



Duurzaam Herbestemmen Kerken

Afstudeerscriptie - Afstuderen 2020-2021

Een onderzoek naar de mogelijkheden van duurzame herbestemmingen voor kerkgebouwen

Studenten:	Lars Vogels en Tom Pittens
Studentnummers:	2122634, 2129530
Opdrachtgever:	Avans Hogeschool 's-Hertogenbosch
Bedrijfsbegeleider:	de Bonth van Hulten: Hugo Bijnen Buro Kade: Ivo van den Thillart
Begeleidende docenten:	Eerste begeleider: Ben ter Denge Tweede begeleider: Joost Grintjes
Afstudeeratelier:	Toekomstgericht Bouwen
Opleiding:	Bouwkunde
Datum:	16-06-2021

Colofon

Titel:	Duurzaam herbestemmen kerken
Datum:	16-06-2021
Plaats:	's-Hertogenbosch
Instelling:	Avans hogeschool Onderwijsboulevard 215 5223 ED 's-Hertogenbosch
Afdeling:	Academie voor Bouw en Infra
Afstudeeratelier:	Toekomstgericht Bouwen
Afstudeerders:	Lars Vogels 2122634 Tom Pittens 2129530
Bedrijven:	Hugo Bijnen De Bonth van Hulten Nieuwkuijksestraat 43-45 5253 AD Nieuwkuijk Ivo van den Thillart Buro Kade Tramkade 26 (1 ^e Verdieping) 5211 VB 's-Hertogenbosch
Begeleidende docenten:	Eerste begeleider Ben ter Denge Tweede begeleider Joost Grintjes



Voorwoord

Dit afstudeeronderzoek doet dienst als scriptie van Lars Vogels en Tom Pittens, voor de opleiding Bouwkunde te Avans Hogeschool gelegen in 's-Hertogenbosch. Het onderzoek is leerzaam voor iedereen die geïnteresseerd is in het herbestemmen van kerkgebouwen. Het biedt een technische inkijk in het herbestemmingsproces van kerkgebouwen, en voornamelijk gekeken naar de eventuele knelpunten die voor kunnen komen tijdens het ontwerpproces en de uitvoering.

Het vinden van een afstudeeronderzoek was een makkelijke taak doordat we beide geïnteresseerd zijn in het herbestemmen van oude panden. Ook hadden we beide al een bedrijf dat hierin ervaring had of andere expertises had op het gebied van circulaire en demontabele verbindingen. Door de combinatie tussen een aannemer en een architect hebben wij het naar onze mening een zo compleet mogelijk beeld geschetst over het herbestemmen van kerkgebouwen.

Door de vele tijd en energie die in het afstudeeronderzoek is gestoken, zijn wij meer dan trots op deze scriptie, zoals hij hier nu ligt. Wel kijken we terug op een periode met veel vraagtekens en aanpassingen, maar ook zeker een leerzame periode voor ons en de bedrijven.

Graag zouden wij de volgende personen willen bedanken voor hun tijd en expertise die ze met ons gedeeld hebben:

Als eerste onze bedrijfsbegeleiders Hugo Bijnen en Ivo van Thillart, voor de fijne samenwerking en de begeleiding. Zonder hun ondersteuning hadden wij dit onderzoek niet tot dit resultaat kunnen leiden.

Daarnaast de begeleidende docenten vanuit school: Ben ter Denge, Joost Grintjes en Wil Mertens en alle andere docenten van Avans Hogeschool voor de begeleiding en het delen van hun kennis.

Tot slot de medewerkers van de bedrijven en andere experts die ons te woord hebben gestaan en hun expertise met ons wilde delen.

Wij wensen u veel leesplezier.

Lars Vogels en Tom Pittens

's-Hertogenbosch, 16 Juni 2021



Samenvatting

In Nederland is al een tijdje een ontkerkelijking aan de gang. Hierdoor komen er de aankomende jaren alleen maar meer kerken leeg te staan. Mede doordat een kerk van belangrijke waarde is voor een dorp of stad wordt er vaak gezocht naar een passende nieuwe functie voor het gebouw, om zo de kerk van sloop te redden. Daarnaast is er een ambitie om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Op dit moment wordt al veel bouw materiaal hergebruikt, maar dan in een minder waarde. Bij een circulaire economie blijft het materiaal zijn waarde behouden.

Deze twee problemen geven aanleiding voor de hoofdvraag van dit onderzoek: Welke mogelijkheden zijn er voor het demontabel en circulair herbestemmen van kerkgebouwen, gekeken naar materialisatie, behaaglijkheid, daglicht, transport, esthetiek en maakbaarheid? Hierbij zal alleen gekeken worden naar kerkgebouwen in Nederland. Ook zal het installatie gedeelte buiten beschouwing worden gelaten. Bij het onderzoek wordt gebruik gemaakt van een casusproject, de heilig Hartkerk te Breda.

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van verschillende onderzoeksmethodes. Door goed te overleggen met experts is er veel kennis opgedaan. Verder zijn er verschillende onderzoeken gedaan naar referentieprojecten en een locatie bezoek heeft plaats gevonden.

Het resultaat van dit onderzoek is een modulair bouwsysteem, van houten kolommen en liggers geschikt voor de casus kerk. Voor de wanden en vloeren is een systeem bedacht dat bestaat uit elementen. Deze wandelementen kunnen allemaal op dezelfde manier bevestigd worden. Hierdoor is het een systeem dat bestaat uit demontabele verbindingen en circulaire componenten. Deze elementen bestaan uit standaard handelsmaten voor hout en hierdoor zijn ze ook makkelijk te transporteren.

Voor de casus kerk is ook een voorstel geschreven om de thermische schil, de akoestiek en de daglichtopeningen te verbeteren. Ook zijn de risico's in kaart gebracht voor de aannemer tijdens het herbestemmen van de kerk. Er is ook gekeken naar de CO2-impact die het bouwsysteem heeft.

Om antwoord te geven op de hoofdvraag is niet één antwoord mogelijk, omdat het herbestemmen van kerken afhankelijk is van verschillende factoren. Maar het systeem wat bedacht is, kan wel als voorbeeld dienen bij het herbestemmen van andere kerkgebouwen. Hierbij staan ook de onderwerpen circulariteit, demontabel en reversibel bouwen centraal. Om een beeld te schetsen van wat er mogelijk is bij het herbestemmen van kerken zijn verschillende alternatieven onderzocht.

Voor eventuele vervolgonderzoeken kan er extra diepgang gecreëerd worden door de individuele onderzoeken verder uit te werken. Het systeem kan ook verder onderzocht worden op modulariteit en kosten. Het kan ook verder uitgewerkt worden door een ontwerp voor de hele kerk te maken.



Summary

In the Netherlands, secularisation has been going on for some time now. As a result, more and more churches will become vacant in the coming years. Partly because a church is of great value to a village or town, a suitable new function for the building is often sought in order to save the church from demolition. In addition, there is an ambition to have a fully circular economy by 2050. At the moment, a lot of building material is already being reused, but in a less valuable form. In a circular economy, the material retains its value.

Therefore the main question of this research is: What possibilities are there for the demountable and circular reuse of church buildings, looking at materialisation, comfort, daylight, transport, aesthetics and manufacturability? Only church buildings in the Netherlands will be considered. The installation part will also be left out of consideration. As case study, the Heilig Hartkerk in Breda, will be used.

For this research, different research methods were used. A lot of knowledge has been gained by consulting with experts. Furthermore, different researches has been done into reference projects and a site visit has taken place.

The result of this research is a modular building system of wooden columns and beams suitable for the case of the church. For the walls and floors, a system consisting of elements was devised. These wall elements can all be fixed in the same way. This makes it a system with demountable connections and circular materials. These elements consist of standard trade sizes for wood and are therefore also easy to transport.

For the church case, a proposal was also written to improve the thermal envelope, the acoustics and the daylight openings. The risks for the contractor during the re-use of the church were also mapped out. The CO2 impact of the building system was also considered.

Not a single answer to the main question is possible, because the reuse of churches depends on various factors. But the system that was devised can serve as an example for the reuse of other church buildings. The topics of circularity, demountable and reversible construction are also central. Furthermore, various possibilities have been worked out in order to sketch a picture of what is possible.

For the follow-up study, additional depth in the research can be created by elaborating on the individual studies. The system can also be further investigated in terms of modularity and costs. It can also be further elaborated by making a design for the whole church.



Inhoudsopgave

Voorblad

1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding en Probleemdefinitie	6
1.2 Doelstelling	7
1.3 Afbakening	7
1.4 Onderzoeksvragen	7
1.5 Casus kerk	8
2. Methodologie	10
2.1 Betrouwbaarheid	10
3. Theoretisch onderzoek/ literatuuronderzoek	11
3.1 Casuskerk	11
3.2 Functie	12
3.3 Daglichtopeningen	14
3.4 Thermische isolatie	16
3.5 Akoestiek	18
3.6 Aandachtspunten voor de aannemer	19
4. Onderzoeksresultaten	20
4.1 Functie	20
4.2 Bouwmethode	20
4.3 Daglichtoplossingen	26
4.4 Thermische isolatie	27
4.5 Akoestiek	27
4.6 Duurzaamheid	29
5. Conclusie	32
5.1 Vervolgonderzoeken	32
6. Literatuurlijst	33
7. Bijlagen	44



1. Inleiding

In Hoofdstuk 1 zal het onderwerp worden toegelicht. Hierbij zullen de aanleiding en probleemdefinitie aan bod komen. Daarnaast zal worden uitgelegd wat het doel is van dit onderzoek en zullen de onderzoeksvraag en deelvragen worden besproken. Tot slot zal de casus kort worden geïntroduceerd.

Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd door Lars Vogels en Tom Pittens, beide vierdejaars bouwkunde studenten aan Avans Hogeschool te 's-Hertogenbosch. Het onderzoek is gericht op de herbestemming van kerken, waarbij duurzaamheid een belangrijke rol speelt. In het onderzoek is duurzaamheid gericht op het toepassen van circulaire en demontabele verbindingen.

Lars Vogels is hierbij begeleid door een aannemersbedrijf. Namelijk de Bonth Van Hulten te Nieuwkuijk. Zij zijn gespecialiseerd in het herbestemmen, renoveren en restaureren van oude gebouwen.

Tom Pittens is begeleid door architectenbureau Buro kade. Zij hebben in de afgelopen jaren al veel ervaring opgedaan op het gebied van circulair en biobased bouwen. En zijn tevens de architect van de Petrus in Vught.

1.1 Aanleiding en Probleemdefinitie

1.1.1 Leegstand kerken

Nederland ontkerkelijkt al een tijdje en de groep kerkgangers die nog wel naar de kerk gaat is aan het vergrijzen. In 1968 waren er wekelijks zo'n 2,7 miljoen katholieke kerkgangers. In 2016 is dit aantal nog maar 173.000. Naar verwachting zijn er in 2030 nog maar 63.000 katholieken over die naar de kerk gaan. Dit resulteert in een leegstand van kerkgebouwen. Herman Wesselink, architectuurhistoricus, verwacht dat er in 2030 zo'n duizend kerkgebouwen leeg komen te staan (Nieuwsuur, 2018).

Herman Wesselink deed in de periode van 2013-2017 onderzoek naar kerken aan de Vrije Universiteit van Amsterdam. Hierbij werd gekeken naar zowel bestaande als afgebroken kerken uit de periode 1800-1970. Zijn onderzoek is gevisualiseerd in een kerkenkaart. Op deze kaart is allerlei informatie te vinden over deze kerken, zoals het bouwjaar, de architect, de bouwstijl, de monumentale status en de huidige bestemming. De kaart bevat 5062 kerkgebouwen, waarvan 3831 nog de bestemming van een kerk dragen. 1231 kerken (zo'n 24%) vervullen dus al een andere functie of staan leeg (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018).

Ook uit een onderzoek van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) blijkt dat één op de vier gebedshuizen al een andere functie heeft dan dat het gebruikt wordt voor religieuze doeleinden. Van de 7110 gebedshuizen zijn er in Nederland al 1530 herbestemd en 295 gaan binnenkort herbestemd worden. Nederland loopt gezien andere landen voor op het aantal herbestemde kerkgebouwen en de grote hoeveelheid verschillende functies in kerken (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2020).

Het herbestemmen van kerkgebouwen is dus iets wat vandaag de dag al veel gebeurt. En met de ontkerkelijking is dit ook iets wat de komende jaren nog vaak zal gaan gebeuren.

Ongeveer de helft van alle kerken zijn monumentale gebouwen. Doordat ze van grote waarden zijn voor een wijk, stad of dorp worden ze vaak van de sloop gered. Er wordt dan gezocht naar een passende nieuwe (tijdelijke) functie voor het bouwwerk.

1.1.2 Circulaire economie

Door de toenemende vraag naar grondstoffen heeft de Rijksoverheid in 2016 de ambitie uitgesproken om in 2050 volledig circulair te zijn. In 2030 dient al 50% minder grondstoffen verbruikt te worden. Deze doelstelling levert ook een bijdrage aan het terugbrengen van het energieverbruik en het reduceren van de CO₂-uitstoot. Het ideaalbeeld is een economie waarbij grondstoffen nooit opraken en telkens weer opnieuw gebruikt kunnen worden (Rijksoverheid, 2016).



Op dit moment wordt al meer dan 95% van het bouw- en sloofafval in Nederland hergebruikt. Dit afval wordt hergebruikt waarbij het een deel van zijn waarde verliest door 'downcycling'. Betonpuin wordt bijvoorbeeld verpulverd en gebruikt als fundering onder het asfalt. Bij een circulaire economie wordt de waarde van hergebruikte materialen niet aangetast. Dit kan bijvoorbeeld door materialen zo efficiënt mogelijk toe te passen in gebouwen. Wanneer producten of materialen losmaakbaar zijn kunnen ze elders weer toegepast worden. Ook het bouwen van herbruikbare gebouwen kan meewerken aan de ambitie van de Rijksoverheid. Wanneer gebouwen flexibel in te delen zijn kunnen ze in de toekomst van waarde blijven (Rijksoverheid, 2016).

Naar verwachting neemt de bouw in Nederland zo'n 50% van het totale grondstoffenverbruik en 40% van het totale energieverbruik in Nederland voor zijn rekening (Rijksoverheid, 2016).

1.2 Doelstelling

Het doel van het afstudeeronderzoek is om aan te geven hoe kerken een nieuwe functie kunnen krijgen, waarbij de kerk zo veel mogelijk intact blijft en in zijn waarde wordt gelaten. Het doel is om inzichtelijk te krijgen welke mogelijkheden er zijn voor het herbestemmen van kerkgebouwen, op verschillende gebieden.

Om dit inzichtelijk te maken zal één volledig scenario uitgewerkt worden. Als casusproject is de Heilig Hartkerk in Breda gekozen. De gebieden waarop onderzoek gedaan worden zijn: daglicht, thermische isolatie, brandveiligheid, geluidsisolatie, maakbaarheid, transport en esthetiek.

De verschillende onderzoeken leiden tot het detailleren van het bouwwerk om daarmee aan te geven hoe de cruciale bouwkundige knooppunten in de kerk worden opgelost.

Als uitgangspunt wordt er uitgegaan van een volledig reversibele ingreep.

1.3 Afbakening

Het doel van dit afstudeeronderzoek is om antwoord te bieden op de leegstand van gebedsgebouwen, hierbij worden alleen de kerken onderzocht. Dus andere gebedsgebouwen, zoals moskeeën en synagogen worden buiten beschouwing gelaten. Daarnaast zal dit onderzoek zich alleen richten op Nederlandse kerken.

Het onderzoek zal uiteindelijk toepasbaar zijn op vele kerken maar wordt gericht op de Heilig Hartkerk in Breda. Deze kerk wordt als casus gebruikt in het afstudeeronderzoek.

Omdat veel kerken monumenten zijn, worden monumenten ook meegenomen in het onderzoek.

In het onderzoek zijn installaties niet meegenomen. Dit onderdeel is namelijk per gebouw, functie, omvang en locatie verschillend.

1.4 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag

Welke mogelijkheden zijn er voor het demontabel en circulair herbestemmen van kerkgebouwen, gekeken naar materialisatie, behaaglijkheid, daglicht, transport, esthetiek en maakbaarheid?

Deelvragen Lars Vogels

1. Welke circulaire en demontabele materialen zijn er, en waarvoor kunnen deze gebruikt worden?
2. Hoe sluit je deze materialen en verbindingen aan op de bestaande constructie/ gebouw?
3. Welke transportmogelijkheden zijn er voor horizontaal en verticaal transport?
4. Welke demontabele constructie mogelijkheden zijn er en wat zijn hier de voor- en nadelen van?
5. Met welke aspecten moet een aannemer rekening houden tijdens het realiseren van een herbestemming voor kerkgebouwen en hoe wordt hierop geanticipeerd?



Deelvragen Tom Pittens

1. Wat voor kerken en herbestemde kerken zijn er in Nederland te vinden?
2. Welke ruimtelijke oplossingen en gebruiksfuncties zijn er mogelijk in kerkgebouwen?
 - a. Wat zijn daar de gevolgen van?
3. Op welke wijze is er daglicht toe te voegen in kerkgebouwen? En hoe zijn bestaande gevelopeningen te verduurzamen?
4. Met welke materialen en op welke wijze kan er geïsoleerd worden?
 - a. Thermische isolatie
 - b. Geluidsisolatie
 - c. Akoestiek
5. Welke demontabele en circulaire materialen en methodes zijn er, om daglicht toe te voegen in kerkgebouwen, bestaande kerkgebouwen te isoleren en bestaande gevelopeningen te verduurzamen?
6. Hoe komen de principedetails en scenario's er uit te zien met de onderzochte materialen en bouwwijze?
 - a. Hoe presteren de scenario's op behaaglijkheid, demontabel en circulair vlak, esthetiek en/of hoeveelheid daglicht

1.5 Casus kerk

Als casusproject is gekozen voor de Heilig Hartkerk in Breda, omdat dit één van de 1642 rijk monumentale kerken is van Nederland. Door de rijk monumentale status, mag het gebouw minder aangetast worden. Hierdoor is het voortraject voor een herbestemming langer, en wordt de herbestemming vaak complexer.

De kerk is gebouwd tussen 1900-1945. In deze periode zijn de meeste kerken gebouwd in Nederland. Het is gebouwd in een neogotische stijl, deze stijl is een van de meeste gebouwde stijlen in Nederland. Hierdoor is het een goede vertegenwoordiger voor de kerken in Nederland.



Figuur 1: Heilig hart van Jezuskerk te Breda (Heilige Hartkerk, z.j.)



1.5.1 Locatie

De kerk is gelegen in de wijk Zandberg te Breda. Aan de linkerzijde van de kerk ligt de pastorie en aan de rechterzijde is het voormalige klooster te vinden. Het klooster is al reeds herbestemd naar Huize de Baronie, en beschikt over 19 zorgappartementen. De pastorie gaat herbestemd worden naar woningen. In de wijk Zandberg zijn verschillende parken te vinden en vanuit de kerk is het tien minuten fietsen naar het mastbos. Dit is het bos van Breda. Op loopafstand zijn supermarkten, restaurants, cafés en nog veel meer winkels en andere faciliteiten te vinden. Ook is het tennispark op loopafstand van de kerk. Het centrum van Breda is gelegen op tien minuten fietsafstand van de kerk. Rondom de kerk zijn verschillende scholen te vinden. Een basisschool ligt zelfs achter de kerk. De afbeeldingen van het locatie bezoek aan de Heilig Hartkerk in Breda zijn te vinden in bijlage 3.

1.5.2 Transport

Aan de voorzijde van de kerk mag geen materiaal geladen en gelost worden. Hierdoor is opslag van materiaal moeilijk aan de voorzijde. Aan de zijkant is ook meer ruimte om materiaal op te slaan. Hier dient wel aan de achterzijde van de kerk een pad vrijgehouden te worden voor de brandweer. Ook zijn er bepaalde bloktijden waarin geen vrachtverkeer langs kan, dit heeft te maken met de school die achter de kerk gelegen is. Door gebruik te maken van deze aanvoerroute dient de chauffeur ook een deel door een woonwijk te rijden. Hier staan veel auto's langs de weg geparkeerd en hierdoor wordt de weg smaller voor vrachtverkeer. Dit is ook de enige mogelijkheid om materiaal naar de kerk te transporteren. Zie figuur 2.

De weg links langs de kerk is niet begaanbaar voor vrachtverkeer, hierdoor dient de vrachtwagen zich te keren op de bouwplaats en dezelfde route terug te rijden. Ook aan de rechterzijde kan geen vrachtverkeer komen, omdat dit de toegang is voor de parkeerkelder.



Figuur 2: Aanvoerroute vrachtwagens, 2020



2. Methodologie

Dit hoofdstuk geeft weer welke methodes gebruikt zijn om tot het eindresultaat te komen. In dit onderzoek is zowel kwalitatief als kwantitatief uitgevoerd, om antwoord te bieden op de hoofdvraag. De detaillering wordt ondersteund door waardes. De overige onderzoeken wordt door middel van literatuur en vergelijkingen ondersteund. De volgende onderzoeken zijn gebruikt om informatie te verkrijgen die bijdragen aan het eindresultaat.

Deskresearch

Literatuuronderzoek is gebruikt om informatie te verkrijgen van verschillende zoekmachines. Aangezien de meeste informatie uit het literatuuronderzoek komt is dit de belangrijkste onderzoeksmethode.

Locatiebezoek

Allereerst heeft er een locatiebezoek plaats gevonden bij de casuskerk. Hierdoor is een beter beeld ontstaan van het project. Ook was het hierdoor makkelijker om een ontwerp neer te leggen voor het scenario, dit omdat bekend was hoe de kerk eruitziet en wat de moeilijke knooppunten waren.

Daarnaast zijn referentieprojecten bezocht. Hierdoor hebben we meer inzicht gekregen over welke methodes daar toegepast zijn en welke aanpassingen er aan de kerk hebben plaatsgevonden. Ook de ruimtelijkheid en impact op de kerk was hierdoor eenvoudiger te bestuderen.

Experts spreken

Door gesprekken te voeren met de experts is de kennis van de afstudeerders toegenomen. Ook weten deze personen hoe het gaat in het werkveld, hierdoor is er een zo compleet mogelijk scenario ontstaan. Enkele experts die we gesproken hebben zijn constructeurs, bouwfysisch adviseurs, projectleiders, architecten en technisch tekenaars.

Ontwerponderzoek

Verschillende details zijn met elkaar te vergelijken en besproken met de experts. Er zijn veel alternatieven en varianten opgesteld en daar zijn door middel van multi-criteria-analyses keuzes uit gemaakt. Ook is een 3D-model opgezet om zo goed te kunnen visualiseren wat de knooppunten zijn.

2.1 Betrouwbaarheid

Voor de betrouwbaarheid van informatie, zijn verschillende websites met elkaar vergeleken. Voor de detaillering zijn dezelfde eenheden gebruikt. Dit zodat de informatie vergeleken met elkaar kon worden, zonder alles om te moeten rekenen.



3. Theoretisch onderzoek/ literatuuronderzoek

Bij dit hoofdstuk komen de theoretische onderzoeken aan bod.

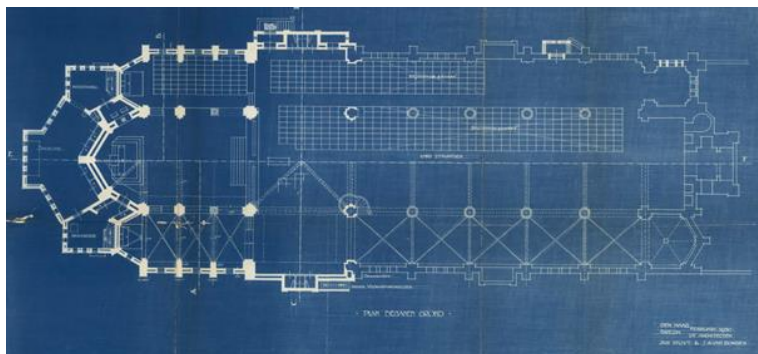
3.1 Casuskerk

3.1.1 Geschiedenis

Het casusproject is de Heilig Hart van Jezus kerk aan de Baronielaan te Breda. De kerk is gebouwd in 1900 en ontworpen door P.J. van Genk. Het is een driebeukige kruiskerk, gebouwd in een neogotische stijl. De kerk is opgetrokken uit metselwerk en rijkelijk versierd met natuursteen. Ook zijn er op verschillende plaatsen in de kerk muurschilderingen te vinden. Enkele glas-in-lood ramen zijn tussen 1931 en 1936 ontworpen door Joan Collette. Dit zijn de ramen met christelijke figuren hierin afgebeeld.

De kerk in Breda is gebouwd in spiegelbeeld vergeleken met de Sint-Barbarakerk te Culemborg. Deze kerk is al in 1886 gebouwd en heeft de toren aan de linkerzijde. Terwijl de kerk in Breda de toren aan de rechterzijde heeft.

Tussen 1929 en 1931 werd het transept en koor aangebouwd. Deze delen beschikken wel over een spouw, in tegenstelling tot het oudere deel. Het aangebouwde deel is ontworpen door Jan Stuyt. Het aangebouwde deel is te zien in figuur 3 als het dikker wit gearceerde deel.



Figuur 3: Bouwtekening (Aanbouw heilig hart van Jezus kerk te Breda, z.j.)



Figuur 4: Visualisatie travee bestaande toestand

In 1986 is de kerk uit eredienst onttrokken en later verkocht aan een projectontwikkelaar die op de plaats van de kerk een appartementencomplex wilde realiseren. Uiteindelijk is er in 2000 ook een sloopvergunning verleend, maar de sloop is nooit doorgegaan door de komst van krakers. De vergunning is uiteindelijk ook weer ingetrokken. In 2004 heeft het bouwwerk de status van rijksmonument gekregen om de kerk te beschermen tegen een eventuele sloop.

Aan de baronielaan liggen voornamelijk monumentale herenhuizen die gebouwd zijn in verschillende bouwstijlen.

De Heilig Hartkerk in Breda is één van 631 Neogotische kerken in Nederland. Na het modernisme en het traditionalisme is het de meest voorkomende architectuurstroming voor kerken in Nederland (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018). In bijlage 5 is een tijdlijn afgebeeld van de verschillende stromingen inclusief een aantal kenmerken. Daarnaast is een grafiek toegevoegd die weergeeft wat de huidige bestemming is van de verschillende architectuurstijlen. In bijlage 23 is de plattegrond en de doorsnede van het bestaande travee weergegeven.



3.1.2 Monumentale waarde

De Heilig Hartkerk in Breda is een rijksmonument. Daarmee is het één van de 1642 kerken in Nederland met deze titel. In onderstaande tabel is inzichtelijk gemaakt wat de monumentale status is van de kerken in Nederland. Daarbij is ook weergegeven hoeveel kerken daarvan nog een kerkfunctie bekleden en hoeveel al een andere functie hebben.

Tabel 1: Monument status kerken in Nederland (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)

Monument status	Aantallen	Kerkfunctie	Anders
Geen monument status	2494	1740	754
Gemeentelijk monument	772	582	190
Provinciaal monument	33	23	10
Rijksmonument	1642	1410	232
Onbekend	75	52	23
	5016	3807	1209

Naast de waarde van rijksmonument, bestaan er ook provinciale en gemeentelijke monumenten. De titel geeft aan voor wie het van belang is en wie of wat het dan ook beschermd. Om de historische waarde van gebouwen aan te duiden heeft de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed waarderingscriteria opgesteld. Deze zijn verdeeld in vijf hoofdcriteria, welke weer onderverdeelt zijn in subcriteria. De waarderingscriteria zijn te vinden in bijlage 6.

De monumentale waarde heeft gevolgen over wat je met het bouwwerk mag doen, en of daar een vergunning voor nodig is. Enkele werkzaamheden aan monumenten hebben geen vergunning nodig. Wanneer materiaalsoort, kleur, vorm, detaillering en profilering bij kleine of reguliere onderhoudswerkzaamheden gelijk blijven is geen vergunning nodig. Wijzigingen in onderdelen zonder monumentale waarde waarbij geen hak- en breekwerk in het casco nodig is, kunnen ook zonder vergunning worden uitgevoerd (monumenten.nl, z.j.). Er zijn in de WABO twee procedures te vinden. Activiteiten die wijzigingen aan een rijksmonument inhouden vallen onder de uitgebreide voorbereidingsprocedure. (Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, z.j.) Dit houdt in dat deze aanvragen complexer zijn en een hoger risico hebben voor de omgeving. Deze procedure verloopt in maximaal zes maanden, waarbij ook eenmalig verlengt kan worden met zes weken.

De Heilig Hartkerk in Breda heeft het rijksmonument ID: 519134 (Rijksmonumenten.nl, 2020). Volgens deze website is de kerk van belang voor de geschiedenis van de architectuur en bouwtechniek. Met name het torenportaal, de asymmetrische voorgevel en de 4/8 koorsluiting zijn hierbij belangrijke elementen, omdat dit zeldzame onderdelen zijn van een neogotische kerk. De kerk is een goede vertegenwoordiger van het werk van de architecten Van Genk en J. Stuyt. Daarnaast bevindt het bouwwerk zich in het beschermd stadsgezicht (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, z.j.).

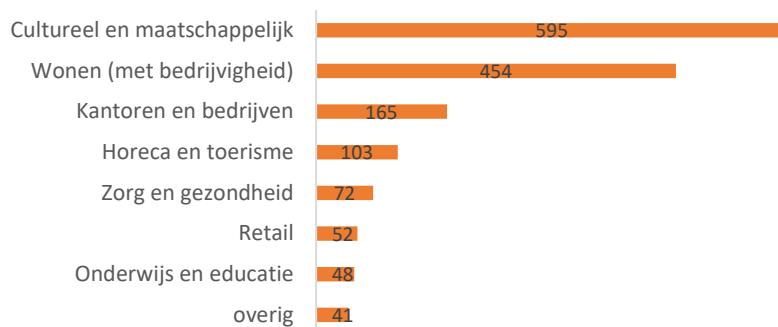
3.2 Functie

Volgens het boek 'Kerkgebouwen' is al een kwart van de gebedshuizen een Nederland niet meer in religieus gebruik. 1530 gebedshuizen zijn herbestemd, wat neerkomt op 22% van het totaal aantal gebedshuizen in Nederland. De herbestemde kerken hebben verschillende nieuwe functies gekregen. Een groot deel heeft een cultureel en maatschappelijk functie gekregen. Hiervoor wordt vaak gekozen vanwege de stedenbouwkundige ligging en emotionele waarde voor een gemeenschap. Maar ook andere functies als woningen en kantoren zijn functies die de herbestemde kerken vaak krijgen (Reinstra, et al., 2020). In bijlage 4 is van een aantal Nederlandse historische steden aangegeven waar de kerken gelegen zijn en wat de bouwperiode daarvan is. Typerend hierbij is dat voornamelijk de oude kerken centraal in het historische centrum van een stad liggen.



De kerken die in de naoorlogse periode zijn gebouwd zijn voornamelijk gesitueerd volgens de wijkgedachte. Hierbij werden wijken gecreëerd met een eigen centrum. Dit centrum bevatte verschillende voorzieningen zoals scholen, winkels, een wijkcentrum en kerken. Mede door de centrale ligging van kerken zijn de vaak historische bouwwerken zeer bepalend voor het stads- of dorpsgezicht. Juridisch gezien zijn de kerkelijke partijen eigenaar, maar in praktijk voelen veel meer mensen zich verbonden bij de kerk. Tijdens de Webinar 'Kerk in Functie' van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed zijn enkele vragen gesteld over hoe de kijkers van de Webinar denken over het herbestemmen van kerken. Eén van de vragen hierbij is van wie de kerk is. Daarbij geeft 64% van de kijkers aan dat de kerk van de gemeenschap is (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2020). Een kerkgebouw is dus vaak een beeldbepalend, centraal gelegen bouwwerk met veel waarde voor de omgeving.

Functies herbestemmingen



Figuur 5: Functies herbestemde gebedshuizen Nederland (Reinstra, et al., 2020)

Sommige functies zijn aantrekkelijk vanwege de toegankelijkheid voor buurtbewoners, andere wegens financiële redenen. Ook zijn er eisen verbonden aan gebruiksfuncties. Zoals het daglichtoppervlakte, thermische- en geluidsisolatie en brandveiligheid. Deze aspecten kunnen ook meewegen in het bepalen van een nieuwe functie. Enkele bekeken referentieprojecten zijn te vinden in bijlage 7.

3.2.1 Ruimtelijke oplossingen

Bij de herbestemming van kerkgebouwen zijn naast de verschillende functies ook verschillende ruimtelijke oplossingen te bedenken, die vaak gepaard gaan met de benodigde oppervlakte voor de nieuwe bestemming. In het document 'een toekomst voor kerken' worden 10 verschillende ruimtelijke oplossingen genoemd voor kerken die een nieuwe functie krijgen (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2011). In bijlage 8 zijn deze ruimtelijke oplossingen weergegeven. Hierbij worden ook referenties genoemd.



3.3 Daglichtopeningen

Sinds de Gotiek in opkomst kwam, was er meer behoefte aan en mogelijkheden voor grote vensters. Deze vensters werden onderverdeeld in kleine glazen ruitjes, omdat grote glasoppervlakten nog niet mogelijk waren. De ruitjes werden bevestigd in lood. In kerken worden vaak symbolen en voorstellingen gemaakt met het glas-in-lood. De vensters zijn onlosmakelijk verbonden met het bouwwerk en de functie.

Glas bestaat uit gesmolten zand dat sporen van ijzeroxide kan bevatten. Hierdoor krijgt het een heel lichtgroene kleur. Door de toevoeging van mangaan probeerde men de kleur weg te halen. Dit leverde blank glas op, maar dat kleurde onder invloed van zonlicht paars. Later werd opzettelijk gekleurd glas gemaakt door het toevoegen van stoffen, veelal afkomstig van metalen. Dit soort glas wordt ook wel gebrandschilderd glas genoemd (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2005).

Bestaande daglichtopeningen zijn van groot belang voor de beleving van kerken. De kleur, lichtval en lichtintensiteit dragen hieraan bij. De vensters kunnen ook zeker bijdragen aan de monumentale waarde van een bouwwerk. De grootte, profilering, materialisatie en detaillering vertellen veel over de geschiedenis van het venster en het bouwwerk an sich. Daarnaast zijn sommige glassoorten zeer zeldzaam. Zo worden cilinderglas en slingerglas nog maar weinig gemaakt (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2012).

NEN 2057 beschrijft de definitie van een daglichtopening als volgt: 'doorzichtig deel van een scheidingsconstructie, waardoor toetreding van daglicht tot een ruimte mogelijk is' (BrisWarenhuis, 2011). Doorzichtig wordt beschreven als 'lichtdoorlatend materiaal; een voorwerp dat achter een daglichtopening is geplaatst, kan worden waargenomen met duidelijke contouren' (BrisWarenhuis, 2011). Of glas-in-lood meegenomen mag worden met de bepaling van daglicht is dus afhankelijk van het soort glas wat toegepast is.



Figuur 6: Glas-in-lood in Heilig Hartkerk Breda (de Bonth van Hulten, z.j.)

K+ adviesgroep, de installatie en bouwfysisch adviseur bij de herbestemming van het Heilig Hartkerk in Breda, geeft aan dat zij vaak rekenen met een LTA-waarde van 0,4 voor glas-in-lood. Het equivalent daglichtoppervlakte voor woonfuncties, gezondheidsfuncties, kantoorfuncties en onderwijsfuncties bij bestaande bouw dient minimaal 0,5 m² te bedragen.

In §4 'Bepaling van de equivalente daglichtoppervlakte' van NEN 2057 wordt de volgende formule beschreven voor het berekenen van het equivalent daglichtoppervlakte (BrisWarenhuis, 2011):

$$A_{e,i} = A_{d,i} \times C_{b,i} \times C_{u,i}$$

In §11 van diezelfde Nen-norm wordt de formule voor de berekening voor de uitwendige reductiefactor als volgt beschreven (BrisWarenhuis, 2011):

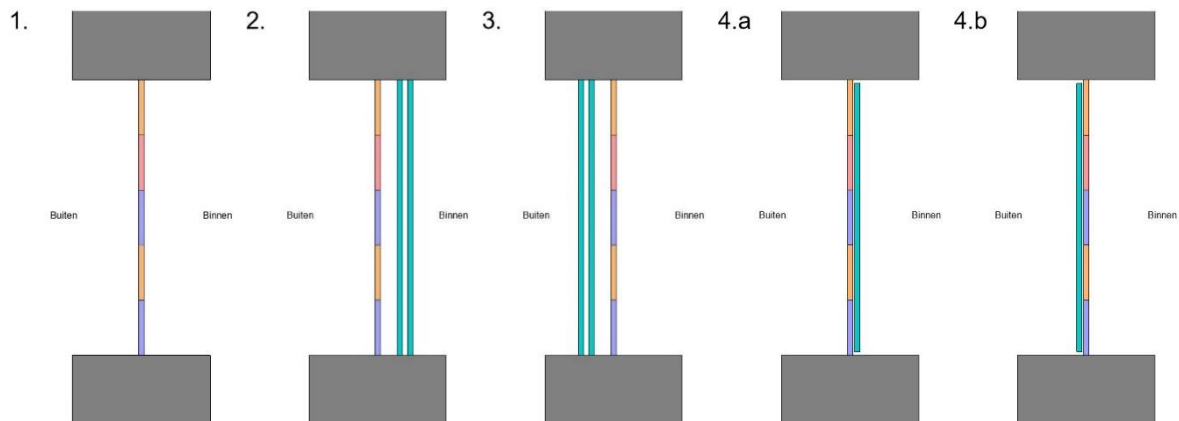
$$C_{u,i} = LTA \times (A_{\text{netto},i} / A_{\text{bruto},i})$$



De oplossingen voor de daglichtopeningen zijn verdeeld in het glas-in-lood ongewijzigd laten en het glas-in-lood aanpassen.

3.3.1 Glas-in-lood ongewijzigd laten

Onder de categorie 'glas-in-lood ongewijzigd laten' behoren de oplossingen waarbij het glas-in-lood raam op dezelfde positie blijft als in de bestaande toestand. Ook de bevestiging en detaillering van het glas-in-lood blijft bij deze systemen ongewijzigd. De systemen in deze categorie zijn dan ook vaker toepasbaar bij monumentaal glas.

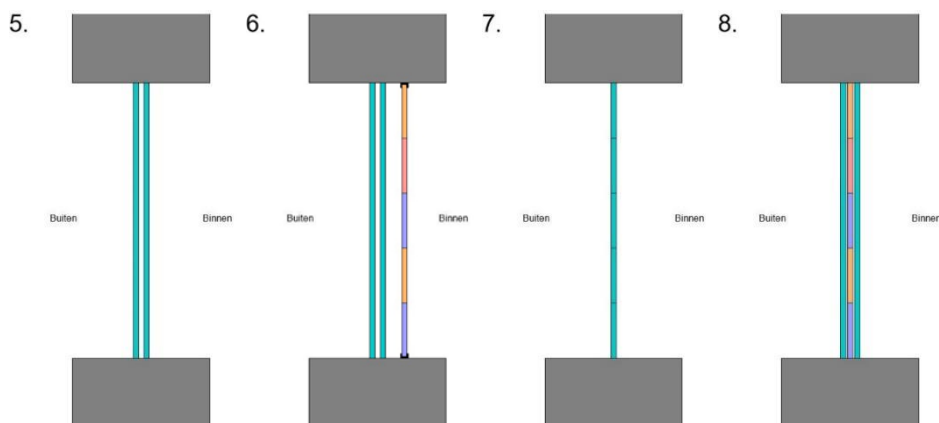


Figuur 7: Schematische weergaven systemen glas-in-lood ongewijzigd laten

In bovenstaande afbeelding zijn de systemen van het bestaande glas-in-lood handhaven (1), achterzetramen (2), voorzetramen (3), achterzetbeglazing (4a) en voorzetbeglazing (4b) schematisch weergegeven. In bijlage 10 is er een uitgebreidere toelichting te vinden van de verschillende systemen en voor- en nadelen daarvan.

3.3.2 Glas-in-lood aanpassen

De categorie 'glas-in-lood aanpassen' bevat de systemen waarbij het glas-in-lood wordt gewijzigd. Het voordeel van deze systemen is dat de thermische isolatie bij deze systemen sterk wordt verbeterd en dat de hoeveelheid daglicht in de binnenruimten toeneemt.



Figuur 8: Schematische weergaven systemen glas-in-lood aanpassen

De bovenstaande afbeelding geeft op schematische wijze de systemen weer van het glas-in-lood vervangen voor een nieuw kozijn (5), het toepassen van een museale toepassing (6), het glas vervangen voor monumentenglas (7) en het plaatsen van het glas-in-lood in dubbelglas (8). In bijlage 10 wordt een verdere toelichting gegeven op de verschillende systemen waarbij het glas-in-lood wordt aangepast.



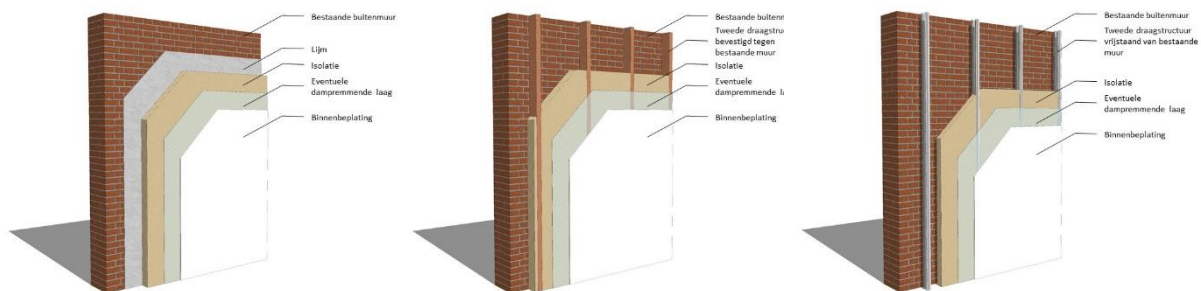
3.4 Thermische isolatie

3.4.1 Vloer

Het isoleren van de vloer kan op verschillende manieren. De vloer kan aan de onderkant geïsoleerd worden als er een kruipruimte of kelder aanwezig is. Wanneer de vloer geen monumentale waarde heeft kan ook overwogen worden de vloer aan de bovenzijde te isoleren of de vloer te vervangen. Ondanks dat bij het vervangen van de vloer aanpassingen gedaan moeten worden aan het bestaande bouwwerk heeft het echter veel voordelen. Zo kan de nieuwe vloeren aan alle eisen en wensen voldoen. Ook is het mogelijk om vloerverwarming in de vloer te verwerken. Daarnaast kan een nieuwe vloer, wat waarschijnlijk zal leiden tot een dikker vloerpakket, lager worden gelegd dan de oorspronkelijke vloer. Dit heeft als voordeel dat de aansluitingen op deuren en trappen ongewijzigd blijven. Ook kunnen constructieve elementen in de nieuwe vloer aangebracht worden. Het isoleren van de onderzijde en bovenzijde van de vloer is verder toegelicht in bijlage 12.

3.4.2 Gevel

Binnenzijde isoleren



Figuur 9: Schematische weergave binnenzijde isoleren



Figuur 10: Wandschilderingen Heilig Hartkerk Breda

Het na-isoleren van de gevel via de binnenzijde kan op verschillende manieren gedaan worden, zoals hierboven is afgebeeld. Toelichtingen, voor- en nadelen en visualisaties van deze systemen zijn terug te vinden in bijlage 12. Het grote nadeel van na-isoleren aan de binnenzijde is dat originele wandafwerkingen verloren zullen gaan. Wandschilderingen zoals hiernaast afgebeeld, zouden verloren gaan achter de nieuwe voorzetwanden. Daarnaast zal de detaillering drastisch veranderen. De voordelen zijn dat het buitenaanzicht van de kerk ongewijzigd blijft, de geluidsisolatie en akoestiek hiermee ook gelijk aangepakt kan worden en dat installaties weggewerkt kunnen worden in de isolatielagen.



Spouwmuurisolatie

Bij spouwmuurisolatie wordt isolatiemateriaal in de spouw gespoten. Hierdoor verandert de uitstraling van zowel de binnenzijde als de buitenzijde van de gevel vrijwel niet. Deze optie is echter relatief definitief. Daarnaast zijn spouwmuren in oudere kerken (<1900) niet altijd aanwezig. Ook komt het voor dat de spouw verschillende afmetingen heeft in hetzelfde bouwwerk. Volgens de groene gids 'Na-isoleren van historische woonhuizen' is het belangrijk om een spouwmuur altijd eerst te onderzoeken op onvolkomenheden, zoals speciebaarden, om vochtbruggen te voorkomen (Stappers, 2019). Bij het na-isoleren van spouwmuren dient een materiaal gekozen te worden dat geen water transporteert. Anders kunnen ook hierdoor vochtproblemen optreden.

Uit onderzoek van de Bonth van Hulten blijkt dat in het nieuwere gedeelte een spouw aanwezig is. In het oudere deel, het voorste deel tot het transept, bevat dus geen spouw.

3.4.3 Dak

Bij de isolatie van daken wordt onderscheid gemaakt in koude- en warme dakconstructies. Dit verschil is afhankelijk van de positie van de isolatie ten opzichte van het dakbeschot. Wanneer de isolatie aan de binnenzijde van het dakbeschot zit, spreekt men van een koude dakconstructie. Het dakbeschot bevindt zich hier namelijk aan de 'koude' zijde van de isolatie. Wanneer de isolatie aan de buitenzijde van het dakbeschot zit, noemt men dit een warmdakconstructie. Een beknopte uitleg van een koude dakconstructie en een warmdakconstructie wordt gegeven in bijlage 12.

Een derde optie voor het na-isoleren van daken is het isoleren van het gewelf. Stichting ERM noemt dit vaak de meest aantrekkelijke vorm van isolatie qua energiebesparing en in financieel opzicht (Stichting ERM, z.j.). De reden hiervoor is de warmte die zich in een kerk onder het gewelf ophoopt.

Belangrijk bij gewelfisolatie van houten gewelven is de ventilatie van de kapconstructie. ERM adviseert een naad van ± 15 mm direct boven de muurplaat te houden om zo het rotten van de kapvoet te voorkomen. Bij stenen gewelven zijn algemeen minder kieren aanwezig. Stichting ERM geeft aan dat de maximale energiebesparing bij stenen gewelven in sommige situaties kan oplopen tot wel 25%. Bij houten gewelven is dit zelfs 35%.

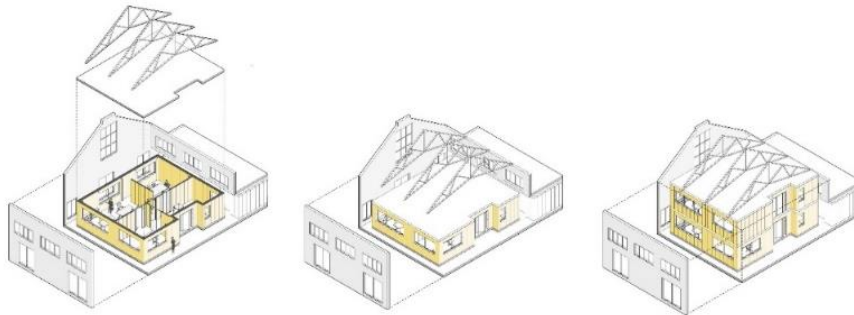
Het isoleren van gewelven wordt gedaan met flexibele isolatiedekens. Hierbij dient het afschuiven van de isolatie voorkomen te worden. Het isoleren van gewelven kan ook gedaan worden met gespoten isolatie. Hierbij wordt al snel aan Purschuim gedacht maar dit wordt afgeraden omdat het niet reversibel is en volledig dampdicht is. Er kunnen ook cellulose-vlokken op de gewelven worden geblazen.

3.4.4 Doos-in-doos principe

Bij een doos-in-doos principe, ook wel box-in-box genoemd wordt een nieuw bouwwerk in het bestaande bouwwerk geplaatst. In deze nieuwe, tweede huid kunnen alle materialen worden gestopt ten behoeve van de thermische isolatie. Maar ook geluidsisolatie en installaties kunnen hierin verwerkt worden. Een ander groot voordeel is dat je los blijft van het bestaande bouwwerk, waardoor deze volledig in takt kan blijven. Met dit principe zou je aan de bouwbesluiteisen voor thermische isolatie, geluidsisolatie en brandveiligheid kunnen voldoen zonder iets aan het bestaande bouwwerk aan te passen. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het daglicht, dat door de dubbelde gevel veel af zal nemen. Een ander nadeel van het principe is dat er netto minder ruimte in de kerk over blijft.



