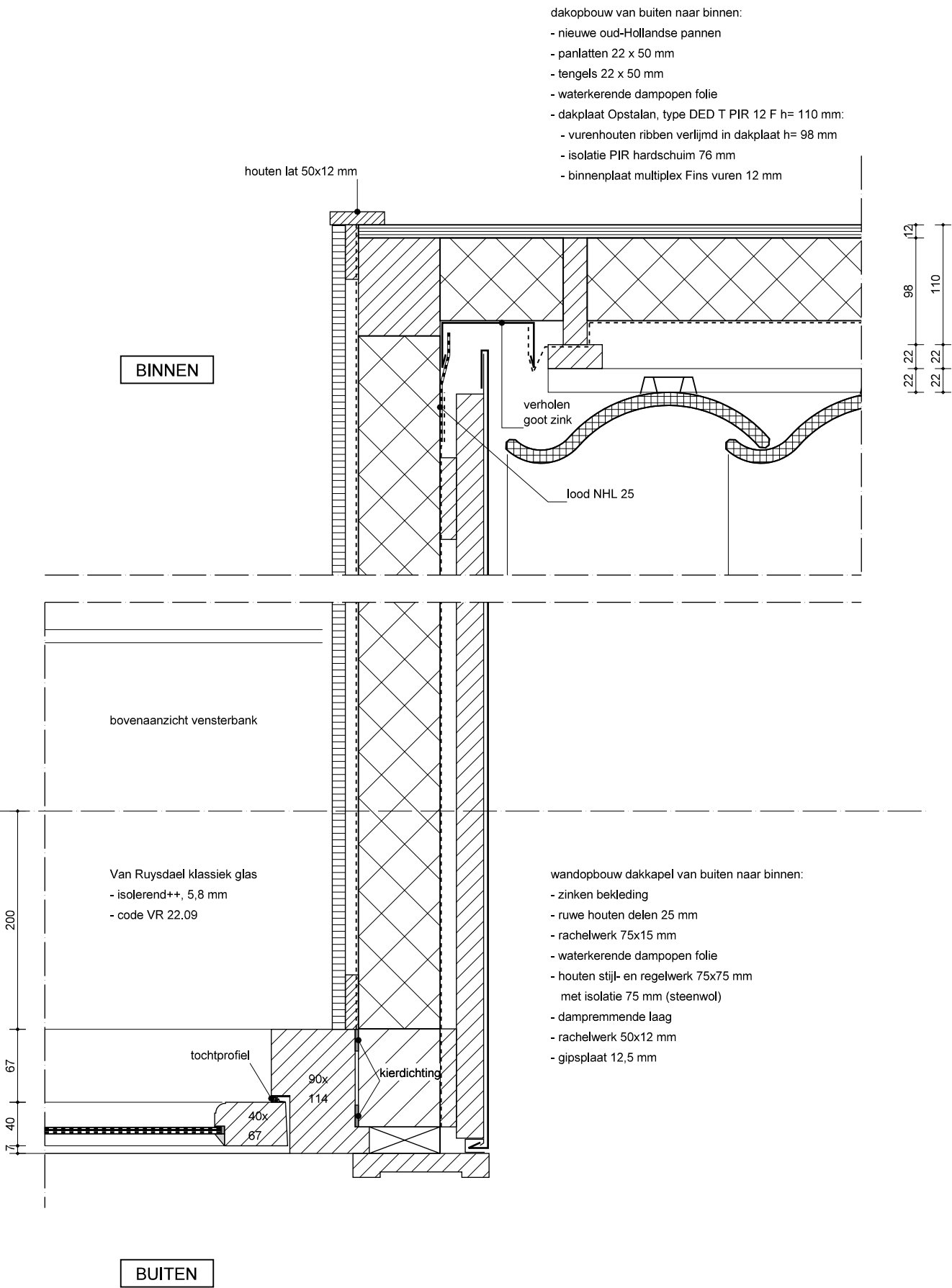
omschrijving:

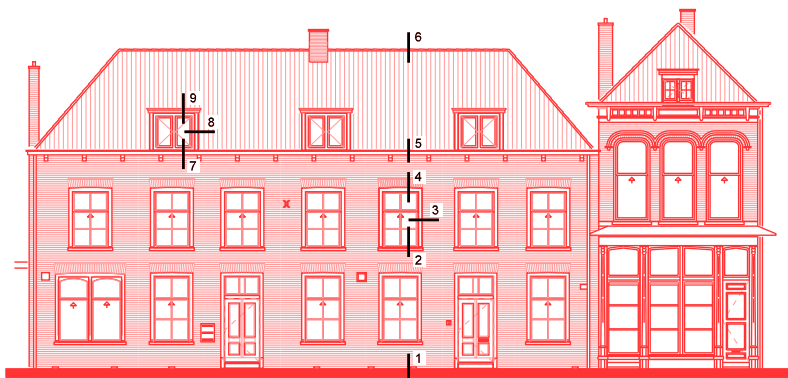
zijaansluiting kozijn aan zijwand dakkapel
tweede verdieping

detailno.:

8

01





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

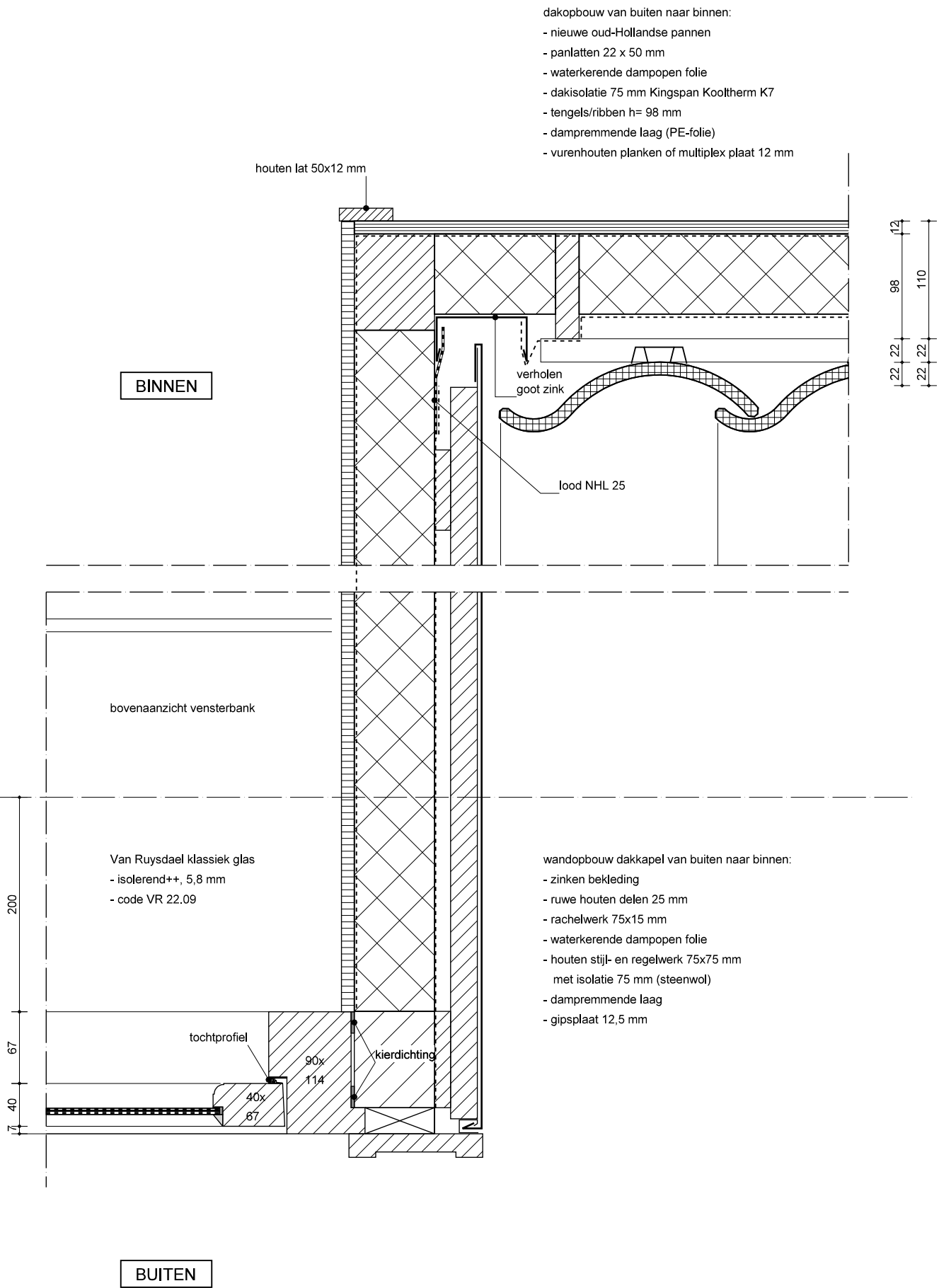
omschrijving:

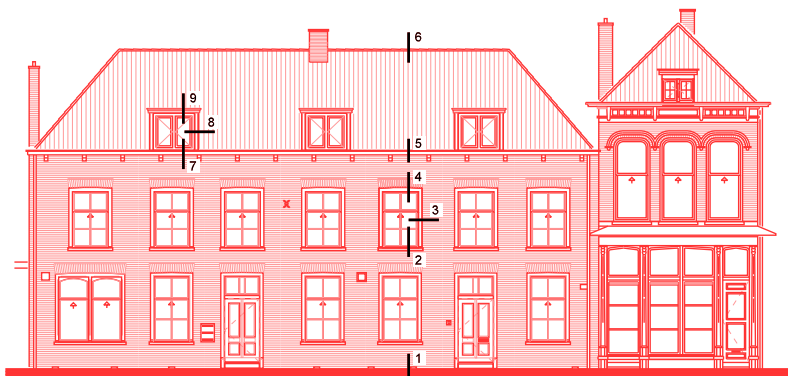
zijaansluiting kozijn aan zijwand dakkapel
tweede verdieping (alternatief detail)

detailno.:

8 (alternatief)

01





detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten
(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te Schiedam

school:

IU hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

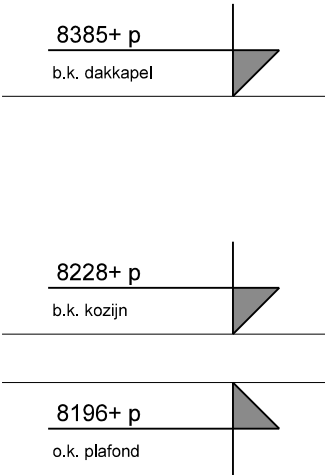
juni 2010

omschrijving:

bovenaansluiting kozijn-plat dak dakkapel
tweede verdieping

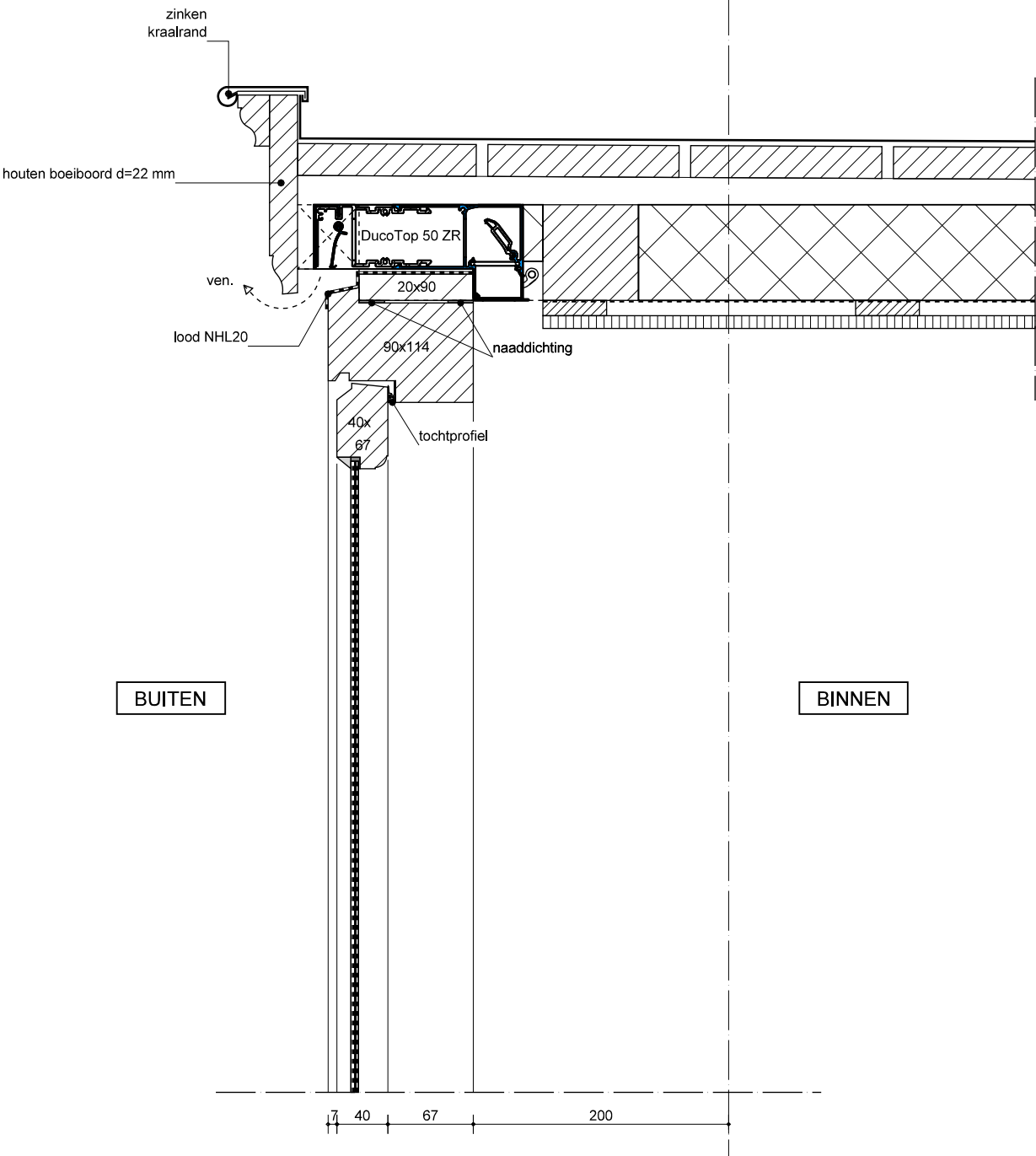
detailno.:

9

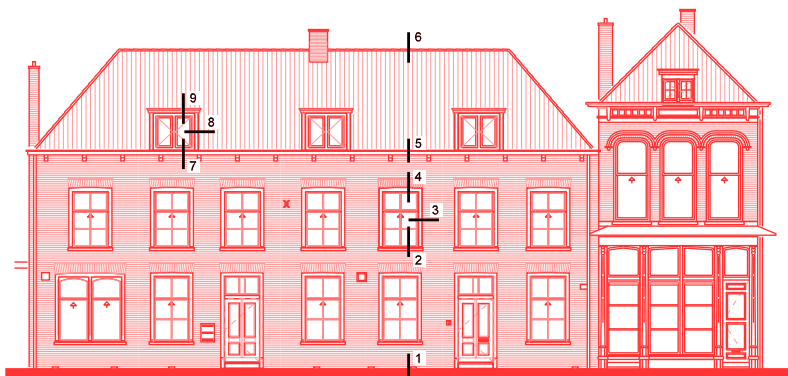


dakopbouw dakkapel van buiten naar binnen:

- zinken dakbedekking
- ruwe houten delen 25 mm
- afschotregels
- houten balklaag 75x75 mm met isolatie 75 mm (steenwol)
- dampremmende laag
- rachelwerk 50x12 mm
- gipsplaat 12,5 mm



01



detailoverzicht (schaal 1:250)

Duurzaam detailleren
van historische gebouwen

afstudeerbedrijf:

TAK architecten

(locatie delft)

project:

stadsarmenschool te
Schiedam

school:

h u hogeschool utrecht

opleiding:

bouwkunde
dual (grijs)

semester:

6

vak:

awl

afstudeerder:

ferry van den boogaard
(studentnummer 1539008)

onderdeel:

details

schaal:

1:5

formaat:

a3

getekend:

fvdb

datum:

juni 2010

omschrijving:

bovenaansluiting kozijn-plat dak dakkapel
tweede verdieping (alternatief detail)

detailno.:

9 (alternatief)