Een referentieproject waarbij een doos-in-doos principe is toegepast is het ketelhuis in Ulft. Dit rijksmonument is in 2019 herbestemd tot kantoorruimte. Ook bij de herbestemming van de Zandijkerkerk in Zandijk is een doos-in-doos principe toegepast. De woningen zijn als losse meubelstukken in de kerk ontworpen waarbij de hoofdassen vrij zijn gebleven. Het is als het ware een combinatie van ruimtelijke oplossingen 6 en 7, zie bijlage 8. De wanden van de woningen dienen als thermische schil.



Figuur 11: Box-in-box principe ketelhuys Ulft (The New Makers, z.j.)

3.5 Akoestiek

Akoestiek wordt voornamelijk bepaald door de nagalmtijd. Dit is de tijd die nodig is om een geluidssignaal van 60dB te absorberen. De nagalmtijd wordt beïnvloed door het volume van een ruimte en de hoeveelheid geluidsabsorberend materiaal. In kerken is de nagalmtijd van groot belang, omdat een kerk vaak uit een groot volume bestaat met weinig tot geen geluidsabsorberende materialen.

Afhankelijk van de frequenties zijn er verschillende manieren om de akoestiek te verbeteren. Hoge frequenties kunnen goed geabsorbeerd worden door wrijving. Wrijving ontstaat wanneer geluidsgolven de poriën van materialen binnendringen. De wrijving zorgt ervoor dat geluid wordt omgezet in warmte en zo wordt het geluid geabsorbeerd. Lage tonen kunnen gezien de golflengte goed geabsorbeerd worden door resonantie. Dit is het meetrillen van een materiaal. Bij het toepassen van een massa-veersysteem zal een plaatmateriaal bij een bepaalde eigenfrequentie meetrillen en zo geluid absorberen. Door het toevoegen van ruimtes in het gebouw kan het volume afnemen. Door deze ruimtes ook nog eens te bekleden met geluidsabsorberend materiaal zal de nagalmtijd afnemen. Minder grote bouwkundige en architectonische manieren om de akoestiek te verbeteren zijn onder andere het toepassen van hoogpolige tapijten, dikke gordijnen, meubilair van stof en akoestische panelen, bijvoorbeeld in de vorm van baffels of kunst. Deze oplossingen zorgen allen voor een toename van de hoeveelheid geluidsabsorberend materiaal.



3.6 Aandachtspunten voor de aannemer

Voor een aannemer zijn er tijdens verschillende fases van het project risico's die van belang zijn. Deze risico's worden in dit hoofdstuk uitgelegd. In bijlage 13 staat een uitgebreidere versie.

3.6.1 Risico's voor de bouw

- De kerk heeft een monumentale status, hierdoor is niet alles mogelijk op het gebied van functies, constructies en duurzaamheidseisen.
- Regel de vergunningsaanvraag tijdig, want het is een monument en hier kan een langere procedure aan verbonden zijn.
- Communiceer tijdig met de buurtbewoners, want zij kunnen bezwaar indienen in het vergunningsproces. Hierdoor kan het zes weken langer duren.
- De kerk staat meer dan 20 jaar leeg, hierdoor is er een kans aanwezig dat er beschermde diersoorten in de kerk verblijven. Het is verstandig om dit tijdig te onderzoeken.
- Doordat het een oud gebouw is waar al veel werkzaamheden aan verricht zijn, is het raadzaam om vroegtijdig het NUTS tracé en de staat van de kerk in kaart te brengen.
- Betrek bij het planschrijven ook onder- en nevenaannemers. Zodat er geen kennis verloren gaat en dat iedereen dezelfde denkwijze deelt.
- Door de huidige materialen crisis is het raadzaam om de belangrijke materialen al vroegtijdig te bestellen.
- Doordat er rond de kerk weinig opslag plaats is, is het raadzaam om vooraf voor het horizontaal- en verticaal transport een plan te schrijven.
- Tijdens het plan schrijven voor de herbestemming is het raadzaam om goed te kijken naar de aansluitingen op het bestaande gebouw. Dit omdat het gebouw niet overal even recht is, ook is het raadzaam om hierdoor de constructie los te houden van het gebouw.
- Een gedeelte van de kerk is onderkelderde, houd hier rekening mee tijdens het plan schrijven en het storten van een nieuwe begane grondvloer.

3.6.2 Risico's tijdens de bouw

- De kerk is al 120 jaar oud, hierdoor is er een kans aanwezig dat er archeologische vondsten in de grond zitten.
- De maten op de werktekeningen kunnen afwijken, omdat het een oud gebouw is.
- Houd er ook rekening mee dat er onvoorziene werkzaamheden en kosten kunnen plaatsvinden.
- Doordat er veel elementen in de kerk zitten die bewaard moeten blijven is het verstandig om deze goed te beschermen. En om deze tijdens het proces te fotograferen.
- Houd contact met de gemeente over de vergunningen, want zij hebben de bevoegdheid om een bouw stil te leggen.
- Houdt tijdens het hele proces contact met de eigenaar/ ingebruiknemer van het gebouw. Zodat er op het einde geen verrassingen komen.



4. Onderzoeksresultaten

4.1 Functie

Bij het uitwerken van de casus is er gekozen voor de kantoorfunctie en de bijeenkomstfunctie. Er zijn diverse redenen welke tot deze keuze hebben geleid. Zo heeft de kantoorfunctie een daglichteis, en bijeenkomstfunctie niet. Daarnaast zijn dit beide functies die vaak voorkomen bij het herbestemmen van kerkgebouwen. Met name de bijeenkomstfunctie is aantrekkelijk vanwege de maatschappelijke rol die hieraan verbonden kan zitten. Ook kan op deze wijze de kerk wellicht openblijven voor publiek. Er is niet gekozen voor een woonfunctie, omdat dit een te grote impact heeft op de monumentale Heilig Hartkerk in Breda.

De keuze kantoorfunctie zorgt voor een minimaal equivalent daglichtoppervlakte van 0,5 m² bij bestaande bouw. Om ook nog te kunnen voldoen aan nieuwbouweisen dient het minimaal equivalent daglichtoppervlakte meer dan 2,5% van het vloeroppervlakte van het verblijfsgebied te bedragen. Hierbij geldt ook een minimum van 0,5 m². De bijeenkomstfunctie heeft geen daglichteis, tenzij het een kinderopvang wordt.

Voor de sterkte bij brand wordt een brandwerendheid aangehouden van 60 min. Daarnaast zal voor de geluidswering een gewenste lucht-geluidniveauverschil ($D_{nT,A,k}$) gelden van ≥ 47 dB. Het contactgeluid ($L_{nT,A,k}$) dient $\leq$ dan 64 dB te bedragen. Voor niet-woonfuncties worden geen geluidseisen vernoemd in Bouwbesluit 2012. Bovenstaande geluidseisen zijn gebaseerd op de bouwbesluiteisen tussen een besloten ruimte en een niet-verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie. Zie bijlage 9. Deze geluidseis is gekozen om toch comfort te kunnen bieden.

4.2 Bouwmethode

4.2.1 Bouwwijze constructie

Samengestelde houten kolommen en liggers

In de casus is gebruik gemaakt van een samengestelde houten draagconstructie. Deze is gekozen, omdat het een zeer duurzaam, herbruikbaar en hernieuwbaar product is. Door de juiste verbindingen te gebruiken is het mogelijk om de gehele constructie her te gebruiken in een ander pand.

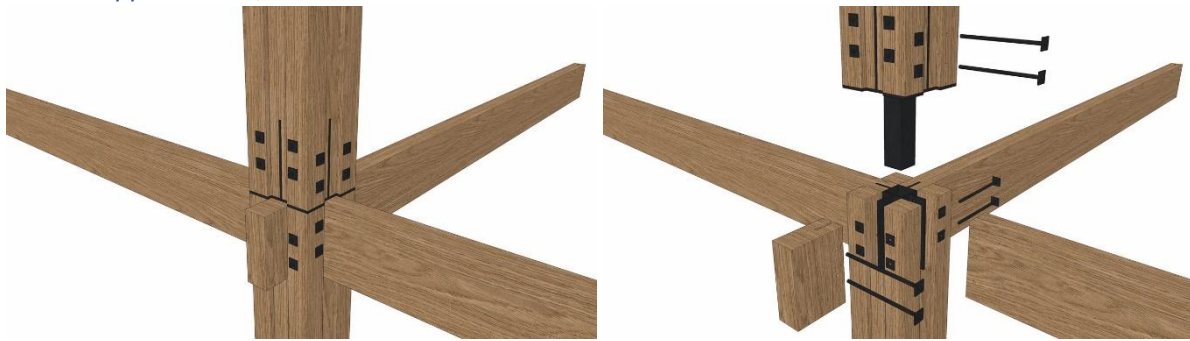
De kolommen hebben een afmeting van 285x285mm en zijn samengesteld uit drie houten balken. Deze afmetingen zijn berekend doordat de constructie 60 minuten brandwerend dient te zijn. En ten tijde van een brand moet deze ook 60 minuten brand kunnen weren en de constructie niet verzwakken. De liggers tussen de kolommen zijn balken van 95x220mm.

Op het gebied van brandwerendheid is het theoretisch niet het beste materiaal, maar wel het meest berekenbaar. Dit komt doordat de inbrandsnelheid van hout bekend is en hierdoor kan er berekend worden wanneer het zal bezwijken.

Doordat het materiaal lichter van gewicht is, vergeleken met staal en beton, kan het makkelijker getransporteerd worden. Zowel naar de bouwplaats toe als in het gebouw zelf. In bijlage 19 staat de potentiële bouwvolgorde uitgelegd.



Stalen koppelstukken/ kruisstukken



Figuur 12: Visualisatie constructieprincipe, exploded en totaal

Dit koppelstuk bestaat uit twee verschillende stalen elementen, dit element zorgt voor een moment vaste verbinding tussen beide kolommen. Het element bestaat uit een kruis, deze valt in de verticale gleuven in de kolom. Dit element wordt bevestigd door vier pennen of deuvels door en door te bevestigen in de kolom. Deze pennen verspringen ten opzichte van elkaar, zodat ze elkaar niet raken. Het eerste element wordt bevestigd in de onderste kolom, deze bestaat uit een kruis met in het midden een koker. Het tweede element wordt bevestigd in de bovenste kolom, deze heeft aan de onderzijde een koker die in onderstaande koker kan vallen. Zie afbeelding 12. In de kolom komen de liggers te liggen deze worden door dezelfde pennen bevestigd als de elementen.

4.2.2 Grid-systeem

Voor het uitwerken van de casus is een grid-systeem ontworpen. Dit systeem is gebaseerd op standaard handelsmaten in de bouw. Dit zorgt voor minder zaagverliezen en daardoor ook voor minder kosten. Daarnaast is het grid gebaseerd op de afmetingen van de casuskerk. Hiervoor zijn de beukmaten, de stramienen en de hoogtematen van de casuskerk bekeken. Het grid-systeem is uiteindelijk zo ontworpen dat de constructie nergens de bestaande kerk raakt. Naast dat er gezocht is naar een systeem met zo veel mogelijk standaard handelsmaten, is er gezocht naar een oplossing met zo min mogelijk verschillende afmetingen. Dit zorgt voor een standaardisatie van elementen zoals wanden, vloeren en liggers. Uiteindelijk heeft dit geleid tot een systeem met maar twee lengtematen. Dit komt zeker ten goede voor de modulariteit van het bouwsysteem.

De hoogte van het systeem is eveneens gebaseerd op de standaard handelsmaten in de bouw. Hierbij is rekening gehouden met de hoogte van de bestaande vensters en ornamenten.

In bijlage 24 is het grid-systeem weergegeven door een plattegrond en een doorsnede.

4.2.3 Bouwwijze vloer

Houten balklaag

Voor de detaillering is gekozen voor een houten verdiepingsvloer bestaande uit twee elementen. De elementen worden geprefabriceerd in een fabriek. Het element wat aangeleverd wordt bestaat uit een houtenbalklaag met platen erop en isolatie tussen de balken. Aan de onderzijde van de elementen worden vooraf al houten latten bevestigd zodat de isolatie er niet uit kan vallen.

De elementen zijn 2,4m, 1,6m of 1,2m breed en 3,6m lang. Door gebruik te maken van deze maten is er zo min mogelijk zaagafval, omdat het allemaal standaardhoutmaten zijn die gebruikt worden. Ook hebben we deze maten gekozen, omdat een vrachtwagen standaard 2,55 meter breed is. Hierdoor passen de elementen er makkelijk op.

Hier is gekozen voor hout, omdat het een zeer circulair en hernieuwbaar materiaal is. Verder op het gebied van brandveiligheid en geluidsisolatie zijn er veel mogelijkheden die ervoor zorgen dat het



voldoet aan de gestelde eisen. Door deze materialen te verwerken tot elementen die ook nog eens modulair zijn, kunnen ze als geheel hergebruikt worden. Ook kunnen ze als losse balken of platen hergebruikt worden, omdat het standaard houtmaten zijn. De dimensionering van de houten balklaag, de randbalk van de componenten en de randbalk van de constructie zijn bepaald aan de hand van constructieberekeningen die te vinden zijn in bijlage 17.

Plafond 1: Gipskartonplaten

Voor het onderzoek zijn twee verschillende plafondafwerkingen onderzocht. Dit type plafond bestaat uit bovenstaande vloerelementen met daaronder veerregels en dubbele gipskartonplaat van 9,5mm. De prijs per vierkante meter van dit totale vloerpakket is ongeveer €152,46 en het gewicht per vierkante meter is ongeveer 78,75 kg.

Plafond 2: Akoestische systeemplaten

Het andere type plafond bestaat uit bovenstaande vloerelementen met plafond afhangers waar een akoestisch systeemplafond aan wordt bevestigd. De prijs per vierkante meter van dit totale vloerpakket bedraagt ongeveer €153,79 en het gewicht per vierkante meter is ongeveer 71,67 kg.

Conclusie vloer opbouwen

Op basis van de kosten- en gewichtsberekening kan geconstateerd worden dat de opbouw van het plafond met gipskartonplaten goedkoper is, maar niet lichter van gewicht. Maar gekeken naar de demontage, het onderhoud van de installaties en de aanpasbaarheid is het systeemplafond weer beter.

4.2.4 Bouwwijze wandelementen

Wanden

Voor de wandopbouwen is gekozen voor HSB-wanden en MS-wanden. Dit omdat het lichte scheidingwanden zijn die makkelijk aanpasbaar zijn. Ook kunnen deze eenvoudig gedemonteerd worden en ze bestaan uit ofwel hernieuwbare materialen of materialen die hergebruikt kunnen worden zonder de waarde/ grondstoffen te verliezen.

Wandopbouw 1: HSB-wand

In het casusproject is gekozen voor HSB- wandelementen. Dit element bestaat uit twee elementen van beide 1,8m breed en 3,3m hoog. Van deze elementen zijn twee varianten ontworpen. Er is een variant die afgewerkt wordt met gipsplaten aan beide zijdes. De andere variant is aan een zijde bekleed met gips en de andere zijde is bekleed met akoestische bekleding.

Het element dat geleverd wordt op de bouwplaats bestaat uit een stijl en regelwerk van 38x89mm met hiertussen 90mm isolatie. En aan de voorzijde bekleed met een laag gips van 12,5mm. Ook zit het leidingwerk er al in verwerkt. Dit wandelement wordt op de bouwplaats nog afgewerkt met aan de andere kant twee lagen gips of met een akoestisch materiaal wat aan het element gehangen kan worden.

Als alternatief kan de dikte van de wand opbouw variëren door het stijl- en regelwerk aan te passen. Ook kan door middel van andere gipskartonplaten gekozen worden voor een betere geluidsreductie en brandwerendheid. Dit kan gedaan worden door de dikte, het aantal lagen en de dichtheid van de gipsplaten aan te passen. De dikte en het materiaal dat wordt toegepast voor de isolatielaag heeft gevolgen voor de thermische isolatie, de geluidsreductie, de brandwerendheid en de CO₂-impact.



De elementen zijn zo ontworpen dat het makkelijk getransporteerd kan worden, en geen tot weinig zaagverlies is. Ook zijn de wandelementen onder de honderd kilo, hierdoor moeten deze wel met materieel verplaatst worden.

De prijs per vierkante meter van dit type wandopbouw is ongeveer €74,70 (Bouwkosten.nl, z.j.). Het gewicht per vierkante meter is ongeveer 34,53 kg.

Wandopbouw 2: MS-wand

Deze wandopbouw is vergelijkbaar met de HSB-wandopbouw, het enige verschil is dat het stijl- en regelwerk nu gemaakt is van metal stud profielen. Door deze profielen is het makkelijker om leidingwerk te bevestigen, dit omdat het leidingwerk door de profielen gestoken kan worden.

Deze wandopbouw bestaat uit metal stud profielen van 75mm breed, met hier tussenin isolatie van 75mm. Aan beide zijdes wordt deze bekleed met twee lagen 12,5mm gips.

Dit systeem is ook meer flexibel vergeleken met de HSB-wanden. Deze wanden worden geplaatst waar speciale hoeken en kanten aan zitten, denk hierbij aan de zijbeuken en aansluitingen op bestaande gevels.

Ook bij deze wandopbouw zou als alternatief de brandwerendheid, geluidisolatie, thermische isolatie en CO₂-impact verbeterd kunnen worden door andere profielen toe te passen, een ander type of een andere dikte isolatie toe te passen of andere gipsplaten te kiezen.

De prijs per vierkante meter is ongeveer € 89,79 (Bouwkosten.nl, z.j.) en het gewicht per vierkante meter is ongeveer 40,84 kg.

Conclusie wandopbouwen

Er kan geconstateerd worden dat op basis van de kosten- en gewichtsberekening en kengetallen de opbouw van HSB goedkoper is en het is ook lichter van gewicht. Maar gekeken naar de vormvrijheid is de MS-wand weer beter, omdat deze beschikt over meer een flexibelere opbouw.

Ook voor het onderdeel transport, zijn de transport stromen voor de HSB-elementen minder. Dit omdat het als element aangeleverd wordt op de bouwplaats, hierdoor kunnen de transportstromen verminderd worden. Dit is een belangrijk punt, omdat er een lastige aanvoerroute is en bloktijden gehanteerd worden bij de casus kerk. Ook is er niet veel plaats op de bouwplaats om materiaal op te slaan.

Wandopbouw 3: Glazen pui en balustrade

De glazen puien worden op dezelfde manier bevestigd als de HSB-wanden. Ook bestaat de pui uit twee delen. Het eerste deel kan dienen als balustrade of bovenlicht, en heeft de volgende afmetingen 1,0x3,6m. Het tweede deel kan dienen als loop deur en het kan ook op de balustrade geplaatst worden zodat er een glazen pui ontstaat. Deze heeft de volgende afmetingen 2,3x3,6m

Deze componenten passen allemaal in de wandvlakken van 3,3mx3,6m. Door gebruik te maken van deze componenten is het mogelijk om ze in verschillende combinaties te gebruiken. En hierdoor kunnen ze ook makkelijk gedemonteerd worden en ergens anders gebruikt worden.

Door de afmetingen zijn ze ook nog eens gunstig te vervoeren met de vrachtwagen. En doordat er gebruik wordt gemaakt van binnen beglazing zijn ze op het gebied van maakbaarheid makkelijker te plaatsen.



4.2.5 Transportscenario

Per scenario zijn er verschillende soorten van transport mogelijk. De scenario's die voorkomen tijdens het herbestemmen van gebouwen worden hieronder toegelicht. De toelichting zal bestaan uit de scenario omschrijving en de keuzes die gemaakt kunnen worden. Een korte uitleg per transportmiddel staat in bijlage 16.

Casus: Heilig hart van Jezus kerk te Breda

Bij deze casus is het een combinatie van een binnenstedelijke bouwplaats met restauratiewerkzaamheden. Dit komt doordat de bouwplaats in een stad ligt met de herkenbare obstakels van een binnenstedelijke bouwplaats. Denk hierbij aan: kleine bouwplaats, bloktijden voor laden en lossen, weinig parkeerplaatsen voor personeel en lastige aanvoer routes.

Voor de werkzaamheden is rekening gehouden met een restauratie, dit houdt in dat de kerk hersteld wordt in de voormalige glorie. En dat er in de kerk een modulair systeem gebouwd wordt. De werkzaamheden die voor kunnen komen zijn: voegen, dak werkzaamheden, metselwerk herstellen, glas in lood reparatie en het opbouwen van de constructie in de kerk.

Tabel 2: Transport scenario Heilig hart van Jezus kerk te Breda

Transport	Keuze
Steiger (buiten)	Traditionele steiger
Steiger (binnen)	Rolsteiger
Liften	Goederen/ personenlift
Heftruck	Huren voor de gehele bouw
Verreiker	Huren wanneer nodig is
Hoogwerker (Binnen)	Schaarhoogwerker, voor het opbouwen van de constructie
Hoogwerker (Buiten)	Telescoophoogwerker, voor als de steiger gedemonteerd is of voor onbereikbare plaatsen.
Kraan	Eerste proberen met een verreiker en heftruck, indien niet mogelijk dan een kraan huren.
Vrachtwagen	Hybride, elektrische en anders diesel met een hoge euroklasse.

Keuze verantwoording

Steiger(buiten): Een traditionele, omdat deze makkelijk aanpasbaar is en veel mogelijkheden heeft. Een nadeel hieraan is wel dat er veel materiaal nodig is om het op te bouwen.

Steiger (Binnen): Een rolsteiger is geschikt voor binnen om de kolommen en ligger te monteren. En de kleinere werkzaamheden mee uit te voeren. Een alternatief is de schaarhoogwerker deze is wel duurder dan een rolsteiger, maar kan ook hoger.

Liften: Een goederen/personenlift, omdat er veel materiaal en personen naar boven gedaan moet worden. Voor deze kerk is het verstandig om twee liften te bestellen, een aan de voorgevel en een aan de achtergevel.

Heftruck: Een heftruck huren voor de hele bouw, omdat deze de elementen moet verplaatsen. Zorg wel voor een goede doorgang waar de heftruck door naar binnen kan rijden.

Verreiker: Veel materialen kunnen met de liften naar boven getransporteerd worden. Mocht dit niet lukken dan gaat de voorkeur uit naar een verreiker t.o.v. een kraan. Omdat er weinig plaats is voor een kraan om zich af te stempelen zonder een weg te blokkeren en hij is duurder om te huren. Probeer het



gebruik van een verreiker te combineren met meerdere werkzaamheden, zodat hij optimaal gebruikt wordt.

Hoogwerker (Binnen): Een schaarhoogwerker, kan gebruikt worden voor het plaatsen van de constructie en het leggen van de vloerelementen. Het is wel raadzaam om twee schaarhoogwerkers te huren voor beide kanten van de vloer een hoogwerker. Deze worden dan voor een bepaalde tijd gehuurd worden.

Hoogwerker (Buiten): Probeer eerst gebruik te maken van de steiger. Als hierna blijkt dat de werkzaamheden niet veilig uitgevoerd kunnen worden of niet toereikend zijn voor de steiger. Huur dan een telescoophoogwerker en vraag bij de leverancier om advies.

Kraan: Probeer deze als laatste optie te houden, mocht een autolaadkraan, heftruck of een verreiker niet toereikend zijn. Dan is het verstandig om een kraan te huren. Vraag om advies bij de kraanverhuurder zodat de juiste kraan gehuurd kan worden. En kijk ook waar deze opgesteld kan worden, zodat hij het beste bereik heeft en zo min mogelijk overlast veroorzaakt.

Vrachtwagen: Een hybride of elektrische vrachtwagen zou in dit geval de betere optie zijn, aangezien de last en actieradius. Een diesel vrachtwagen is ook mogelijk, het is dan wel wenselijk om er een te hebben met een euronorm van vier of hoger. Dit omdat de aanvoerroute dicht bij de milieuzone ligt, en hier mag alleen een vrachtwagen komen met euronorm van vier of hoger (tenzij er ontheffing aangevraagd is).

Kostentechnisch

Onderstaande volgorde geeft aan wat de kosten van materieel zijn. Dit zijn vanaf prijzen, dus deze zijn nog niet toereikend voor het project.

Tabel 3: Kostenoverzicht transportmogelijkheden op de bouwplaats

<u>Materieel</u>	<u>Kosten</u>
Traditionele steiger	Afhankelijk van het project en huurtijd
Schaarhoogwerker (8 meter)	Vanaf €170,- in de week
Telescoop hoogwerker (12 meter)	Vanaf €500,- in de week
Heftruck (3/3.5t)	Vanaf €500-600 in de week
Goederenlift (500kg)	Vanaf €110,- in de week
Verreiker zonder chauffeur (MT932)	Vanaf €250,- per dag
Verreiker met chauffeur (21meter)	Vanaf €75,- per uur

Voor de traditionele steiger is de prijs afhankelijk van de omvang van het project en de huurtijd. De huurprijs per buis valt nog mee, een staander van vier meter kost ongeveer €0,19 per week. Maar als geheel is het een flinke kostenpost, die goed in de gaten gehouden dient te worden tijdens de bouw.



4.3 Daglichtoplossingen

Zoals al eerder vermeld is daglicht een belangrijk thema bij het herbestemmen van kerken. Voor sommige functies is het namelijk verplicht een minimale hoeveelheid daglicht binnen te krijgen. Het glas-in-lood is een grote belemmering van het daglicht.

Voor de uitwerking van de casuskerk is gekozen om verschillende oplossingen uit te werken en door te rekenen. Allereerst is gekeken naar het bestaande glas-in-lood. Hierbij is ook het equivalent daglichtoppervlakte uitgerekend om te toetsen of de bestaande situatie al kan voldoen aan de eisen van bouwbesluit. Voor deze berekeningen zijn een aantal aannames gedaan. Zo wordt er uitgegaan van een LTA-waarde van 0,4, zoals ook al genoemd is in hoofdstuk 6.3. Daarnaast is er een scenario geschetst voor de gebruiksruidten in de kerk. De resultaten van de berekeningen zijn te vinden in bijlage 11.

De tweede daglichtoplossing die is uitgewerkt en doorgerekend is: achterzetramen. Deze oplossing zorgt namelijk voor een verbeterde thermische isolatie en zorgt dat het aanzicht van het bouwwerk niet verandert. Bij achterzetramen wordt nog onderscheid gemaakt in ramen met of zonder profiel. Om inzichtelijk te krijgen wat het effect van deze keuze is, zijn beide methoden uitgewerkt. Ook hierbij zijn de resultaten terug te vinden in bijlage 11. Belangrijk bij het achterzetraam met profiel is het toevoegen van ventilatiemogelijkheden om condensatie te voorkomen. Dit kan bijvoorbeeld door één of meerdere glas-in-lood ruitjes te vervangen voor ventilatieroosters of door gaten te boren in een eventuele onderdorpel en bovendorpel.

Daarnaast is er een drastischere oplossing bekeken: het glas-in-lood vervangen. Deze oplossing zorgt voor een wijziging in het aanzicht van de kerk, maar de nieuwe beglazing zal veel meer daglicht doorlaten dan het glas-in-lood. Waar het mogelijk is, is het wenselijk om het glas-in-lood ergens anders in de kerk te positioneren. Hierdoor blijft het element wel bij de kerk behoren. Opvallend aan de resultaten die in bijlage 11 zijn te zien, is dat het equivalent daglichtoppervlakte bijna 2 maal zo groot is als bij de andere uitgewerkte daglichtoppervlakte. De afweging blijft echter altijd of de beleving van de kerk hiermee niet te drastisch verandert.

In het derde travee van het kerkgebouw, waar de biechtstoelen zijn gepositioneerd, is geen gekleurd glas te vinden maar geschilderd glas. Hieronder is een afbeelding te zien van dit glas-in-lood. Geschilderd mag niet worden meegenomen in de daglichtberekening vanwege het gebrek aan 'doorzichtigheid'.



Figuur 13: Geschilderd glas-in-lood raam Heilig Hartkerk



4.4 Thermische isolatie

Om de beleving van de kerk niet te belemmeren is er gekozen om geen isolatie te plaatsen aan de binnenzijde van de gevel. Ook aan de buitenzijde is dit vanwege de monumentale waarde niet gewenst. De gevel kan waar dit mogelijk is, geïsoleerd worden door de spouw na te isoleren. Zoals al eerder genoemd is er niet overal een spouwmuur aanwezig in de kerk.

Om de thermische isolatie van het gebouw toch te verbeteren zullen de gewelven worden geïsoleerd. Daarnaast zal de vloer vervangen worden. Dit is mogelijk, omdat de vloer in de Heilig Hartkerk geen monumentale waarde heeft. Dit zorgt tevens ook voor een verbetering van de thermische isolatie. Er kunnen ook constructieve elementen en installaties in de vloer verwerkt worden. Denkt hierbij aan funderingen, leidinggoten en vloerverwarmingen.

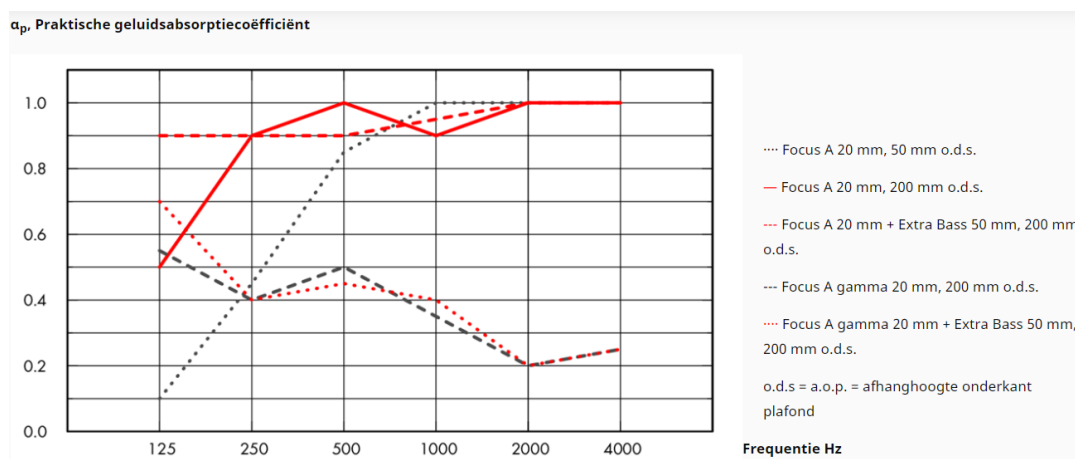
Met de toe te voegen inbouw kan ook een doos-in-doos principe gecreëerd worden.

4.5 Akoestiek

In Hoofdstuk 6.5 is al even genoemd hoe de akoestiek verbeterd zou kunnen worden. In de casus zal de akoestiek in de kerk worden verbeterd door een aantal toepassingen. Allereerst wordt het volume in de kerk kleiner door de toevoeging van ruimtes in de kerk. De wanden die aan de vide-zijde gelegen zijn zullen bekleed worden met akoestische paneel. Daarnaast is er een optie uitgewerkt waarbij de plafonds zijn afgewerkt met akoestische panelen. Tot slot is het wenselijk om zachte vloerbekleding toe te passen, zodat ook het vloeroppervlakte geluid absorbeert.

4.5.1 Akoestisch plafond

Voor het verlaagd plafond is gekozen voor een systeemplafond. Het grote voordeel hiervan is dat de installaties, die onder de vloer zijn bevestigd, bereikbaar zijn. In onderstaand figuur zijn de akoestische eigenschappen te zien van de ECOPHON Focus A. Dit product bestaat voor 51% uit gerecycled materiaal en is volledig recyclebaar. Daarnaast heeft het een brandveiligheidsklasse A2-s1, d0. Voor het uitwerken van de casus is uitgegaan van een afhanghoogte van 200mm waardoor een α_w wordt bereikt van 1.00.



Figuur 14: Akoestische eigenschappen Ecophon Focus A (Ecophon, z.j.)



4.5.2 Akoestisch paneel wand

In de casuskerk is gekozen voor een akoestisch paneel van PETAC. Dit product wordt gemaakt van gerecyclede PET flessen en heeft goede akoestische eigenschappen, zie onderstaande tabel. In de casus zal dit product worden toegepast met een spouw gevuld van minerale wol, waardoor de akoestische eigenschappen optimaal zijn. Door de panelen te bevestigen met haaklatten zijn ze eenvoudig afneembaar.

Tabel 4: Akoestische eigenschappen PETAC-paneel (PETAC, z.j.)

Dikte	α_w	Klasse
12mm	0.25	E
12mm met 50mm luchtsouw	0.75	C
12mm met 50mm minerale wol	0.95	A

4.5.3 Houten latten



Figuur 15: Visualisatie akoestisch paneel met houten

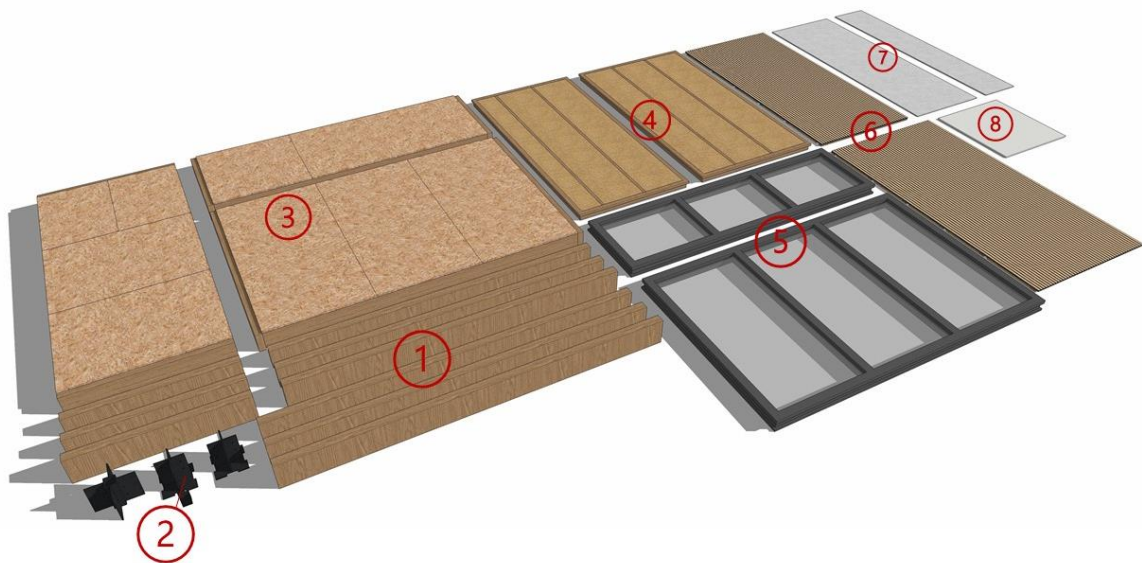
De akoestische panelen worden in de casus afgewerkt met houten latten. De ruimte tussen de latten zorgt voor wrijving in de geluidsgolven wat leidt tot geluidsabsorptie. Daarnaast is hier ook voor gekozen vanwege esthetische redenen. Voor de houten latten is gekozen voor een standaard houtmaat 7x27mm. Door het toepassen van beide akoestische oplossingen, zowel houten latten als het PETAC-paneel heeft dit een goede absorberende werking voor een breder frequentiegebied.



4.6 Duurzaamheid

In dit hoofdstuk zal de duurzaamheid van het bouwsysteem toegelicht worden. Dit zal gedaan worden door de modulariteit inzichtelijk te maken en de milieu-impact te berekenen. Om te achterhalen wat de milieu-impact is van het bouwsysteem is de CO₂-impact bepaald aan de hand van de materialen piramide van CINARK (CINARK, 2019). Hierin wordt van verschillende bouwmaterialen aangegeven wat de milieu-impact is.

In onderstaande afbeelding zijn de belangrijkste elementen van het bouwsysteem weergegeven. Om de duurzaamheid toe te lichten is van één module de milieu-impact berekend. Deze module is weergegeven in afbeelding 17. De CO₂-impact is berekend per opbouw, deze berekeningen zijn te vinden in bijlage 21. Per opbouw zal kort worden toegelicht waar deze uit bestaat.



Figuur 16: Visualisatie elementen bouwsysteem

De module zoals hieronder is weergegeven bestaat uit 4 wanden en één vloer. Het plafond wordt hierbij afgewerkt met gipskartonplaten (nummer 8). In de module komen 4 wandopbouwen terug. Twee daarvan bestaan uit de HSB-wandelementen (nummer 4). Hierbij wordt er één afgewerkt met gipskartonplaten (nummer 7) en de andere met akoestische panelen (nummer 6). Ook is in de module een balustrade terug te vinden en een pui. De pui bestaat uit het balustrade-element en een kozijn-element (nummer 5).



Figuur 17: Visualisatie module in totaliteit en als exploded view



Figuur 18: Visualisatie module constructie

Om de constructie samen te stellen zijn elementen 1 en 2 nodig. Dit zijn de houten balken (nummer 1) en stalen bevestigingselementen (nummer 2). De houten balken bestaan uit standaard houtmaten: 95x220mm, 95x245mm, 95x295mm. De lengtes van de balken verschillen tussen 1600mm, 3600mm, 3900mm. Deze lengtes zijn standaard houtmaten of te herleiden uit standaard balklengtes. In het bouwsysteem zijn 3 types bevestigingselementen te vinden. Eén voetstuk voor de constructie op de begane grond, een bevestigingselement voor de bovenzijde van de kolommen, en één kolomvoet voor het 'doorstapellen' van het systeem. De elementen zijn zo ontworpen dat het tweede verbindingselement in het eerste verbindingselement past, zie paragraaf 4.2.1. Hierdoor is het doorstapelen van de modules eenvoudig te realiseren. In de module zoals hieronder is afgebeeld zou de milieu-impact van de constructie -815,787 kg CO₂ bedragen (CINARK, 2019).



Figuur 19: Visualisatie vloeropbouw module

De vloeropbouw bestaat onder andere uit de geprefabriceerde HSB-elementen (nummer 3) zoals benoemt in paragraaf 4.2.3. De elementen zijn opgebouwd uit balken met de standaard houtafmetingen van 44x195x3600mm. Door de afmetingen van de elementen kan het houten vloerdek bestaan uit platen van 1200x2400, met zo min mogelijk zaagverlies. De milieu-impact van de vloeropbouw in de module met een plafond van gipskartonplaten bedraagt -268,214 kg CO₂. Wanneer het plafond bestaat uit het akoestische systeemplafond bedraagt de milieu-impact -275,489 kg CO₂ (CINARK, 2019).

De bouwwijze van de wandelementen is al beschreven in paragraaf 4.2.3. De geprefabriceerde wandelementen (nummer 4) zijn 1600mm of 1800mm breed. Deze kunnen afgewerkt worden met gipskartonplaten (nummer 7) of met de akoestische panelen (nummer 6). De milieu-impact van de wandelementen met een breedte van 1800mm bedraagt 11,035 kg CO₂ per element. De CO₂-footprint van de akoestische panelen komt neer op -26,974 kg CO₂ per element. De afwerking met gipskartonplaten zou 4,514 kg CO₂ bedragen per plaat van 1200mm (CINARK, 2019).



Figuur 20: Visualisatie wandopbouw module



Tot slot de kozijnen en balustrades (nummer 5). Deze kunnen gekoppeld worden zodat een pui ontstaat. De bevestigingswijze is gelijk aan die van de wandelementen. Hierdoor zijn de verschillende elementen dus uitwisselbaar. De kozijnprofielen zijn zo gedimensioneerd dat ze symmetrisch zijn en daardoor kunnen dienen al stijl, tussenstijl, boven-, onder-, of tussendorpel. Daarnaast is de glaslat zo gedetailleerd dat het glas vanuit de binnenzijde van het bouwwerk te bereiken is voor eventuele reparatie of vervanging, zie de detaillering in bijlage 26. De milieu-impact van een kozijn bedraagt 109,109 kg CO₂. Voor een balustrade-element is dit 54,882 kg CO₂ (CINARK, 2019). De balustrade heeft met 1 meter hoogte de juiste hoogte om als balustrade te fungeren voor een vloer die maximaal 13 meter hoger ligt dan een aangrenzende vloer (BrisWarenhuis, 2021). Ook het kozijnelement heeft de juiste afmetingen om eventueel te kunnen dienen als deur.



Figuur 21: Visualisatie opbouw kozijn en balustrade module

De duurzaamheid van dit systeem is terug te vinden in het universele bevestigingsprincipe van de wanden. Daarnaast wordt er veel gebruik gemaakt van standaard bouwmaten, bijvoorbeeld in de houten balken, het houten vloerdek en de gipskartonplaten. Dit zorgt niet alleen voor minder zaagverlies, maar ook blijft hierdoor de waarde van de elementen beter behouden. Verder is het bouwsysteem aanpasbaar. Hierdoor is het systeem flexibel en zou het als groeimodel kunnen werken. Bovendien is het systeem CO₂-negatief door het vele houtgebruik. In onderstaande tabel is te zien wat de milieu-impact van de onderzochte module bedraagt.

Tabel 5: berekening milieu-impact module (CINARK, 2019)

Naam	Hoeveelheid	CO ₂ -impact	Kubus
Kolom	4	-132,547	-530,187
Ligger	4	-71,4	-285,6
Vloer gipsplafond	1	-268,214	-268,214
HSB-wandelement	4	11,035	44,139
Akoestisch paneel	2	-26,974	-53,948
Gipskartonplaat	6	4,514	27,086
Balustrade	2	54,822	109,644
Kozijn	1	109,109	109,109

-847,97 kg CO₂eq

De materialen die gebruikt worden bij het bouwen van één module zouden gezamenlijk zorgen voor een milieu-impact van -847,970 kg CO₂. Dat houdt in dat de materialen CO₂ zouden opslaan. Ter vergelijking, een enkele vlucht van Schiphol naar Cyprus bedraagt volgens 'ecotree' 864 kg CO₂. Dit staat gelijk met de jaarlijkse CO₂ absorptie van 29 bomen (ecotree, z.j.). In werkelijkheid zal de berekende milieu-impact echter slechter uitpakken, omdat in de berekeningen transport en bewerkingen niet zijn meegenomen. De kengetalen gaan enkel over de productie van de bouwmaterialen.



5. Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: ‘Welke mogelijkheden zijn er voor het demontabel en circulair herbestemmen van kerkgebouwen, gekeken naar materialisatie, behaaglijkheid, daglicht, transport, esthetiek en maakbaarheid?’

Er zijn talloze mogelijkheden denkbaar voor het herbestemmen van kerkgebouwen, want iedere kerk is immers anders. Verschillende factoren die van invloed zijn op de herbestemming zijn o.a.:

- Stedenbouwkundige ligging
- Wensen opdrachtgever
- Nieuwe functie
- Monumentale waarde
- Grootte, vorm en bouwkundige staat van de kerk
- Type glas en hoeveelheid daglichtopeningen
- Transportmogelijkheden
- Architectonische visie op de herbestemming

Om deze reden is het ook niet mogelijk om één antwoord te bieden op de vraag hoe een kerk demontabel en circulair herbestemd dient te worden. Het onderzoek geeft daarentegen wel aan welke verschillende mogelijkheden er zijn en laat zien hoe een aantal van deze mogelijkheden toegepast kunnen worden in het casusproject: de Heilig Hartkerk in Breda.

Het casusproject is dus als het ware één voorbeeld van hoe het herbestemmen mogelijk is. Waarbij de circulariteit, het demontabel en reversibel bouwen centraal staat. Dit is terug te zien door gebruik te maken van standaard bouwmaterialen in bijvoorbeeld de vloerdelen, de houten balken, de systeemplafonds en de gipskartonplaten. Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van componenten die zo zijn gedetailleerd dat ze eenvoudig losgemaakt kunnen worden. Ook het vermijden van natte details helpt hierbij. Verder is er een standaardisatie gecreëerd in de bevestiging van elementen, waardoor er een modulair en aanpasbaar systeem ontstaat. Dit alles zorgt voor een duurzaam, demontabel, aanpasbaar en flexibel inbouwpakket dat volledig los gehouden wordt van de bestaande kerk.

Hoewel het principe van het bouwsysteem voor verschillende kerken toepasbaar is, kan geconcludeerd worden dat een herbestemming echter altijd voor een gedeelte maatwerk zal blijven.

5.1 Vervolgonderzoeken

Het uitgevoerde onderzoek geeft uitleg over een aantal belangrijke bouwkundige zaken bij het herbestemmen van kerken. Veel verschillende thema's worden hierbij aangehaald. Bij vervolgonderzoeken is het ook mogelijk om een van deze thema's specifiek uit te werken om zo meer diepgang te creëren. Dit onderzoek zou bijvoorbeeld gericht kunnen zijn op de akoestiek, brandveiligheid, het geluid of het daglicht in kerken. Ook is het mogelijk dit onderzoek verder uit te breiden door te onderzoeken of het meer modulair gemaakt kan worden. Verder kan uitgezocht worden of het financieel aantrekkelijk is en hoe het bouwsysteem verder uitgewerkt kan worden in bijvoorbeeld de volledige kerk of juist een ander kerkgebouw. Een derde optie voor een vervolgonderzoek is om de haalbaarheid te achterhalen. Dit onderzoek kan meer gericht zijn op de initiatieffase en de kerkvisie.



6. Literatuurlijst

4.8 *Bouwliften*. (2021). richtlijnsteigers.nl. <https://www.richtlijnsteigers.nl/4-uitvoering-van-de-steiger/4-8-bouwliften>

38x89mm *geschaafd* | *Vurenhout*. (2021). Houthandelonline.nl. <https://www.houthandelonline.nl/vurenhout/sls-38x89mm-geschaafd>

A. (2016, 26 augustus). *Traditioneel steiger (steigerbuizen en -koppelingen)*. Eldeko. <https://eldeko.nl/steigermateriaal/traditioneel-steiger-steigerbuizen-en-koppelingen/>

Aanbouw heilig hart van Jezus kerk te Breda. (z.d.). [Bouwtekening]. <https://stadsarchief.breda.nl/>

Aanbrengen lichte scheidingswand, houten regelwerk - Kleinschalig nieuwbouw - Bouwdeelkosten bouwkundig. (z.d.). Bouwkosten.nl. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van https://www.bouwkosten.nl/Kleinschalig_nieuwbouw/Bouwdeelkosten_bouwkundig/_Aanbrengen_lichte_scheidingswand,_houten_regelwerk/kostengegevens-Kostenkengetallen/51891-Element_SfB_1.htm

Aanvoerroute vrachtwagens. (2020). [Afbeelding]. <https://www.google.nl/maps/place/Heilig+Hart+Kerk/@51.577425,4.776477,18z/data=!4m13!1m7!3m6!1s0x47c6a033c99c94d3:0x6331ff0732e068ef!2sBaronielaan,+Breda!3b1!8m2!3d51.5728826!4d4.7773085!3m4!1s0x47c6a132d5f81c9b:0x15682bdd65ebf0bd!8m2!3d51.5778579!4d4.7768049>

Altijd al een kerk willen kopen? "Door sluiting komen er steeds meer op de markt". (2018, 25 augustus). Nieuwsuur. <https://nos.nl/nieuwsuur/artikel/2247510-altijd-al-een-kerk-willen-kopen-door-sluiting-komen-er-steeds-meer-op-de-markt>

Anna Stede. (z.d.). De Bont van Hulten. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.debonthvanhulten.nl/nl/projecten/detail/anna-stede>

Annastede te Breda. (2005, februari). [Foto]. <https://www.sterk-adviesbureau.nl/wp-content/uploads/2020/06/annakerk.pdf>

Archief Locaties. (2021). H2Platform. <https://opwegmetwaterstof.nl/tanklocaties/>

Architectuurhistorie. (2020, 13 september). Reliwiki. https://reliwiki.nl/index.php/Architectuurhistorie#De_nieuwste_tijd.3B_modernisme.2C_postmodernisme.2C_neotraditionalisme_etc

Autolaadkraan. (2018, 24 mei). [Foto]. <https://www.mjvanriel.nl/nieuws/nieuw-autolaadkraan-205-tonmeter.html>

Bescherming van glas-in-lood. (2019, 3 mei). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2004/01/01/bescherming-van-glas-in-lood>

Bone, A. (2015). *Basisboek bouwkunde* (4de ed.). ThiemeMeulenhoff bv.

Bouwbesluit 2012. (2021, 1 januari). Briswarenhuis. <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/wet/bb2012>

Bouwen kan niet zonder cement en beton. (2018, 14 november). Cobouw.nl. <https://www.cobouw.nl/duurzaamheid/blog/2018/11/bouwen-kan-niet-zonder-cement-en-beton-101266709>



Bouwen met staal. (2005). *Kantoorgebouw Sint Annakerk Breda*. <https://www.sterk-adviesbureau.nl/wp-content/uploads/2020/06/annakerk.pdf>

Bouwkosten.nl - Welkom op Bouwkosten.nl. (z.d.-a). Bouwkosten.nl. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.bouwkosten.nl/welkom>

Bouwkosten.nl - Welkom op Bouwkosten.nl. (z.d.-b). bouwkosten.nl. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.bouwkosten.nl/>

Bouwliften. (2020, 18 september). 123 Machineverhuur. <https://www.123machineverhuur.nl/specialismen/bouwliften/>

Brandveiligheid, natuurlijk met beton! (2009). BFBN, Cement&BetonCentrum, VOBn, Cascade en VHB. https://www.theconcreteinitiative.eu/images/ECP_Documents/FireSafety_NL.pdf

BRANDVEILIGHEID VAN EEN HOUTEN CONSTRUCTIE. (z.d.). BRANDVEILIGHEID. Geraadpleegd op 16 februari 2021, van <https://www.finnlogs.nl/bouwproces/brandveiligheid/>

Brochure Petrus & Paulus. (2021, januari). <https://atta.nl/app/uploads/0.-Brochure-Petrus-Paulus.pdf>

Broerenkerk, Zwolle. (z.d.). Herbestemming.nu. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.herbestemming.nu/projecten/broerenkerk-zwolle>

BUNK hotel Utrecht. (2019). [Foto]. <https://nur-holznederland.nl/clt-bouw/>

BUNK Hotel Utrecht. (2021, 17 februari). *BUNK Hotel Utrecht*. Bunk Hotels. <https://bunkhotels.com/utrecht/nl/>

Buro Kade. (z.d.). De Petrus. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.burokade.nl/projecten/de-petrus/>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2019, 25 september). *Vrachtautoritten steeds schoner*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/39/vrachtautoritten-steeds-schoner>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020, 18 december). *Meerderheid Nederlandse bevolking behoort niet tot religieuze groep*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/51/meerderheid-nederlandse-bevolking-behoort-niet-tot-religieuze-groep>

CINARK. (2019). The Construction Material Pyramid. <https://www.materialepyramiden.dk/>

Circl ABN Amro paviljoen te Amsterdam. (2017, 27 november). [Foto]. <https://www.dearchitect.nl/architectuur/artikel/2017/11/dialoog-ligt-aan-de-basis-van-circulair-paviljoen-circl-101185241>

Damme, M. (2020). *Kerkgebouwen* (1ste ed.). Blauwdruk.

Damme, M., Reinstra, A., Strolenberg, F., & Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2020). *Kerkgebouwen 88 inspirerende voorbeelden van nieuw gebruik. Van appartement tot zorgcomplex*. Uitgeverij Blauwdruk.

De Groot Vroomshoop. (2012, april). *Cross Laminated Timber*. https://gelijmde-houtconstructies.nl/wp-content/uploads/sites/4/2017/02/GHC_CLT-informatie.pdf

DePetrus, Vught. (z.d.). Herbestemming.nu. Geraadpleegd op 15 maart 2021, van <https://www.herbestemming.nu/projecten/depetrus-vught>



DomusDela – architecten|en|en. (z.d.). Architecten|en|en. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://architecten-en-en.nl/project/domusdela-eindhoven/>

ebbersmedia. (z.d.). *Installatievloer.* Alteco Europe. Geraadpleegd op 13 maart 2021, van <https://www.alteco.nl/vloeren/installatievloer/>

Ecohout - Filosofie. (z.d.). Ecohout. Geraadpleegd op 16 februari 2021, van <https://ecohout.be/02.Filosofie/filosofie.php>

Ecologisch bouwen met kalkhennep. (2021). Hempinabox. <https://hempinabox.be/nl/>

Ecophon Focus A. (z.d.). Plafondwinkel.nl. Geraadpleegd op 25 mei 2021, van <https://plafondwinkel.nl/products/ecophon-focus-a?variant=29718738125>

Eén op de vier kerkgebouwen heeft een nieuwe functie. (2021, 20 januari). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/actueel/nieuws/2020/11/30/een-op-de-vier-kerkgebouwen-heeft-een-nieuwe-functie>

Ekoplus. (z.d.). EKO+ Bouwstoffen. Geraadpleegd op 18 februari 2021, van <http://ekoplus.nl/categorie/hout-en-plaat/brand/steico#steico-joist-sj60-dak-en-vloerligger-12m-stsj60a>

Elektrische vrachtwagen. (2021). [Foto]. <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/trucks/trucks/elektrische-vrachtwagens-en-elektromobiliteit.html>

Euro 6 vrachtwagen. (2014, 2 november). [Foto]. Truckstar. <https://truckstar.nl/praktijktest-daf-xf-460-euro-6-space-cab/>

Fermacell 2E31 vloerplaat 30mm Houtvezel. (2021). De Bouwmarktshop.nl. https://www.debouwmarktshop.nl/Fermacell-2E31-vloerplaat?gclid=EAlaIqObChMI84Ses4m_8AIVCp53Ch2e5QN8EAQYAiABEgLfhd_BwE

fermacell droogvloersystemen - Producten. (z.d.). Ecomat - ecologische bouwmaterialen. Geraadpleegd op 15 maart 2021, van <https://ecomat.be/producten/detail/fermacell-droogvloersystemen>

Fermacell vloerelement 2E31. (z.d.). Bouwpunt. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van <https://www.bouwpuntshop.be/fermacell-vloerelement-2e31-hv-1500x500x30mm>

Focus A. (z.d.). Ecophon focus A. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.ecophon.com/nl/ecophon/modular-ceilings/focus/focus-a/>

Gadero, Z. (2018, 16 november). *Thermisch gemodificeerd hout, wat is dat?* Gadero. https://gadero.nl/blog_thermisch-gemodificeerd-hout-wat-is-dat/

Gips komt amper terug als bouw materiaal. Dat willen wij veranderen. (2021). Urban Mining Collective. <https://urbanminingcollective.nl/ervaring/gips-komt-amper-terug-als-bouw-materiaal-willen-veranderen/>

Goederenlift. (2020). [Foto]. <https://www.hocap.nl/geda-goederenlift-300z/>

Graag, T. (2021, 8 april). *Herbestemming Theresiakerk.* Reitsema & partners architects. <https://www.reitsema.com/portfolio-items/herbestemming-theresiakerk/>

Gyproc veerregel 3000x66x20 mm. (2020). <https://www.metalstudwand.com/>
<https://www.metalstudwand.com/gyproc-veerregel-3000x66x0-6-mm>



HALFEN - prefab verbinding. (z.d.). HALFEN. Geraadpleegd op 11 maart 2021, van <https://www.halfen.com/nl/4360/productoverzicht/bouw/wapeningssystemen/hek-prefab-verbinding/introductie/>

Hannema, K. (2021, 14 januari). *De herbestemming van leegstaande kerken: van ultieme pauzeplek tot multifunctionele ruïne.* de Volkskrant. <https://www.volkskrant.nl/cultuur-media/de-herbestemming-van-leegstaande-kerken-van-ultieme-pauzeplek-tot-multifunctionele-ruine~bcd559a6/>

Heftruck. (2020, 27 augustus). [Foto]. <https://www.bouwtotaal.nl/2018/08/de-aangewezen-compacte-heftruck-voor-menig-bouwbedrijf/>

Heilige Hartenkerk. (z.d.). De Bonth Van Hulten. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.debonthvanhulten.nl/nl/projecten/detail/heilige-hartenkerk-hemels-wonen>

De Heilige Hartenkerk is klaar voor nieuwe bewoners. (2020, 2 juli). Erfgoed 's-Hertogenbosch. <https://www.erfgoedshertogenbosch.nl/actueel/de-heilige-hartenkerk-is-klaar>

Heilige Hartkerk. (z.d.-a). Heilig Hartkerk. Geraadpleegd op 17 mei 2021, van <https://www.debonthvanhulten.nl/nl/projecten/detail/hemels-wonen>

Heilige Hartkerk. (z.d.-b). De Bonth van Hulten. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.debonthvanhulten.nl/nl/projecten/detail/hemels-wonen>

Heko Spanten - Gelijmde houtconstructies. (2020, 5 november). Heko Spanten B.V. Gelijmde houtconstructies. <https://www.hekospanten.nl/>

Hemert, P. (2019, 5 oktober). *Bruinleem met stro in Halle.* Studio Ecowonen Passie voor leem en kalk. <https://ecowonen.net/bruinleem-met-stro-in-halle/>

Hennepbeton - DunAgro. (2020, 1 februari). Kennisbank Biobased Bouwen. <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/hempcal-hennepbeton/#tab-id-3>

Herbestemming Heilig Hartenkerk. (z.d.). Wijnen Architectuur. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.wijnenarchitectuur.nl/projecten/herbestemming-heilig-hartenkerk/>

Herbestemming kerk in het Land van Maas en Waal. (z.d.). Metaglas. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.metaglas.nl/inspiratie/herbestemming-kerk-appeltern/>

H. Hart van Jezus in Breda. (2020, 16 maart). Rijksmonumenten.nl. <https://rijksmonumenten.nl/monument/519134/hhart-van-jezus/breda/>

Hilti Nederland. (z.d.). *Brandbeveiliging in de houtbouw.* Geraadpleegd op 18 februari 2021, van <https://www.hilti.nl/content/hilti/E3/NL/nl/discover/magazine/directory/trends/firestop-wood.html>

Historische vensters isoleren. (2019, 1 mei). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2012/01/01/historische-vensters-isoleren>

Hoe werkt het? (2021, 8 maart). WoodInc. <https://woodinc.be/mogelijkheden/villabouw/>

Hoedligger. (z.d.). [Foto]. <http://www.grunbauer.nl/ned/thq-kolomverbinding.htm>

Hoedligger, THQ-ligger. (z.d.). JoostDeVree. Geraadpleegd op 11 maart 2021, van <https://www.joostdevree.nl/shtmls/hoedligger.shtml>



Hout. (2021, 25 maart). Soortelijk Gewicht. <http://www.soortelijkgewicht.nl/soortelijk-gewicht-houtsoorten/>

Hout, brand & bouwregelgeving. (2019, januari). <http://www.veteka.nl/media/200379/houtinfo-houtinfoblad-houtbrandbouwregelgeving.pdf>

Houten kanaalplaten - Kerto-Ripa. (2020, 1 februari). Kennisbank Biobased Bouwen. <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/kerto-ripa-houten-kanaalplaten/>

Houtverbinding. (2021, 9 februari). [Foto]. https://issuu.com/janssendejonggroep/docs/woody_building_concepts_inspiratieboek_2.0

Houtverbindingen: Bouwkundig detailleren - details bouwkunde. (z.d.). Houtverbindingen. Geraadpleegd op 9 maart 2021, van <https://berkela.home.xs4all.nl/draagstructuur/houtverbindingen.html>

Hybride vrachtwagen. (2021). [Foto]. <https://www.truckland.nl/elektrische-vrachtwagens/daf-cf-hybrid>

Identity, O. (2018). *De Petrus - Projectoverzicht - Buro Kade.* De Petrus. <https://www.burokade.nl/projecten/de-petrus/>

ISSO Kennisbank. (2021, 15 april). ISSO Kennisbank. <https://www.kennisid.nl:443/retrievetoken?returnurl=https%3A%2F%2Fkennisbank.isso.nl%3A443%2Fpublicatie%2Fenergievadecum-energiebewust-ontwerpen-van-nieuwbouwwoningen%2F2010%2Fbijl-3%3Fkennisidtoken%3D%7B0%7D>

Jopenkerk voorzetramen. (2017, 5 mei). Isoglas. <https://isoglas.nl/portfolio/jopenkerk/>

Jukkensteiger. (2021). [Foto]. <https://www.richtlijnssteigers.nl/richtlijn/2-ontwerp-algemeen/2-1-steigertypes-toepassingen-en-onderdelen>

Kaart van beschermde stads- en dorpsgezichten. (2019, 15 april). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/kaart-van-beschermde-stads--en-dorpsgezichten>

Kalkhennep gestort. (2020, 25 september). Kennisbank Biobased Bouwen. <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/kalkhennep-gestort-ecobouw-salland/>

Kan, M. (2016, 29 december). *Binnenkijken in de Zandijkerkerk.* De Zandijkerkerk. <https://www.deorkaan.nl/binnenkijken-in-de-zandijkerkerk/>

KDRA Architecten. (z.d.). Kerkje te Lijden. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van https://www.kdra.nl/projecten/renovatie-herbestemmen/Kerkje-te-Lijden--6184#slider_projects

Kenniscentrum InfoMil. (z.d.). Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/wet-algemene/vragen-antwoorden/wettelijk-kader/voorbereidingsproc/bepaalt-bevoegd/>

De Kerk van alle Kanten - Kerk in Functie. (2020, 3 december). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/actueel/agenda/2020/12/02/de-kerk-van-alle-kanten-kerk-in-functie>

Ketelhuis Ulft. (2019, 25 september). The New Makers. <https://www.thenewmakers.com/2019/09/09/ketelhuis-ulft/>



Kievit. (2008, 15 juli). Essay over daglichttoetreding bij de herbestemming van kerken.
<https://www.toekomstreligieuserfgoed.nl/bestanden/kievit-essay-over-daglichttoetreding-bij-de-herbestemming-van-kerken>

Knauf. (z.d.). Knauf. Geraadpleegd op 23 februari 2021, van <https://www.knauf.nl/>

Knauf A-plaat: Zeer goede basisbouwplaat voor algemene toepassingen op wanden en plafonds. (2021). Knauf. <https://www.knauf.nl/systemen-en-producten/a-plaat>

Kruislaaghout. (2018, 12 december). Woodteq Houtconstructies.
<https://www.woodteq.nl/product/kruislaaghout/>

Layher Blitz. (2020). [Foto]. <https://www.layher.nl/nl-NL/Systeeminformatie/BL>

Layher steigerbuis. (2019). [Foto]. <https://www.rojo.nl/Steigertypen/LayherAllround.aspx>

Leaflet PorisoStuc. (2020, februari).
https://www.wienerberger.nl/content/dam/wienerberger/netherlands/marketing/documents-magazines/commercial/commercial-product-info-sheet/wall/NL_MKT_DOC_POR_Leaflet_PorisoStuc.pdf

leem. (2020). Joostdevree. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/leem.shtml>

LOXAM. (z.d.). Loxam heftruck verhuur. Geraadpleegd op 9 juni 2021, van <https://www.loxam.nl/>

The making of Circl. (2017). HET VERHAAL VAN EEN CIRCULAIR PAVILJOEN AAN DE ZUIDAS.
<https://circl.nl/themakingof/>

Mavo-dBreak Isofloat. (2021). Mavo-dBreak Isofloat.
<https://mavotrans.nl/producten/akoestiek/bouwakoestiek/akoestische-zwevende-vloersystemen/mavo-dbreak-isofloat.html#myTab>

MBI De Steenmeesters. (2020, 25 maart). *Beton | Duurzaam bouw materiaal | Kennisdossier.*
<https://www.mbi.nl/over-mbi/beton/>

Metal Stud U27 Plafondprofiel C60/27. (2021). De Bouwmarktshop.nl.
<https://www.debouwmarktshop.nl/Metal-Stud-U27-Plafondprofiel-C6027>

Minikraan. (2020). [Foto]. <https://topwerf.be/losse-verhuur-van-hulpmaterialen-voor-glasplaatsing/hoefflon-c10-compactkraan/>

MS plafond nonius set bereik 185 - 290 mm. (2016). systeemplafond.nu.
<https://www.systeemplafond.nu/ms-plafond-nonius-set-bereik-185-290-mm-nr-4-50-st.html>

Nederlandse vertaling van ETA 17/0247 Baustroh (bouwstobalen). (2017). Duits Instituut voor Bouwtechniek. https://strobouw.nl/wp-content/uploads/2020/06/ETA-017-0247_Baustroh_NL_D.pdf

NEN 2057: 2011+C1. (2011, 1 juni). Briswarenhuis.
<https://www.briswarenhuis.nl/docs/norm/nen2057-2011/3>

NIBE milieuclassificatie bouwproducten. (2019, oktober). NIBE Milieuclassificatie Bouwproducten.
<https://www.nibe.info/nl>

Nur-Holz. (z.d.). Nur-Holz. Geraadpleegd op 24 februari 2021, van <http://www.bouw-puur.nl/index.html>



Nur-Holz Nederland. (2020, 3 maart). *CLT Bouw*. Nur-Holz. <https://nur-holznederland.nl/clt-bouw/>

Omgevingsloket online. (z.d.). Omgevingsloket online. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.omgevingsloket.nl/Particulier/particulier/home/De-stappen/BehandelprocedureParticulier#/home/De-stappen/BehandelprocedureParticulier>

OOM advies in erfgoedontwikkeling. (2017, 19 juni). Toolkit Duurzaam Erfgoed. <https://www.toolkitduurzaamerfgoed.nl/>

Opleg constructie. (z.d.). [Foto]. https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/rldCGg/PaO5NsqmjA0kdiVxGx2RHw/PCs_NL_R01.pdf

Over brandveiligheid – Knauf. (2021). Over brandveiligheid. <https://www.knauf.nl/brandveiligheid>

Overzicht van in Nederland verkrijgbare vloersystemen. (2009, december). http://wiki.bk.tudelft.nl/mw_bk-wiki/images/5/58/Vloersystemen.pdf

PCs 5 Console. (2021). Peikko Benelux. <https://www.peikko.nl/producten/product/pcs-console/>

Personen/ goederenlift. (2020). [Foto]. <https://www.hocap.nl/geda-transportplatform-500z-zp/>

PETAC. (2020, 7 december). Petac. <https://www.petac.be/nl/akoestische-panelen/>

Petrus & Pauluskerk in Dinteloord. (2021, 11 januari). [Foto]. <https://atta.nl/app/uploads/0.-Brochure-Petrus-Paulus.pdf>

De Petrus. (2018). [Foto]. <https://www.burokade.nl/projecten/de-petrus/>

Porotherm poriso binnenmuurstenen. (2010). <https://www.wienerberger.nl/product/binnenmuur/producttypen/poriso-s200.html>

Prefab houtelementen. (2021). METSÄ WOOD. <https://www.metsawood.com/nl/producten/Kerto/toepassingen/Pages/Prefab-houtelementen.aspx>

Prefab Verbinding. (z.d.). [Foto]. <https://www.halfen.com/nl/4360/productoverzicht/bouw/wapeningssystemen/hek-prefab-verbinding/introductie/>

prestatieverklaring Finnjoist I-ligger. (2021, januari). https://www.metsawood.com/global/Tools/DoP/DOPOpenDocuments/DoP_Finnjoist_2021-01-15_nl.pdf

Prijs Verreiker huren Noordenveld. (2021, 27 april). Verreiker Verhuur Noordenveld. <https://www.verreikerverhuurnoordenveld.nl/prijs-verreiker-huren/>

Productdatablad Combinatievloer. (2020). <https://vbi.nl/product/combinatievloer/>

Projecten | Herbestemming.nu. (z.d.). Herbestemming.nu. Geraadpleegd op 25 maart 2021, van <https://www.herbestemming.nu/projecten>

Quantum® deck. (2011, februari). https://www.tatasteelconstruction.com/nl_NL/producten/Dragende-staal-producten/Staalplaat-betonvloer/Quantum%C2%AE-Deck-Vloer

ReDuCE voor reuse. (2020, februari). staaplaat betonvloer. https://www.duurzaaminstaal.nl/p/658/februari_2020_1.html



Reese projects. (z.d.). Reese projects. Geraadpleegd op 23 februari 2021, van <http://reese-projects.com/>

renovatie, renoveren, vernieuwing. (2020). Joostdevree. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/renovatie.shtml>

Respace | Revolutionair bouwsysteem voor herbestemming. (z.d.). Respace. Geraadpleegd op 16 februari 2021, van <https://www.respace.nl/>

Respace: Een revolutionair bouwsysteem. (2020, maart). <https://www.respace.nl/>

Respace: Ligger op kolom aansluiting. (2020, april). [Foto]. <https://www.respace.nl/>

restaurantie. (2020). Joostdevree. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/restaurantie.shtml>

ROCKWOOL Steenwol RockSono Solid. (z.d.). hornbach.nl. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van <https://www.hornbach.nl/shop/ROCKWOOL-Steenwol-RockSono-Solid-bouwplaat-Rd-2-85-1000x600x100-mm/6373105/artikel.html>

Rolsteiger. (2021). [Foto]. <https://www.steco-steigers.be/nl/rolsteiger-135-x-190-x-4-m-werkhoogte.html>

Schaarhoogwerker. (2021). [Foto]. <https://www.boels.nl/huren/hoogwerkers/schaarhoogwerkers-accu/schaarhoogwerker-117-m-skyjack-sjiii-4632>

Schaarhoogwerker huren? Vanaf €50 p/d | Jekuntmijhuren.nl. (z.d.). Schaarhoogwerkers en telescoophoogwerkers. Geraadpleegd op 9 juni 2021, van <https://www.jekuntmijhuren.nl/verhuur/hoogwerkers/schaarhoogwerker-huren/>

schroefpaal. (z.d.). Schroefpaal. Geraadpleegd op 22 februari 2021, van <https://www.joostdevree.nl/shtmls/schroefpaal.shtml>

Sint-Willibrorduskerk te Hooge Zwaluwe. (2015). [Foto]. <https://www.voortuinvandebiesbosch.nl/restaurant-onze-kerk/>

SmartCrusher bv - SlimBreker - betonrecycling - c2c. (z.d.). SmartCrusher BV. Geraadpleegd op 18 februari 2021, van <https://slimbreker.nl/index.html>

Snap-fit verbinding. (z.d.). [Foto]. https://www.bouwenmetstaal.nl/uploads/evenementen/IABSE_2018/4__Circulair__Bouwen__demo__ntaleverbindingeninstaal__RobStark.pdf

Solarlift. (2020). [Foto]. <https://www.hocap.nl/geda-solarlift-200-standard/#zoom-7>

Soortelijke massa van metalen en andere stoffen (in kg/dm3). (z.d.). Soortelijke massa van metalen en andere stoffen. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van http://mcbboek.nl/mcb_h14/Soortelijke_massa_van_metalen_en_andere_stoffen_in_kg_dm3.htm

Soorten isolerend glas. (2021, 27 januari). Regionaal Energieloket. <https://kennisbank.regionaalenergieloket.nl/isolatieglas/soorten-isolerend-glas/>

St. Annakerk, Breda. (z.d.). Herbestemming.nu. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.herbestemming.nu/projecten/st-annakerk-breda>



St. Gertrudis van Nijvelkerk. (z.d.). NRP gulden Feniks. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.nrpguldenfeniks.nl/archief/jaargangen/2013/transformatie/st-gertrudis-van-nijvelkerk-1/>

St. Joseph kerk te Alkmaar. (2020). [Foto]. <https://josephalkmaar.nl/appartement-j1/>

Staal met betonvloer verbinding. (z.d.). [Foto]. <https://docplayer.nl/104703646-Tijdelijke-rechtbank-cepezed.html>

Stappers, M. (2020, 27 juli). *Na-isolatie van historische woonhuizen*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/duurzaamheid/documenten/publicaties/2019/01/01/isolatie-van-historische-gebouwen>

Starink, P. (2016, 8 juni). *Bouwen met houten blokken*. Bouwwereld.nl. <https://www.bouwwereld.nl/producten/bouwen-met-houten-blokken/>

Steenwol 90mm 60x120cm. (z.d.). Steenwol 90mm. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://dehoutboer.com/dikte-90mm-afm-60x120cm.html>

Steigerbuis met klem. (2021). [Foto]. Dejo steigers. <https://dejosteigers.nl/systemen/traditionele-steiger/>

Steigertypen, -toepassingen en onderdelen | Steigerwijzer. (2018). Steigerwijzer.nl. <https://steigerwijzer.nl/inhoud/ontwerp-algemeen/steigertypes-toepassingen-en-onderdelen/>

Steko holz-bausystem. (2019, januari). https://www.steko.ch/fileadmin/ablage/dokumente/ETA-13-0645_EKopie_de.pdf

Strobouw Nederland. (z.d.). Strobouw. Geraadpleegd op 23 februari 2021, van <https://strobouw.nl/>

STUDiO iBiZZ. (2021). *Wat is thermisch verzinken?* zinkinfobenelux. <https://www.zinkinfobenelux.com/techiek/thermisch+verzinken+basis>

Tatenhove, E. (2016, 28 juni). *Herbestemming Kerk Heerle*. Oomen Architecten. <https://oomenarchitecten.nl/alle-projecten/herbestemming-kerk-heerle>

Tatenhove, E. (2019, 18 december). *Annakerk Breda*. Oomen Architecten. <https://oomenarchitecten.nl/alle-projecten/herbestemming-st-annakerk-breda>

Technisch blad Knauf A-plaat De standaard gipskartonplaat. (2017, april). <https://www.knauf.nl/media/download/Technisch%20Blad%20Knauf%20A-plaat%200417-1.pdf>

Technische-Omschrijving-Joseph. (2020). <https://josephalkmaar.nl/wp-content/uploads/2020/06/Technische-Omschrijving-Joseph.pdf>

Telescoop kraan. (2020). [Foto]. <https://www.beequip.nl/mobiele-telescoopkraan-leasen/>

Telescoophoogwerker. (2021). [Foto]. <https://www.boels.nl/huren/hoogwerkers/telescoophoogwerkers/telescoophoogwerker-16-m>

Een toekomst voor kerken; een handreiking voor het herbestemmen van vrijkomende kerkgebouwen. (2019a, mei 6). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2011/01/01/een-toekomst-voor-kerken-een-handreiking-voor-het-herbestemmen-van-vrijkomende-kerkgebouwen>



Een toekomst voor kerken; een handreiking voor het herbestemmen van vrijkomende kerkgebouwen. (2019b, mei 6). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

<https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2011/01/01/een-toekomst-voor-kerken-een-handreiking-voor-het-herbestemmen-van-vrijkomende-kerkgebouwen>

Torenkraan. (2021). [Foto]. <https://www.mjvanriel.nl/materiaal/45-meter-mobiele-torenkraan.html>

User, S. (z.d.). *Staalplaat-betonvloeren - Infosteel*. Staalplaat-betonvloeren. Geraadpleegd op 12 maart 2021, van <https://www.infosteel.be/materiaal/toepassingen/staalplaat-betonvloeren.html>

Vensterglas. (2019, 1 juli). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2005/01/01/vensterglas>

Verduurzaming monumentale kerkgebouwen. (z.d.). Stichting ERM. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.stichtingerm.nl/verduurzaming/specifiek-monumentale-kerkgebouwen>

Vergunningsvrij bouwen. (2020, 13 november). Monumenten.nl. <https://www.monumenten.nl/monumenten-onderhouden/wetten-en-regels/vergunningsvrij-bouwen>

Verreiker. (2016, 1 april). [Foto]. <https://www.bouwmaterieel-benelux.nl/meer-capaciteit-op-maximale-reikwijdte/>

VG Architecten. (z.d.). Herbestemming Cuyperskerk. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.vgarchitecten.nl/werk/markt-4/>

Vos, P. (2018, 19 november). *Kerkenkaart*. Vrije Universiteit Amsterdam. <https://geoplaza.vu.nl/cms/research/kerkenkaart/?highlight=WyJrZXJrZW5rYWYdCjd>

Vuren 46x46mm geschaafd 300cm. (z.d.). Vuren 46x46mm. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van <https://dehoutboer.com/vuren-afm-46x46mm-geschaafd-lengte-300cm.html>

Waanders in de Broeren - Zwolle. (2021, 20 mei). bkpunt. <https://www.bkpunt.nl/portfolio/waanders-in-de-broeren/>

Waarderingscriteria bouwkunst. (2020, 29 januari). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/waarden-van-cultureel-erfgoed/documenten/publicaties/2019/01/01/waarderingscriteria>

Wandelement - NUR-HOLZ. (2020, 1 februari). Kennisbank Biobased Bouwen. <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/wandelement-nur-holz-houtbouwsystemen-bouwpuur/#tab-id-3>

Waterstof vrachtwagen. (2020, 24 maart). [Foto]. <https://www.autoblog.nl/toyota-waterstof-vrachtauto-komt-eraan>

Waterstofauto verliest van de elektrische auto: elektrisch stoot veel minder CO2 uit. (2020, 15 juli). change.inc. <https://www.change.inc/mobiliteit/waterstof-elektrisch-auto-34207>

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf • WTCB. (2016). *Bouwtoepassingen van materialen op basis van hennep*. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf. <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact52&art=779>



Wikihouse bouwknop. (2017, 31 januari). [Foto]. <https://medium.com/wikihouse-stories/wikihouse-design-principles-47a49aec936d>

WikiHouseNL – Open Source Zelfbouw. (z.d.). WikiHouseN. Geraadpleegd op 10 maart 2021, van <https://wikihausenl.cc/>

WOODinc verbinding. (z.d.). [Foto]. <https://woodinc.be/wp-content/uploads/2018/08/WOODinc-folder.pdf>

Woonkerk XL. (z.d.). Zecc Architecten. Geraadpleegd op 4 juni 2021, van <https://www.zecc.nl/nl/Projecten/project/23/Woonkerk-XL>

Wouters, R. (2019, 1 april). *De beste verbinding voor uw staalconstructie - Nifra Lassen of Bouten*. Nifra. <https://nifra.nl/beste-verbinding-staalconstructie/>

Ytong blokken. (2021). Ytong blokken. <https://www.xella.nl/ytong-blokken.php>

Zaandijkerkerk te Zaandijk. (2016, 29 december). [Foto]. <https://www.deorkaan.nl/binnenkijken-in-de-zaandijkerkerk/>

De zes fasen van projectmanagement Archieven. (z.d.). Projectmanagement-training.nl. Geraadpleegd op 23 maart 2021, van <https://www.projectmanagement-training.nl/boek/zes-fasen/>

Zwaluwstaartverbinding verborgen aluminium. (2021). [Foto]. <https://www.balkdragers.com/nl/catalog/verbinders/verborgen-balkverbinders/zwaluwstaartverbinding-verborgen-aluminium-etb/groups/g+c+a+view>

zwevende dekvloer, zwevende vloer. (z.d.). zwevende dekvloer. Geraadpleegd op 15 maart 2021, van https://www.joostdevree.nl/shtmls/zwevende_dekvloer.shtml



7. Bijlagen

Bijlage 1: Figuren-, tabellen-, afkortingen en begrippenlijst van de hoofdtekst.....	45
Bijlage 2: Figuren- en tabellenlijst van de bijlages	46
Bijlage 3: Foto's locatiebezoek	49
Bijlage 4: Bouwperiode kerken van enkele Nederlandse steden.....	50
Bijlage 5: Architectuurstromingen	52
Bijlage 6: RCE-waarderingscriteria	53
Bijlage 7: Referentieprojecten.....	55
Bijlage 8: Ruimtelijke oplossingen	68
Bijlage 9: Bouwbesluiten.....	69
Bijlage 10: Daglichtopeningen	71
Bijlage 11: Daglichtoplossingen.....	75
Bijlage 12: Thermische isolatie.....	76
Bijlage 13: Belangrijke punten voor een aannemer voor het herbestemmen van een kerk.	80
Bijlage 14: Materialisatie.....	82
Bijlage 15: Demontabele verbindingen	102
Bijlage 16: Transport	111
Bijlage 17: Constructieberekeningen	130
Bijlage 18: Ontwerpvarianten kolom	132
Bijlage 19: Bouw volgorde voor de constructie.....	133
Bijlage 20: Kosten en Massabepaling	135
Bijlage 21: CO ₂ -impact berekeningen.....	138
Bijlage 22: Verdeling.....	140
Bijlage 23: Bestaande toestand	141
Bijlage 24: Grid-systeem.....	142
Bijlage 25: Opbouwen	143
Bijlage 26: Detaillering.....	144



Bijlage 1: Figuren-, tabellen-, afkortingen en begrippenlijst van de hoofdtekst

Figurenlijst Hoofdtekst

Figuur 1: Heilig hart van Jezuskerk te Breda (Heilig Hartkerk, z.j.)	8
Figuur 2: Aanvoerroute vrachtwagens, 2020	9
Figuur 3: Bouwtekening (Aanbouw heilig hart van Jezus kerk te Breda, z.j.)	11
Figuur 4: Visualisatie travee bestaande toestand	11
Figuur 5: Functies herbestemde gebedshuizen Nederland (Reinstra, et al., 2020)	13
Figuur 6: Glas-in-lood in Heilig Hartkerk Breda (de Bonth van Hulten, z.j.)	14
Figuur 7: Schematische weergaven systemen glas-in-lood ongewijzigd laten	15
Figuur 8: Schematische weergaven systemen glas-in-lood aanpassen	15
Figuur 9: Schematische weergave binnenzijde isoleren	16
Figuur 10: Wandschilderingen Heilig Hartkerk Breda	16
Figuur 11: Box-in-box principe ketelhuis Ulft (The New Makers, z.j.)	18
Figuur 12: Visualisatie constructieprincipe, exploded en totaal	21
Figuur 13: Geschilderd glas-in-lood raam Heilig Hartkerk	26
Figuur 14: Akoestische eigenschappen Ecophon Focus A (Ecophon, z.j.)	27
Figuur 15: Visualisatie akoestisch paneel met houten latten	28
Figuur 16: Visualisatie elementen bouwsysteem	29
Figuur 17: Visualisatie module in totaliteit en als exploded view	29
Figuur 18: Visualisatie module constructie	30
Figuur 19: Visualisatie vloeropbouw module	30
Figuur 20: Visualisatie wandopbouw module	30
Figuur 21: Visualisatie opbouw kozijn en balustrade module	31

Tabellenlijst Hoofdtekst

Tabel 1: Monument status kerken in Nederland (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)	12
Tabel 2: Transport scenario Heilig hart van Jezus kerk te Breda	24
Tabel 3: Kostenoverzicht transportmogelijkheden op de bouwplaats	25
Tabel 4: Akoestische eigenschappen PETAC-paneel (PETAC, z.j.)	28
Tabel 5: berekening milieu-impact module (CINARK, 2019)	31

Lijst met afkortingen

α_w	-	gemiddeld gewogen absorptiecoëfficiënt
A_e	-	equivalent daglichtoppervlakte
$D_{nT,A}$	-	luchtgeluid
HSB	-	houtskeletbouw
$L_{nT, A}$	-	contactgeluid
LTA	-	lichttoetredingsfactor
MS	-	metal stud
NEN	-	Nederlandse Norm
RCE	-	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
WABO	-	wet algemene bepalingen omgevingsrecht

Begrippenlijst

Grid-systeem	=	raster van stramienen
Middenschip	=	ruimte in het midden van de kerk, in de lengterichting
Travee	=	beuk van een kerk, die herhalend voorkomt in de lengterichting
Transept	=	dwarsbeuk/ kruisbeuk: die loodrecht op het middenschip staat
Zijbeuk	=	zijship: ruimte evenwijdig aan middenschip



Bijlage 2: Figuren- en tabellenlijst van de bijlages

Figurenlijst

Figuur 22: Bouwperiode kerken van enkele Nederlandse steden (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)	51
Figuur 23: Tijdlijn architectuurstromingen (Reliwiki, 2020)	52
Figuur 24: Huidige bestemming kerken per bouwstijl (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)	52
Figuur 25: Broerenkerk Zwolle oorspronkelijk en huidig (bkpunt, z.j.) (herbestemming.nu, z.j.)	55
Figuur 26: Herbestemming Sint-Petruskerk Vught (Buro Kade, z.j.)	56
Figuur 27: Herbestemming Sint Gertrudis van Nijvelkerk Heerle (Oomen Architecten, z.j.) (NRP Gulden Feniks, z.j.)	57
Figuur 28: Herbestemming St. Theresiakerk Borne (Mijnhardt & Pit, z.j.)	58
Figuur 29: Herbestemming Pastoor van Arskerkerk (Wijnen Architectuur, z.j.)	59
Figuur 30: Herbestemming Westerkerk Utrecht (Bunk Hotels, z.j.)	60
Figuur 31: Herbestemming Sint-Franciscus-van-Saleskerk Lijnden (kdra architecten, z.j.)	61
Figuur 32: Herbestemming Sint-Annekerk Breda (Oomen architecten, z.j.)	62
Figuur 33: Cirl ABN Amro paviljoen te Amsterdam, 2017	63
Figuur 34: Herbestemming Maria-Hemelvaartkerk Sas van Gent (VG architecten, z.j.)	64
Figuur 35: Herbestemming Sint-Jacobskerk Utrecht (zecc, z.j.)	65
Figuur 36: Herbestemming Heilig Hartenkerk 's-Hertogenbosch (Wijnen Architectuur, z.j.)	66
Figuur 37: Plattegrond begane grond herbestemming Heilig Hartenkerk (Wijnen Architectuur, z.j.)	66
Figuur 38: St. Joseph kerk te Alkmaar, 2020	67
Figuur 39: Achterzetramen Paterskerk Domusdela (links) (Hannema, 2021) (architecten-en-en, z.j.) en kerk Appeltern (rechts) (Metaglas, z.j.)	71
Figuur 40: Voorzetramen Jopenkerk (isoglas, z.j.)	72
Figuur 41: Glas-in-lood vervangen in Heilig Hartenkerk 's-Hertogenbosch (Wijnen Architectuur, z.j.)	73
Figuur 42: Visualisatie isolatie binnenzijde, gelijmde systemen	77
Figuur 43: Visualisatie isolatie binnenzijde, voorzetwand bevestigd	77
Figuur 44: Visualisatie isolatie binnenzijde, vrijstaande voorzetwand	78
Figuur 45: Visualisatie isolatie binnenzijde, nieuw binnenblad	78
Figuur 46: Duurzaamheidsklassen hout (Ecohout - Filosofie, z.j.)	82
Figuur 47: WOODinc verbinding, z.j.	102
Figuur 48: Zwaluwstaartverbinding verborgen aluminium, 2021	103
Figuur 49: Houtverbinding, 2021	103
Figuur 50: Respace: Ligger op kolom aansluiting. (2020, april)	104
Figuur 51: Wikihouse bouwknop. (2017, 31 januari)	104
Figuur 52: Hoedligger. (z.j.)	106
Figuur 53: Snap-fit verbinding. (z.j.)	106
Figuur 54: Prefab Verbinding. (z.j.)	107
Figuur 55: Staal met betonvloer verbinding, z.j.	107
Figuur 56: Opleg constructie. (z.j.)	108
Figuur 57: Steigerbuis met klem, 2021	111
Figuur 58: Layher steigerbuis, 2019	112
Figuur 59: Layher Blitz, 2020	113
Figuur 60: Jukkensteiger, 2021	114
Figuur 61: Rolsteiger, 2021	115
Figuur 62: Personen/ goederenlift, 2020	116
Figuur 63: Goederenlift, 2020	117



Figuur 64: Solarlift, 2020	118
Figuur 65: Heftruck, 2020.....	119
Figuur 66: Verreiker, 2016.....	119
Figuur 67: Schaarhoogwerker, 2021	120
Figuur 68: Telescoophoogwerker, 2021	120
Figuur 70: Telescoop kraan, 2020	121
Figuur 71: Torenkraan, 2021	121
Figuur 72: Autolaadkraan, 2018.....	122
Figuur 73: Minikraan, 2020	122
Figuur 74: Elektrische vrachtwagen, 2021	123
Figuur 75: Hybride vrachtwagen, 2021	124
Figuur 76: Waterstof vrachtwagen, 2020.....	124
Figuur 76: Euro 6 vrachtwagen, 2014.....	125

Tabellenlijst

Tabel 6: Data van herbestemde Broerenkerk (Reinstra, et al., 2020).....	55
Tabel 7: Data van herbestemde Sint-Petruskerk (Reinstra, et al., 2020)	56
Tabel 8: Data van herbestemde Sint Gertrudis van Nijvelkerk (Reinstra, et al., 2020).....	57
Tabel 9: Data van herbestemde St. Theresiakerk (Reinstra, et al., 2020)	58
Tabel 10: Data van herbestemde Pastoor van Arskerk (Reinstra, et al., 2020)	59
Tabel 11: Data van herbestemde Westerkerk (Reinstra, et al., 2020)	60
Tabel 12: Data van herbestemde Sint-Franciscus-van-Saleskerk (Reinstra, et al., 2020)	61
Tabel 13: Data van herbestemde Sint-Annekerk (herbestemming.nu, z.j.)	62
Tabel 14: Data van herbestemde Maria-Hemelvaartkerk (Reinstra, et al., 2020)	64
Tabel 15: Data van herbestemde Sint-Jacobskerk (Reinstra, et al., 2020).....	65
Tabel 16: Data van herbestemde Heilig Hartenkerk (Erfgoed 's-Hertogenbosch, 2020).....	66
Tabel 17: Ruimtelijke oplossingen kerkruimtes (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011)	68
Tabel 18: Bouwbesluiteisen sterkte bij brand woonfunctie (BrisWarenhuis, 2021).....	69
Tabel 19: Bouwbesluiteisen sterkte bij brand gebruiksfuncties niet zijnde een woonfunctie (BrisWarenhuis, 2021).....	69
Tabel 20: Bouwbesluiteisen geluidwering tussen ruimten nieuwbouw (BrisWarenhuis, 2021)	69
Tabel 21: Bouwbesluiteisen daglichttoetreding (BrisWarenhuis, 2021).....	70
Tabel 22: Multicriteria-analyse houten constructie.....	83
Tabel 23: Eigenschappen Steko (Steko holz-bausystem, 2019)	84
Tabel 24: Eigenschappen CLT (De Groot Vroomshoop, 2012)	84
Tabel 25: Eigenschappen I-joist (Prestatieverklaring Finnjoist I-ligger, 2021)	85
Tabel 26: Eigenschappen Nur holz (Wandelement - NUR-HOLZ, 2020).....	85
Tabel 27: Multicriteria-analyse houten vloeren.....	86
Tabel 28: Houten kanaalplaatvloer (Houten kanaalplaten - Kerto-Ripa, 2020).....	86
Tabel 29: Multicriteria-analyse betonvloeren.....	94
Tabel 30: Multicriteria-analyse beton fundering	95
Tabel 31: Eigenschappen hennepbeton (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf • WTCB, 2016)	99
Tabel 32: Eigenschappen strobaal muur (Nederlandse vertaling van ETA 17/0247 Baustroh (bouwstrobale), 2017).....	99
Tabel 33: Eigenschappen kalkhennep (Kalkhennep gestort, 2020)	99
Tabel 34: Eigenschappen gipsplaten (Technisch blad Knauf A-plaat De standaard gipskartonplaat, 2017).....	100



Tabel 35: Voor- en nadelen van WOODinc.....	102
Tabel 36: Voor- en nadelen van fermacell vloeren	109
Tabel 37: Voor- en nadelen van traditionele steiger.....	111
Tabel 38: Voor- en nadelen van systeemsteiger	112
Tabel 39: Voor- en nadelen van framesteiger.....	113
Tabel 40: Voor- en nadelen van jukkensteiger	114
Tabel 41: Voor- en nadelen van rolsteiger	115
Tabel 42: Voor- en nadelen van personen/ goederenlift	116
Tabel 43: Voor- en nadelen van materialenlift	117
Tabel 44: Voor- en nadelen van ladderlift	118
Tabel 45: Voor- en nadelen van heftruck.....	119
Tabel 46: Voor- en nadelen van verreiker.....	119
Tabel 47: Voor- en nadelen van schaarhoogwerker	120
Tabel 48: Voor- en nadelen van telescoophoogwerker	120
Tabel 49: Voor- en nadelen van telescoopkraan.....	121
Tabel 50: Voor- en nadelen van torenkraan.....	121
Tabel 51: Voor- en nadelen van autolaadkraan	122
Tabel 52: Voor- en nadelen van minikraan	122
Tabel 53: Voor- en nadelen van elektrische vrachtwagen	123
Tabel 54: Voor- en nadelen van hybride vrachtwagen	124
Tabel 55: Voor- en nadelen van waterstof vrachtwagen	124
Tabel 56: Voor- en nadelen van diesel vrachtwagen	125
Tabel 57: Scenario renovatie.....	125
Tabel 58: Scenario restauratie.....	126
Tabel 59: Scenario binnenstedelijk.....	128
Tabel 60: Scenario normale bouwplaats	129
Tabel 61: Constructieberekeningen houten balklaag	130
Tabel 62: Constructieberekeningen randbalk componenten	130
Tabel 63: Constructieberekeningen Randbalk constructie	131
Tabel 64: Gewichtsberekening HSB-wand	135
Tabel 65: Kostenoverzicht HSB-wand.....	135
Tabel 66: Gewichtsberekening MS-wand.....	135
Tabel 67: Kostenoverzicht MS-wand.....	135
Tabel 68: Gewichtsberekening vloer met gipsplafond	136
Tabel 69: Kostenoverzicht vloer met gipsplafond.....	136
Tabel 70: Gewichtsberekening vloer met systeemplafond	137
Tabel 71: Kostenoverzicht vloer met systeemplafond	137
Tabel 73: berekening CO2-impact kolom (CINARK, 2019)	138
Tabel 74: berekening CO2-impact liggers (CINARK, 2019)	138
Tabel 75: berekening CO2-impact vloeropbouw gipsplafond (CINARK, 2019)	138
Tabel 76: berekening CO2-impact vloeropbouw akoestisch systeemplafond (CINARK, 2019)	138
Tabel 77: berekening CO2-impact wandopbouw HSB-element (CINARK, 2019)	138
Tabel 78: berekening CO2-impact wandopbouw akoestisch paneel (CINARK, 2019)	138
Tabel 79: berekening CO2-impact gipskartonplaat (CINARK, 2019)	139
Tabel 80: berekening CO2-impact kozijn (CINARK, 2019)	139
Tabel 81: berekening CO2-impact balustrade-element (CINARK, 2019)	139



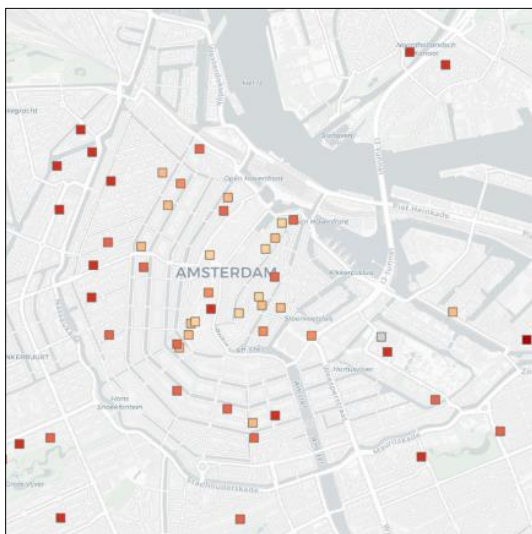
Bijlage 3: Foto's locatiebezoek

Enkele foto's die genomen zijn tijdens het locatiebezoek op 4 februari 2021.