8385+ p

b.k. dakkapel

8228+ p

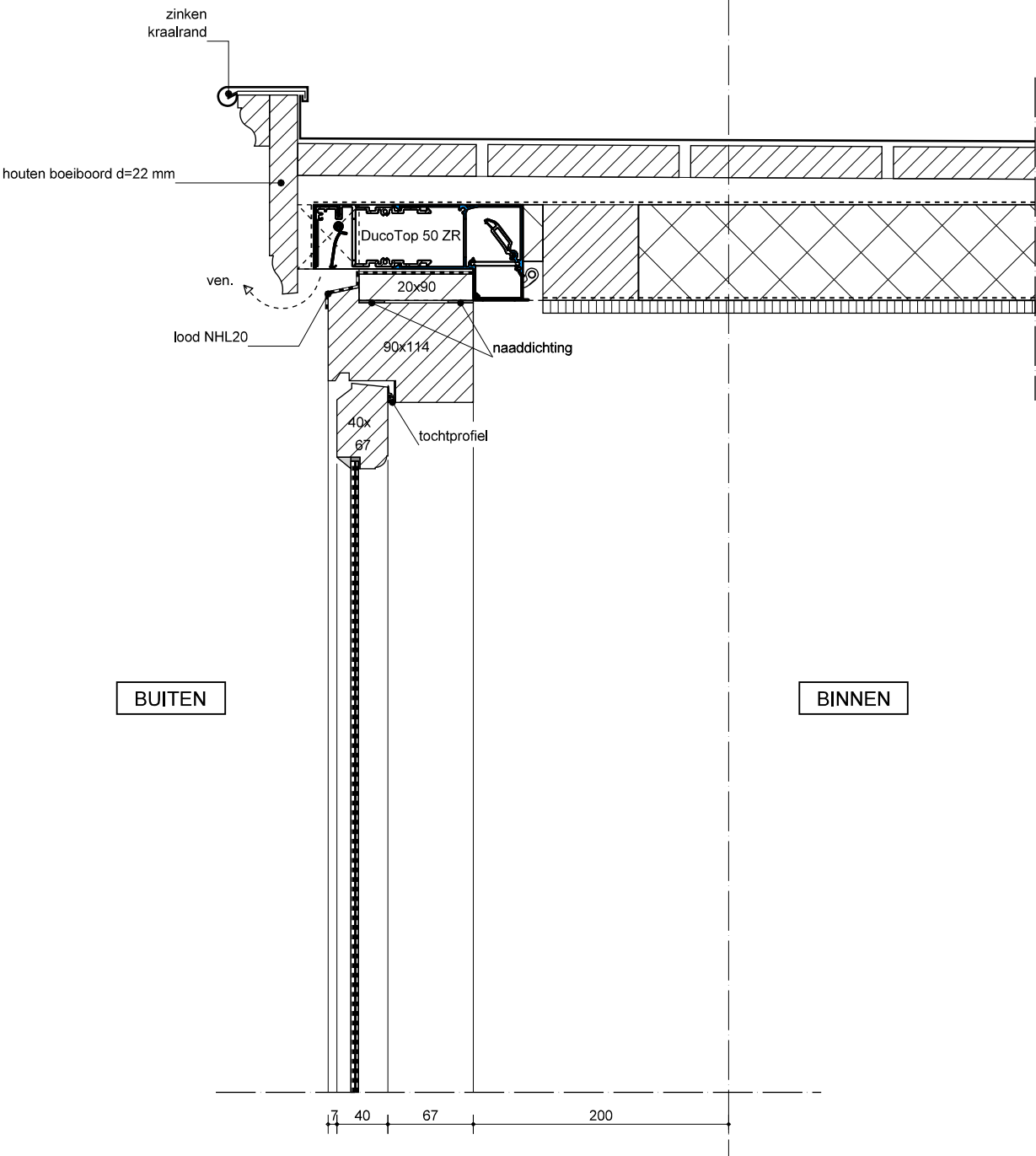
b.k. kozijn

8196+ p

o.k. plafond

dakopbouw dakkapel van buiten naar binnen:

- zinken dakbedekking
- ruwe houten delen 25 mm
- afschotregels
- waterkerende dampopen folie
- houten balklaag 75x75 mm
met isolatie 75 mm (steenwol)
- dampremmende laag
- gipsplaat 12,5 mm



01