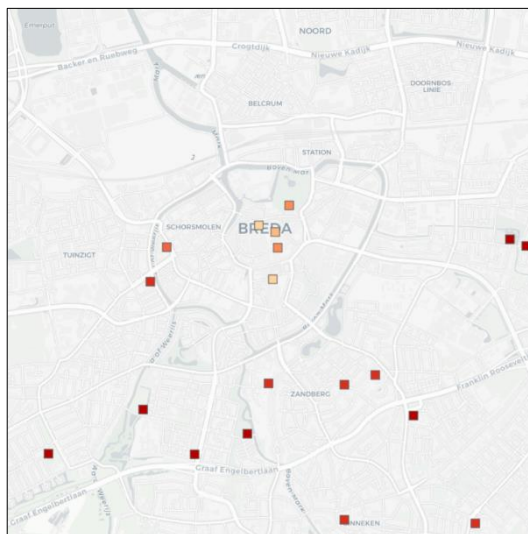




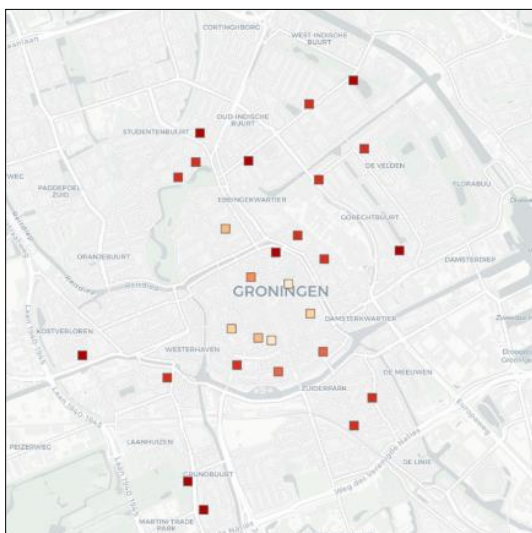
Bijlage 4: Bouwperiode kerken van enkele Nederlandse steden



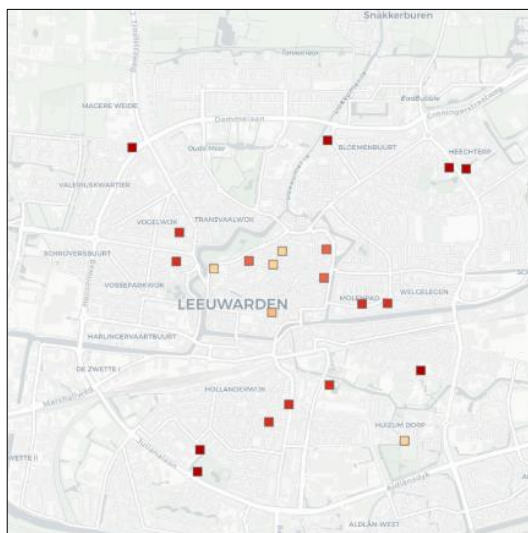
Amsterdam



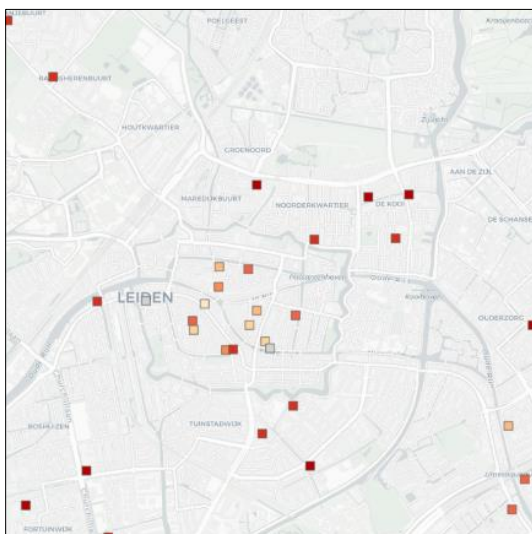
Breda



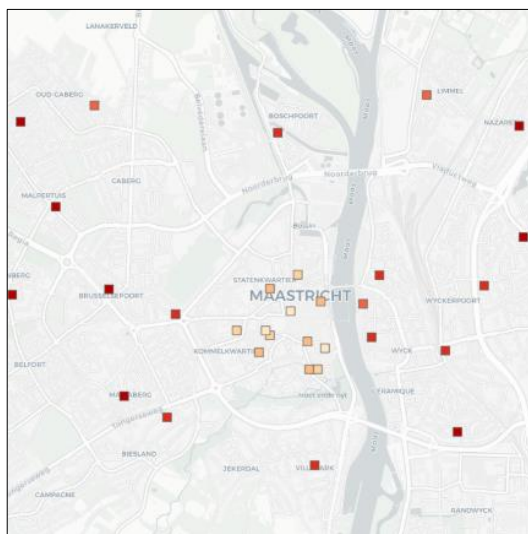
Groningen



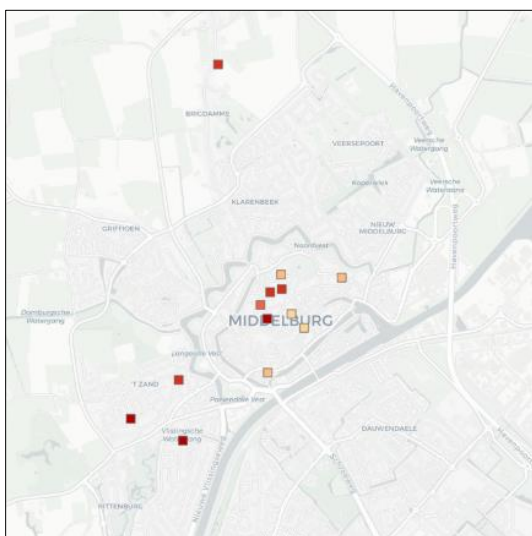
Leeuwarden



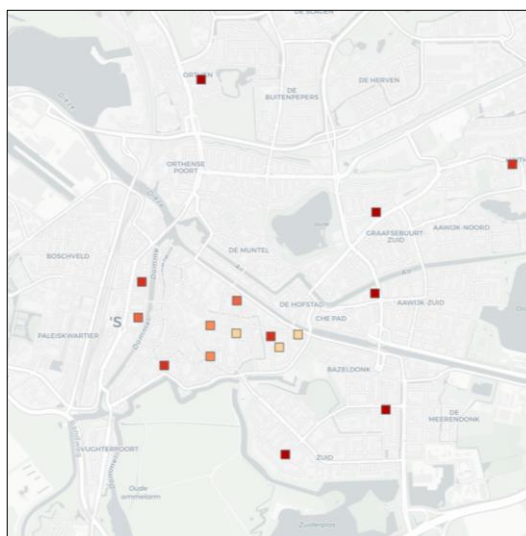
Leiden



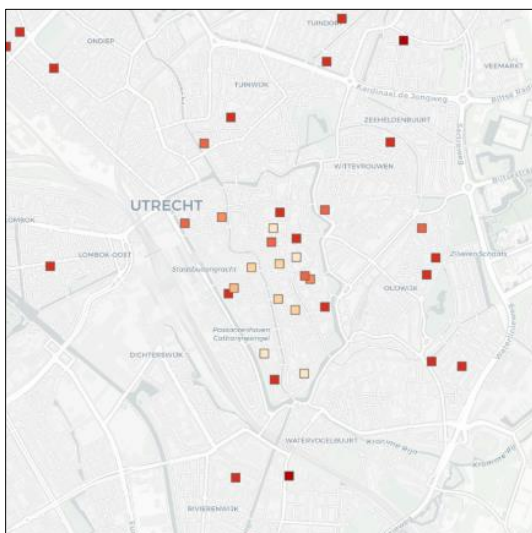
Maastricht



Middelburg

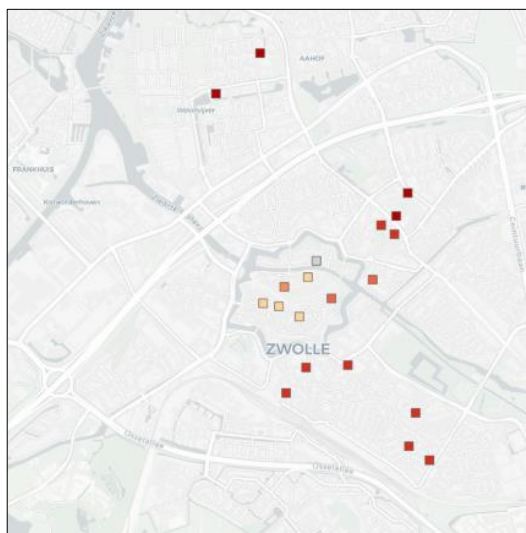


's-Hertogenbosch



Utrecht

-1000	2
1000-1300	246
1300-1600	582
1600-1800	316
1800-1850	323



Zwolle

1850-1900	1026
1900-1945	1655
1945-	1621
onbekend	64

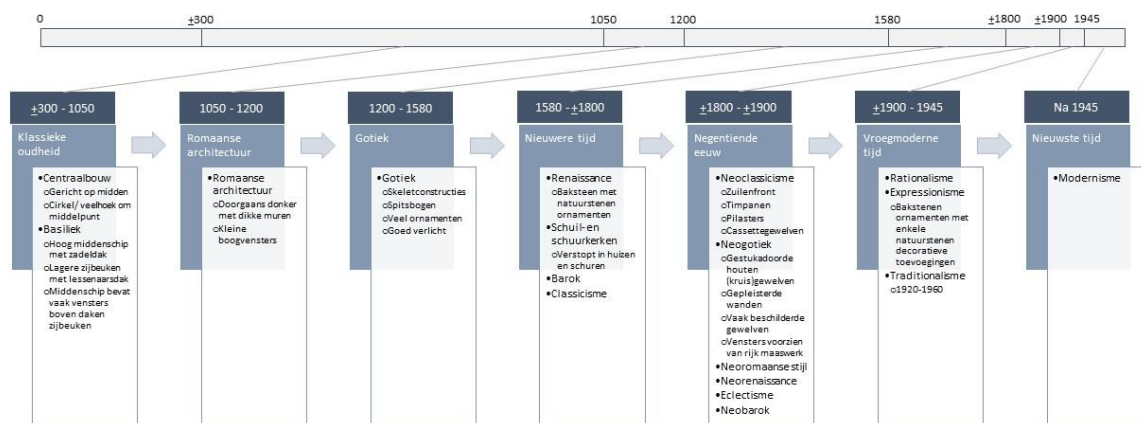
Figuur 22: Bouwperiode kerken van enkele Nederlandse steden (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)



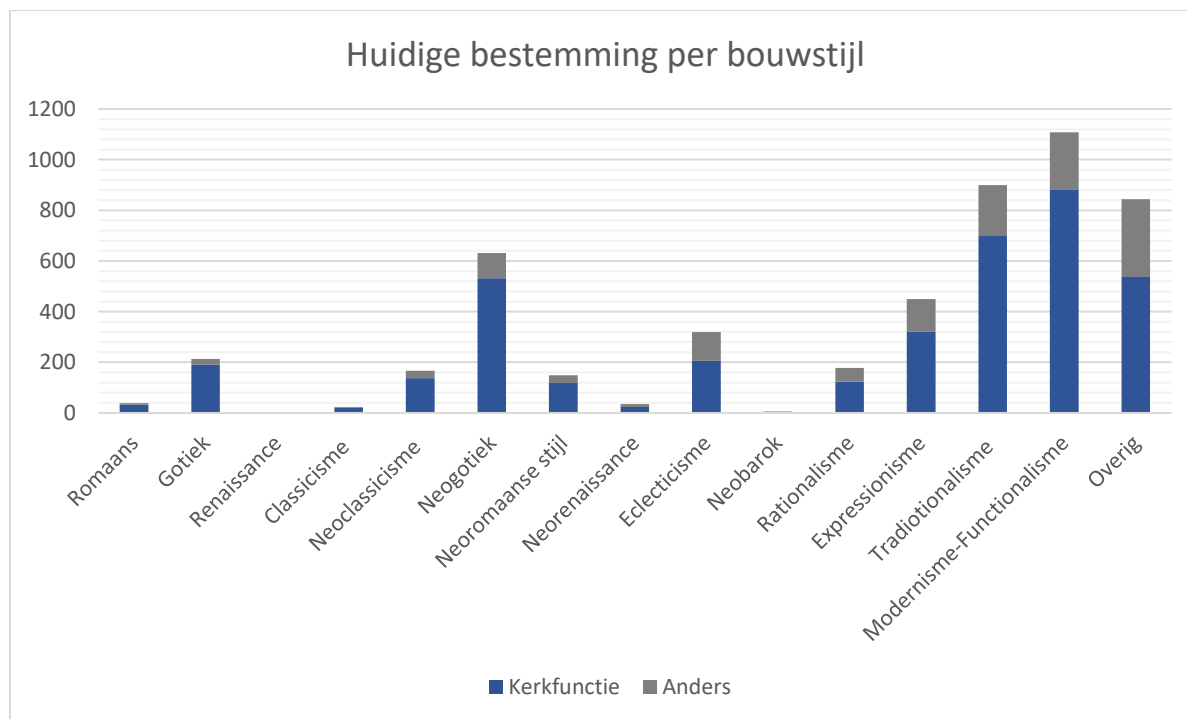
Bijlage 5: Architectuurstromingen

In deze bijlage is een tijdlijn afgebeeld van de verschillende architectuurstromingen die er volgens de kerkenkaart (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018). Bij deze architectuurstromingen worden een aantal kenmerken genoemd.

Daarnaast is een grafiek toegevoegd die weergeeft wat de huidige bestemming is van de verschillende architectuurstijlen. Neogotiek is na het Traditionalisme en het Modernisme/Functionalisme met 631 kerken de meest voorkomende architectuurstroming in Nederland.



Figuur 23: Tijdlijn architectuurstromingen (Reliwiki, 2020)



Figuur 24: Huidige bestemming kerken per bouwstijl (Vrije Universiteit Amsterdam, 2018)



Bijlage 6: RCE-waarderingscriteria

Om de historische waarde van gebouwen aan te duiden heeft de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed waarderingscriteria ontwikkeld. Deze zijn verdeeld in vijf hoofdcriteria (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2019):

1. *Cultureel-historische waarde*
2. *Architectuur- en kunsthistorische waarde*
3. *Situationele- en ensemblewaarde*
4. *Gaafheid en herkenbaarheid*
5. *Zeldzaamheid*

Cultureel-historische waarde

1. belang van het object/complex als bijzondere uitdrukking van (een) culturele, sociaaleconomische en/of bestuurlijke/beleidsmatige en/of geestelijke ontwikkeling(en)
2. belang van het object/complex als bijzondere uitdrukking van (een) geografische, landschappelijke en/of historisch-ruimtelijke ontwikkeling
3. belang van het object/complex als bijzondere uitdrukking van (een) technische en/of typologische ontwikkeling(en)
4. belang van het object/complex wegens innovatieve waarde of pionierskarakter
5. belang van het object/complex wegens bijzondere herinneringswaarde

De kerken die onder toezicht van de Waterstaat werden gebouwd nadat de godsdienstvrijheid bij wet werd ingevoerd hebben bijvoorbeeld een cultuurhistorische waarde door de bijzondere beleidsmatige ontwikkelingen (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2011).

Architectuur- en kunsthistorische waarden

1. bijzonder belang van het object/complex voor de geschiedenis van de architectuur en/of bouwtechniek
2. bijzonder belang van het object/complex voor het oeuvre van een bouwmeester, architect ingenieur of kunstenaar
3. belang van het object/complex wegens de hoogwaardige esthetische kwaliteiten van het ontwerp
4. belang van het object/complex wegens het bijzondere materiaalgebruik, de ornamentiek en/of monumentale kunst
5. belang van het object/complex wegens de bijzondere samenhang tussen exterieur en interieur(onderdelen)

Onderdelen die bijvoorbeeld van architectuur- en kunsthistorische waarde kunnen zijn, zijn elementen als preekstoelen, de doopvont, het bankenplan, wand- of gewelfbeschilderingen en mozaïeken. Maar ook de ruimtevorm en de lichtwerking kunnen van architectuur- en kunsthistorische waarde zijn (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2011).



Situationele en ensemblewaarden

1. betekenis van het object als essentieel (cultuurhistorisch, functioneel en/of architectuurhistorisch en visueel) onderdeel van een complex
2. a. bijzondere, beeldbepalende betekenis van het object voor het aanzien van zijn omgeving
b. bijzondere betekenis van het complex voor het aanzien van zijn omgeving, wijk, stad of streek
3. a. bijzondere betekenis van het complex wegens de hoogwaardige kwaliteit van de bebouwing in relatie tot de onderlinge historisch-ruimtelijke context en in relatie tot de daarbij behorende groenvoorzieningen, wegen, wateren, bodemgesteldheid en/of archeologie
b. bijzondere betekenis van het object wegens de wijze van verkaveling /inrichting/ voorzieningen

Door de omvang en situering van kerken bepalen zij vaak het aanzicht van een wijk, dorp of stad. Met name de kerken in naoorlogse wijken hebben een specifieke stedenbouwkundige waarde doordat de kerk en de wijk in één keer ontworpen zijn.

Daarnaast kunnen kerken deel uit maken van een 'groep' gebouwen vanwege de functie. Zo is er bij kerken soms een bijbehorende pastorie, klooster of school te vinden. Daarnaast kunnen ook hekwerken, kerkhoven of begraafplaatsen deel uit maken van de ruimtelijke samenhang (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2011).

Gaafheid en herkenbaarheid

Ook de beleving van een kerkgebouw kan van waarde zijn. Dit zijn minder tastbare waarden als emoties of herinneringen. Het criteria gaafheid en herkenbaarheid is verdeeld in:

1. belang van het object/complex wegens de architectonische gaafheid en/of herkenbaarheid van ex- en/of interieur
2. belang van het object/complex wegens de materiële, technische en/of constructieve gaafheid
3. belang van het object/complex alsnog goed herkenbare uitdrukking van de oorspronkelijke of een belangrijke historische functie
4. belang van het complex wegens de waardevolle accumulatie van belangwekkende historische bouw- en/of gebruiksfasen
5. belang van het complex wegens de gaafheid en herkenbaarheid van het gehele ensemble van de samenstellende onderdelen (hoofd- en bijgebouwen, hekwerken, tuinaanleg e.d.)
6. belang van het object/complex in relatie tot de structurele en/of visuele gaafheid van de stedelijke, dorpse of landschappelijke omgeving

Zeldzaamheid

1. belang van het object/complex wegens absolute zeldzaamheid in architectuurhistorisch, bouwtechnisch, typologisch of functioneel opzicht
2. uitzonderlijk belang van het object/complex wegens relatieve zeldzaamheid in relatie tot één of meer van de bovengenoemde criteria



Bijlage 7: Referentieprojecten

Bibliotheken

Broerenkerk Zwolle



Figuur 25: Broerenkerk Zwolle oorspronkelijk en huidig (bkpunt, z.j.) (herbestemming.nu, z.j.)

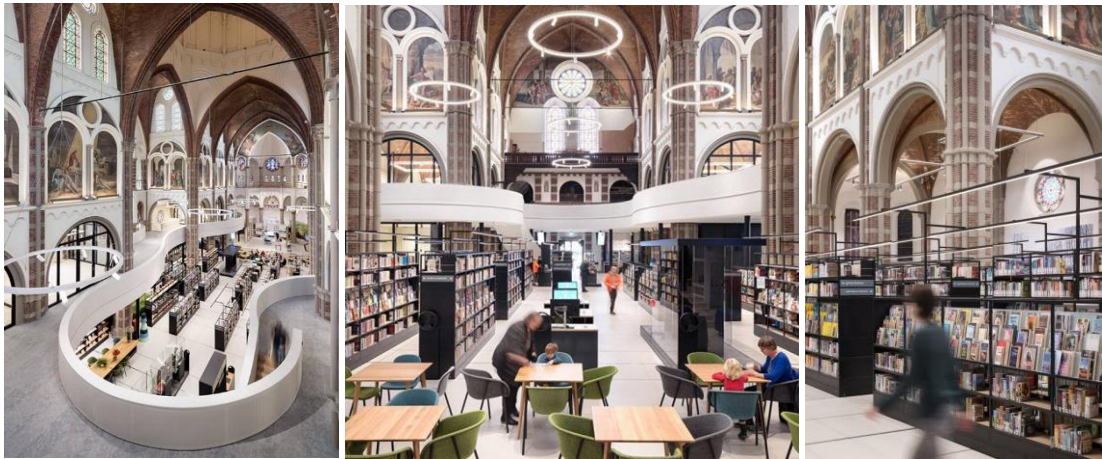
De in 1465 gestichte Broerenkerk werd in 1640 gebruikt als protestantse kerk, waarna de kerk in 1983 zijn deuren sloot. Door de restauratie die daarna plaatsvond kwamen bijzondere gewelfschilderingen tevoorschijn. Na deze restauratie is de kerk gebruikt voor evenementen en tentoonstellingen. Wim Waanders, eigenaar van de boekhandel Waanders was op zoek naar een totaalbeleving van media, kunst en cultuur voor zijn boekenhandel. BK architecten kwamen met een ontwerp dat losstaat van de kerk. Deze inbouw bestaat uit drie lagen en is los gehouden van het schip en het orgel, waardoor het naar eigen zeggen de concurrentie niet aangaat met het monument. Door de autonomen inbouw kan de inbouw in de toekomst verwijderd worden zonder daarbij het gebouw aan te hoeven tasten. In het kerkgebouw zijn nu 1000m² winkel, 200m² horeca, 200m² expositieruimte, kantoorruimtes, keukenruimtes en magazijnen te vinden (herbestemming.nu, z.j.).

Tabel 6: Data van herbestemde Broerenkerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Achter de Broeren 1-3
<i>Bouwjaar</i>	1466-1512
<i>Architect</i>	-
<i>Monument status</i>	Rijksmonument
<i>Denominatie</i>	Nederlands Hervormde Kerk
<i>Buiten gebruik</i>	1983
<i>Herbestemd</i>	2013
<i>Nieuwe functie</i>	Boekhandel, tentoonstellingsruimte, horeca
<i>Architect verbouwing</i>	BK Architecten
<i>Eigenaar</i>	Gemeente Zwolle
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 5.000.000



Sint-Petruskerk Vught



Figuur 26: Herbestemming Sint-Petruskerk Vught (Buro Kade, z.j.)

Tussen 1881 en 1884 werd de katholieke Petruskerk gebouwd, volgens het ontwerp van architect Carl Weber. In het ontwerp werden neogotiek en neo-romaanse elementen gecombineerd tot een driebeukige kruisbasiliek met een achthoekige koepeltoren. In 2005 werd de kerk gesloten nadat de kalk van het plafond viel door achterstallig onderhoud. Er werden nieuwe plannen gemaakt voor de kerk maar die werden niet verwezenlijkt. In 2010 heeft de parochie zelfs een sloopvergunning aangevraagd voor de kerk. Hier waren de Vughtenaren het niet mee eens en uiteindelijk zorgden zeven bewoners ervoor dat er lokaal draagvlak ontstond voor een herbestemming en dat dit ook financieel haalbaar was. In 2011 werd gestart met de restauratie van het kerkgebouw. Een aantal jaar later werd ook het interieur aangepakt. De belangrijkste aanpassing is de toevoeging van de tussenvloer. De verdieping draagt, naast de toevoeging van extra vierkante meters, bij aan de akoestiek. Ook zijn in de vloer leidingen en kabels verwerkt. Doordat de tussenvloer vooral in de zijbeuken zit blijft het ruimtelijke gevoel van de kerk behouden. De boekenkasten die in de nieuwe bibliotheek te vinden zijn, zijn op een railsysteem geplaatst. Hierdoor is de ruimte flexibel in gebruik.

De vorm van de tussenvloer binnen is gebruikt als dak voor de paviljoens buiten. Dit zorgt voor een verbinding.

De belangrijkste gedachte achter het ontwerp is het samenvoegen van verschillende functies. Hierdoor is ontmoeten een belangrijk thema in het concept. De Petruskerk is een huiskamer van het dorp geworden (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 7: Data van herbestemde Sint-Petruskerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Heuvel 2
<i>Bouwjaar</i>	1881-1884
<i>Architect</i>	C.E.M.H.A.F. Weber
<i>Monument status</i>	Rijksmonument
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2005
<i>Herbestemd</i>	2018
<i>Nieuwe functie</i>	Cultureel ontmoetingscentrum
<i>Architect verbouwing</i>	Buro Kade
<i>Eigenaar</i>	Parochie Edith Stein
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 5.100.000 (waarvan € 2.600.000 restauratiekosten)



Dorpshuis

Sint-Gertrudis-van-Nijvelkerk Heerle



Figuur 27: Herbestemming Sint Gertrudis van Nijvelkerk Heerle (Oomen Architecten, z.j.) (NRP Gulden Feniks, z.j.)

J. van Mansveld ontwierp in 1862 een kerk in Heerle, in een vroege vorm van de neogotische stijl. De kerk had drie beuken en is in 1924 uitgebreid volgens het ontwerp van architect Dom Paul Bellot. Hij ontwierp een driebeukige uitbreiding dwars op het middenschip van de bestaande kerk. In 2010 bleek het financieel niet meer haalbaar te zijn om de kerk alleen als kerk in stand te houden, door het teruglopende aantal kerkbezoekers. Het kerkbestuur besloot de leefbaarheidsgroep Heerle en de provincie Roosendaal te benaderen om te onderzoeken of er een woningbouwcorporatie bereid was mee te werken met de herontwikkeling. In 2012 werd de kerk voor het symbolische bedrag van € 1,- verkocht aan woningbouwcorporatie Aramis AlleeWonen. In datzelfde jaar werd de Gertrudis van Nijvelkerk nog verbouwd tot multifunctioneel dorpscentrum. Dit gebeurde zo snel omdat de provincie het project ondersteunde via de subsidieregeling voor integrale dorpsontwikkelingsplannen. De voorwaarde die daarbij hoorde is dat het project in 2012 opgeleverd diende te worden.

De nieuwe functies, waaronder het dorpshuis en een huisarts, zijn georganiseerd in de zijbeuken van de kerk, waardoor het middenschip vrijgehouden is als multifunctionele ruimte. De vuren latten werken mee aan de akoestiek en de sfeer van de ruimtes.

Wat dit project bijzonder maakt is dat de parochie nog een van de ruimtes huurt als gebedsruimte. Het priesterkoor van Bellot is hierbij bewaard gebleven (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 8: Data van herbestemde Sint Gertrudis van Nijvelkerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Herelsestraat 100
<i>Bouwjaar</i>	1862-1864, 1924
<i>Architect</i>	J. van Mansveld, Dom P.L.D. Bellot
<i>Monument status</i>	Rijksmonument
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2012
<i>Herbestemd</i>	2012-2013
<i>Nieuwe functie</i>	Multifunctioneel centrum, huisartsenpraktijk, kapel
<i>Architect verbouwing</i>	Oomen Architecten
<i>Eigenaar</i>	AlleeWonen
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 1.650.000 (ex. btw)



Gezondheidscentrum

Sint-Theresia-van-het-Kind-van-Jezuskerk Borne



Figuur 28: Herbestemming St. Theresiakerk Borne (Mijnhardt & Pit, z.j.)

Toen het bisdom Utrecht de Theresiakerk in het Twentse Borne wilde verkopen voelde Erik Mijnhardt zich geroepen om de kerk een nieuwe functie te geven. Mijnhardt is apotheker en projectontwikkelaar en wilde de kerk, die geen monumentale status heeft, van sloop voorkomen wanneer de kerk haar deuren moest sluiten. Er werd gekozen voor een gezondheidscentrum, waarbij gebruik werd gemaakt van huurders, zodat het gemakkelijker was voor zorgverleners om in te stappen.

De uiteindelijke gebruikers werden al vroeg bij het proces betrokken. Mede vanuit hen werd duidelijk dat de herbestemming een goede balans moest worden tussen de bestaande kerk en de nieuwe functie. De kerk moest nog wel te zien zijn.

Het ontwerp bestaat uit witte volumes die in de zijbeuken zijn geplaatst. Doordat het middenschip vrijgehouden is ontstaat hier een plek van ontmoeting. De praktijkruimtes zijn geïsoleerd, waardoor een doos-in-doos principe ontstaat. De witte volumes zijn gemaakt van gewapende polystyreenwanden, die afgewerkt zijn met spuitbeton (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 9: Data van herbestemde St. Theresiakerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Theresiaplein 1
<i>Bouwjaar</i>	1935
<i>Architect</i>	W.A.M. te Riele
<i>Monument status</i>	Geen
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2015
<i>Herbestemd</i>	2018
<i>Nieuwe functie</i>	Gezondheidscentrum
<i>Architect verbouwing</i>	Reitsema & partners architecten
<i>Eigenaar</i>	Erik Mijnhardt
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 325.000



H. Joannes Vianneykerk Eindhoven



Figuur 29: Herbestemming Pastoor van Arskerk (Wijnen Architectuur, z.j.)

De H. Joannes Vianneykerk in Eindhoven wordt ook wel Pastoor van Arskerk genoemd. In 1930 werd de kerk gebouwd als hart van de nieuwe Eindhovense wijk Woensel. Door de samenvoeging van parochies werd de kerk in 2002 gesloten, waarna deze in 2005 werd verkocht aan Het Woonbedrijf. Deze woningcorporatie zocht naar een nieuwe bestemming voor de kerk. Ondertussen maakte ontwerperscollectief Atelierdorp gebruik van de kerk. Zij organiseerde allerlei activiteiten voor de wijk, maar in 2010 vertrokken ze uit de kerk. De kerk kreeg een nieuwe functie: een multifunctionele bestemming voor jeugdzorg, wijkzorg, een huisartsenpost en andere zorgverleners. De nieuwe functie werd ontworpen door Wijnen Architectuur en bestaat uit een vrijstaande inbouw met vier etages. Door de losse inbouw was de kerk ruimtelijk nog goed te beleven. Het ontwerp zorgt voor een contrast met het historische kerkgebouw (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 10: Data van herbestemde Pastoor van Arskerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Sint-Philomenastraat 11-13
<i>Bouwjaar</i>	1929-1930
<i>Architect</i>	M. van Beek
<i>Monument status</i>	Gemeentelijk monument
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2005
<i>Herbestemd</i>	2012
<i>Nieuwe functie</i>	Zorgcentrum
<i>Architect verbouwing</i>	Miel Wijnen
<i>Eigenaar</i>	Stichting Woonbedrijf SWS
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 9.000.000



Hotel

Westerkerk Utrecht



Figuur 30: Herbestemming Westerkerk Utrecht (Bunk Hotels, z.j.)

In 1891 werd de Westerkerk Catharijnekade gebouwd. Het was een gereformeerde kerk aan de rand van wijk C in Utrecht. De voorgevel kreeg zijn huidige uitstraling na een verbouwing rond 1950. De kerk lag jarenlang redelijk geïsoleerd door het dempen van de singel en andere ontwikkelingen in de buurt. Toen het water werd teruggebracht in de singel, het centraal station werd uitgebreid en Trivoli-Vredenburg werd gebouwd, had de kerk ineens weer een centrale plek in de stad.

In 2018 werd de kerk gesloten, waarna het gebouw verkocht werd voor concept BUNK. BUNK is een hotel voor betaalbare en luxe overnachtingen. In het concept is ruimte voor gratis werkplekken, betaalbare maaltijden en goedkope koffie. Van de winst gaat een deel naar een stichting die het culturele programma van BUNK regelt. Regelmatig zijn er optredens en tentoonstellingen.

Het hotel is gerealiseerd door een groot nieuw 'blok' in de kerk te plaatsen. Dit bouwblok is gerealiseerd door gebruik te maken van prefab CLT elementen. Het bouwblok biedt ruimte aan 10 hotelkamers en is bekleed met houten panelen. Deze houten panelen zijn afkomstig van de kerkbanken. Het bouwblok is gefundeerd op betonpalen met een verzonken betonvloer in de houten vloer (Nur-Holz Nederland, 2020). In de voormalige kerkenraadkamer, doopkamer en kosterwoning zijn nog eens 60 'pods' te vinden.

Het Quellhorstorgel uit 1811-1813 is een rijksmonument en heeft zijn prominente plek in de kerkzaal behouden. Naast dat het een eyecatcher is, is het orgel ook nog bespeelbaar (Reinstra, et al., 2020).

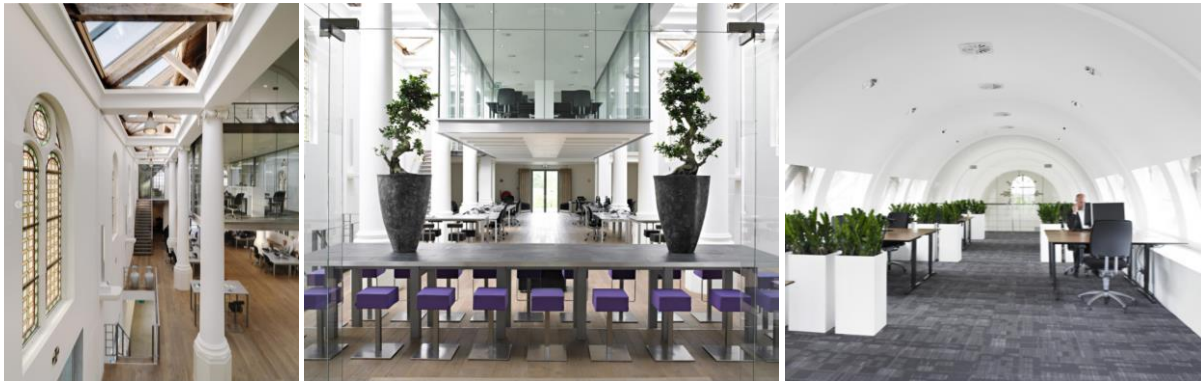
Tabel 11: Data van herbestemde Westerkerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Catharijnekade 9
<i>Bouwjaar</i>	1891
<i>Architect</i>	A.W. van Beeck Calkoen, H. van Dijk
<i>Monument status</i>	Gemeentelijk monument (gebouw), rijksmonument (orgel)
<i>Denominatie</i>	Gereformeerde Gemeenten
<i>Buiten gebruik</i>	2015
<i>Herbestemd</i>	2018-2019
<i>Nieuwe functie</i>	Hostel, café, restaurant, cultuurpodium
<i>Architect verbouwing</i>	In eigen beheer
<i>Eigenaar</i>	Westerwaterpoort BV
<i>Verbouwingskosten</i>	-



Kantoor

Sint-Franciscus-van-Saleskerk Lijnden



Figuur 31: Herbestemming Sint-Franciscus-van-Saleskerk Lijnden (kdra architecten, z.j.)

Het driebeukige kerkje in Lijnden werd in 1859 gebouwd en in 2006 getransformeerd tot kantoorruimte. Het kerkje, dat traditioneel georiënteerd is naar het oosten, is ontworpen door Theo Molkenboer. De kerk bevat kenmerken van het neoclassicisme en de neogotiek. Door het gebrek aan kerkgangers vond in 2000 de laatste heilige mis plaatst. ICT-beheerder Wortell zag potentie in het gebouw en transformeerde het tot kantoorruimte. De architect van deze transformatie is Kerssens De Ruiter Architecten (Reinstra, et al., 2020).

Om het vloeroppervlak te vergroten, maar de sfeer van de kerk te behouden bedachten de architecten van kdra architecten een transparant volume in het middenschip. Deze doosconstructie biedt twee extra verdiepingen. Door de daken op de zijbeuken te vervangen voor dakramen ontstaan lichte werkruimtes en kon het glas in lood behouden blijven. Tussen de funderingsgewelven zijn ook werkplekken gerealiseerd. In deze onderkeldering zijn ook de technische ruimten ondergebracht (kdra architecten, z.j.).

Tabel 12: Data van herbestemde Sint-Franciscus-van-Saleskerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Hoofdweg 121
<i>Bouwjaar</i>	1859 (pastorie 1863)
<i>Architect</i>	T. Molkenboer
<i>Monument status</i>	Gemeentelijk monument
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2000
<i>Herbestemd</i>	2008
<i>Nieuwe functie</i>	Kantoor
<i>Architect verbouwing</i>	Kerssens De Ruiter Architecten
<i>Eigenaar</i>	Wortell
<i>Verbouwingskosten</i>	-



Sint-Annakerk Breda



Figuur 32: Herbestemming Sint-Annekerk Breda (Oomen architecten, z.j.)

De St. Annakerk in Breda is ontworpen door Joseph Cuypers en gebouwd in 1905. De neogotische kruisbasiliek is gered van de sloop door het een nieuwe bestemming te geven. Nu bevat de kerk zo'n 2500 m² kantoorruimte die wordt verhuurd aan verschillende gebruikers. Het ontwerp hiervoor is afkomstig van Oomen Architecten en is volledig autonoom. Dit betekent dat de kerk in de toekomst weer hersteld kan worden naar zijn oorspronkelijke staat. Het ontwerp bestaat uit een transparante doos die op een eigen constructie staat. De constructie is opgebouwd uit stalen liggers en kolommen. De vloeren zijn gemaakt van staalplaat betonvloeren. Ook zijn de kolommen vrijgehouden van de constructie, deze aansluiting is gemaakt van glas, zie figuur 32 (Oomen architecten, z.j.).

Volgens de architecten stonden de beleving van de ruimte, het behoud van de kerk en waardevolle details in het interieur centraal bij de transformatie van dit rijksmonument. Zo zijn bijvoorbeeld de glas-in-loodramen behouden gebleven (Oomen architecten, z.j.).

De kantoorruimte in de transparante doos zijn goed te klimatiseren doordat op deze wijze niet de hele kerk verwarmd hoeft te worden. In totaal zijn er vier bouwlagen kantoorruimte gerealiseerd in de kerk. Het eerste deel van de kerk is vrijgehouden, waardoor de sfeer van de kerk nog behouden blijft (de Bonth van Hulten, z.j.).

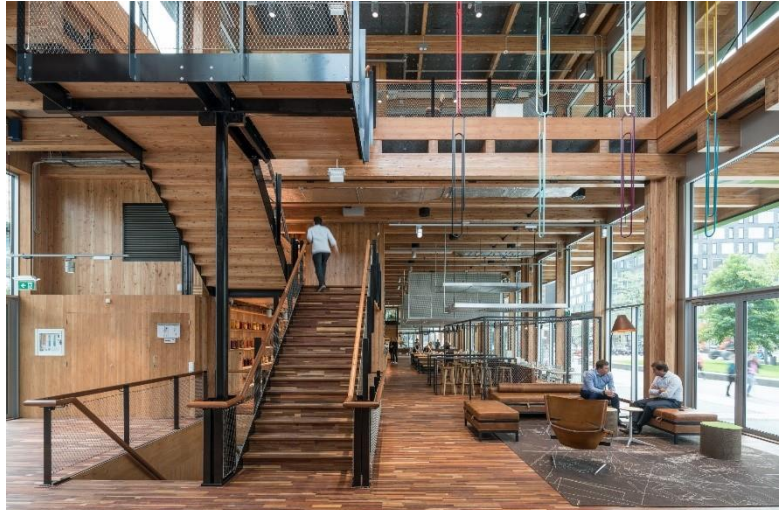
Tabel 13: Data van herbestemde Sint-Annekerk (herbestemming.nu, z.j.)

Locatie	Haagweg 1
Bouwjaar	1905
Architect	J. Th. J. Cuypers
Monument status	Rijksmonument
Denominatie	-
Buiten gebruik	-
Herbestemd	2002
Nieuwe functie	Bedrijfsruimten, kantoor
Architect verbouwing	Oomen Architecten
Eigenaar	De Bonth van Hulten Bouwonderneming BV
Verbouwingskosten	-



Circl ABN Amro paviljoen te Amsterdam

Dit paviljoen is gebouwd in opdracht van ABN Amro. Het project is in 2017 gerealiseerd door BAM. Dit gebouw bestaat uit meerdere lagen en meerdere bouwmaterialen. Bijvoorbeeld de isolatie, deze is gemaakt van oud ABN Amro uniformen en afgedankte spijkerbroeken. De kelder is gemaakt van beton en dient als vergaderruimte. De begane grond en eerste verdieping zijn ingericht als lunchroom, vergaderruimtes en congresruimtes. De verdiepingsvloer en draagconstructie is voornamelijk gemaakt van gelamineerd Lariks hout afkomstig uit Drenthe. Ook zijn de grote kozijnen die binnenin het gebouw te vinden zijn afkomstig uit het oude Philips kantoor. Verder is er veel gebruik gemaakt van demontabele verbindingen en circulaire materialen. Het gebouw wekt zelf zijn eigen stroom op door zonnepanelen aan de gevels en op het dak (*The making of Circl*, 2017).



Figuur 33: Circl ABN Amro paviljoen te Amsterdam, 2017



Winkel

Maria-Hemelvaartkerk Sas van Gent



Figuur 34: Herbestemming Maria-Hemelvaartkerk Sas van Gent (VG architecten, z.j.)

De Maria-Hemelvaartkerk in Sas van Gent is een oorspronkelijke rooms-katholieke kerk die ook wel bekend staat als Cuyperskerk of Markt 4. De kerk werd in 1892 gebouwd en heeft een monumentale status. De status als rijksmonument heeft de kerk met name te danken aan het tongewelf, wat gemaakt is van cementijzer, een voorloper op gewapend beton. De Cuyperskerk was het eerste gebouw in Nederland waar dit materiaal als gewelf werd toegepast.

Toen de kerk in 2017 sloot werd de Stichting Behoud Cuyperskerk opgericht. De stichting ging op zoek naar een nieuwe functie voor de kerk en dat werd uiteindelijk Markt 4. De kerk wordt nu gebruikt als versmarkt, sociaal-maatschappelijk restaurant, kantoorruimte voor startups en vinden er culturele activiteiten plaats. In de zijbeuken zijn tussenvloeren aangebracht, waarboven acht kantoorruimtes te vinden zijn. Via het glas in de metalen kozijn kijk je vanuit de kantoren op de bedrijvigheid in het middenschip, waar de versmarkt te vinden is.

Ondanks dat de stichting de kerk voor het symbolische bedrag van één euro heeft kunnen kopen, en daarbij ook een bedrag van € 70.000 ontving voor het achterstallige onderhoud, was het lastig om de herbestemming financieel rond te krijgen. Via de subsidies van de provincie, steun van de gemeente, hulp van het Nationaal Restauratiefonds, een bijdrage van de lokale Rabobank, de huuropbrengsten en de GSM-masten op het gebouw had de stichting een bron van inkomsten om de transformatie te realiseren (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 14: Data van herbestemde Maria-Hemelvaartkerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Markt 4
<i>Bouwjaar</i>	1892
<i>Architect</i>	J.Th.J. Cuypers
<i>Monument status</i>	Rijksmonument
<i>Denominatie</i>	Rooms-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	2017
<i>Herbestemd</i>	2018-2019
<i>Nieuwe functie</i>	Overdekte markt, kantoren, horeca, evenementenlocatie
<i>Architect verbouwing</i>	VG-architecten
<i>Eigenaar</i>	Stichting Behoud Cuyperskerk
<i>Verbouwingskosten</i>	€ 1.700.000



Wonen

Sint-Jacobskerk Utrecht



Figuur 35: Herbestemming Sint-Jacobskerk Utrecht (zecc, z.j.)

De Sint-Jacobskerk werd in 1870 gebouwd volgens het ontwerp van architect Gerardus Gerritsen. De neogotische oudkatholieke kerk had oorspronkelijk een toren maar door verzakking is deze gesloopt. Vanaf 1991 werden er in de Jacobskerk geen diensten meer gehouden door het teruggelopen kerkbezoek en de te hoge onderhoudskosten. Vervolgens werd de kerk gebruikt door een meubelmaker en antiquair als showroom en voor vergaderingen en concerten. Het ontwerp voor de transformatie naar woning is ontworpen door Zecc Architecten uit Utrecht. Zij ontwierpen een inbouwblok met een abstract volume. Dit volume staat technisch gezien los van het casco van de kerk en bevat slaapkamers, badkamers en een werkruimte. De inbouw is volgens de architect gemakkelijk te verwijderen voor een nieuwe functie. De grootste ingreep die gedaan is aan de kerk zelf, is het toevoegen van de gevelopeningen in het koor. Door deze puin is de tuin te bereiken en het bestaande glas-in-lood behouden. In totaal bevat de kerk nu 450 m² woonoppervlakte (Reinstra, et al., 2020).

Tabel 15: Data van herbestemde Sint-Jacobskerk (Reinstra, et al., 2020)

<i>Locatie</i>	Bemuurde Weerd Oostzijde 56
<i>Bouwjaar</i>	1870
<i>Architect</i>	G. Gerritsen
<i>Monument status</i>	Gemeentelijk monument
<i>Denominatie</i>	Oud-Katholieke kerk
<i>Buiten gebruik</i>	1989
<i>Herbestemd</i>	2009
<i>Nieuwe functie</i>	Woning
<i>Architect verbouwing</i>	Zecc Architecten
<i>Eigenaar</i>	Particulier
<i>Verbouwingskosten</i>	-

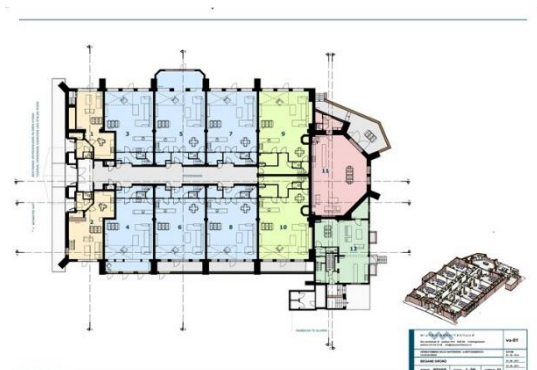


Heilig-Hartenkerk 's-Hertogenbosch



Figuur 36: Herbestemming Heilig Hartenkerk 's-Hertogenbosch (Wijnen Architectuur, z.j.)

De Heilig Hartenkerk in Den Bosch is in 2020 herbestemd tot 12 woningen. Het ontwerp hiervoor is gemaakt door Wijnen Architectuur. In het ontwerp zijn de oorspronkelijke kerkdeuren behouden gebleven. Ook andere elementen zoals wijwaterbakjes, spitsbogen en houten balken zijn in het ontwerp behouden gebleven. In de kap van de zijbeuken zijn vier inpandige dakterrassen geplaatst, die vanaf de buitenkant niet zichtbaar zijn. Eén van de bewoners zegt dat ze merken dat de buurt het erg fijn vindt dat het gemeentelijke monument bewaard is gebleven. De transformatie is tot stand gekomen door een goede samenwerking tussen initiatiefnemer de Bonth van Hulten, Bisdom Den Bosch, het kerkbestuur en de gemeente (de Bonth van Hulten, z.j.).



Figuur 37: Plattegrond begane grond herbestemming Heilig Hartenkerk (Wijnen Architectuur, z.j.)

Om te zorgen voor voldoende daglicht in de woningen zijn nieuwe gevelopeningen gemaakt en is het glas-in-lood vervangen. Daarnaast zijn er verschillende vides toegepast om er voor te zorgen dat het daglicht dieper de woningen in komt. De meeste woningen zijn ontsloten via een centrale hal in het midden van de kerk. De plattegrond van de begane grond is te zien in de afbeelding hiernaast (Wijnen Architectuur, z.j.).

Tabel 16: Data van herbestemde Heilig Hartenkerk (Erfgoed 's-Hertogenbosch, 2020)

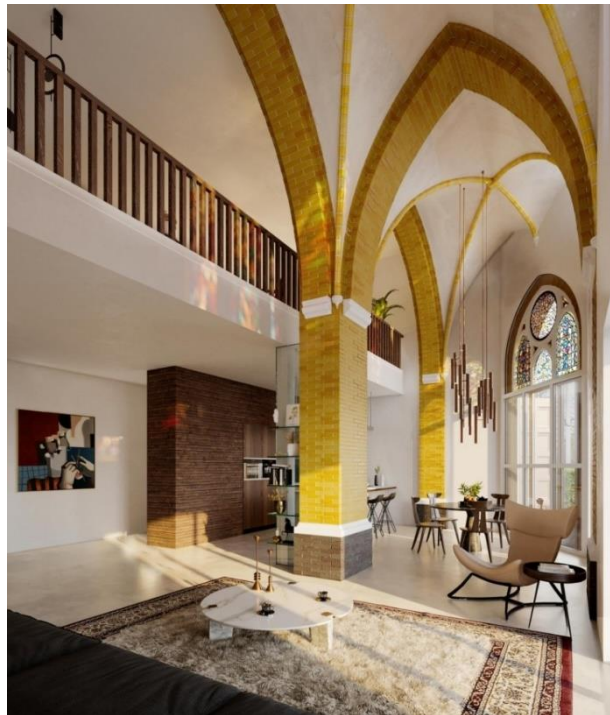
Locatie	Rubensstraat 62
Bouwjaar	1949-1952
Architect	A.J. Kropholler
Monument status	Gemeentelijk monument
Denominatie	Rooms-Katholieke kerk
Buiten gebruik	2015
Herbestemd	2020
Nieuwe functie	Woningen
Architect verbouwing	Wijnen architectuur
Eigenaar	-
Verbouwingskosten	-



St. Joseph kerk te Alkmaar

Deze kerk wordt herbestemd naar 9 riante woningen. De opdrachtgever die deze kerk realiseert is Vink bouw. De verwachte opleverdatum is eind 2021.

De hoofddraagconstructie van de woningen is gemaakt van stalen liggers en kolommen. De verdiepingvloeren worden gemaakt van staalplaat betonvloeren, hierin worden ook de installaties gebracht. De binnenwanden en woningscheidende wanden zijn gemaakt van metal stud wanden met isolatie ertussen en afgewerkt met gipsplaten. De gevel wordt aan de binnenzijde voorzien van geïsoleerde voorzetwanden afgewerkt met gips. Aan de onderzijde van de gewelven wordt niks gedaan, de bovenzijde wordt voorzien van isolatie. De glas-in-lood ramen worden of voorzien van voorzet beglazing of ze worden vervangen door nieuwe kozijnen (*Technische-Omschrijving-Joseph*, 2020).

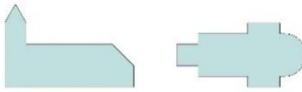
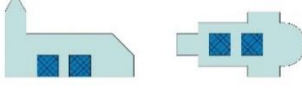
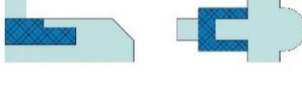
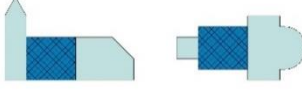
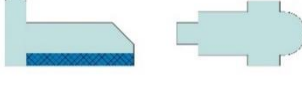
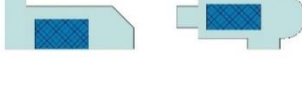
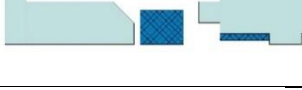


Figuur 38: St. Joseph kerk te Alkmaar, 2020



Bijlage 8: Ruimtelijke oplossingen

Tabel 17: Ruimtelijke oplossingen kerkruimtes (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011)

Ruimtelijke oplossing	Toelichting	Voorbeeldproject
Volledige ruimte blijft intact	1.  Minst ingrijpende variant waarbij de kerkruimte voor andere activiteiten wordt gebruikt.	-Pauluskerk Oegstgeest
Losse inbouw	2.  In de kerk worden losse eenheden geplaatst.	-Dominicanenkerk Maastricht -Broerenkerk Zwolle
Nevenfuncties gebruiken	3.  Herinrichting van alleen de nevenruimten zoals kapellen en zijbeuken.	-Posthoorn Amsterdam -Maria-Hemelvaartkerk Sas van Gent -Sint-Theresia-van-het-Kind-van-Jezuskerk Borne -Sint-Gertrudis-van-Nijvelkerk Heerle -Sint-Petruskerk Vught
Verticale splitsing	4.  Verticale scheiding van kerk.	-Henricuskerk Amersfoort
Horizontale splitsing	5.  Horizontale scheiding van kerk.	-Noorderkerk Apeldoorn
Doos in de kerk	6.  Grote, vrijstaande constructie, die het schip vrijwel geheel vult, wordt als inbouw in de kerk geplaatst.	-Leonarduskerk Helmond -Sint-Annakerk Breda -H. Joannes Vianneykerk Eindhoven
Zichtlijnen behouden	7.  Grotendeel volbouwen van de kerk, maar enkele zichtlijnen blijven behouden	
'Volgieten'	8.  Kerk wordt volledig volgebouwd.	-Sint-Jozefkerk Hilversum -Heilig Hartenkerk 's-Hertogenbosch
Bij- en aanbouwen	9.  Combineren van nieuwbouw en herbestemmen.	-Heilig Hartkerk Roosendaal -Daniëlkerk Nijmegen
Gedeeltelijk slopen	10.  Gedeeltelijke slopen van de kerk	-Lourdeskerk Zuidermeer



Bijlage 9: Bouwbesluiten

In deze bijlage zullen de bouwbesluiten voor sterkte bij brand, geluidwering tussen ruimte, daglicht en thermische isolatie getoond worden (BrisWarenhuis, 2021).

Sterkte bij brand

Tabel 18: Bouwbesluiten sterkte bij brand woonfunctie (BrisWarenhuis, 2021)

Woonfunctie	Nieuwbouw	Bestaande Bouw
	Tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten	Tijdsduur van brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten
Indien geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau	60	-
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m en geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13 m boven het meetniveau	90	30
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13 m boven het meetniveau	120	60

Tabel 19: Bouwbesluiten sterkte bij brand gebruiksfuncties niet zijnde een woonfunctie (BrisWarenhuis, 2021)

Gebruiksfunctie niet zijnde een woonfunctie	Nieuwbouw	Bestaande Bouw
	Tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten	Tijdsduur van brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten
Indien geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 5 m boven het meetniveau	60	-
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 5 m en geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13 m boven het meetniveau	90	30
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13 m boven het meetniveau	120	60

Geluidwering tussen ruimte

Tabel 20: Bouwbesluiten geluidwering tussen ruimten nieuwbouw (BrisWarenhuis, 2021)

	Lucht-geluidniveauverschil $D_{nT,A,k}$		Contactgeluidsniveauverschil $L_{nT,A,k}$	
	Tussen een besloten ruimte en een verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie op hetzelfde perceel [dB]	Tussen een besloten ruimte en een niet-verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie op hetzelfde perceel [dB]	Tussen een besloten ruimte en een verblijfsgebied van een aangrenzende gebruiksfunctie op een ander perceel [dB]	Tussen een besloten ruimte en een niet-verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie op een ander perceel [dB]
Woonfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 54	≤ 59
Bijeenkomstfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Celfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Gezondheidszorgfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Industriefunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Kantoorfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Logiesfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Onderwijsfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Sportfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Winkelfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Overige gebruiksfunctie	≥ 52	≥ 47	≤ 59	≤ 64
Bouwwerk geen gebouw zijnde	-	-	-	-

Bij het verbouwen van het bouwwerk wordt uitgegaan van het rechtens verkregen niveau. Voor tijdelijke bouw wordt uitgegaan van een niveau eisen dat 10 dB lager is dan het niveau eisen voor nieuwbouwwerken (BrisWarenhuis, 2021).



Wanneer gekeken wordt naar de bouwbesluiten voor geluid bij nieuwbouw, kan geconcludeerd worden dat de eisen voor de gebruiksfunctie woning strenger zijn dan de eisen voor de overige gebruiksfuncties.

Daglicht

Tabel 21: Bouwbesluiten daglichttoetreding (BrisWarenhuis, 2021)

	Nieuwbouw		Bestaande bouw
	Equivalent daglichtoppervlakte als percentage van vloeroppervlakte in m ² van dat verblijfsgebied [%]	Minimum equivalent daglichtoppervlakte in m ² [m ²]	Minimum equivalent daglichtoppervlakte in m ² [m ²]
<i>Woonfunctie</i>	10	0,5	0,5
<i>Bijeenkomstfunctie</i>	-	-	-
<i>Celfunctie</i>	3	0,15	0,15
<i>Gezondheidszorgfunctie</i>	5	0,5	0,5
<i>Industriefunctie</i>	-	-	-
<i>Kantoorfunctie</i>	2,5	0,5	0,5
<i>Logiesfunctie</i>	-	-	-
<i>Onderwijsfunctie</i>	5	0,5	0,5
<i>Sportfunctie</i>	-	-	-
<i>Winkelfunctie</i>	-	-	-
<i>Overige gebruiksfunctie</i>	-	-	-
<i>Bouwwerk geen gebouw zijnde</i>	-	-	-

Bij het verbouwen van het bouwwerk wordt uitgegaan van het rechtens verkregen niveau (BrisWarenhuis, 2021).

Net als bij de bouwbesluiten voor geluid, zijn de bouwbesluiten voor daglicht het hoogst bij woonfuncties.

Thermische isolatie

Het niveau van eisen voor thermische isolatie in nieuwbouw is voor de verschillende gebruiksfuncties gelijk. De warmteweerstand voor verticale uitwendige scheidingsconstructies moet minimaal 4,7 m².K/W bedragen. Voor de horizontale of schuine uitwendige scheidingsconstructies dient de minimale warmteweerstand 6,3 m².K/W te zijn. Scheiding met de grond, het water of de kruipruimte moet minimaal 3,7 m².K/W warmteweerstand bedragen. Dit geldt voor alle gebruiksfuncties. De enige functie die afwijkende eisen heeft zijn woonwagens. Hier moet de vloer, de gevel en het dak voldoen aan een warmteweerstand van 2,6 m².K/W.

Bij het verbouwen van bouwwerken zal gekeken worden naar het rechtens verkregen niveau, waarbij een minimum van 1,4 m².K/W wordt geëist. Wanneer er bij een verbouwing isolatielagen worden vernieuwd of vervangen zijn er aanvullende eisen:

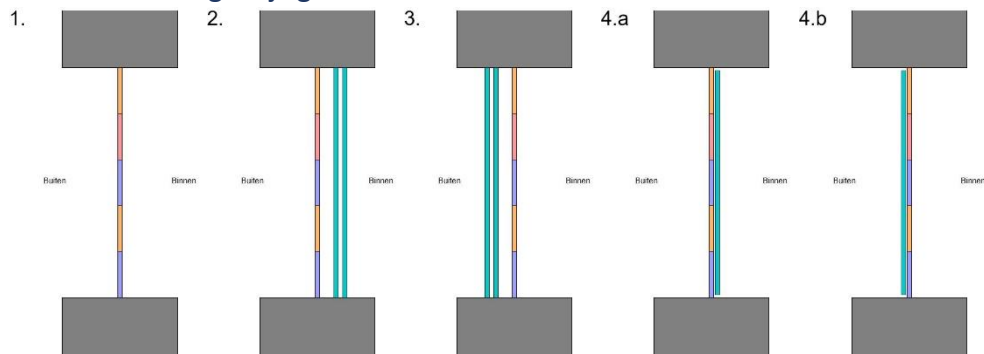
- Warmteweerstand vloer $\geq 2,6$ m².K/W
- Warmteweerstand gevel $\geq 1,4$ m².K/W
- Warmteweerstand dak $\geq 2,1$ m².K/W
- Warmtedoorgangcoëfficiënt ramen, deuren en kozijnen $\leq 2,2$ W/m².K

Tijdelijke bouwwerken die verwarmd dienen te worden hebben minstens een warmteweerstand nodig van 1,3 m².K/W. De warmtedoorgangcoëfficiënt moet ten hoogste 4,2 W/m².K bedragen (BrisWarenhuis, 2021).



Bijlage 10: Daglichtopeningen

Glas-in-lood ongewijzigd laten

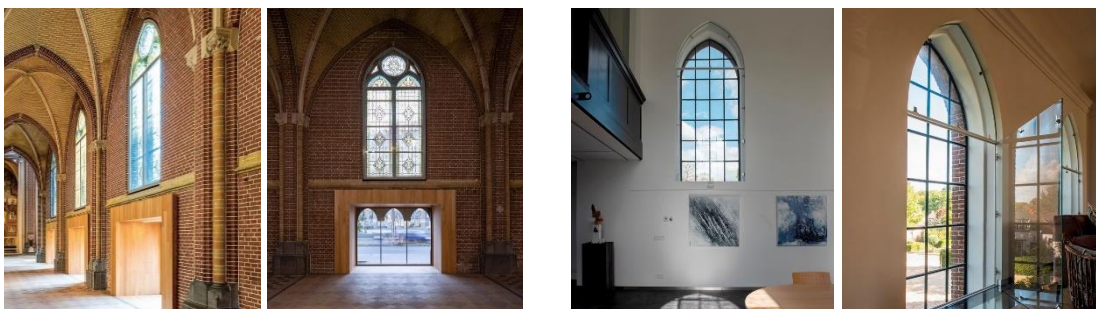


1. Traditioneel glas-in-lood:

De eerste optie voor bestaande gevelopeningen is om deze ongewijzigd te laten. Op deze manier blijft de uitstraling van binnen en buiten behouden. Aan de thermische isolatie van het venster verandert niets. Ook is het bestaande glas-in-lood niet beschermd tegen weersinvloeden. Om warmteverlies toch deels tegen te gaan kunnen kierren worden gedicht. Voorbeeldprojecten van herbestemde kerken waarbij het bestaande glas-in-lood ongewijzigd is gebleven zijn de st. Annakerk in Breda en de Petrus in Vught.

2. Achterzetraam:

Bij achterzetramen wordt er aan de binnenzijde van het venster een nieuw kozijn geplaatst. Het bestaande venster blijft hierdoor gehandhaafd, waardoor dit principe ook mogelijk is bij monumentaal glas. Om condensatie te voorkomen moet er geventileerd worden in de spouw tussen het bestaande venster en het achterzetraam. Dit kan bijvoorbeeld door gaatjes te boren in de onderdorpel van het bestaande venster. Naast het voordeel dat het bestaande venster behouden blijft is het achterzetraam reversibel en wordt de thermische isolatie van het de gevelopening toch verhoogt. Verder verandert er niks aan de buitenzijde van het gebouw, wat vooral van belang is bij monumenten. Nadelen van dit principe zijn de belevingen van het glas-in-lood aan de binnenzijde en het glas-in-lood is in dit principe niet aan de buitenzijde beschermd tegen weersinvloeden. Het achterzetraam kan in een kozijn worden geplaatst, maar het is ook mogelijk om het glas van de achterzetramen te bevestigen met enkele kleine scharnieren en bevestigingselementen. De kierdichting bij deze oplossing is minder goed dan wanneer het glas wordt geplaatst in een kader. Door het achterzetraam draaiend uit te voeren is onderhoud aan het glas-in-lood mogelijk. Een referentieproject waarbij achterzetramen zijn toegepast is de Paterskerk in Eindhoven. In 2019 is deze kerk herbestemd tot multifunctionele ruimte van ceremoniehuis Domusdela. In Appeltern is een kerk getransformeerd naar woning, hierbij zijn achterzetramen toegepast zonder kader.



Figuur 39: Achterzetramen Paterskerk Domusdela (links) (Hannema, 2021) (architecten-en-en, z.j.) en kerk Appeltern (rechts) (Metaglas, z.j.)



3. Voorzetraam

Bij voorzetbeglazing wordt er aan de buitenzijde van het venster een nieuw kozijn geplaatst. Het bestaande venster blijft ook bij dit principe gehandhaafd. In tegenstelling tot achterzetbeglazing zorgt dit concept voor veranderingen in het aanzicht van het bouwwerk. Door voorzetbeglazing toe te passen wordt het glas-in-lood wel beschermd tegen weersinvloeden. Ook bij dit principe is ventilatie van de spouw noodzakelijk om condens te voorkomen. Bij deze oplossing moet de spouw geventileerd worden met binnenlucht. Wanneer een voorzetraam wordt geventileerd met buitenlucht komt er aan de onderzijde koude lucht de spouw binnen. Deze wordt in de spouw opgewarmd waardoor de lucht stijgt en via de bovenkant weer weggaat uit de spouw. Doordat de lucht aan de spouwzijde van het



Figuur 40: Voorzetramen Jopenkerk (isoglas, z.j.)

glas-in-lood afkoelt, kan er condens ontstaan aan de binnenzijde van het glas-in-lood. Het vocht wat als damp in de binnenruimte hangt wordt vloeibaar wanneer het met een kouder oppervlakte in aanraking komt. Glas-in-loodramen zijn vaak aan de binnenzijde beschilderd. Condensatie op deze plek moet je dus zien te voorkomen (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2004). Bij de 'Jopenkerk' (Vestekerk) in Haarlem zijn voorzetramen toegepast toen de kerk is getransformeerd tot brouwerij en café-restaurant.

4. Beglazing tegen glas-in-lood

Het toepassen van beglazing tegen het glas-in-lood is een minder grote bouwkundige ingreep dan achter- of voorzetramen. Bij beglazing tegen het glas-in-lood is er geen nieuw kozijn nodig. De beglazing wordt namelijk tegen het bestaande venster gemonteerd. Dit kan op twee manieren: aan de binnenzijde of aan de buitenzijde.

a. Binnenzijde

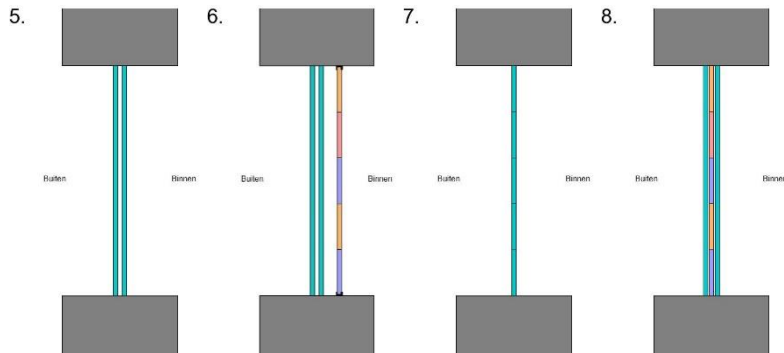
Zoals al benoemd is wordt hierbij beglazing tegen de binnenzijde geplaatst. De voordelen van dit principe ten opzichte van achterzetramen zijn de beperkte bouwkundige ingreep en de beleving van het glas-in-lood. Het nadeel ten aanzien van achterzetramen is dat de kierdichting van het bestaande venster niet verbeterd is. Dit principe kan uitgevoerd worden met dubbel glas of enkele beglazing. HR++ beglazing heeft een lagere U-waarde (isoleert dus beter), maar heeft meer gevolgen voor de beleving van het glas-in-lood dan enkel glas.

b. Buitenzijde

Wanneer beglazing wordt toegepast aan de buitenzijde is het glas-in-lood beter beschermt tegen weersinvloeden. Net als bij voorzetramen zorgt dit principe voor een verandering van aanzicht van bouwwerk. Ook hier geldt dat het toepassen van beglazing een minder grote bouwkundige ingreep nodig heeft, maar de kierdichting niet verbeterd wordt. Evenals bij beglazing aan de binnenzijde kan hier dubbelglas of enkelglas toegepast worden. Wanneer de beglazing bij dit principe niet wordt bevestigd met een kader, is het glas-in-lood maar beperkt beschermt tegen weersinvloeden. Wanneer wel wordt gekozen voor een kader dient de spouw geventileerd te worden met binnenlucht, gezien de kans op condensatieproblemen.



Glas-in-lood aanpassen



5. Glas-in-lood vervangen

Een manier om meer daglicht in het bouwwerk te krijgen en de gevelopeningen beter te isoleren, is het vervangen van het glas-in-lood door een nieuw venster. Hierbij wordt het glas-in-loodraam verwijderd en komt daar een nieuwe houten, kunststoffen, aluminium of stalen kozijn met (geïsoleerd) glas voor terug. Doordat het glas-in-lood weggehaald wordt heeft dit concept grote gevolgen voor de uitstraling van het gebouw. Er zijn verschillende soorten materialen voor kozijnen, waar de beglazing in geplaatst kan worden. Elk materiaal heeft zo zijn voor- en nadelen. Ook combinaties zijn mogelijk, bijvoorbeeld de combinatie van hout en aluminium. Bij het herbestemmen van de Heilig Hartenkerk in 's-Hertogenbosch tot woningen zijn de glas-in-loodramen verwijderd en vervangen. Naast dat er door de nieuwe kozijnen meer daglicht binnen komt en het thermisch beter isoleert, kan er geventileerd worden door de ramen te openen.



Figuur 41: Glas-in-lood vervangen in Heilig Hartenkerk 's-Hertogenbosch (Wijnen Architectuur, z.j.)

6. Museale toepassing

Bij een museale toepassing wordt het bestaande glas-in-lood uit de gevel gehaald. Ter vervanging komt er geïsoleerd glas voor terug. Het oorspronkelijke glas wordt in een frame gezet en komt ergens anders in het bouwwerk weer terug. Dit kan bijvoorbeeld door het (deels) voor het nieuwe kozijn te plaatsen. Volgens een document van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is het principe reversibel (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2004). Dit houdt in dat het in de toekomst weer teruggebracht kan worden naar de oorspronkelijke staat van het venster. Het grote voordeel van dit principe ten opzichte van het glas-in-lood vervangen is dat het glas-in-lood in het bouwwerk blijft waar het oorspronkelijk zat. Op deze manier wordt de culturele waarde toch deels behouden.



7. Monumentenglas

Wanneer het glas geen monumentale waarde heeft maar het venster zelf bijvoorbeeld wel, kan ook alleen het glas worden vervangen. Dit wordt dan gedaan door kunstmatig gevormd glas. Dit is isolatieglas wat lijkt op historisch glas. Voorbeelden hiervan zijn monumentenglas en restauratieglas. Wanneer het kozijn wel monumentale waarde heeft is het belangrijk dat de profilering van het raam behouden blijft (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2012). Monumentenglas heeft een U-waarde van tussen de 3,7 en 1,6, afhankelijk van het type. Ter vergelijking, enkel glas heeft een U-waarde van 5,7. Monumentenglas isoleert dus aanzienlijk beter dan enkel glas. Het vervangen van enkel glas door monumentenglas is echter wel een kostbare ingreep. Volgens kennisbank 'regionaal energieloket' liggen de kosten voor deze ingreep tussen de €195 en de €290 per m² (regionaal energieloket, z.j.).

8. In isolatieglas

Bij dit principe wordt het glas-in-lood in dubbel glas gezet. Dit wordt gedaan door het glas-in-lood uit de gevel te halen. Hierna wordt het glas uit het lood gehaald om de glazen ruitjes schoon te maken en waar nodig te restaureren. Vervolgens worden de ruitjes op maat gemaakt en in een nieuw loodprofiel gezet. Dit op maat maken is nodig om rondom ruimte te creëren voor de profielen waar het nieuwe floatglas tegen geplaatst wordt. Nadat het glas-in-lood volledig is ingesloten in het dubbelglas, kan het weer teruggeplaatst worden in het bouwwerk. Wanneer het geïsoleerde glas niet past in de oorspronkelijke sponning moet deze dieper worden gefreesd of dienen er opdekklatten gebruikt te worden. Belangrijk bij dit concept is dat het bestaande venster het gewicht van het geïsoleerde glas aankan. Het plaatsen van glas-in-lood in dubbel glas heeft zeker zijn voordelen: het beschermt tegen weersinvloeden, het isoleert thermisch goed, het glas-in-lood en het oorspronkelijke venster kunnen behouden blijven en de condens problemen zijn vaak minimaal. Echter heeft het principe ook nadelen. Het voornaamste nadeel is dat het onomkeerbaar is, aangezien de ruitjes nieuwe maten krijgen.

Nieuwe daglichtopeningen

Bij sommige herbestemmingen is het noodzakelijk om nieuwe daglichtopeningen te creëren. Vooral bij woonfuncties is dit vaak het geval wegens het daglicht en uitzicht. Nieuwe daglichtopeningen hebben gevolgen voor het vaak gesloten en massieve karakter van het kerkgebouw. Het nadeel van nieuwe daglichtopeningen is dat deze niet reversibel zijn en dat er altijd een verandering plaatsvindt in de uitstraling van de kerk. Het voordeel daarentegen is dat het meer daglicht biedt.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen nieuwe daglichtopeningen in de gevels en in de daken. Volgens het essay 'Het licht in de kerk' van Vincent de Kieviet moet hierbij wel met een aantal dingen rekening gehouden worden. Een belangrijk aandachtspunt is dat de verhoudingen, karakteristieke eigenschappen en stijlkenmerken van het gevelaanzicht niet mogen worden verstoord. Zo dient het gesloten en massieve uiterlijk van de kerk zo min mogelijk aangetast te worden (Kieviet, 2008). Bij openingen in het dak is het belangrijk van opdelingen van het dakvlak voorkomen wordt.

ZECC-architecten heeft bij de herbestemming van de Sint-Jacobskerk drie doorbraken ontworpen in het koor van de kerk. Architecten|en|en hebben bij de Paterskerk nieuwe puien bedacht op de positie van de voormalige biechtstoelen. Daarnaast zorgen de openingen voor een nieuwe connectie tussen de stad en het kloostercomplex. Bij de Sint-Franciscus-van-Saleskerk in Lijnden zijn daglichtopeningen toegevoegd in de vorm van lichtstraten. Door deze toevoeging is het bestaande glas-in-lood in takt gebleven en komt er toch voldoende daglicht binnen voor de nieuwe kantoorfunctie.

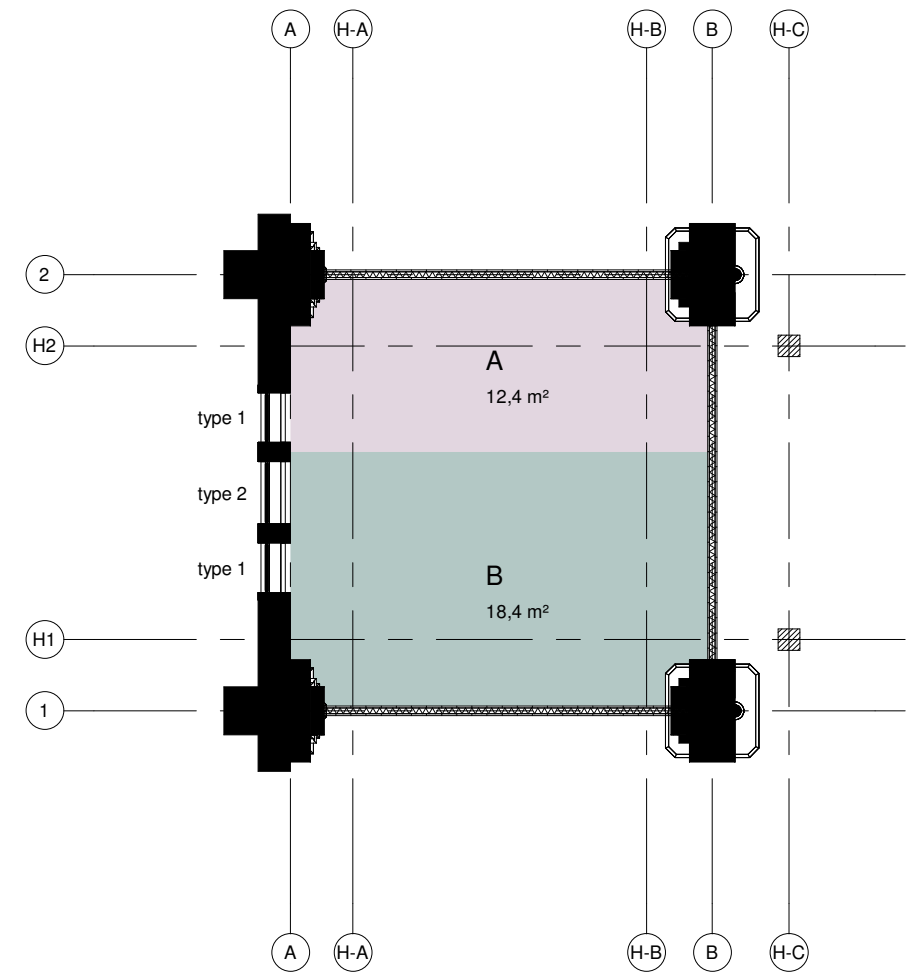
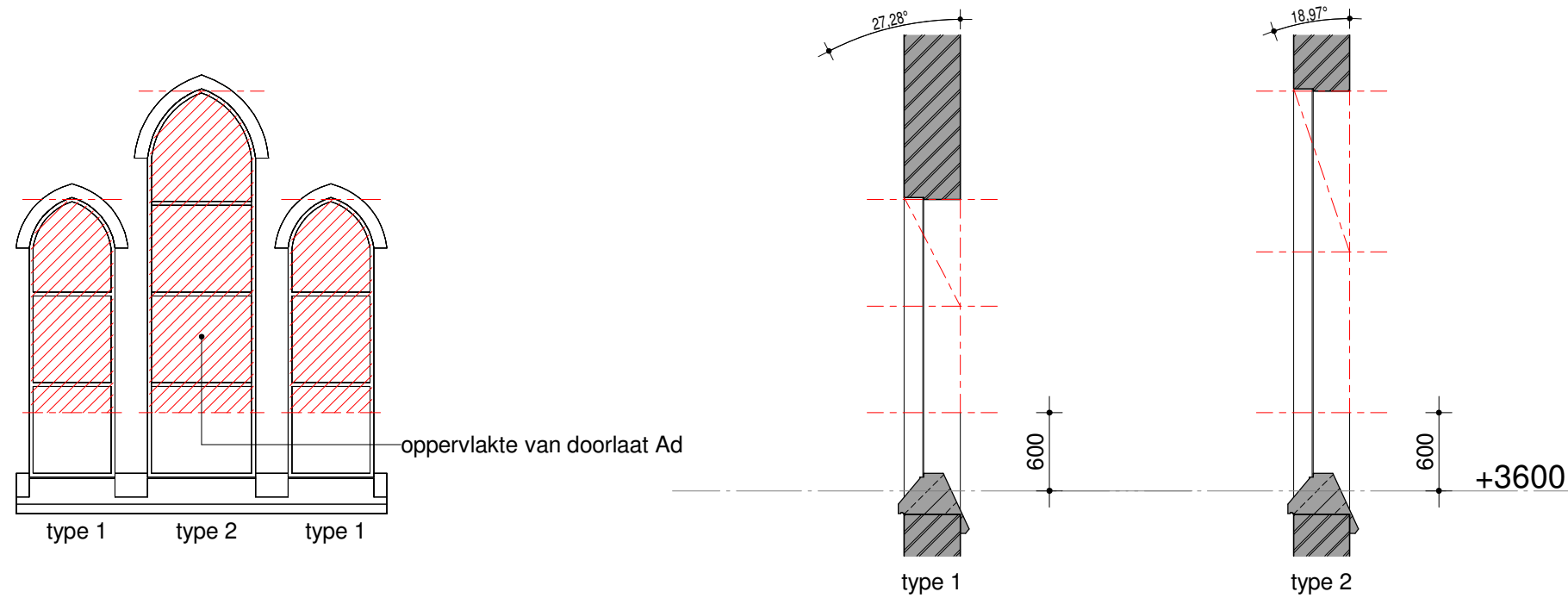
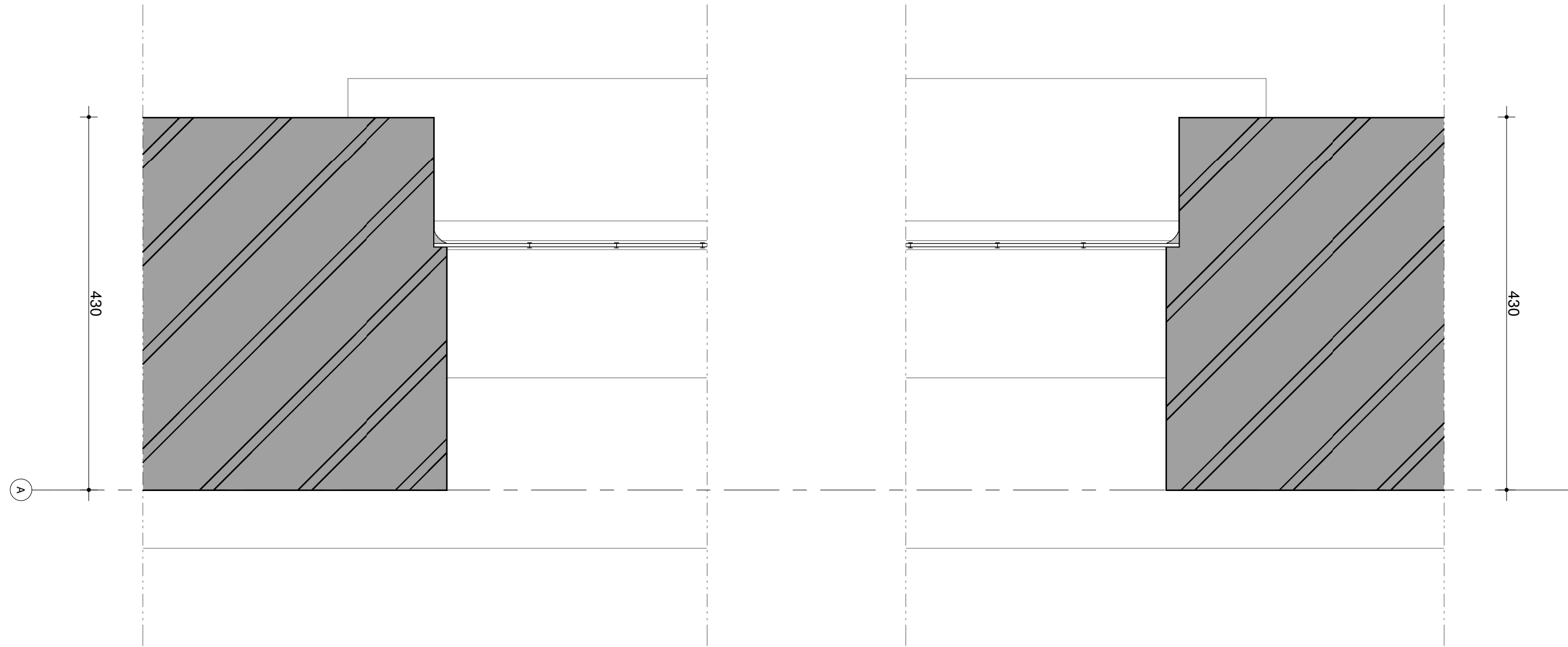
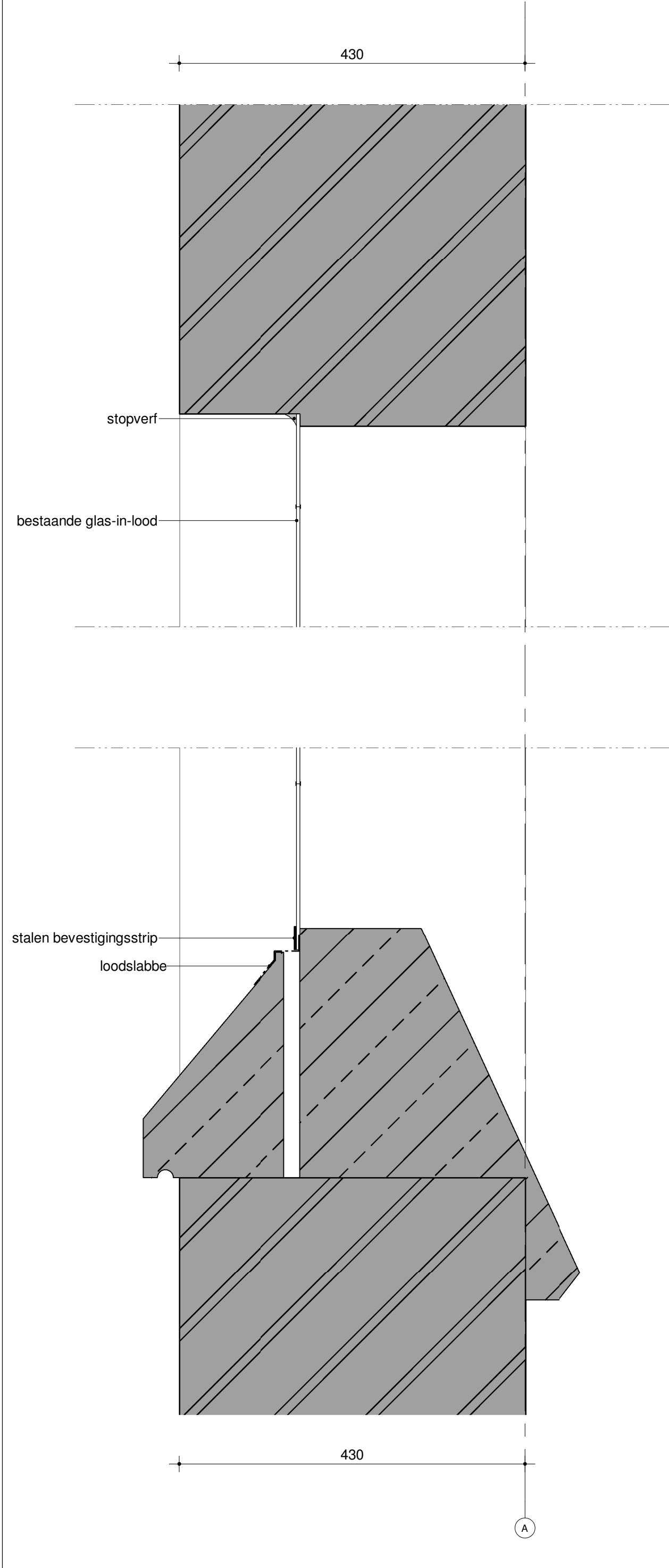


Bijlage 11: Daglichtoplossingen

Dit hoofdstuk zal de uitgewerkte daglichtoplossingen weergeven in de vorm van details. Hierbij is ook aangegeven wat dit tot gevolgen heeft voor het equivalent daglichtoppervlakte.

Het equivalent daglichtoppervlakte is bepaald volgens NEN 2057. Hierbij zijn 3 scenario's geschreven voor het verblijfsgebieden. In scenario A wordt enkel één van de drie vensters meegenomen. In scenario B worden twee vensters meegenomen. Daarnaast is ook scenario A&B bekeken waarbij alle drie de vensters worden meegerekend. Op de bladen is met rood gearceerd welk oppervlakte meegerekend wordt in de daglichtberekening. Ook is aangegeven wat de α - en β -waarden zijn.

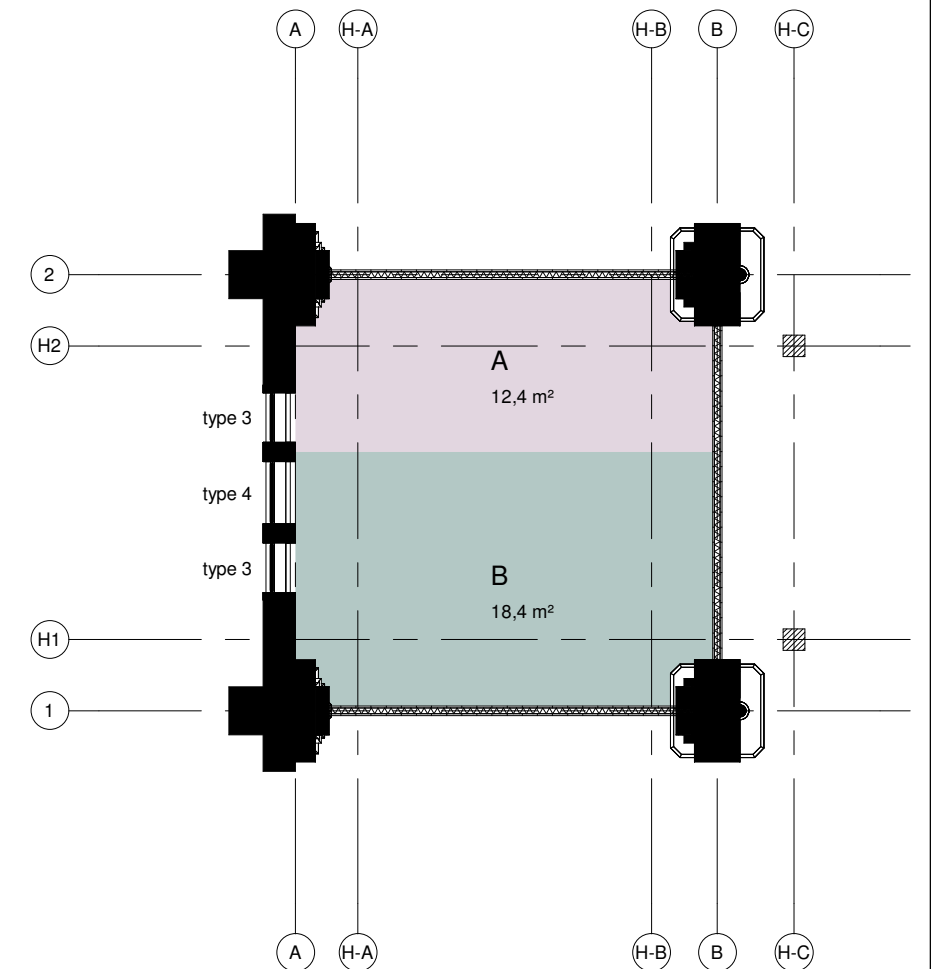
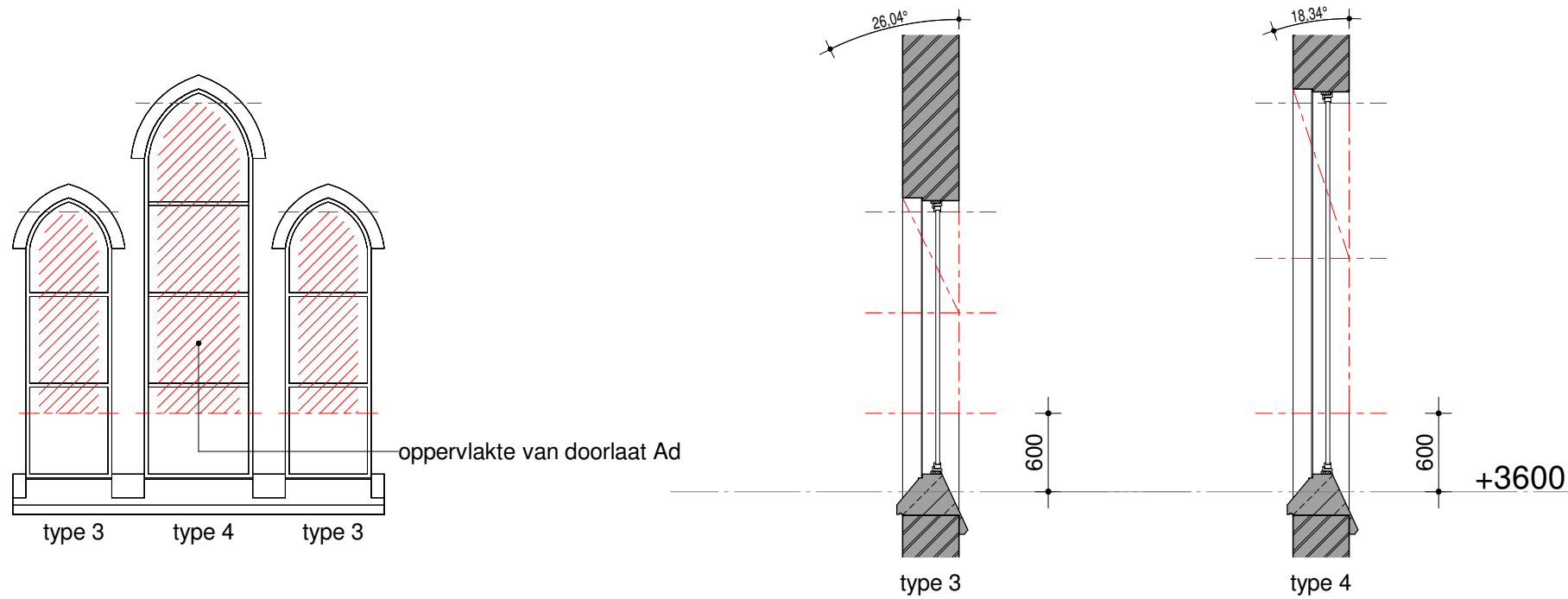
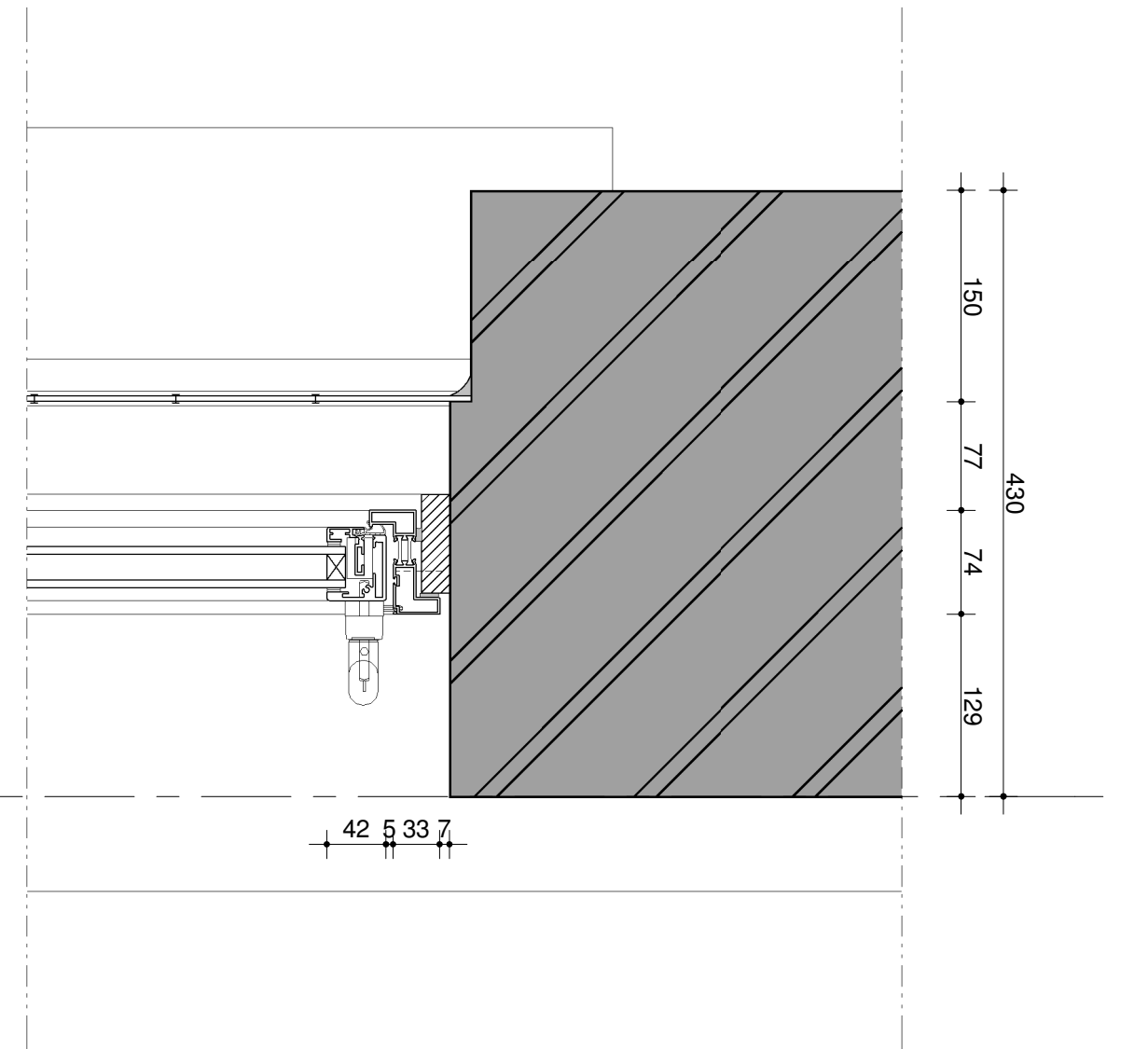
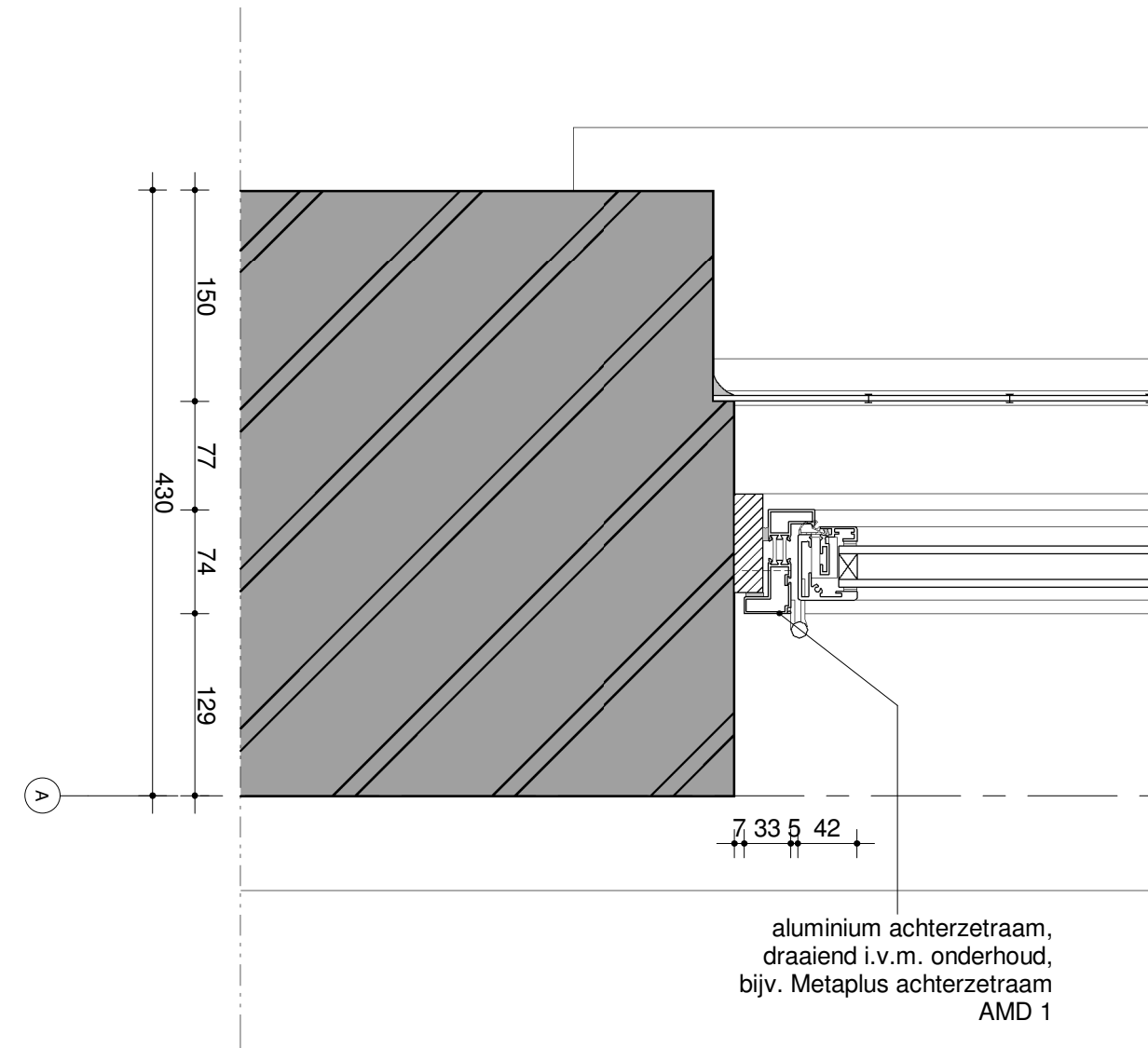
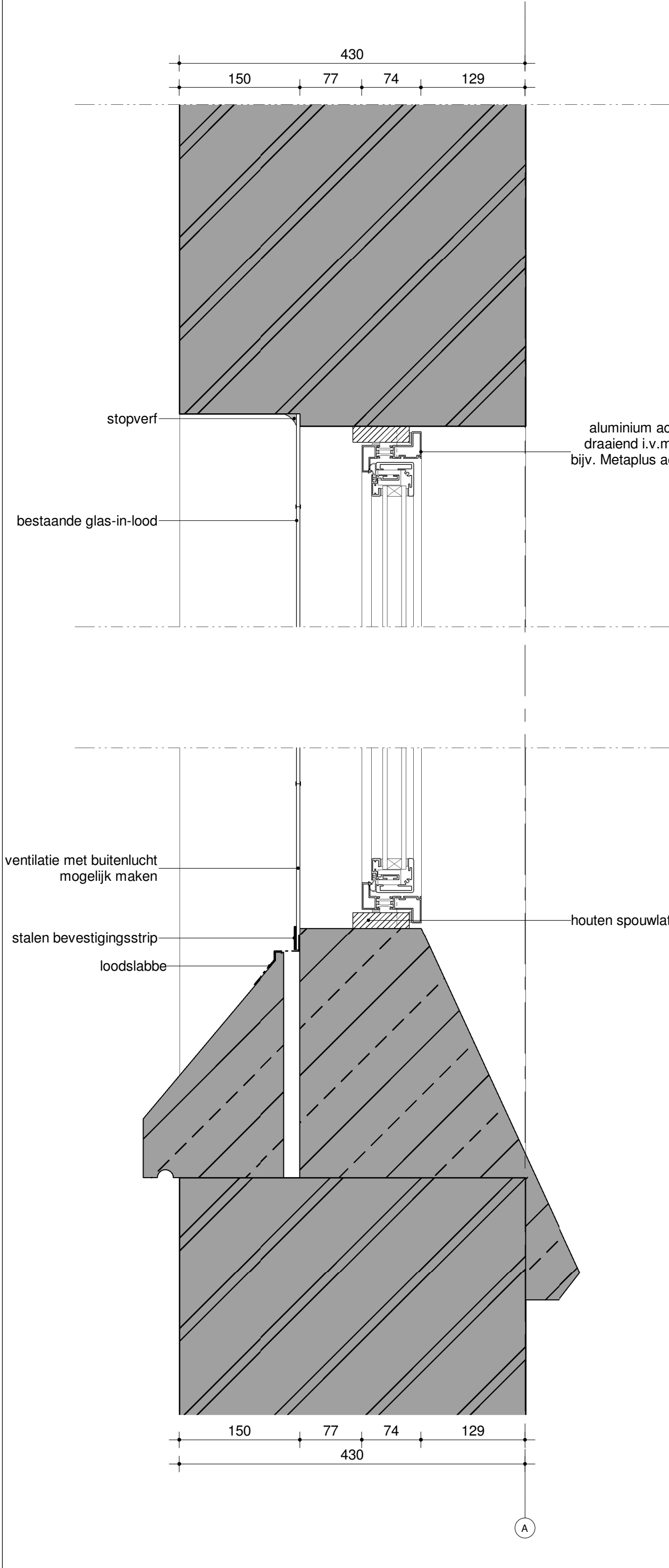
De LTA-waarde is bepaald aan de hand van de LTA-waardes van de glassoorten. K+ adviesgroep, de installatie en bouwfysisch adviseur bij de herbestemming van het Heilig Hartkerk in Breda, geeft aan vaak te rekenen met een LTA-waarde van 0,4 voor glas-in-lood. Bij de daglichtoplossingen met achterzetramen komt hier nog een extra reductie bij. Bij de oplossing zonder profiel is enkel glas toegepast waarbij wordt uitgegaan van een LTA-waarde van 0,9 (AGC Architecten, z.j.). De oplossing met profiel bevat dubbel glas, hierbij is uitgegaan van een LTA-waarde van 0,8 (AGC Architecten, z.j.). Deze waarde is ook gebruikt bij de daglichtoplossing waarbij het glas-in-lood wordt vervangen.



Type	A _d [m²]	α [°]	β [°]	LTA	C _u	C _b	A ₀
1	0,959	20	27,28	0,4	0,384	0,76	0,280
2	1,850	20	18,97	0,4	0,740	0,78	1,068
1	0,959	20	27,28	0,4	0,384	0,76	0,280

Functie	Gebied	Opp. [m²]	ramen	A ₀ [m²]	A ₀ vereist [%]	A ₀ vereist [m²]	A ₀ min. vereist [m²]	Status
Kantoorfunctie, bestaande bouw	A	12,4	1	0,280	-	-	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	1, 2	1,348	-	-	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	1, 2, 1	1,628	-	-	0,5	Voldoet
Kantoorfunctie, nieuwbouw	A	12,4	1	0,280	2,5	0,31	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	1, 2	1,348	2,5	0,46	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	1, 2, 1	1,628	2,5	0,77	0,5	Voldoet

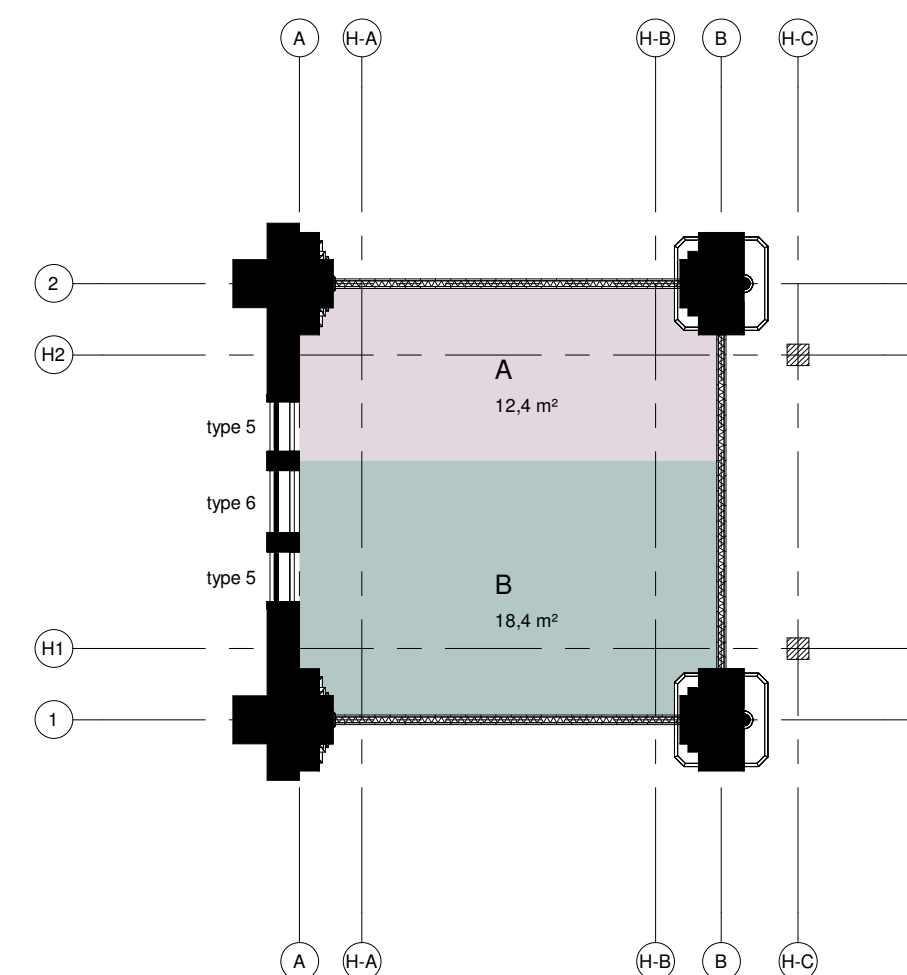
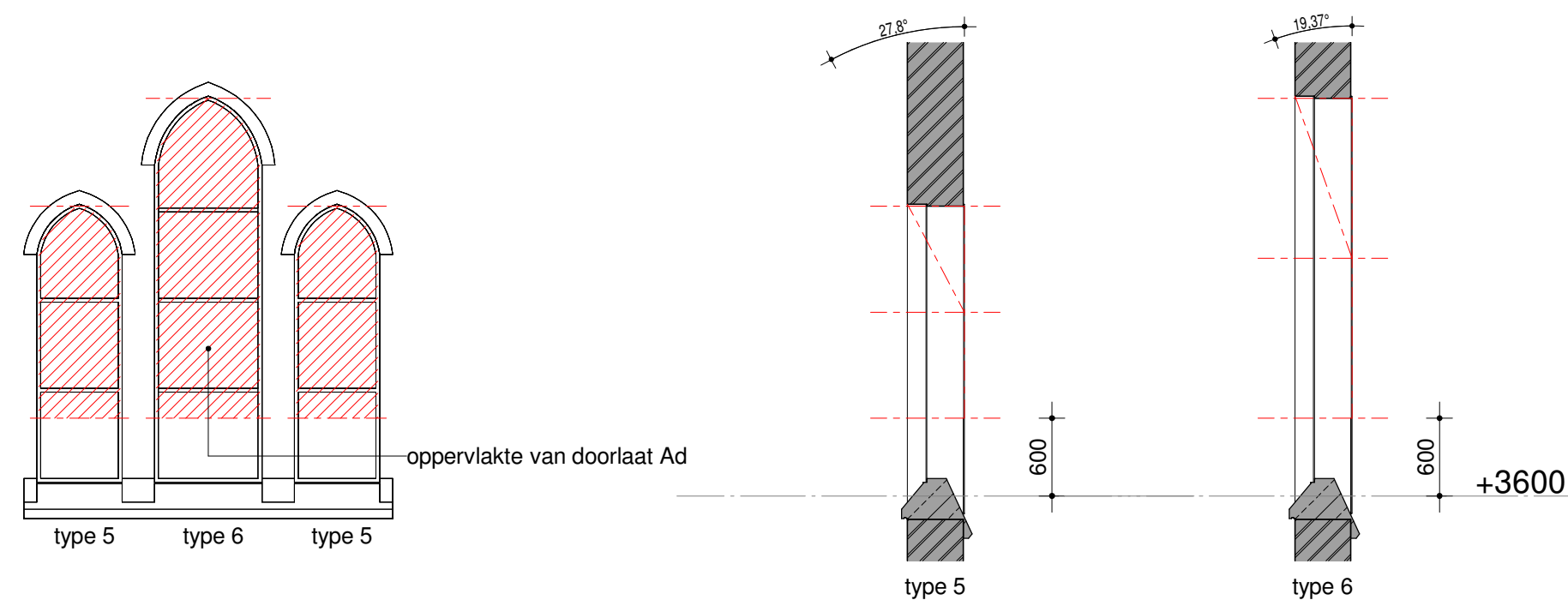
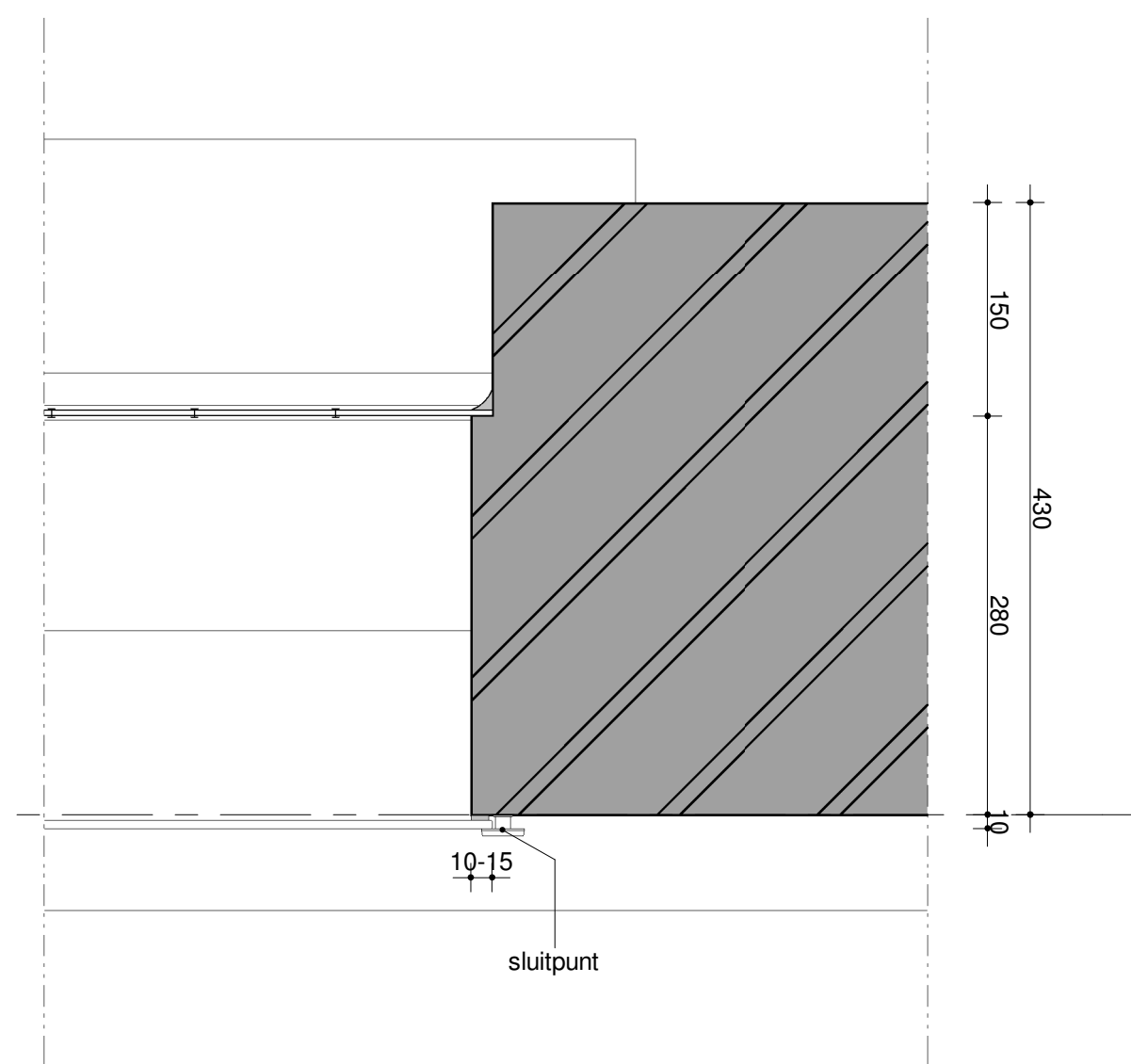
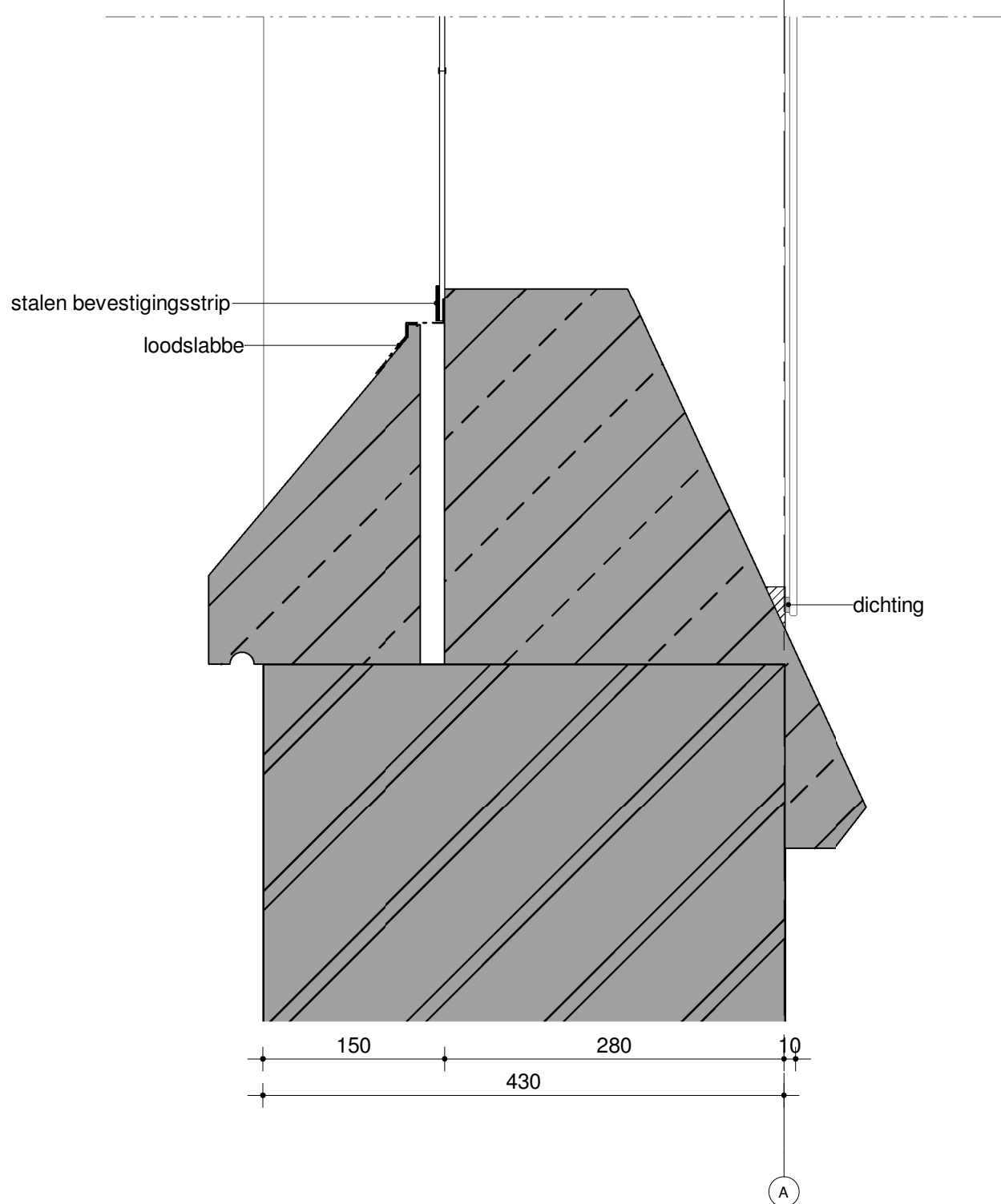
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	A-01	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Bestaande glas-in-lood		
FORMAAT	A2	SCHAAL 1:5	DATUM 24-05-2021	GEWIJZIGD



Type	A _d [m²]	α [°]	β [°]	LTA	C _u	C _b	A ₀
3	0,661	20	26,04	0,32	0,212	0,76	0,106
4	1,402	20	18,34	0,32	0,449	0,78	0,491
3	0,661	20	26,04	0,32	0,212	0,76	0,106

Functie	Gebied	Opp. [m²]	ramen	A ₀ [m²]	A ₀ vereist [%]	A ₀ vereist [m²]	A ₀ min. vereist [m²]	Status
Kantoorfunctie, bestaande bouw	A	12,4	3	0,106	-	-	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	3, 4	0,597	-	-	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	3, 4, 3	0,703	-	-	0,5	Voldoet
Kantoorfunctie, nieuwbouw	A	12,4	3	0,106	2,5	0,31	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	3, 4	0,597	2,5	0,46	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	3, 4, 3	0,703	2,5	0,77	0,5	Voldoet niet

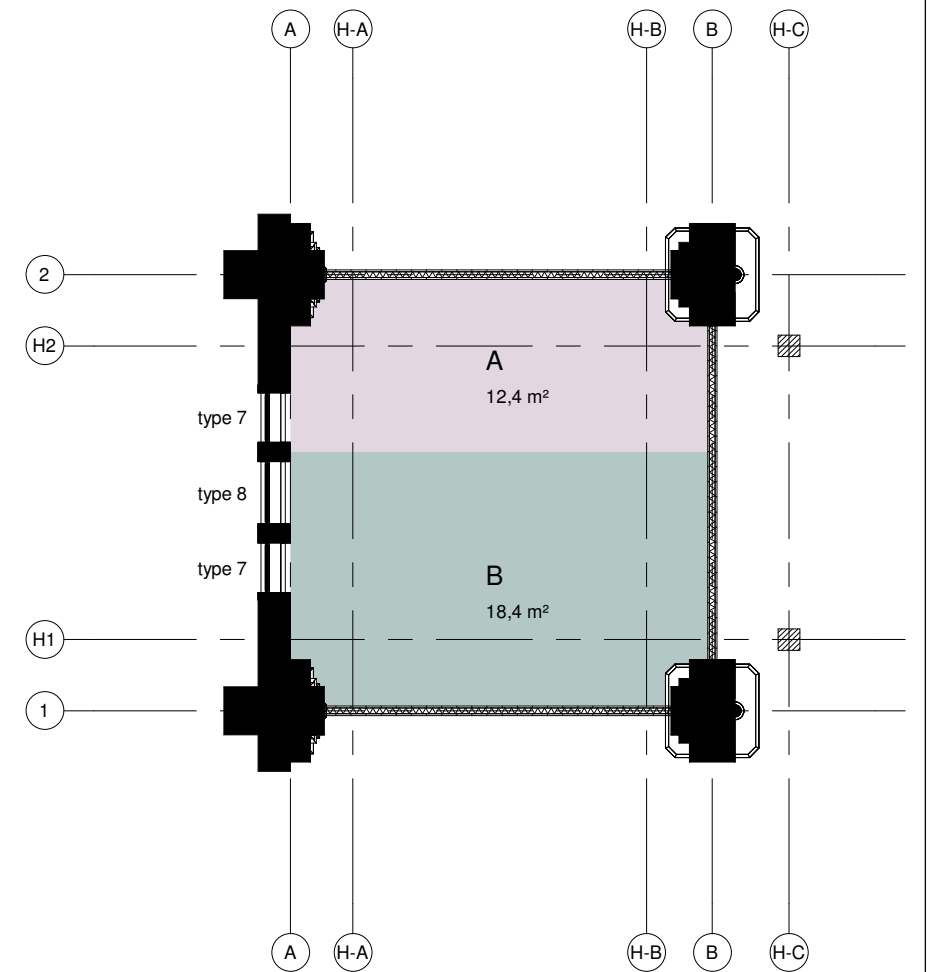
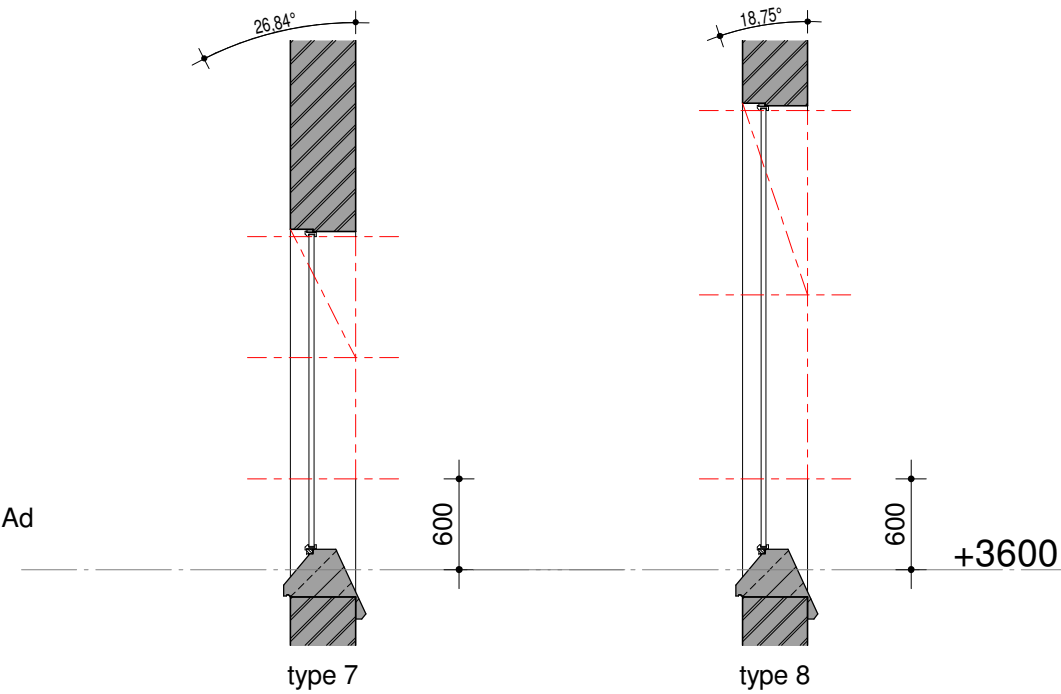
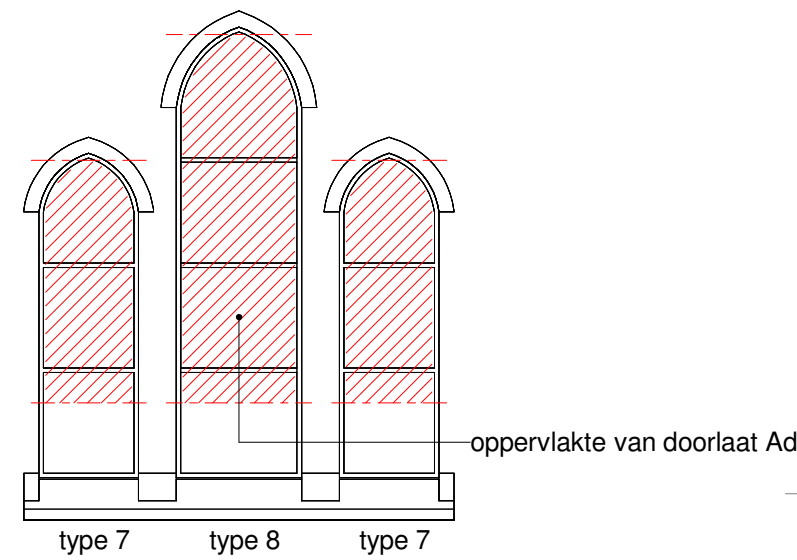
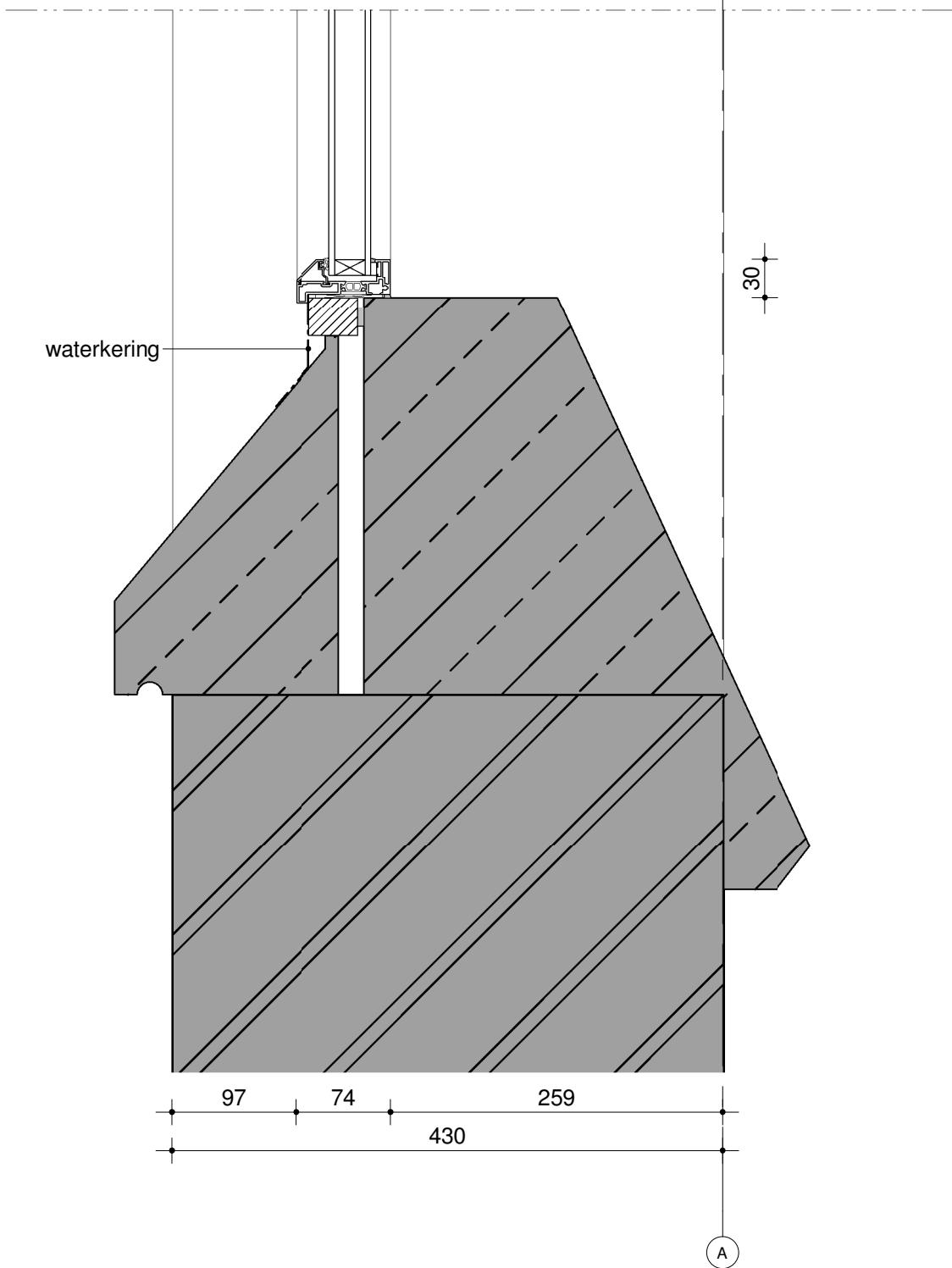
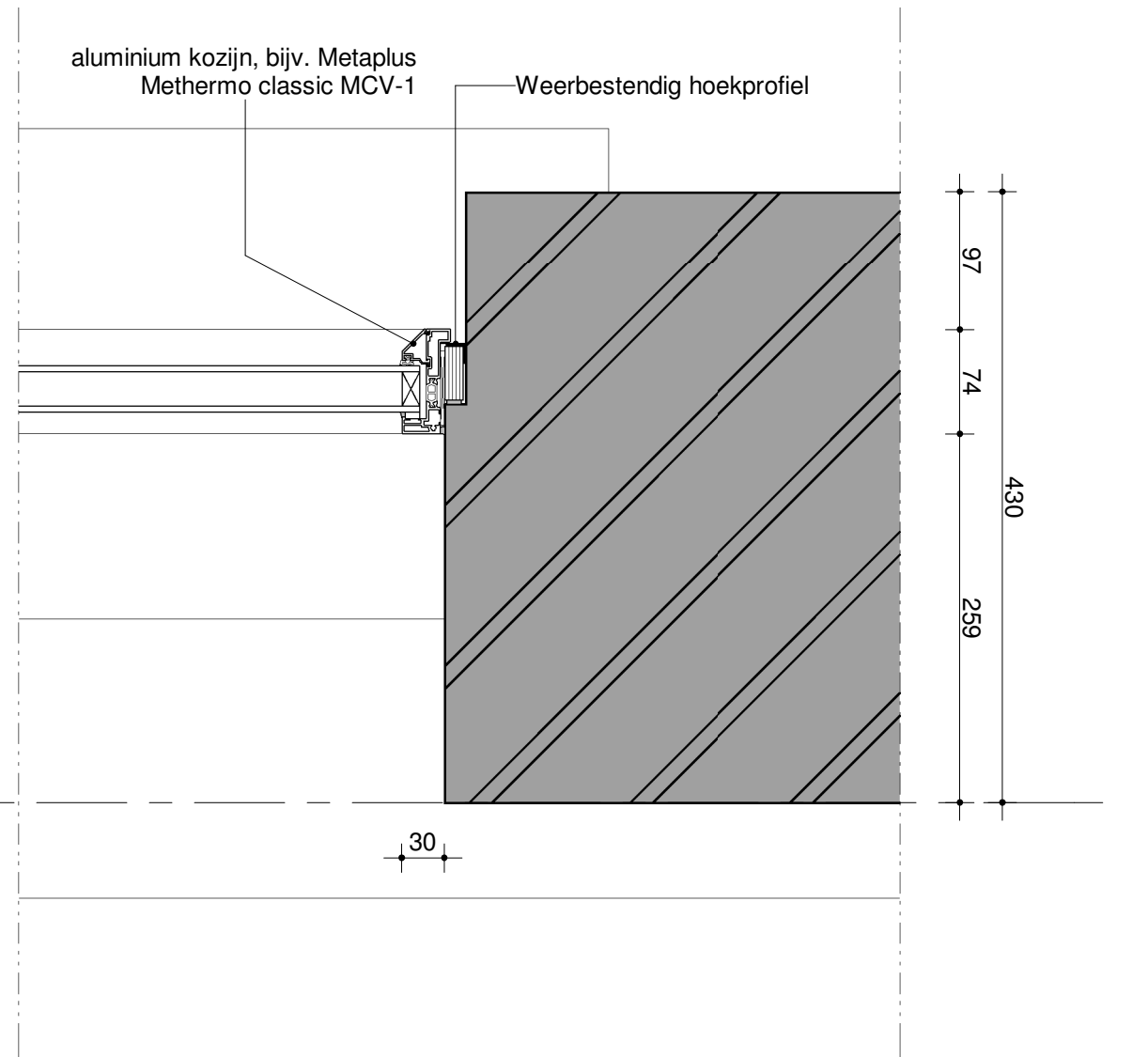
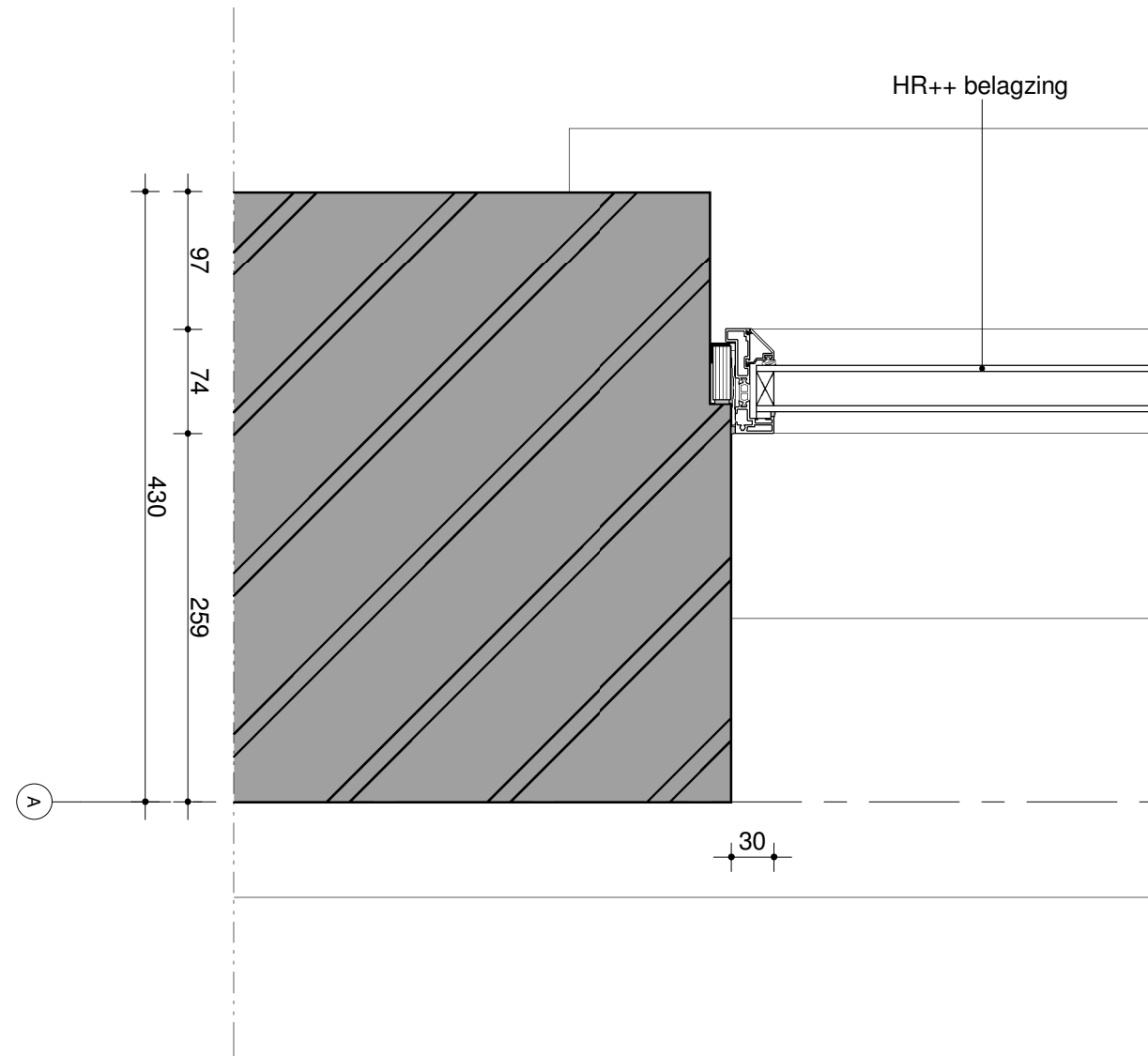
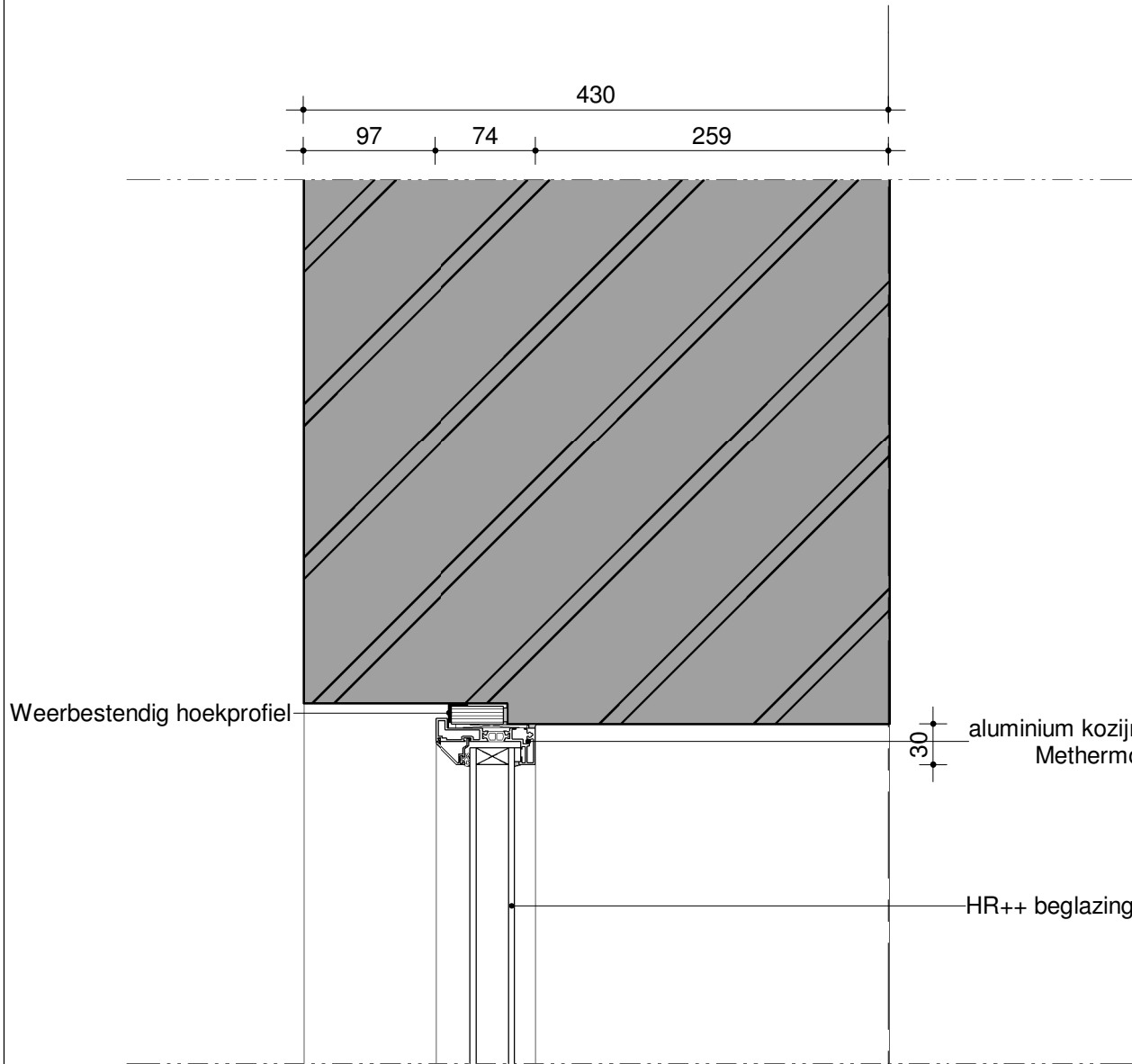
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
	A-02	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Achterzetbeglazing met profiel			
FORMAAT	A2	SCHAAL 1:5	DATUM 24-05-2021	GEWIJZIGD	



Type	A_d [m ²]	α [°]	β [°]	LTA	C_u	C_b	A_e
5	0,959	20	27,80	0,36	0,345	0,76	0,252
6	1,850	20	19,37	0,36	0,666	0,78	0,961
5	0,959	20	27,80	0,36	0,345	0,76	0,252

Funcție	Gebied	Opp. [m2]	ramen	Ae [m2]	Ae versaat [%]	Ae versaat [m2]	Ae min. versaat [m2]	Status
Kantoortuifunctie, bestaande bouw	A	12,4	5	0,252	-	-	0,5	Voldoet nie
	B	18,4	5, 6	1,213	-	-	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	5, 6, 5	1,465	-	-	0,5	Voldoet
Kantoortuifunctie, nieuwbouw	A	12,4	5	0,252	2,5	0,31	0,5	Voldoet nie
	B	18,4	5, 6	1,213	2,5	0,46	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	5, 6, 5	1,465	2,5	0,77	0,5	Voldoet

FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	A-03	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Achterzetbeglazing zonder profiel		
FORMAAT	A2	SCHAAL 1:5	DATUM 16-05-2021	GEWIJZIGD



Type	A _d [m ²]	α [°]	β [°]	LTA	C _u	C _b	A ₀
7	0,853	20	26,84	0,8	0,682	0,76	0,442
8	1,693	20	18,75	0,8	1,354	0,78	1,789
7	0,853	20	26,84	0,8	0,682	0,76	0,442

Functie	Gebied	Opp. [m ²]	ramen	A ₀ [m ²]	A ₀ vereist [%]	A ₀ vereist [m ²]	A ₀ min. vereist [m ²]	Status
Kantoorfunctie, bestaande bouw	A	12,4	7	0,442	-	-	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	7, 8	2,231	-	-	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	7, 8, 7	2,673	-	-	0,5	Voldoet
Kantoorfunctie, nieuwbouw	A	12,4	7	0,442	2,5	0,31	0,5	Voldoet niet
	B	18,4	7, 8	2,231	2,5	0,46	0,5	Voldoet
	A & B	30,8	7, 8, 7	2,673	2,5	0,77	0,5	Voldoet

FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	A-04	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Glas-in-lood vervangen voor nieuw kozijn		
FORMAAT	A2	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



Bijlage 12: Thermische isolatie

Vloer

Vloer na-isoleren onderzijde

Ook het isoleren van vloeren aan de onderzijde kan op verschillende manieren. Wanneer de kruipruimte diep genoeg is kan er isolatiemateriaal onder de vloer worden bevestigd. Naast het aanbrengen van de traditionele isolatiematerialen kan er ook gekozen worden voor gespoten isolatie waarbij isolatiemateriaal vanaf de onderzijde tegen de vloer wordt gespoten. Het materiaal wat hierbij wordt gebruikt is PUR. Deze methode is niet reversibel en mag niet worden toegepast bij een houten vloeren vanwege de dampdichtheid (wanneer ook een dampdichte vloerafwerking aanwezig is). Een derde optie voor het na-isoleren van vloeren aan de onderzijde is aanbrengen van folies. De folies veroorzaken luchtkamers en luchtcellen. De folies reflecteren warmte waardoor minder warmte van de bovengelegen ruimte naar de kruipruimte of kelder zal verdwijnen. Ook hierbij wordt vanwege de dampdichtheid afgeraden het systeem toe te passen bij houten vloeren.

Wanneer de kruipruimte niet hoog genoeg is voor isolatiemogelijkheden tegen de vloer kan ook nog gekeken worden naar bodemisolatie. Hierbij worden de kruipruimtevloer en zijwanden geïsoleerd. Deze optie is thermisch echter niet de beste optie aangezien de kruipruimte nog steeds geventileerd moet blijven worden met buitenlucht. Hierdoor gaat veel warmte verloren.

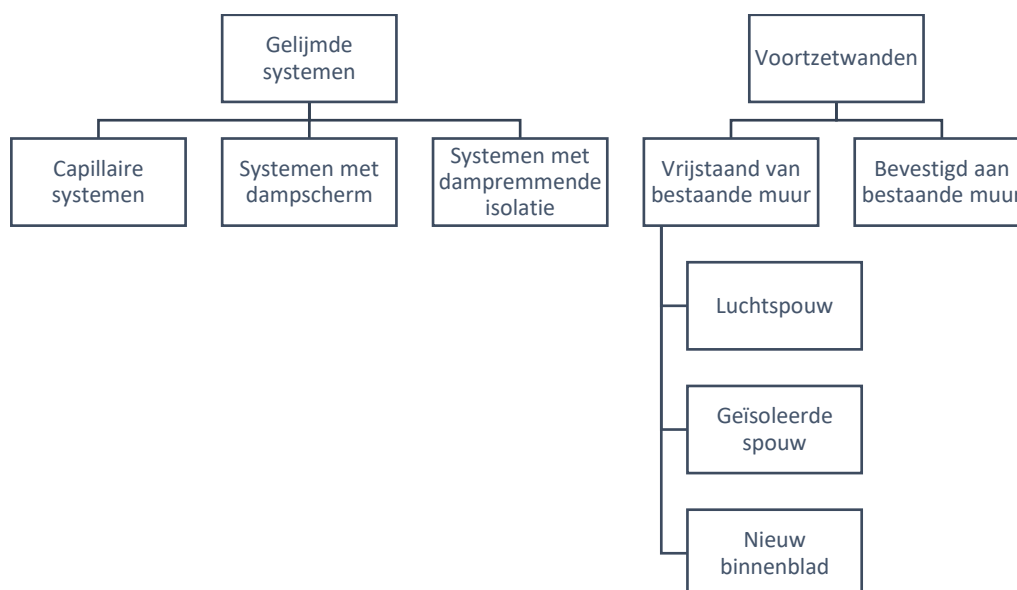
Vloer na-isoleren bovenzijde

Het isoleren van de vloer via de bovenzijde is alleen mogelijk wanneer de vloer geen monumentale waarde heeft. Bij deze isolatiewijze worden drukvaste isolatieplaten aangebracht op de bestaande vloer. Op deze isolatieplaten komt de afwerkvloer. Nadelen van deze methode zijn de aansluiting op bijvoorbeeld deuren en trappen. Een belangrijk aandachtspunt voor deze isolatiewijze is dat de wanden bij vloeren zonder kruipruimte of kelder, die onder het maaiveld liggen, ook geïsoleerd dienen te worden tot maaiveldhoogte (OOM advies in erfgoedontwikkeling, z.j.). Wanneer dit niet gebeurt kan het isoleren van de vloer leiden tot een verhoogt vochtgehalte bij de wanden wat kan leiden tot schimmelvorming bij de plinten.

Gevel

Spouwmuur onderzoek

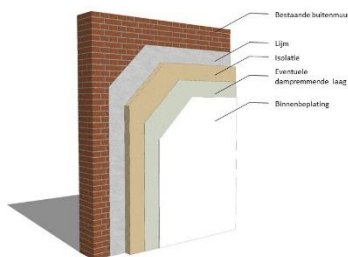
Het na-isoleren van de gevel via de binnenzijde kan op verschillende manieren gedaan worden.





Binnenzijde isoleren

Gelijmde systemen



Figuur 42: Visualisatie isolatie binnenzijde, gelijmde systemen

dampscherm wordt toegepast. Isolatiematerialen met een lage waterdampdiffusie-weerstand en een hoge waterabsorptiecoëfficiënt zijn toepasbaar in capillaire systemen.

Na-isoleren met gelijmde systemen wordt gedaan door isolatiemateriaal tegen de bestaande muur te lijmen. Afhankelijk van het isolatiemateriaal kan er een dampscherm nodig zijn. Materialen met een hoge waterdampdiffusieweerstand transporteren minder water waardoor de kans op vochtproblemen kleiner is. Systemen met deze materialen hebben dus geen dampscherm (dampremmende folie) nodig. Materialen met een lage waterdampdiffusieweerstand transporteren water sneller, waardoor de kans op vochtproblemen toeneemt. Vandaar dat bij systemen met deze materialen wel een

Voordelen	Nadelen
Thermische isolatie wordt verbeterd	Slecht reversibel
	Aantasting aan bestaande gevel

Capillaire systemen

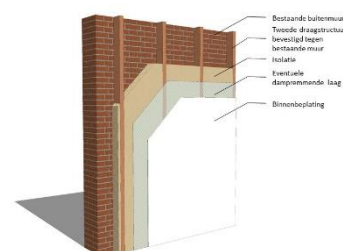
Zoals al genoemd is kunnen isolatiematerialen met een lage waterdampdiffusieweerstand en een hoge waterabsorptiecoëfficiënt in capillaire systemen toegepast worden. Het isolatiemateriaal dient zonder spouw of holtes tegen de bestaande muur gelijmd te worden. De waterdamp condenseert tegen de lijm door een temperatuurverschil van het isolatiemateriaal en de bestaande muur. Doordat het isolatiemateriaal water kan absorberen, neemt het materiaal dit vocht op en dit zal later verdampen. Een belangrijk aandachtspunt voor deze methode is de ondergrond. Deze mag niet hydrofoob zijn. Veelvoorkomende isolatiematerialen voor capillaire systemen zijn volgens de groene gids 'Na-isoleren van historische woonhuizen' calcium silicaat en houtvezelplaten (Stappers, 2019).

Voorzetwanden

Bij voorzetwanden wordt een nieuwe wand voor de bestaande muur gezet. Deze wand kan vrijstaand geplaatst worden, of bevestigd worden aan de bestaande muur. Wanneer de voorzetwand vrijstaand wordt geplaatst kan de spouw achter de voorzetwand geïsoleerd worden. Wanneer deze niet geïsoleerd wordt dient deze geventileerd te worden met buitenlucht of afgesloten te worden, zodat de spouw niet kan ventileren. Wanneer de spouw ventileert met binnenlucht bestaat de kans op condensatie tegen de bestaande muur. Het voordeel van vrijstaande voorzetwanden ten opzichte van voorzetwanden die bevestigd zijn aan de gevel is dat deze systemen geen aantasting aanbrengen aan de bestaande gevel, waardoor het principe ook reversibel is.

Bevestigd aan bestaande muur

Voorzetwanden die bevestigd worden aan de bestaande muur worden gerealiseerd door het bevestigen van een tweede draagstructuur tegen de bestaande muur. Deze draagstructuur bestaat vaak uit houten of metalen stijlen en regels. Tussen dit stijl- en regelwerk wordt isolatie geplaatst. Afhankelijk van de isolatie wordt dit systeem afgedekt met een dampremmende laag. Vervolgens kan de binnenafwerking tegen het stijl- en regelwerk gemonteerd worden.



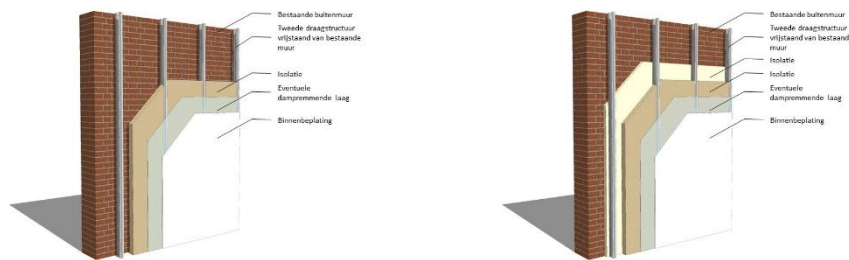
Figuur 43: Visualisatie isolatie binnenzijde, voorzetwand bevestigd



Voordelen	Nadelen
Thermische isolatie wordt verbeterd	Uitstraling vanuit binnen
Uitstraling vanuit buiten blijft ongewijzigd	Aantasting aan bestaande gevel
Geluidsisolatie wordt verbeterd	
Installaties kunnen eenvoudig weggewerkt worden in de na-isolatie aan de binnenzijde	
Achterzetramen kunnen bevestigd worden in voorzetwand zonder aantasting bestaande muur	

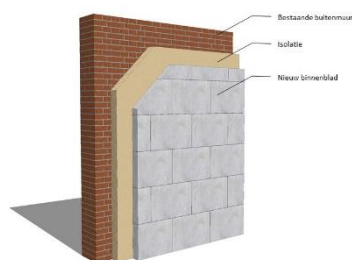
Vrijstaande voorzetwand

Vrijstaande voorzetwanden worden ook gerealiseerd door het plaatsen van een tweede draagstructuur. Echter deze wordt niet bevestigd aan de bestaande gevel. Ook hierbij bestaat de secundaire draagstructuur vaak uit houten of stalen stijl- en regelwerk. De spouw die tussen het stijl- en regelwerk ontstaat kan ook geïsoleerd worden. Dit kan met vormvaste isolatieplaten of met flexibele panelen en dekens gebeuren. Wanneer de spouw niet wordt geïsoleerd dient deze of dicht gezet te worden, of geventileerd te worden met buitenlucht. Afhankelijk van het isolatiemateriaal wordt ook bij dit type systeem een dampremmende laag toegepast om condensatie te voorkomen. Tot slot wordt de binnenafwerking tegen het stijl- en regelwerk gemonteerd.



Figuur 44: Visualisatie isolatie binnenzijde, vrijstaande voorzetwand

Voordelen	Nadelen
Thermische isolatie wordt verbeterd	Uitstraling vanuit binnen
Reversibel	
Uitstraling vanuit buiten blijft ongewijzigd	
Geluidsisolatie wordt verbeterd	
Installaties kunnen eenvoudig weggewerkt worden in de na-isolatie aan de binnenzijde	
Achterzetramen kunnen bevestigd worden in voorzetwand zonder aantasting bestaande muur	



Een andere mogelijkheid voor vrijstaande voorzetwanden is het plaatsen van een nieuw binnenblad. De spouw die daarbij ontstaat kan daarbij geïsoleerd worden. Een materiaal waarmee bijvoorbeeld een nieuw binnenblad gerealiseerd kan worden is cellenbeton.

Figuur 45: Visualisatie isolatie binnenzijde, nieuw binnenblad



Dak

Koud dakconstructie

Bij het na-isoleren van daken door middel van een koud dakconstructie wordt er isolatie via de binnenzijde aangebracht tegen het dak. De isolatie kan hierbij geplaatst worden tussen de gordingen of sporen, maar kan ook tegen de dakconstructie geplaatst worden. Het plaatsen van isolatiemateriaal tegen de gordingen of sporen kost meer ruimte maar is wel eenvoudiger aan te brengen. Wat van belang is bij een koude dakconstructie is de ventilatie. Bij daken met een dakbeschot dient tussen het beschot en de isolatie minimaal 30mm spouw aangebracht te worden om condensatie te voorkomen (OOM advies in erfgoedontwikkeling, z.j.). Deze dient geventileerd te worden met buitenlucht. Wanneer het isolatiemateriaal tegen het dakbeschot wordt geplaatst bestaat de kans op condensatie tegen het dakbeschot wat tot rotting kan leiden.

Warmdakconstructie

Wanneer het dak wordt geïsoleerd vanuit de buitenzijde ontstaat een warmdakconstructie. Dit wordt gerealiseerd door de dakafwerking te verwijderen, waarna een isolatielaag wordt geplaatst op het bestaande dakbeschot. Hierna worden tengels en latten gemonteerd waarop de dakafwerking geplaatst kan worden. De tengels en latten zijn van belang voor de ventilatie van de dakplaat.

OOM advies in erfgoedontwikkeling benoemt als aandachtspunt voor warmdakconstructies bij leien daken dat monumentinstanties vaak alleen een warm dak toestaan wanneer de leien vervangen dienen te worden (OOM advies in erfgoedontwikkeling, z.j.).



Bijlage 13: Belangrijke punten voor een aannemer voor het herbestemmen van een kerk.

Voor een aannemer zijn er tijdens verschillende fases van het project punten die van belang zijn. Deze punten worden in dit hoofdstuk uitgelegd.

Initiatiefase

- Probeer zo vroeg mogelijk aan te sluiten bij het plan schrijven. Hierdoor kunnen de overige teams het beste geadviseerd worden.
- Probeer de onder- of nevenaannemers te betrekken in het proces, zodat zij hun expertise goed kunnen gebruiken.
- Communiceer de plannen met de gemeente en eventueel het bisdom. Dit om te zien wat hun visie erop is.
- Houd rekening met de (monumentale) status van het gebouw.
- Wees ruimdenkend, hierdoor blijven veel opties open.
- Probeer de verduurzaming van de kerk ook al gelijk mee te nemen vanaf het begin.
- Als er een andere functie gekozen wordt dan woningen, zorg er dan voor dat het vrij indeelbaar is of reversibel.
- Houd rekening dat het een lang proces is om te mogen beginnen met bouwen. Met betrekking tot vergunningen, plan schrijven en ontwerpen.

Definitiefase

- Houd rekening met de buurt en houdt ze op de hoogte van alle veranderingen. Dit voorkomt narigheid tijdens de bouw.
- Zorg ervoor dat er bekend is wat de nieuwe functie wordt van het gebouw, en wat hier de gevolgen van zijn.
- Zorg ervoor dat het PVE zo compleet mogelijk is voor een duidelijk ontwerp en om een goede prijs neer te leggen.
- Zorg ervoor dat alle neuzen dezelfde kant op staan, en dat iedereen zich betrokken voelt.

Ontwerpfase

- Houd bij de vergunningsaanvraag rekening met de flora en fauna wet.
- Als er gebruik wordt gemaakt van een point Cloud, zorg ervoor dat deze optimaal benut wordt.
- Zorg ervoor dat het gebouw grondig geïnspecteerd is, hierdoor kan er een beter beeld geschetst worden over de omvang van de werkzaamheden.
- Zorg ervoor dat alle risico's bekend zijn, of anders ingedekt zijn.
- Eventueel een destructief onderzoek laten uitvoeren om de materialen te laten keuren en testen op bezwijking.
- Houdt er rekening mee dat er hoogstwaarschijnlijk asbest in het gebouw zit.
- Draag zorg dat het ontwerp voldoet aan bouwbesluit en op het gebied van bouwfysica.
- Draag zorg dat de gebruiker weet wat hij kan verwachten.
- Draag zorg dat het gebouw voldoet aan de bouwbesluit eisen van bestaande bouw. Als ze voldoen aan hogere eisen is het alleen maar beter.
- Het NUTS tracé vroegtijdig in beeld laten brengen en afstemmen op de mogelijkheden.

Vorbereidingsfase

- Houd in de planning en begroting rekening dat er altijd onvoorziene werkzaamheden zullen plaatsvinden, omdat het een oud gebouw is.



- Denk goed na over de aansluitingen met de bestaande constructie, dit in verband met eventuele geluidslekken. En bewegingen van het bestaande gebouw.
- Houd er rekening mee dat het gebouw meestal centraal staat, dit kan voor problemen zorgen met betrekking tot de bouwplaats inrichting en transport.
- Denk goed na over het horizontaal en verticaal transport, want dit is een belangrijk punt tijdens de herbestemming van een kerk.
- Kijk naar een mogelijkheid om een grote doorbraak te maken in de gevel, dit voor het transporteren van goederen.
- Houd rekening met de levertijd van bepaalde materialen, deze kan langer zijn dan gewend.
- Mochten er bewoners zijn, dan zorg voor goed contact met de kopers en met de kopers begeleiding.
- Stel uiterste wijzigingsdatums vast met de bewoners.
- Denk altijd meerdere stappen vooruit, omdat sommige materialen al getransporteerd moeten worden. Dit omdat deze later misschien niet meer makkelijk getransporteerd kunnen worden.

Realisatiefase

- De maten op de werktekeningen kunnen afwijken, hierdoor is het raadzaam om ze na te meten ten tijde van de uitvoering.
- Als er sprake is van vleermuizen, steenmarters of andere beschermde dieren of bomen, zorg dan dat de ontheffing binnen is en dat concreet is wat er gedaan moet worden en wat niet mag.
- Het kan zijn dat er tijdens de werkzaamheden archeologische vondsten gedaan worden. Dit kan zorgen voor vertraging in de bouwtijd.
- Probeer de constructie zoveel mogelijk los te houden van het bestaande gebouw, dit voorkomt scheuring in het gebouw.
- Maak veel foto's tijdens de realisatie, dit is handig als beeldmateriaal en voor de nazorgfase.
- Bescherm de onderdelen die bewaard moeten blijven goed. En maak foto's van de bestaande situatie.
- Draag zorg dat alles volgens tekening of beter uitgevoerd wordt. Dit voorkomt gebreken.
- Houdt contact met de gemeente, dit voorkomt problemen met betrekking tot de vergunningsrichtlijnen en welstandcommissie.

Nazorgfase

- Houd contact met de gebruiker van het gebouw. Hierdoor kan je op tijd handelen ten tijde van gebreken.
- Zorg voor een duidelijk onderhoudsplan.
- Mochten er gebreken zijn, handel dit goed af met de bewoner.



Bijlage 14: Materialisatie

In dit hoofdstuk staan verschillende materialen uitgelicht met hun specificaties en circulariteit. Per materiaal staat ook waarvoor ze gebruikt worden en hoe ze vervoerd kunnen worden.

Hout

Hout is een materiaal dat afkomstig is van bomen. Hierdoor is het een hernieuwbaar product. En is het ook makkelijk her te gebruiken of te recycleren. Dit materiaal is bruikbaar in verschillende vormen en constructies.

Duurzaamheid

De duurzaamheid van hout wordt aangegeven op een schaal van een tot en met vijf. Hierbij staat een voor zeer duurzaam hout, dat een levensduur heeft van 25 jaar of langer. Deze 25 jaar of langer zijn als het buiten gebruikt wordt. De vijf staat voor niet duurzaam hout, met een levensduur van maximaal vijf jaar. Door verduurzaming kan deze levensduur verlengd worden.

Verduurzamen kan op verschillende manieren, hieronder staan twee mogelijkheden uitgelegd.

1. Thermisch modificeren

Bij thermisch modificeren wordt het hout tot een bepaalde temperatuur verwarmd door middel van stoom. Door deze temperatuur verandert de chemische structuur van het hout en daalt het vochtgehalte in het hout. Door deze behandeling is het hout: beter bestand tegen houtrot en schimmels, langere levensduur, lichter van gewicht en zeer vormvast.

Doordat bij deze methode gebruik wordt gemaakt van stoom en geen chemische stoffen is het een milieuvriendelijke behandeling (Gadero, 2018).

2. Impregneren

Bij impregneren wordt gebruik gemaakt van een drukvat. Hier wordt het hout onder vacuüm gebracht, en wordt er impregneermiddel toegevoegd. Door deze druk wordt het impregneermiddel in de poriën gedrukt. Door deze behandeling is het hout: beter bestand tegen houtrot en schimmels en heeft het een langere levensduur.

Afbeelding 46 geeft aan wat de duurzaamheidsklassen zijn van de Europese houtsoorten, ook staan de levensduren erbij.

Duurzaamheidsklassen en waargenomen levensduur van een aantal Europese houtsoorten in verschillende buitentoepassingen, in aantal jaren			
houtsoort	officiële duurzaamheidsklasse	buiten, blootgesteld aan weer en wind	buiten, onder dak
Robinia	I (-II)	150	200
Eiken	II-III	100	150
Douglas	III	65	120
Lorken (Lariks)	III (-IV)	65	120
Noords Grenen	III-IV	60	100
Olm (Iepen)	IV	100	130
Vuren (Sparren)	IV	55	60
Beuken	V	30	50
Essen	V	30	50
Berken	V	20	20
Populieren	V	20	20
Elzen	V	20	20

Figuur 46: Duurzaamheidsklassen hout (Ecohout - Filosofie, z.j.)



Brandveiligheid

Hout brand niet zonder hulpmiddelen: zoals aanmaakblokjes, brandstoffen of lucifers. Als het hout eenmaal brandt dan vormt het een verkoolde buiten laag. Deze laag zorgt ervoor dat het inbranden steeds langzamer verloopt. Door dit langzamer inbranden behouden houtconstructies langer het dragend vermogen (*BRANDVEILIGHEID VAN EEN HOUTEN CONSTRUCTIE*, z.j.).

Bij binnenwanden wordt het hout afgewerkt met gipsplaten en isolatie, deze branden niet of moeizaam. Hierdoor is het hout beter beschermd tegen brand.

Hout kan ook geïmpregneerd worden met brandvertragend of brandwerende middelen.

De brandklasse van hout is over het algemeen D-s1, d0. Hier kan S1 of S2 staan, dit hangt ervan af hoeveel rook het materiaal produceert. De D staat voor dat het bijdraagt aan de brand, maar hoe hout zich gedraagt tijdens een brand is wel bekend. De d staat voor druppelvorming, de 0 betekend geen druppels en de drie wil zeggen dat het langer dan 10 seconde aan het druppelen blijft (*Hout, brand & bouwregelgeving*, 2019).

Draagconstructie

Hsb wanden

Hsb wanden bestaan uit meestal vuren stijlen en regels. Deze stijlen en regels vormen een skelet van hout, wat kan dienen als woningscheidende- of als binnenwand. Tussen de stijlen wordt isolatie geplaatst om het geluid te beperken en om de ruimte te isoleren. Het skelet wordt afgewerkt met een gipsplaat of OSB-plaat als er nog een installatie ruimte voor zit. Deze is doorgaans 40 a 50mm.

Tabel 22: Multicriteria-analyse houten constructie

Materiaal Hout	Circulaire	Demontabel	Brandwerend	Bouwtijd	Massa	Transport
HSB	++	+	±	±	Variabel	-
Steko	++	++	±	+	350 kg/m ³	±
CLT	++	++	±	+	450 kg/m ³	+
I liggers	++	+	±	±	2 tot 8 kg/m	+
Nur Holz	++	++	±	+	450 kg/m ³	+

De skeletten kunnen ook prefab gefabriceerd worden, zodat het snel en demontabel gebouwd kan worden.

De dikte van de stijlen en regels wordt bepaald aan de hand van het gewicht wat erop komt, de lengte van de wand, de rc waarde, woning scheidend of niet en de beschikbare maten.

Door de vele mogelijkheden en diktes zijn er van deze constructie geen algemene eigenschappen. Er zijn wel brochures van isolatie fabrikanten die de details uitgetekend hebben en de eisen erbij hebben staan.



Steko

Steko is een stapelsysteem van houten blokken. Deze worden door middel van een pengat verbinding met elkaar verbonden, er komt geen lijm of schroeven aan te pas. Deze blokken worden na-geïsoleerd door de blokken te vullen met isolatie. De blokken bestaan uit stijlen met aan de binnen- en buitenzijde platen. De wand opbouw bestaat uit een onderregel met hierop stijlen en tussen deze stijlen worden de blokken geplaatst. Door de holtes in de blokken kunnen leidingen getrokken worden. Of door een installatie ruimte voor de blokken te maken (Starink, 2016).

De blokken kunnen dienen als dragende wanden en als binnenwanden. Ook zijn ze makkelijk op maat te zagen op locatie. Doordat het een droogstapelsysteem is kan het makkelijk gedemonteerd worden en hergebruikt worden bij een ander gebouw.

Tabel 23: Eigenschappen Steko (Steko holz-bausystem, 2019)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse D-s1, d0
Thermische geleidbaarheid	0.12 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	350 kg/m ³
Soortelijke warmte	1600 j/(kg · K)

Kolommen structuur

Bij een houten kolommenstructuur zijn de kolommen en eventueel ook de liggers van hout. Hierdoor ontstaat er een volledig houten draagconstructie. Deze constructie kan ook weer uit elkaar gehaald worden en in zijn geheel herbouwd worden of los hergebruikt worden.

Een voorbeeld hiervan is Respace, zij hebben een concept bedacht voor herbestemmingen. Dit concept bestaat uit een constructie van geprefabriceerde elementen. Deze elementen zijn te verbinden door demontabele verbindingen gebaseerd op de Japanse houtverbindingen (*Respace / Revolutionair Bouwsysteem Voor Herbestemming*, z.j.).

CLT

CLT staat voor cross laminated timber, wat kruislaagshout betekend. CLT is een methode waar het hout kruislaags op elkaar gelijmd wordt tot een bepaalde dikte. De maximale overspanning is 16 meter, afhankelijk van de gekozen dikte. CLT kan gebruikt worden voor het maken van vloeren, daken en wand elementen. De elementen zijn door middel van messing en groef met elkaar te verbinden. Doordat de elementen prefab gemaakt worden is het ook mogelijk om sparingen voor leidingwerk er al in te frezen. CLT heeft een lager gewicht vergeleken met andere materialen, namelijk 450kg/m³. CLT is zelfs zeer geschikt voor hoogbouw, doordat het een hoog draagvermogen heeft (*Kruislaaghout*, 2018).

Tabel 24: Eigenschappen CLT (De Groot Vroomshoop, 2012)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse D-s2, d0
Thermische geleidbaarheid	0.11 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	450 kg/m ³
Soortelijke warmte	1600 j/(kg · K)



Houten I liggers

Houten I liggers zijn I liggers die bestaan uit twee balken met hiertussen een speciale hardboardplaat. Er zijn ook speciale varianten waar aan de zijkanten van de hardboardplaat isolatie zit, zodat ze ook geschikt zijn voor vloer en dakconstructies. Verder is het ook geschikt voor wand constructies. Hier dienen ze voor de stijlen in de wanden. De maximale vloer overspanning is 7 meter als de variant gekozen wordt met een hoogte van 400 mm en een hart op hart afstand van 400mm (*Ekoplus*, z.j.). Door de hardboardplaat kan ook leidingwerk getrokken worden, door er gaten in te boren. Let er wel op dat er niet te veel gaten bij elkaar geboord worden, zodat het draagvermogen onaangetast blijft.

Tabel 25: Eigenschappen I-joist (Prestatieverklaring Finnjoist I-ligger, 2021)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse D-s2, d0
Thermische geleidbaarheid	0.13 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	2 tot 8 kg/m (afhankelijk van de flens)
Buigsterkte	38.4 N/mm ²
Druk- en treksterkte	28 N/mm ²

Nur Holz

Nur Holz is zoals de naam al zegt een methode waar alleen hout gebruikt wordt. Het is een methode waar prefab elementen gemaakt worden, die gebruikt kunnen worden voor dragende- en niet dragende wanden. De opbouw van de wand bestaat uit balken met hiertegen en -tussen planken die kruislings met elkaar verbonden worden door houten draadeindes. De isolatie wordt later tegen de prefab elementen vastgemaakt (*Nur-Holz*, z.j.).

Tabel 26: Eigenschappen Nur holz (Wandelement - NUR-HOLZ, 2020)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse D-s2, d0 120 minuten (18,5 cm)
Thermische geleidbaarheid	0.087 W/(m · K) (30.5cm)
Soortelijke dichtheid	450 kg/m ³



Vloer constructie

Tabel 27: Multicriteria-analyse houten vloeren

Materiaal Hout	Circulaire	Demontabel	Brandwerend	Bouwtijd	Massa	Overspanning	Transport
Gecombineerde vloerconstructie	+	+	±	±	Variabel	Variabel	±
Kanaalplaatvloer	++	++	±	++	510 kg/m ³	20 meter	+

Gecombineerde vloerconstructie

Een gecombineerde vloerconstructie bestaat uit een vloer opgebouwd uit stalen liggers met hiertussen een houten balklaag. Deze balklaag kan afgewerkt worden met een Lewis zwaluwstaartplaat of met plaatmateriaal, zoals underlayment of OSB. De dikte en hart op hart afstand van de balken wordt berekend door een constructeur. Ook heeft de overspanning invloed op de dikte van de balken. De stalen liggers zullen behandeld worden bij het hoofdstuk staal.

Een voordeel en een nadeel zijn dat de materialen in losse delen geleverd worden. Het voordeel is dat het makkelijk her te gebruiken is. En een nadeel is dat het veel opslag en transport vereist om materiaal op de bouwplaats te krijgen.

Kanaalplaatvloer

Deze kanaalplaatvloer is te leveren in twee varianten de eerste is de open variant, zoals een houten balklaag. En de tweede is een gesloten variant met afgewerkt plafond, maar wel nog genoeg ruimte voor leidingwerk tussen de ribben. Door de sterke constructie kan een overspanning van 20 meter gerealiseerd worden. De vloer kan zowel nat of droog afgewerkt worden. Ook kan het snel opgebouwd worden doordat alles van tevoren in de fabriek al op maat gemaakt is (*Prefab houtelementen*, 2021).

De overspanning, dikte en eisen zijn bepalend voor de geschikte vloer opbouw. Dit kan in samenspraak met de leverancier of constructeur bepaald worden. Ook kunnen zij adviseren in de mogelijkheden.

Tabel 28: Houten kanaalplaatvloer (Houten kanaalplaten - Kerto-Ripa, 2020)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse D-s1, d0
Thermische geleidbaarheid	0.11 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	510 kg/m ³
Buigsterkte	44 N/mm ²
Druk- en treksterkte	35 N/mm ²

Gelamineerde liggers en kolommen

Gelamineerde producten zijn gemaakt van planken of balken die aan elkaar verlijmd zijn. Hierdoor kunnen ze een grotere kracht opvangen dan een normale houten balk. Doordat de balken verlijmd worden zijn de afmetingen niet meer afhankelijk van de lengte van de boom. Ook kunnen ze in verschillende vormen en afmetingen gerealiseerd worden (*Heko Spanten - Gelijmde houtconstructies*, 2020).

De gelamineerde producten, zijn er in verschillende sterkteklassen. Hierdoor is het bruikbaar voor bijna elk project. Ook door de vele vormen en mogelijkheden.



Transport

Hout is een licht materiaal vergeleken met de andere materialen, hierdoor is vervoeren makkelijker. Ook zijn de meeste onderdelen of in het werk te bouwen of prefab gemaakt. Als het in het werk gebouwd wordt dan vereist het veel transport en opslag op de bouwplaats. Om het materiaal op hoogte te krijgen kan gebruik gemaakt worden van een minikraan of een heftruck.

Bij de prefab onderdelen is de transport stroom naar de bouwplaats minder, omdat de onderdelen al gecombineerd zijn. Ook nemen ze minder plaats in beslag op de bouwplaats. Het interne transport is wel een puntje, vooraf dient hier genoeg aandacht aan besteed te worden. Een minikraan is een goede oplossing, alleen moet er gekeken worden of de minikraan wel de last kan dragen en of hij de materialen wel op de juiste hoogte kan zetten.



Kalkzandsteen

Kalkzandsteen is een bouw materiaal dat gemaakt is van kalk en het hoofbestanddeel is zand. Dit wordt in mallen geperst tot er blokken/elementen ontstaan. Deze zijn in verschillende diktes en groottes te verkrijgen.

Duurzaamheid

Kalkzandsteen blokken kunnen worden gerecycled door de blokken te breken en te mengen met nieuw kalk. Hierdoor ontstaan er nieuwe blokken met de oude blokken als hoofbestanddeel. Ook kan het puin gebruikt worden voor de fundering van wegennetwerken of voor het aanleggen van fietspaden in natuurgebieden.

De blokken zijn wel te recycleren, maar hiervoor dient eerst alles gesloopt, getransporteerd en vergruisd te worden. En dan moet het nog verwerkt worden in nieuwe producten. Ook bevat kalkzandsteen meestal een stuclaag, hierdoor is het moeilijk om de blokken her te gebruiken op een andere plaats.

Brandveiligheid

Kalkzandsteen is onbrandbaar, hierdoor is het zeer geschikt als woningscheidende wanden. Ook verliest het tijdens een brand niet het dragend vermogen en vervormt het dus ook niet. Afhankelijk van de wanddikte is een brandwerendheid te bereiken tot 360 minuten. Een wand van 100 mm dik is al 90 minuten brandwerend.

Wanden

Kalkzandsteen is een product dat gebruikt wordt voor het opbouwen van dragende wanden. Het is mogelijk om de blokken in de fabriek op maat te laten zagen, zodat ze op locatie als een puzzel in elkaar gezet kunnen worden. Dit is alleen mogelijk bij de grote elementen, deze blokken dienen wel met een kraantje geplaatst worden. Dit is omdat ze te zwaar zijn om met de hand te plaatsen.

Kalkzandsteen is in verschillende maten en sterkteklassen te verkrijgen. De grotere blokken zijn door middel van een messing en groef te verbinden met elkaar. Deze groef zit zowel aan de zijkanten als aan de boven- en onderkant.

Doordat de dikkere blokken ook groot van formaat zijn is het ook snel op te bouwen. Bijvoorbeeld de blokken die 300 mm dik zijn, hebben de volgende afmetingen: 300x648x997 mm. Dit staat gelijk aan meer dan een halve vierkante meter aan muuropervlakte.

Er zijn ook speciale blokken waar al een sparing in is gemaakt. Door deze sparingen kunnen stijgleidingen gemonteerd worden. Ook zijn er blokken met sleuven in de voorkant. Deze sleuven zijn bedoeld voor muurverwarming. Hier kunnen leidingen in gedrukt worden die normaal gebruikt worden voor vloerverwarmingen.

Cellenbeton

Cellenbeton wordt gemaakt van: kalk, cement en zand. Door deze bestanddelen is het vergelijkbaar met kalkzandsteen. Ook cellenbeton is onbrandbaar en hierdoor is het geschikt voor brandwerende muren. Het kan gebruikt worden voor zowel dragende- als niet dragende wanden. Cellenbeton is ongevoelig voor vocht, hierdoor is het geschikt voor badkamers. Ook is het een koudebrug onderbreking, hierdoor is het geschikt als kimlaag.

Cellenbeton bestaat voor een groot gedeelte uit lucht, hierdoor is het lichter dan normaal beton. Doordat de cellenbeton blokken lichter zijn, kunnen ze makkelijker verwerkt worden. En kan de bouw tijd ook korter zijn.



De blokken zijn er in verschillende maten en sterktes te verkrijgen. Voor niet dragende wanden wordt minimaal een dikte van 70mm geadviseerd door (*Ytong blokken*, 2021). En voor dragende wanden worden blokken met een dikte van 100 mm geadviseerd.

Transport

De blokken worden door middel van vrachtwagens naar de bouwplaats gereden. Hier dienen ze opgeslagen te worden tot ze gebruikt kunnen worden. Doordat de blokken gebruikt worden als woningscheidende en dragende wanden, dienen ze met een kraantje geplaatst te worden. De blokken dienen door middel van een heftruck binnen gereden te worden.

De handzame blokken kunnen ook door middel van een steenkruiwagen naar binnen gekruid worden. Hierdoor hoeft er geen zwaar materieel gehuurd te worden.



Staal

Staal is een product gemaakt van ijzer en koolstof. Staal is er in verschillende sterkteklassen, vormen en afmetingen. Staal wordt voornamelijk in de bouw gebruikt als constructiemateriaal: lateien, geveldragers, kolommen en liggers.

Duurzaamheid

Staal is een duurzaam product, omdat het een lange levensduur heeft met weinig onderhoud. Ook is staal makkelijk aanpasbaar, en bruikbaar voor meerdere doeleinden. Ook kan staal aan het einde van zijn levensduur omgesmolten worden tot nieuwe materialen.

Een stalen balk kan mits hij demontabel gemonteerd is, los gemaakt worden en hergebruikt worden bij een nieuwe bestemming. Dus staal is in zijn geheel demontabel en circulair.

Brandveiligheid

Staal is een instabieler product vergeleken met hout op het gebied van brandgedrag, want staal buigt eerst door voordat het bezwijkt. Staal draagt hierdoor niet bij aan de brand, maar verliest tijdens het opwarmen door een brand wel belangrijke eigenschappen.

Staal kan beschermd worden tegen hevige branden door het toepassen van brandvertragende coating. Ook kan het staal ingepakt worden met een brandvertragend materiaal, zoals promatect of gipsplaten. Een ander optie is om staal te bekleden met beton.

Bij het toepassen van een brandvertragende coating en het bekleden met beton, is de constructie minder demontabel. Want hierdoor worden de bouten ook voorzien van een coating of deze worden bedekt met beton.

Draagconstructie

Staal wordt gebruikt om constructies neer te zetten, door middel van kolommen en liggers. Deze kunnen verbonden worden met bouten en moeren, maar de constructies kunnen ook vastgelast worden. Door deze verbindingen toe te passen kunnen de verbindingen ongedaan gemaakt worden, en kan de constructie hergebruikt worden.

Met staal is veel mogelijk, omdat het in verschillende vormen en lengtes gefabriceerd kan worden. Afhankelijk van de hoogte en breedte van de balk kan staal wel 24 meter overspannen. Enkele profiel voorbeelden zijn: HEA, HEB, IPE, rond, vierkantig, raatligger en L profiel.

Om te bepalen welke afmetingen de kolom of ligger dient te hebben, moet er een berekening opgesteld worden door een constructeur. Deze berekend de kracht die op de constructie komt. Aan de hand hiervan bepaalt hij welke ligger of kolom deze kracht kan opvangen.

Een staalconstructie kan in een relatief korte tijd geplaatst worden. Hierdoor is er minder inzet nodig van zwaar materieel. Door de snelle bouwtijd, is er ook minder opslag op de bouwplaats nodig.

Tijdens de bouw is het belangrijk om de kolommen en liggers te ontkoppelen van andere constructie. Dit voorkomt dat er contactgeluid wordt doorgegeven. Ook als er een brand ontstaat dan kan de ligger gaan smelten en de muur meenemen.

Vloer constructie

In deze paragraaf worden twee gecombineerde vloeren uitgelegd. Beide vloeren bestaan uit een combinatie van staal en beton. Ook zijn beide vloeren vrijdragend tot een bepaalde lengte en zijn in zekere mate demontabel.



Staalplaat betonvloer

Een staalplaat betonvloer bestaat uit een staalplaatvloer die op liggers ligt. En deze wordt afgestort tot er een vloer ontstaat. Deze vloer hoeft niet onderstempeld te worden en is makkelijk beloopbaar tijdens het leggen. Ook is er een minder dikke vloer nodig, doordat het staal al een groot gedeelte draagt.

De vloer kan 5.4 meter overspannen stempelvrij en in totaal kan het een lengte van 9.0 meter overspannen. Dit is afhankelijk van de hoogte van het gekozen profiel. Hier zijn verschillende mogelijkheden in.

Het beton is ook beter beschermd tegen brand, doordat het staal een gedeelte van de hitte tegenhoudt. De staalplaten worden door middel van bouten aan de staalconstructie bevestigd. Hierdoor kan de constructie ook weer gedemonteerd worden.

Een normale staalplaat betonvloer bestaat uit een staalplaat in de vorm van een zwaluwstaart. Deze wordt door middel van schietnagels of zelftappers aan de staalconstructie verbonden. Tussen de ribben wordt een wapeningsstaaf met afstandhouders gelegd en de platen worden vol gelegd met wapeningsnetten. Aan de zijkanen wordt nog een randbekisting gezet. Deze vloer wordt afgestort tot er een massieve betonvloer ontstaat (User, z.j.).

Er is ook een demontabele versie deze bestaat uit een staalplaat in de vorm van een trapezium. Door deze vorm kan het beton eruit gehaald worden en kunnen theoretisch de platen hergebruikt worden. Verder worden de platen met bouten aan de staalconstructie bevestigd (*ReDuCE voor reuse*, 2020). De verdere bewerkingen zijn gelijk aan de traditionele versie.

Staalframe betonvloer

Een staalframe betonvloer bestaat uit een stalenframe met hieronder een betonvloer. Deze betonvloer is tevens ook het plafond. Tussen het stalenframe is ruimte voor leidingwerk en isolatie. Over het stalen frame wordt een zwalustaarvloer gelegd die afgestort wordt of afgewerkt wordt met underlayment platen (*Staalframevloer*, z.j.).

Het is ook mogelijk om de betonafwerking aan de bovenzijde te hebben en de onderzijde vrij te hebben. Ook zijn er veel verschillende diktes, lengte en breedtes mogelijk. Het heeft een maximale overspanning van 11meter. In de lichtste vorm heeft het een massa van 180kg/m^2 (*Quantum® deck*, 2011).

Doordat het bestaat uit prefab elementen heeft het een snelle montagetijd. Ook hoeft de vloer niet onderstempeld te worden, omdat het stalenframe het meeste gewicht al draagt.

Wanden

Metal stud wanden zijn lichte scheidingswanden. Dit systeem is vergelijkbaar met HSB-wanden, want het bestaat ook uit regels en stijlen. Er zijn verschillende profiel vormen en lengtes. Deze profielen zijn zowel geschikt voor wanden als plafonds. Tussen de profielen kan leidingwerk gemonteerd worden, ook kan er isolatie tussen voor geluidwering. Ter plaatse van kranen, spiegels, tv steunen, bad meubels en kasten wordt achterhout geplaatst dat ervoor zorgt dat de onderdelen niet naar beneden komen. De profielen worden afgewerkt met gipsplaten en eventueel stucwerk.

Transport

Staal dient door een vrachtwagen met autolaadkraan geladen of gelost te worden. Een kooiaap zou eventueel ook nog kunnen, omdat deze wendbaar is in krappe gebieden. Probeer tijdens het lossen de balken gelijk op de goede locatie neer te leggen. De staalconstructie dient door een minikraan of heftruck in elkaar gezet te worden, omdat de balken te zwaar zijn om met de hand te tillen. Voor



hoekprofielen die in de gevelopeningen komen te liggen kan gebruik gemaakt worden van een kanalenlift.

Doordat de vloeren prefab elementen zijn, is het makkelijk te vervoeren op een vrachtwagen. Hierdoor dienen er ook minder ritten gemaakt te worden naar de bouwplaats, omdat de verschillende materialen al samengevoegd zijn. De vloeren kunnen door middel van een minikraan gelegd worden.



Beton

Beton wordt gemaakt van cement en granulaat dat gemengd wordt met water. Water zorgt ervoor dat het beton uithardt tot de gewenste sterkte. Beton is verkrijgbaar in verschillende sterkteklassen en er zijn verschillende soorten cement. Des te hoger de sterkteklasse is, des te meer kracht het kan opvangen. De dikte en hoeveelheid van de wapening dient door een constructeur berekend te worden. Ook doet hij bepalen welke sterkteklasse voor het beton nodig is.

Duurzaamheid

Als een betonnen gebouw gesloopt wordt, dan wordt het puin gebroken. Dit puin kan gebruikt worden voor wegenfundaties. Het slopen van een betonnen gebouw kost energie en tijd.

Beton kan demontabel zijn als het op de juiste manier aangebracht wordt. Maar in het werk gestorte onderdelen zijn niet demontabel.

Bij de productie van beton komt veel CO₂ vrij. 1,5% van de totale CO₂ uitstoot van Nederland is gerelateerd aan beton volgens (*Bouwen kan niet zonder cement en beton*, 2018). Hierdoor zijn er in Nederland al verschillende mogelijkheden om duurzaam beton te produceren. Een voorbeeld hiervan is de vermindering van cement in betonstenen. Dit gebeurt door gebruik te maken van een hulpstof die de missende lijmkracht invult. Door gebruik te maken van zuinige vrachtwagens en een betere logistiek wordt er ook CO₂ bespaard.

Er is zelfs een machine uitgevonden dan beton kan breken en hierbij alle bestanddelen van elkaar kan scheiden. Het bedrijf heeft Smart Crusher BV en de machine heet de SmartLiberator. Hierdoor kan beton 100% herbruikbaar worden geproduceerd. De grondstoffen die gewonnen worden uit dit proces, worden weer gebruikt bij het maken van nieuw beton (*SmartCrusher bv - SlimBreker - betonrecycling - c2c*, z.j.).

Brandveiligheid

Beton zelf kan niet branden, maar ten tijde van een brand ontstaan er wel reacties in het beton. Boven de 100 graden Celsius begint het water te verdampen, waardoor er stoom ontstaat die het beton kan afduwen. Door vezels in het beton te verwerken en te zorgen voor poriën kan de kans op vallende delen verminderd worden (*Brandveiligheid, natuurlijk met beton!* 2009).

Het is belangrijk dat beton beschermd wordt tegen hoge temperaturen. Dit kan gedaan worden door het aanbrengen van spuitpleister, brandwerende beplating of brandwerende coatings.

Wanden

Wanden van beton kunnen op twee manieren gerealiseerd worden. De eerste manier is in het werk, dit wil zeggen dat het op de locatie zelf gestort wordt. Dit proces begint met het zetten van een bekisting, dan het aanbrengen van wapening, afstorten en afwerken. De laatste stap is om het beton te beschermen tegen hoge temperaturen.

De tweede mogelijkheid is om het prefab te laten fabriceren in de fabriek. De stappen zijn hetzelfde als het hierboven beschreven proces, maar vinden plaats onder gecontroleerde omstandigheden. Ook kunnen leidingen ingestort worden, zodat het op de bouwplaats alleen nog aangesloten dient te worden. De elementen worden na productie door middel van een vrachtwagen afgeleverd op de bouwplaats.



Vloer constructie

Onderstaande vloeren worden prefab gefabriceerd in de fabriek. Behalve de in het werk te storten vloer, deze wordt op locatie gestort. Alle vloeren zijn geschikt voor zowel begane grondvloeren als verdiepingsvloeren.

Tabel 29: Multicriteria-analyse betonvloeren

Materiaal Beton	Circulaire	Demontabel	Brandwerend	Bouwtijd	Massa	Overspanning	Transport
Breedplaatvloer	-	-	±	±	125kg/m ²	8 meter	±
Kanaalplaatvloer	-	-	±	+	249kg/m ²	18 meter	±
Combinitatievloer	-	-	±	-	279kg/m ²	7 meter	±
In het werk gestort	-	-	±	-	Variabel	10 meter	±

Breedplaatvloer

Een breedplaatvloer is een betonvloer van 50mm tot 80mm dik. Over deze vloer lopen tralieliggers, deze zorgen ervoor dat de vloer stevig genoeg is voor transport en om op te werken. Voor het leggen van de vloer dienen de stempels eronder te staan, om de vloer te ondersteunen. Als de vloeren op de juiste locatie liggen kan het leidingwerk erop bevestigd worden. Een van de laatste stappen is om de bovenwapening erop te knopen en de rand bekisting aan te brengen. Als laatste wordt de vloer afgestort en afgewerkt. Na 28 dagen mogen de stempels onder de vloer uitgehaald worden. Als er meerdere vloeren op elkaar door gestempeld zijn, dan is het belangrijk om de vloer te laten schrikken. Hierdoor wordt de vloer zelfdragend.

De maximale overspanning is ongeveer 8 meter en het heeft een gewicht van 125kg/m². Dit geldt als er gebruik wordt gemaakt van een plaatdikte van 50mm.

Er is ook een speciale variant waar tussen de tralieliggers kunststof bollen zitten voor gewichtsbeparing. Een nadeel is wel dat het moeilijker is om het leidingwerk erin te verwerken.

Kanaalplaatvloer

Een kanaalplaatvloer is een vrijdragend vloerelement, waar kanalen in aan gebracht zijn. Deze kanalen dienen als gewicht besparing. Ook kunnen deze gebruikt worden voor leidingwerk. Er zijn ook speciale vloeren met leidingsleuven erin, dit dient met de leverancier besproken te worden.

De vloer wordt na het leggen van de leidingen afgestort met een dekvloer van meestal 50mm dik. De leidingen moeten altijd voldoende bedekt zijn met de dekvloer. Dus het kan zijn dat de dekvloer dikker dient te worden. Doordat de vloer zelfdragend is hoeft deze niet onderstempeld te worden.

De vloer kan een dikte hebben van 135mm tot 500mm. En heeft een standaardbreedte van 1200mm, tenzij het een passtuk is. Ook is het mogelijk om aan de onderzijde isolatie te bevestigen.

De maximale overspanning is ongeveer 18 meter en het heeft een gewicht van 249kg/m². Dit geldt als er gebruik wordt gemaakt van een plaatdikte van 150mm.

Combinitatievloer

Een combinatie vloer bestaat uit T vormige ribben die dienen als liggers. Hierop komen EPS-vulelementen te liggen, deze dienen ook als isolatiemateriaal. Door het gebruik van de EPS-elementen is het een relatief lichte vloer om te leggen. In plaats van de EPS-elementen te gebruiken, kan er ook gebruik gemaakt worden van betonnen vulelementen. Hierdoor is de vloer ook geschikt voor verdiepingsvloeren. Door de constructie van deze vloer is onderstempeling niet nodig.



De vloer dient na het leggen bedekt te worden met wapeningsnetten. En afgestort te worden met meestal 30mm beton. Hierop kunnen leiding bevestigd worden, en deze wordt weer afgestort met een dekvloer van meestal 50mm.

De maximale overspanning is ongeveer 7 meter en het heeft een gewicht van 279kg/m². Dit geldt als er gebruik wordt gemaakt van een liggerhoogte van 170mm (*Productdatablad Combinatievloer*, 2020).

In het werk gestort

Een in het werk gestorte vloer is een vloer die in een bekisting gestort wordt. Deze vloer wordt ter plaatste helemaal samengesteld, hierdoor is er veel transport nodig. Deze vloer bestaat uit een onderwapening, afstandhouders, wapeningskorven en een bovenwapening. Tussen de onder- en bovenwapening kan het leidingwerk gelegd worden. Een nadeel is wel dat de vloer moeilijk aanpasbaar is, doordat alles afgestort is.

De maximale overspanning is ongeveer 10 meter. Dit hangt af van de hoeveelheid wapening dat wordt toegepast en de dikte van de vloer.

Draagconstructie

De constructie kan zowel prefab gemaakt worden als in het werk gestort worden. Hierdoor is het toepasbaar in bijna elke situatie.

Kolommen en liggers

Een draagconstructie kan gemaakt worden van kolommen en liggers. Op de kolommen komt de verticale kracht te staan en op de liggers komt de horizontale kracht te staan. Op de liggers komen de vloeren te liggen. En de kolommen dragen het gewicht van de verdiepingen af op de fundering. Onder de kolommen dient een verstevigde fundering te zijn, die het gewicht kan verdelen en de kracht kan opvangen.

De kolommen en liggers zijn er in allerlei verschillende soorten en maten. Hierdoor is ervoor bijna iedere constructie wel een oplossing. Ook is er de mogelijkheid om de constructie te combineren met andere materialen.

Fundering

Bij deze funderingen wordt gebruik gemaakt van geluids- en trillingsarme methodes. Door deze toe te passen, is de kans op schade aan het gebouw en omliggende gebouwen kleiner. Ook is het mogelijk deze palen met een kleinere machine te plaatsen.

Voor het plaatsen van de funderingen dient er eerst een sonderingsonderzoek zijn geweest. En dient er door een constructeur berekend te worden wat de diameter is en de maximale belasting.

Tabel 30: Multicriteria-analyse beton fundering

Materiaal Beton	Circulaire	Demontabel	Brandwerend	Bouwtijd	Transport
Boorpalen	--	--	±	±	±
Schroefpalen	--	--	±	-	-
Schroefboorpalen	--	--	±	±	±



Boorpalen

Een boorpaal wordt geplaatst door met een boorinstallatie een schacht te boren. Tijdens het boren wordt de schacht gevuld met bentoniet, deze zorgt ervoor dat de schacht niet instort. Als de draagkrachtige grond bereikt is dan laat men de wapeningskorf in de schacht zakken. En als laatste wordt het bentoniet eruit gepompt en wordt er beton in gepompt.

Een boorpaal kan een diameter hebben van maximaal 3 meter en een maximale lengte van 120 meter. De lengte is wel afhankelijk van de diameter.

Schroefpalen

Een schroefpaal wordt geplaatst door met een boorinstallatie een buis de grond in te draaien. De buis heeft een boorkop, waarmee de grond verplaatst wordt. Als de draagkrachtige grond bereikt is dan wordt de wapeningskorf geplaatst, en wordt de buis gevuld met beton. De stalen buispaal die op de boorkop geschroefd zat, kan in de grond blijven of uit de schacht worden getrokken voor hergebruik. Te allen tijde blijft de boorkop in de grond zitten. Het is ook mogelijk om een prefab betonpaal in de schacht te laten zakken (*schroefpaal*, z.j.).

Doordat de grond onder de boorkop samengedrukt wordt, is de grond extra verdicht. Hierdoor is de draagkracht beter.

Deze schroefpaal kan geplaatst worden met klein materieel, hierdoor is deze uitermate geschikt voor inpandige funderingen.

Schroefboorpaal

Een schroefboorpaal wordt geplaatst door een schroef met een inwendige buis te laten zakken. Door de schroef wordt de afgegraven grond naar de oppervlakte gebracht. De inwendige buis is voorzien van een dop op het einde. Als de draagkrachtige grond bereikt is, dan wordt door de inwendige buis beton in de schacht gepompt. Terwijl het beton erin wordt gepompt, wordt de schroefpaal omhooggetrokken (Bone, 2015).

Het is ook mogelijk om door de inwendige buis een wapeningskorf te laten zakken.

Transport

Prefab elementen

Als er gebruik wordt gemaakt van prefab elementen, dan dienen deze door een heftruck of verreiker gelost te worden en op de goede plaats gelegd/ gezet te worden. In het gebouw dienen ze door een heftruck of minikraan gezet te worden. De elementen worden door middel van een vrachtwagen naar de bouwplaats gereden.

In het werk gestort

Bij in het werk gestorte betonelementen is de aanvoer van materiaal meer vergeleken met prefab elementen. De materialen die los aangevoerd worden zijn: bekistingsmateriaal, wapening en beton. De materialen dienen door middel van een heftruck of autolaadkraan gelost te worden. Bij beton zal dit door middel van een pomp getransporteerd worden naar de locatie in het gebouw.

Fundering

De boorinstallatie, wapeningskorven, stalenbuizen en beton worden door verschillende leveranciers naar de bouwplaats gebracht. Dit dient door een heftruck, autolaadkraan of verreiker gelost te worden en op de goede plaats opgeslagen te worden. In het gebouw dienen ze door een heftruck naar de goede locatie gereden te worden. Het beton zal door middel van een pomp naar de schachten getransporteerd worden.



Poriso

Poriso blokken worden gemaakt van klei en bijvoorbeeld zaagsel. Tijdens het bakken verbrand het zaagsel en blijven er poriën over in de klei. Poriso stenen zijn volle bakstenen, die geschikt zijn voor dragende- en niet dragende wanden. De stenen zijn te verkrijgen in verschillende maten en kleuren van geel tot bruin.

Duurzaamheid

Klei is een hernieuwbaar product dat gewonnen wordt uit de Nederlandse rivieren. De bijproducten die gebruikt worden tijdens het bakken zijn afvalproducten van andere producties. In verpulverde vorm kan Poriso gebruikt worden voor de productie van andere bouwmaterialen en kan het gebruikt worden als terreinverharding (*Porotherm poriso binnenmuurstenen*, 2010).

Poriso is dus niet demontabel, maar wel circulair. Dit komt doordat de blokken meestal voorzien worden van een stuclaag. Hierdoor is het arbeidsintensief om de blokken te gaan oogsten.

Brandveiligheid

Poriso is een product wat voldoet aan de brandreactieklasse A1, dit betekent dat het product ontbrandbaar is. Verder is het ook scheur- en krimp vrij, mits dat het goed verwerkt is. Door het aanbrengen van een stuclaag op de stenen, wordt de brandwerendheid verlengd. Een niet dragende muur van 70mm zonder stuclaag is 30 minuten brandwerend, en met stuclaag is dit 60 minuten (*Leaflet PorisoStuc*, 2020).

Wanden

Er zijn twee soorten Poriso stenen. De eerste is de volle baksteen, dit is een massieve steen. Het overgrote deel van deze stenen zijn gefabriceerd met een hol en dolutvoering. Hierdoor hoeft alleen de lintvoeg voorzien te worden van metselspecie.

De porotherm blokken zijn het andere soort. Dit zijn geperforeerde blokken die of hol zijn van binnen of waar de holtes voorzien zijn van isolatie. Door deze holtes zijn ze makkelijk met de hand te plaatsen en licht van gewicht. Doordat deze blokken ook voorzien zijn van een hol en dol. Hoeft hier ook alleen de lintvoeg voorzien te worden van metselspecie.

Transport

Doordat de blokken licht van gewicht zijn kunnen ze door middel van een heftruck of autolaadkraan van de vrachtwagen gelost worden. Verder kunnen ze door middel van een steenkruiwagen of heftruck naar binnen gereden worden. Hier kunnen ze met de hand en door een oppersteiger/ rolsteiger geplaatst worden.



Biobased

Onderstaande materialen zijn biobased. Dit wil zeggen dat ze gemaakt zijn van plantaardige of natuurlijke grondstoffen, en dus hernieuwbaar zijn.

Duurzaamheid

Hennep en stro zijn afkomstig van planten die elk jaar opnieuw gepoot kunnen worden. Hierdoor is de aanvoer van materiaal onuitputtelijk.

Houtwolcement is gemaakt van hout en cement. Hout kan elk jaar opnieuw gekapt worden, omdat bomen blijven bestaan en aangepoot worden. Cement daarentegen is niet duurzaam, omdat het verantwoordelijk is voor een redelijk percentage van de totale CO2 uitstoot van de wereld.

Gips is oneindig her te gebruiken volgens Knauf gipsplaten fabrikant. Gips wordt gewonnen uit de grond, maar in Nederland komt dit niet voor. Daarom wordt er in Nederland gebruik gemaakt van restafval afkomstig uit kolencentrales. New Horizon heeft samen met Knauf een concept bedacht waarbij ze oude gipsplaten weer volledig kunnen hergebruiken zonder ze te verpulveren en er nieuwe van te maken (*Gips komt amper terug als bouw materiaal. Dat willen wij veranderen.*, 2021).

Brandveiligheid

Hennep

Hennep zelf is niet brandwerend, maar doordat het gemengd wordt met brandwerend hulpstoffen wordt het brandwerend.

Stro

Stro heeft een brandklasse van E, dit wil zeggen dat het een zeer hoge bijdrage heeft bij een brand (*Nederlandse vertaling van ETA 17/0247 Baustroh (bouwstrobalen)*, 2017). Door deze klasse dient het beschermd te worden met brandwerend materiaal, zodat het minder snel of niet vlamvat. Door het aanbrengen van een leemstuclaag van 8mm wordt het brandklasse B. Dit wil zeggen dat het moeilijk brandbaar is.

Houtwolcement platen

Houtwolcement platen hebben een brandwerendheid van 360 minuten als het een dikte heeft van 400mm (*Reese projects, Z.J.*).

Gips

Gips heeft een brandklasse van A1 of A2 dit wil zeggen dat het onbrandbaar/ bijna onbrandbaar is (*Over brandveiligheid – Knauf*, 2021). Hierdoor wordt gips ook veel gebruikt bij het beschermen van niet brandwerende materialen.



Wanden

Hennepbeton

Hennepbeton wordt gemaakt door hennep, minerale binder en water te mengen. Door de pasta in mallen te gieten kunnen er verschillende eindproducten gefabriceerd worden. Enkele voorbeelden zijn: bakstenen, isolatieplaten en fundaties. Het is een dampopen systeem en hierdoor is een plasticfolie niet meer nodig. Leidingwerk voorzieningen kunnen tijdens de fabricage van de prefab elementen gespaard worden (*Hennepbeton - DunAgro, 2020*).

Tabel 31: Eigenschappen hennepbeton (*Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf • WTCB, 2016*)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	WBDBO 73min (300 mm dikte)
Thermische geleidbaarheid	0.06 W/(m · K) (220mm)
Soortelijke dichtheid	275 kg/m ³

Strobaal muren

Strobaal muren kunnen op verschillende manieren opgebouwd zijn. De eerste variant is een HSB-frame waarbij kleine strobale dienen als isolatie en het HSB-frame is het dragende element. Deze frames kunnen zowel op de bouwplaats gemaakt worden als in de fabriek. Het kan ook zijn dat het stro in het frame geblazen wordt.

De tweede methode is dat de balen een dragende wand creëren door ze met stokken aan elkaar te verbinden. Een nadeel is wel dat de muur minimaal een meter dik wordt en dat het vergunning technisch moeilijk is in Nederland. Dit omdat het moeilijk is om constructie berekeningen erop los te laten wat noodzakelijk is bij een vergunningsaanvraag (*Strobouw Nederland, z.j.*).

Tabel 32: Eigenschappen strobaal muur (*Nederlandse vertaling van ETA 17/0247 Baustroh (bouwstrobale), 2017*)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse E
Thermische geleidbaarheid	0.048 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	100 kg/m ³ ±15 kg/m ³

Kalkhennep

Kalkhennep wordt gebruikt in combinatie met HSB-wanden. En is gemaakt van kalk, water en hennep. Kalkhennep is een isolatiemateriaal, dat gebruikt kan worden bij zowel nieuwbouw als renovatie. Kalkhennep wordt door middel van bigbags op de bouwplaats afgeleverd of kant en klaar in een HSB-frame. Verder heeft het vochtregulerend en geluidsabsorberend goede eigenschappen (*Ecologisch bouwen met kalkhennep, 2021*).

Tabel 33: Eigenschappen kalkhennep (*Kalkhennep gestort, 2020*)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse B-s2, d0
Thermische geleidbaarheid	0.056 W/(m · K)
Soortelijke dichtheid	240 – 260 kg/m ³



Houtwolcement elementen

Deze platen worden gemaakt door houtsnippers en cement met elkaar te mengen. Het wordt gebruikt om prefab binnen- of buitenwanden, dakplaten of plafondplaten te fabriceren. Het dient als isolatiemateriaal en tevens ook als draag element. De prefab elementen kunnen in de fabriek al afgewerkt worden met kozijnen en stucwerk (*Reese projects, z.j.*).

Afwerkingen

Gipsplaten

Gipsplaten zijn gemaakt van gips en karton. Gipsplaten zijn er in verschillende diktes en afmetingen. Ook kunnen ze voor verschillende ruimtes gebruikt worden. Een gipsplaat heeft normaal een dikte van 12.5 of 9.5 mm en een breedte van 600 of 1200 mm. De 600mm of 1200 mm is gebaseerd op het hart op hart afstand van de dragende constructie.

Door de samenwerking van Knauf en new horizon worden de oude platen gedemonteerd in een te slopen gebouw. En deze platen worden gebruikt als eerste laag, en hierover komt een nieuwe laag met platen. Dit zodat het voldoet aan de huidige eisen (*Knauf, z.j.*).

Tabel 34: Eigenschappen gipsplaten (Technisch blad Knauf A-plaat De standaard gipskartonplaat, 2017)

Eigenschappen	
Brandveiligheid	Brandklasse A2-s1, d0
Thermische geleidbaarheid	0.21 W/(m · K)

Leem stuc

Leemstuc wordt gemaakt door leem te mengen met een bindmiddel zoals stro, zand of zaagsel. Leem is een natuurproduct waar alle grondstoffen uit de grond gewonnen worden. Leem is ook brandwerend, hierdoor wordt het gebruikt voor het brandwerend maken van stro gebouwen. Leem is zowel geschikt voor het interieur als de buitengevel afwerking. Als de buitengevel bekleed wordt met leem dan dient dit gedaan te worden met stroken van 60cm hoogte. Hierna dient het een paar dagen te drogen. Bij het interieur kan het gebruikt worden voor de afwerking of voor de dragende constructie.

Leemstuc heeft een geringe akoestische demping. Hierdoor kan het de akoestiek verbeteren in een ruimte. Verder heeft het een regulerend vermogen, dit wil zeggen dat het vocht opneemt en afgeeft (Hemert, 2019). Er zijn wel enkele nadelen aan leem. De eerste is dat het langzaam droogt, hierdoor kan het wel 6 tot 9 maanden duren voordat het volledig uitgehard is. De tweede is dat het met de hand aangebracht dient te worden, hierdoor is het een arbeid intensief proces (*Leem, 2020*).

Transport

Kalkhennep en hennepbeton

Doordat de kalkhennep in bigbags afgeleverd wordt is het door een heftruck of autolaadkraan te lossen. En hennepbeton wordt in losse bestanddelen aangeleverd of in kant en klare vormen. Als het in de vorm van frame afgeleverd wordt is het raadzaam om het lossen met een verreiker of zelfs een kraan te doen.

Strobalen

Strobalen worden als geheel op de bouwplaats gelost. Hier kunnen ze door middel van een heftruck of autolaadkraan gelost worden en opgeslagen worden. De balen kunnen met de hand of door middel van een opperkraan gestapeld worden.



Gipsplaten

Gipsplaten worden door een vrachtwagen met autolaadkraan gelost, eventueel zelfs op hoogte en uitgelopen naar de juiste ruimte. De platen worden in het gebouw met de hand verplaatst of met een palletwagen. Het is belangrijk dat de platen afgedekt worden als ze buiten liggen, want zodra de platen nat worden dan kunnen de platen weggegooid worden.

Leemstuc

Doordat het leemstuc in bigbags afgeleverd wordt is het door een heftruck of autolaadkraan te lossen. In het gebouw kan het met de heftruck of ladderlift naar de juiste locatie/ hoogte gebracht worden.



Bijlage 15: Demontabele verbindingen

In dit hoofdstuk staan verschillende materialen uitgelicht met verschillende demontabele verbindingen. Deze verbindingen kunnen eenvoudig los gemaakt worden door ze van elkaar te halen of door eerst een beveiliging eruit te halen. De verbindingen zorgen ervoor dat de materialen als geheel hergebruikt kunnen worden.

Hout

Hout is een veelzijdig product dat veel mogelijkheden heeft om demontabel te verbinden. Bekende methodes zijn afkomstig van de Japanse houtverbindingen.

WOODinc

Bij dit systeem wordt gebruik gemaakt van een stalen pen en gat verbinding. Dit bestaat uit een stalen haak, deze haak valt in de ingefreesde inkeping in de kolom/ ligger. Deze wordt geborgd door een plastic dekseltje, wat ervoor zorgt dat de haak niet omhoog kan komen. In de kopse kant van de balk is een sleuf gefreesd. En in de lange zijde worden twee gaten geboord. Door het bovenste gat wordt een stalen pen geslagen, hierdoor kan de balk op het stalen hulpstuk gelegd worden. Door een pen te slaan door het onderste gat in de balk, is deze ook weer geborgd.

Verder zijn er nog veel meer mogelijkheden in demontabele verbindingen. Het totale pakket wordt met tekeningen en inkepingen afgeleverd. Hierdoor is het een bouwpakket wat in een relatief korte tijd opgebouwd kan worden, maar ook weer afgebroken kan worden mits de andere onderdelen ook demontabel zijn (*Hoe werkt het?*, 2021).



Figuur 47: WOODinc verbinding, z.j.

Tabel 35: Voor- en nadelen van WOODinc

Voordeel	Nadeel
Demontabel te verbinden	Duurder dan een balkdrager
Wordt afgeleverd als een bouwpakket	
Korte bouwtijd	
Aardbeving bestendig tot 8,2 op de schaal van richter	
Overspanningen tot wel 8 meter mogelijk	
Mogelijk tot ongeveer 5 bouwlagen	



Houtverbindingen

Onderstaande verbindingen zijn voornamelijk afkomstig uit de Japanse cultuur. Hier wordt veel gebruik gemaakt van houten verbindingen, omdat enkele gebieden veel last hadden van aardbevingen. En een houten huis is makkelijker te vervangen en door de juiste verbindingen te gebruiken is het beter bestand tegen aardebevingen.

Las

Hout kan verlengd worden door gebruik te maken van een las. Dit wil zeggen dat beide balken ingekeperd worden en op elkaar komen te liggen en samen een balk vormen. Deze las kan door middel van: schroeven, spijkers, bouten of houten pennen vastgezet worden.

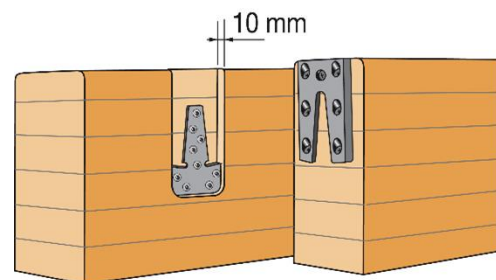
Ook is het mogelijk om de las vast te maken door een stalen hulpstuk te gebruiken, deze wordt vastgezet op de plaats van de las. Deze maakt de las stevig en demontabel, mits de juiste verbinding gebruikt wordt.

Een las kan zowel voor een horizontale als verticale verbinding gebruikt worden.

Opleggingen

Een balk kan op of in een andere balk gelegd worden door verschillende manieren. Dit kan bijvoorbeeld door ze koud op elkaar te leggen of door de een in de ander te laten verzinken. Het verzinken kan weer op verschillende manieren gedaan worden. Het is raadzaam om de verbindingen niet te verlijmen, hierdoor is het moeilijker tot niet te demonteren.

Ook hier heb je stalen vormen die ervoor zorgen dat de balken met elkaar verbonden worden. Deze worden ook wel balkdragers of balkschoentjes genoemd. Deze worden aan de bovenzijde of aan de binnenzijde bevestigd, waardoor de andere balk erin valt. Een voorbeeld hiervan is het aluminium/stalen verborgen zwaluwstaartverbinding. Deze bestaat uit twee delen, het eerste deel wordt in een inkeping bevestigd en bestaat uit een soort van messing. Het tweede deel dient tegen de balk geschroefd te worden, en bestaat uit een omgekeerde V. Zie afbeelding 48. Deze delen vallen in elkaar en zijn niet zichtbaar, maar hierdoor kunnen de balken wel hergebruikt en makkelijk gedemonteerd worden.

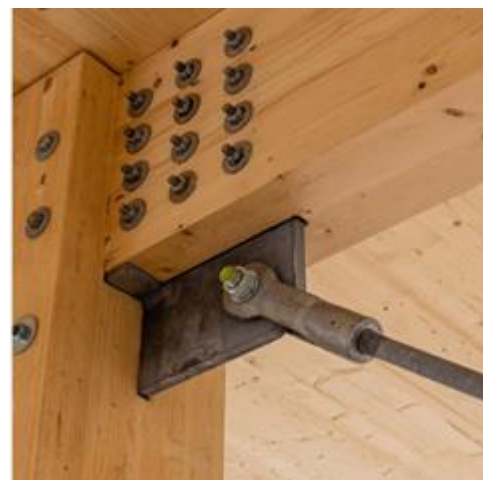


Figuur 48: Zwaluwstaartverbinding verborgen aluminium, 2021

Haakse verbindingen

Haakse verbindingen kunnen zowel horizontaal als verticaal met elkaar verbonden worden. Horizontale verbindingen worden voornamelijk gebruikt in hoeken en de verticale bij een ligter met kolom aansluiting.

Enkele voorbeelden van verticale aansluiting zijn: pen en gat, ingelaten balk en kolomsteunen. Er zijn natuurlijk nog veel meer verbindingen mogelijk. Bij de hedendaagse houtbouw wordt gebruik gemaakt van een ingelaten balk of stalen plaat die de onderdelen verbindt. Deze onderdelen worden door middel van bouten aan elkaar verbonden. Door de bouten weer los te draaien kan de constructie ook ergens anders weer gebruikt worden.



Figuur 49: Houtverbinding, 2021



Voor de verticale verbindingen zijn ook stalen verbindingen mogelijk om de constructie met elkaar te verbinden. Zie afbeelding 49.

Enkele voorbeelden van horizontale aansluiting zijn: halfhouts, verstek met lip, zwaluwstaart of tandverbinding. Deze verbindingen kunnen doormiddel van schroeven, bouten of een pen vastgezet worden. Verlijmen is ook mogelijk, alleen daarna is het niet meer makkelijk te demonteren. Er zijn natuurlijk nog veel meer verbindingen mogelijk. Ook is het afhankelijk van de situatie, wensen en het bouwwerk.

Respace

Respace is een bedrijf dat houten constructies maakt van gelamineerd hout. Deze constructie is een modulaire en demontabele oplossing voor het herbestemmen van oude panden. De constructie is ontworpen als een puzzel, dit is gedaan door gebruik te maken van Japanse houtverbindingen en hierdoor is er geen lijm nodig. De constructie is eenvoudig en in een relatief korte tijd op te bouwen. Ook kunnen de technische installaties al verwerkt worden in de panelen of vloeren (*Respace: Een revolutionair bouwsysteem*, 2020).

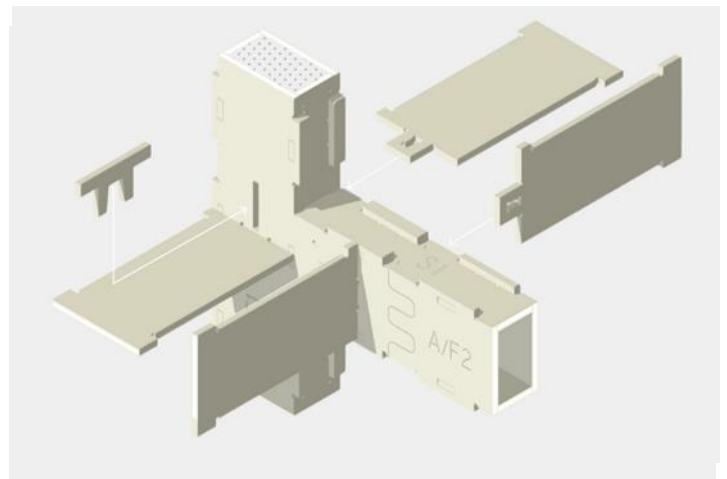


Figuur 50: Respace: Ligger op kolom aansluiting. (2020, april)

Wikihouse

Wikihouse is een onlinebibliotheek. In deze bibliotheek staan verschillende ontwerpen van of voor zelfbouwers. De zelfbouwer kan hiermee een eigen huis ontwerpen en laten frezen. Deze persoon kan zelf ook het huis in elkaar zetten met behulp van een paar andere. Het is meer de Ikea van de woningbouw. De onderdelen dienen aan elkaar geschroefd te worden en hierbij is het ook volledig demontabel.

In afbeelding 51 is te zien hoe een wikihouse opgebouwd wordt. Het bestaat dus uit allemaal losse onderdelen die op de bouwplaats in elkaar gezet dienen te worden (*WikiHouseNL – Open Source Zelfbouw*, z.j.).



Figuur 51: Wikihouse bouwknop. (2017, 31 januari)



Staal

Staal kan op verschillende manieren verbonden worden met elkaar. In deze paragraaf worden enkele mogelijkheden beschreven en er wordt gekeken naar hoe demontabel het is. Ook is het van belang om rekening te houden met de brandwerende bekleding die toegepast wordt. Hierdoor moeten de demontabele eigenschappen niet aangetast worden.

Lassen

Een staalconstructie kan met elkaar verbonden worden door de delen aan elkaar te lassen. Door delen aan elkaar te lassen ontstaat er een stevige constructie. Als de staalconstructie zichtbaar blijft, is er geen belemmering van bouten die zichtbaar zijn. Een lasnaad is relatief snel gezet, maar is wel definitief (Wouters, 2019). Er zijn verschillende manieren om te lassen, voor advies neem contact op met de staal leverancier of met een lasser die staalconstructies last.

Om de onderdelen weer te demonteren is er een slijptol of snijbrander nodig. Dit vergt ook weer extra materiaal en tijd om het te demonteren. Ook ten tijde van onderhoud of verbouwing is het moeilijker om een constructie aan te passen of te inspecteren.

Lassen is dus een hele stevige verbinding, maar demontabel in de vorm van het losmaken en precies zo hergebruiken is bij lassen niet mogelijk. Er zal dus altijd een deel verloren gaan.

Bouten

Een staalconstructie kan ook opgebouwd worden door een boutverbinding toe te passen. Dit wil zeggen dat de verbinding bestaat uit een bout met moer of een stuk draadeinde die opmaat gemaakt wordt met aan beide zijdes een moer. Het is raadzaam om de gaten van tevoren in de fabriek te laten boren, hierdoor kan de constructie relatief snel opgebouwd worden.

Een boutverbinding is flexibel, hierdoor kan het gebouw in kleine maten meebewegen met de wind. Ook is deze verbinding weer demontabel door gebruik te maken van een schroefmachine die de moeren losdraait. Ook is het makkelijker aan te passen en te onderhouden dan een las verbinding (Wouters, 2019).

Het is wel van belang dat de boutverbinding schoon en vrij van corrosie blijft, hierdoor kan de verbinding ook weer makkelijk gedemonteerd worden. Ook is het verstandig om zoveel mogelijk dezelfde bouten te gebruiken, hierdoor kan het demonteren sneller verlopen.



Opleggen

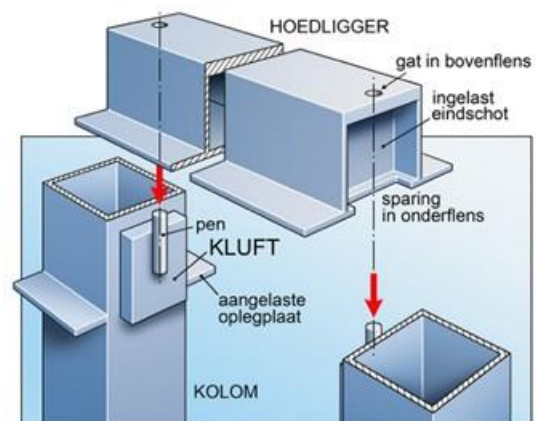
De balken kunnen ook met elkaar verbonden worden door ze op elkaar te leggen. Vanwege contactgeluid is het wel belangrijk om deze te scheiden van elkaar. Ook is het raadzaam om ze te fixeren, zodat ze niet of moeilijk kunnen gaan schuiven/ bewegen.

Door deze methode toe te passen ontstaat wel een dikkere vloer, omdat er twee liggers op elkaar liggen. Ook het leidingwerk onder de vloer dient dan onder of door de ligger te gaan.

Het is mogelijk om verschillende bevestigingsmogelijkheden eraan te laten lassen. Door bijvoorbeeld lippen eraan te lassen, is het makkelijker om ze op een muur te leggen.

THQ liggers/ kluftverbinding

Deze verbinding bestaat uit een U profiel met aan de onderzijde een plaat aangelast die breder is dan de kolom. Op de plaat kan een betonvloer gelegd worden, hierdoor is de staalconstructie al op drie plaatsen beschermd tegen brand. Aan de kopse kanten van de ligger is de plaat een stuk teruggehouden en zit er in de bovenzijde een gat. Aan de kolom zit een blok met een pen eraan, hierover kan de ligger geschoven worden. Door deze methode zit de ligger op zijn plaats en is deze weer gemakkelijk te demonteren. Mits de betonvloer losligt van de staalconstructie (*Hoedligger*, *THQ-ligger*, z.j.).

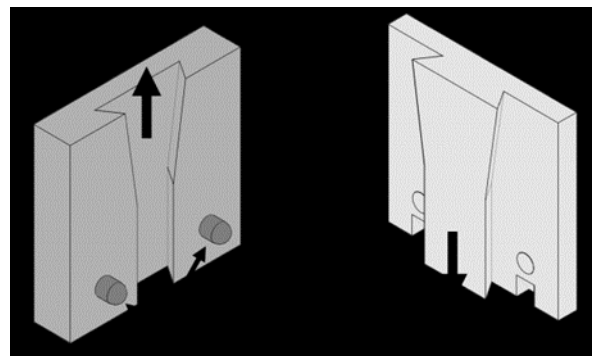


Figuur 52: Hoedligger. (z.j.)

Snap fit verbinding

Deze is vergelijkbaar met de verborgen zwaluwstaart verbinding bij hout. Deze bestaat uit twee platen, waarvan een op de kolom gelast wordt en de ander op de kopse kant van de ligger. Door deze verbinding vallen de platen in elkaar en kunnen ze weer gemakkelijk gedemonteerd worden. Deze kunnen geborgd worden door een bout door beide platen vast te zetten. Zie afbeelding 53.

Tussen beide platen is speling om eventuele windkracht en wrijving op te vangen. Deze verbinding is in verschillende diktes en afmetingen te verkrijgen. Ook zijn er mogelijkheden waar twee zwaluwstaarten gebruikt kunnen worden.



Figuur 53: Snap-fit verbinding. (z.j.)



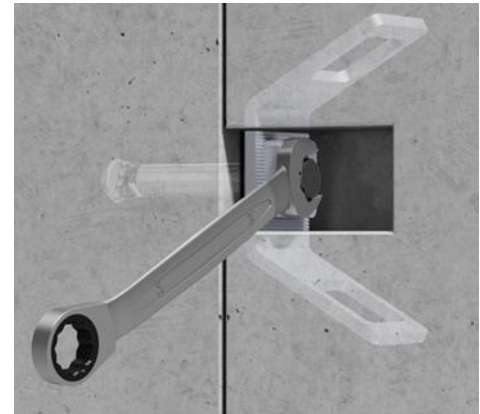
Beton prefab elementen

Prefabbeton elementen kunnen op verschillende manieren verbonden worden met elkaar. In deze paragraaf worden enkele mogelijkheden beschreven en er wordt gekeken naar hoe demontabel het is. Ook is het van belang om rekening te houden met de brandwerende bekleding die toegepast wordt. Hierdoor moeten de demontabele eigenschappen niet aangetast worden.

Verbinding voor prefabbeton elementen

Deze verbinding is bedoeld voor het koppelen van prefabbeton elementen. Bijvoorbeeld bij een wand met kolom aansluiting. In de kolom wordt een anker met schroefdraad aangebracht tijdens het storten. In de wand wordt een verbindingsplaat ingestort. Deze verbinding kan gekoppeld worden door een bout door de verbindingsplaat te steken en vast te draaien in het anker.

Deze methode zorgt ervoor dat de elementen snel met elkaar gekoppeld kunnen worden. Ook kunnen ze gemakkelijk gedemonteerd worden, mits de sparring vrijgehouden wordt.



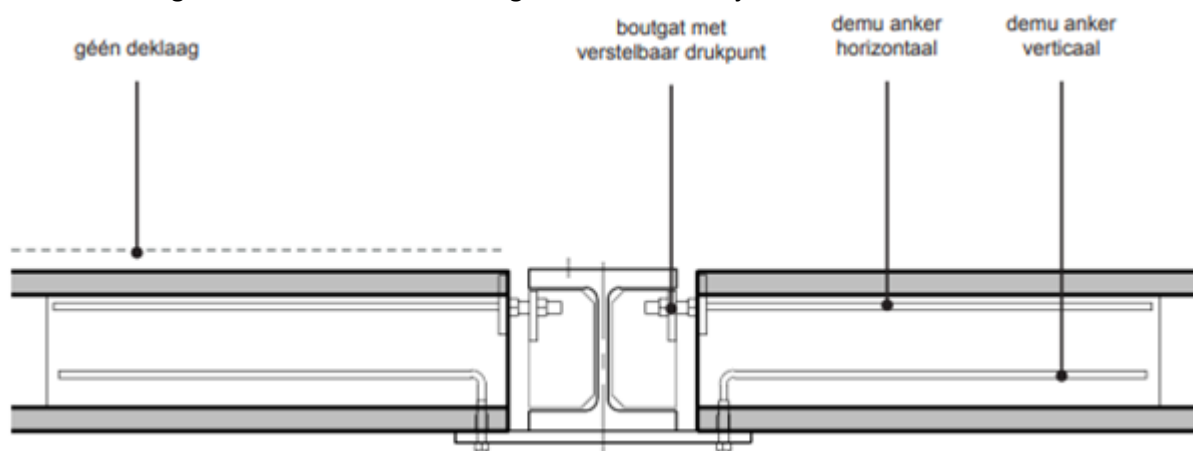
Figuur 54: Prefab Verbinding. (z.j.).

Op afbeelding 54 is de prefab verbinding van Halfen te zien. De elementen dienen minimaal een dikte te hebben van 100mm. Verder kunnen ze op verschillende manieren en afmetingen gebruikt worden *HALFEN - prefab verbinding*. (z.j.).

Staal met beton vloer

Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een THQ-ligger. Aan de zijkanten van de ligger zijn stelankers gelast. Deze zorgen ervoor dat de ligger op de juiste afstand van de vloer ligt. In de vloer zijn sleuven gefreesd waar een staalplaat met wapening in gelegd wordt en ankers in de onderzijde van de vloer. Deze sleuf wordt later weer vol gestort. De vloer wordt door middel van bouten aan de onderzijde van de ligger vastgemaakt. Zie afbeelding 55.

Deze methode kan ook weer gedemonteerd worden, mits deze niet volgestort worden. Door deze boutverbinding kan de constructie ook hergebruikt worden bij een andere bouw.



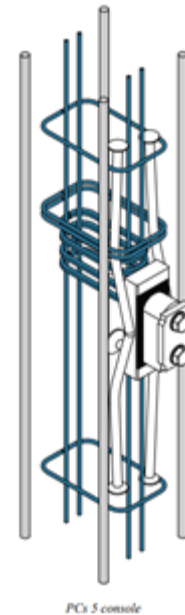
Figuur 55: Staal met betonvloer verbinding, z.j.



Prefabbeton verbinding

Deze methode bestaat uit een combinatie van een zwaluwstaartverbinding met een THQ-ligger. De opleg constructie wordt aan de wapeningskorf geknoopt. Zodra de kolom op de bouwplaats aankomt dient de kop erop bevestigd te worden, deze kan nog gesteld worden. Over deze kop valt de ligger. Op deze ligger kan de vloer gelegd worden. Door de hele constructie op te bouwen uit deze methode, kan de constructie volledig hergebruikt worden bij een andere bouw. Ook kan deze methode snel in elkaar gezet worden.

Op afbeelding 56 is de PCs 5 console te zien van Peikko. Dit bedrijf heeft deze console in verschillende maten en vormen ter beschikking. Ook hebben ze nog verschillende andere consoles voor een volledig demontabele constructie op te bouwen (*PCs 5 Console*, 2021).



Figuur 56: Opleg constructie. (z.j.)

Vloer

Installatievloer

Deze vloer bestaat uit een stalenframe die op poten staat. Door deze poten is er genoeg ruimte voor installaties en bekabeling. Op dit stalenframe komen platen te liggen die dienen als vloer. Deze platen zijn verkrijgbaar in verschillende opties en afwerkingen. Ook zijn er accessoires om op de vloer te komen.

Doordat de vloer bestaat uit een frame, is de vloer volledig demontabel. Deze is ook makkelijk aanpasbaar.

Onder de meeste panelen zit een staalplaat die de vloer beschermd tegen brand. Onder de andere vloeren zit een aluminiumfolie. De vloeren zijn minstens 30 minuten brandwerend (ebbersmedia, z.j.).

Fermacell droogvloersysteem

Fermacell is een fabrikant van vloerelementen, voor het verbeteren van de geluidsisolatie. De elementen zijn geschikt voor zowel op beton- als houten vloeren. Deze platen bestaan meestal uit twee lagen. De onderste laag is gemaakt een isolerend materiaal, zoals: vilt, minerale wol en EPS. De bovenste laag bestaat uit een gipsvezelplaat met de keuze uit verschillende diktes. Deze lagen worden verlijmd tot een plaat, die beschikt over lippen aan de zijdes. Door deze lippen ontstaat er een geheel. De platen worden verlijmd en door schroeven of nieten bevestigd aan elkaar (*fermacell droogvloersystemen - Producten*, z.j.).

Om tot een demontabele vloer opbouw te komen zijn er twee mogelijkheden. De eerste versie bestaat uit de meeste handelingen en is arbeidsintensiever. Deze handelingen zijn samengevat:

- De vloer voorzien van een folie
- De vloer egaliseren met isolatiekorrels of vlokken
- OSB platen, houten vloer of fermacell platen leggen
- Als er gekozen is voor OSB platen of een houten vloer is het ook mogelijk om deze te isoleren door gebruik te maken van pavatherm profielen met isolatie ertussen.
- De laatste laag is de vloerafwerking



De tweede versie is:

- Honingraatelementen leggen
- Honingraat vullen met isolatiekorrels of vlokken
- OSB platen, houten vloer of fermacell platen leggen
- Als er gekozen is voor OSB platen of een houten vloer is het ook mogelijk om deze te isoleren door gebruik te maken van pavatherm profielen met isolatie ertussen.
- De laatste laag is de vloerafwerking

Het is mogelijk om de platen rechtstreeks op de vloer te leggen, zonder deze te eerst te egaliseren. Het advies is dan wel om deze niet te verlijmen op de vloer, in verband met het demontabele vloersysteem.

Tabel 36: Voor- en nadelen van fermacell vloeren

Voordeel	Nadeel
Geen droogtijd	Dikkere opbouw
Verhoogt brandweerstand	Zware platen
Geschikt voor droog vloerverwarmingssysteem	Duurder in aanschaf
Leidingwerk in egalisatie laag	
Vochtregulerend	

Zwevende dekvloer

Een zwevende dekvloer is een vloer die niet verbonden is met de constructie. Het zwevend aanbrengen van de dekvloer, wordt gedaan door een bak te creëren van isolatie. Deze bak dient natuurlijk wel waterdicht te zijn, anders gaat de isolatie omhoogkomen (*zwevende dekvloer*, *zwevende vloer*, z.j.).

Het leidingwerk kan op twee manieren bevestigd worden, beide manieren zijn niet idealiter ten tijde van aanpassingen. De eerste optie is om het leidingwerk onder de isolatie te leggen. De kans op beschadiging aan het leidingwerk tijdens het boren in de vloer is hierdoor kleiner. Als de leidingen aangepast moeten worden dan moet het complete pakket er deels uit gehaald worden.

Een andere optie is om het leidingwerk op de isolatie te bevestigen. Een nadeel hiervan is wel dat de dekking op sommige plaatsen minder wordt, hierdoor is er misschien een dikkere dekvloer nodig.

Een voordeel is wel dat de vloer makkelijker aan te passen is, maar de kans op beschadiging van het leidingwerk is ook groter.

Op de isolatie kan ook de vloerverwarming bevestigd worden. Een nadeel van het plaatsen van leidingwerk op de isolatie is dat de dekvloer vol zit met leidingen en hierdoor meer arbeid nodig is om het te recycelen.

De dekvloer wordt afgestort met een anhydriet of beton. Op de afgestorte laag komt de vloerafwerking te liggen. Het is raadzaam om wapening onder in de afgestorte laag te leggen. Hierdoor is de kans op scheuren kleiner.

Er bestaat ook nog een andere versie van een zwevende dekvloer. Deze is geschikt voor het verbeteren van de akoestische eisen van een bestaande vloerconstructie, zonder deze zwaar te belasten. Deze vloer wordt voornamelijk toegepast in: bioscopen, theaters, studio's en sportzalen. Een fabrikant van deze vloer is Mavotrans.



Deze vloer bestaat uit de volgende handelingen

- De rubberen pads worden op de vloer bevestigd
- Tussen deze pads komt isolatie te liggen.
- Op de pads komt een plaat te liggen die dient als bekisting.
- Op de plaat wordt een folie gelegd die er een bak van dient te maken.
- Tegen de zijanten wordt een randstrook geplaatst.
- Op de folie worden afstandhouders met wapening erop geplaatst.
- Als laatste wordt de vloer afgestort en afgewerkt.
- Nadat de vloer droog is kan de vloerafwerking erop.

Er is ook een mogelijkheid om in plaats van de pads gebruik te maken van veren. Deze komen dan in de plaats van de pads te liggen (*Mavo-dBreak Isofloat*, 2021).

Het grote voordeel van een zwevende dekvloer is dat het de onderliggende constructie niet aantast. Hierdoor is deze demontabel en volledig herbruikbaar.



Bijlage 16: Transport

In dit hoofdstuk vindt u oplossingen om de materialen horizontaal en verticaal te transporteren. Deze oplossingen zijn geselecteerd aan de hand van duurzaamheid en functionaliteit.

Steigers

Steigers kunnen gebruikt worden voor zowel horizontaal als verticaal transport. Steigers kunnen in combinatie met liften gebruikt worden, dit om materialen makkelijk en snel naar een bepaalde hoogte te brengen. Volgens ("Steigertypen, -toepassingen en onderdelen | Steigerwijzer", 2018) zijn er vier type steigers, deze worden hieronder behandeld. Ook is er nog een verrijdbare steiger, dit is de rolsteiger.

Traditionele steiger



Figuur 57: Steigerbuis met klem, 2021

Traditionele steigers bestaan uit buizen, koppelingen en planken. De buizen zijn thermisch verzinkt om corrosie tegen te gaan. Ze zijn verkrijgbaar in verschillende lengtes namelijk: 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 en 6.0 meter. Door gebruik te maken van laskoppeling of door het Tube-Lock systeem zijn de lengtes te verlengen. De buizen zijn universeel bruikbaar, dit wil zeggen dat ze gebruikt kunnen worden voor staanders maar ook voor liggers.

De buizen zijn door middel van koppelingen met elkaar te verbinden. Zie Afbeelding 57.

De koppelingen worden door middel van een spie of een bout bevestigd. Er zijn ook nog draaikoppelingen, deze worden over het algemeen gebruikt om diagonale te bevestigen.

De planken worden gebruikt om werkvloeren te creëren. De planken zijn van hout en hebben een standaardlengte van 5 meter. De planken zijn in elke gewenste lengte te verkrijgen. Er zijn speciale windankers die ervoor zorgen dat de planken blijven liggen ten tijde van een hoge windkracht.

Enkele leveranciers van traditionele steigers zijn: Tube-Lock en BSL. Bij Tube-Lock draai je de buizen in elkaar om ze te verlengen, door middel van koppelingen wordt het een geheel. Bij BSL maken ze gebruik van koppelingen met bouten. Door deze bout vast te draaien komt de koppeling vast te zitten met de ligger.

Beide leveranciers hebben ook speciale onderdelen, om speciale constructies te realiseren. Een voorbeeld hiervan is een metselboy, deze kan aan een staander bevestigd worden zodat de metselaar op de juiste hoogte staat om verder te metselen.

De traditionele steiger wordt nog veel toegepast, mede doordat het makkelijk aan te passen is door de losse koppelingen. En omdat de buizen van staal zijn en hierdoor een lange tijd meegaan.

Tabel 37: Voor- en nadelen van traditionele steiger

Voordeel	Nadeel
Weinig gereedschap nodig	Langzamer op te bouwen en te demonteren
Geschikt voor renovatieprojecten	Veel materiaal nodig
Makkelijk aanpasbaar	
Mogelijkheid tot aluminium onderdelen	



Systeemsteiger



Figuur 58: Layher steigerbuis, 2019

Systeemsteigers bestaan uit: staanders, liggers met hierop planken of steeldecks. De staanders zijn verkrijgbaar in verschillende lengtes opgaande met 50 centimeter. Dit omdat er om de 50 centimeter een rozet zit. Op deze rozet zitten acht openingen die gebruikt kunnen worden om een ligger te bevestigen. Zie afbeelding 58. De staanders hebben aan de bovenzijde een dunne buis erin zitten, hierdoor kan de volgende staander er overheen vallen en door middel van een bout geborgd worden.

De liggers hebben vaste maten en zijn hierdoor niet te verlengen. Ze hebben aan beide zijdes een spie zitten om de kop te kunnen bevestigen aan de rozet. De diagonale bevatten een draai kop, zodat ze in iedere gewenste situatie geplaatst kunnen worden.

De vloeren die gebruikt kunnen worden zijn houten planken van verschillende lengtes Of steeldecks. Deze hebben een vaste maat en passen precies tussen of op twee liggers.

Een bekende leverancier van systeemsteigers is Layher. Zij hebben ook nog speciale onderdelen om bijvoorbeeld: overspanningen te kunnen realiseren, maar ook losse rozetten om een tussenslag te bouwen.

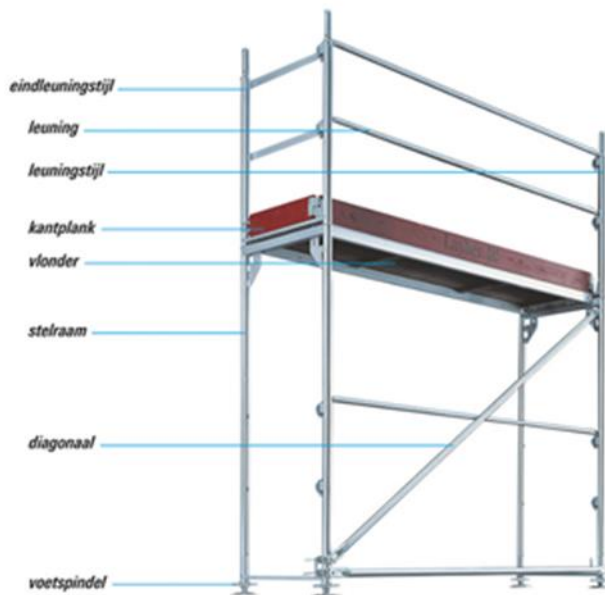
Systeemsteigers zijn eenvoudig in elkaar te zetten, door een hamer en een waterpas te gebruiken. Doordat de rozet acht openingen heeft is de ligger onder bijna elke hoek te bevestigen. Ook zijn systeemsteigers te verkrijgen in aluminium, hierdoor zijn ze een stuk lichter dan de stalen versie.

Tabel 38: Voor- en nadelen van systeemsteiger

Voordeel	Nadeel
Snel op te bouwen en te demonteren	Vaste maten
Weinig gereedschap nodig	
Weinig materiaal nodig	
Geschikt voor renovatieprojecten	
Makkelijk aanpasbaar	
Licht van gewicht	
Kans op fouten klein	



Framesteiger



Framesteigers bestaan uit stelraamframes en vloerdelen. De stelramen zijn twee staanders met boven en onder een ligger ertussen die vast gelast is. Boven op de staanders zitten dunnere buizen, hierdoor zijn ze gemakkelijk door te stapelen. Ook deze worden door de bevestiging geborgd met een bout of borgpen. Op de staanders zitten ook al plaatsen waar de leuningen aan bevestigd kunnen worden. Aan de staander zit een kom met spie en hierin valt de pin van de leuning. En door de spie vast te slaan komt de leuning tussen de staander en de spie vast te zitten.

Figuur 59: Layher Blitz, 2020

De vloerdelen hebben vaste maten en passen hierdoor precies tussen de staanders. De vloerdelen bestaan uit een frame met hierop een plaat bevestigd. In deze delen kan ook al een sparing zitten voor een ladderopgang.

Een bekende leverancier van een framesteiger is Layher en dan met de Layher blitz. Zie afbeelding 59. Het systeem kan van staal of van aluminium gemaakt worden. Het stelraam heeft een standaardbreedte van 73 centimeter. Hierdoor is uitermate geschikt voor renovatie- en binnenstedelijke projecten waar weinig ruimte is. Ook is de steiger volledig dicht te maken, waardoor het uitermate geschikt is voor stuc- en schilderwerk. Door het eenvoudige systeem is het snel in elkaar te zetten en uit elkaar te halen.

Tabel 39: Voor- en nadelen van framesteiger

Voordeel	Nadeel
Snel op te bouwen en te demonteren	Moeilijk aanpasbaar
Weinig gereedschap nodig	Vaste maten
Weinig materiaal nodig	
Geschikt voor renovatieprojecten	
Licht van gewicht	



Jukkensteiger

Een jukkensteiger bestaat uit: jukken, buizen, koppelingen en planken. Een jukkensteiger is een combinatie tussen een traditionele steiger en een framesteiger. Want de jukken dienen als frame en door de buizen en koppelingen wordt het een geheel.

Een juk bestaat uit twee staanders met boven in een ligger. Op deze ligger zitten al koppelingen vast gelast. Zie afbeelding 40. Door buizen in de koppelingen te leggen verbinden de jukken met elkaar tot een geheel. De jukken dienen op elkaar gestapeld te worden via hetzelfde systeem als de framesteiger.

De buizen en koppelingen zijn hetzelfde als bij een traditionele steiger. Ook wordt er op deze steiger gebruik gemaakt van steigerplanken.

Een jukkensteiger kan relatief snel opgebouwd worden. Doordat de jukken al een goede basis bieden.



Figuur 60: Jukkensteiger, 2021

Tabel 40: Voor- en nadelen van jukkensteiger

Voordeel	Nadeel
Snel op te bouwen en te demonteren	Veel materiaal nodig
Weinig gereedschap nodig	Moeilijk aanpasbaar



Rolsteiger

Een rolsteiger is een steiger die bestaat uit frames, werkvloeren en schoren. Een rolsteiger is verrijdbaar en hierdoor is hij voor binnen- en buitengebruik zeer handig. Zie afbeelding 61.

Een rolsteiger kan opgebouwd worden tot een gewenste hoogte. En is gemaakt van aluminium onderdelen. Hierdoor is het licht en makkelijk te vervoeren op een aanhanger.



Tabel 41: Voor- en nadelen van rolsteiger

Figuur 61: Rolsteiger, 2021

Voordeel	Nadeel
Snel en makkelijk op te bouwen	Minstens twee man nodig voor de opbouw
Geschikt voor hoge ruimtes	Minder stabiel bij grote hoogtes
Zowel voor binnen als buiten geschikt	
Licht in gewicht	
Makkelijk te vervoeren en verplaatsen	



Liften

Liften worden gebruikt om mensen of goederen naar een bepaalde hoogte te brengen. Liften zijn dus onderdeel van verticaal transport. Een lift wordt voornamelijk gebruikt in combinatie met een steiger.

De lift mag niet aan de steiger verankerd worden, omdat de steiger hier niet op berekend is ("4.8 Bouwliften", 2021). Hij dient dus aan een achterliggende constructie verankerd te worden.

Personen/ goederenlift

Een personenlift is erop gemaakt om personen en eventueel klein materiaal naar een bepaalde hoogte te brengen. Alle liften hebben een maximale hefcapaciteit, dat varieert per lift en mag nooit overschreden worden. De lift dient te allen tijde door een liftmonteur opgebouwd te worden.

Een personenlift heeft ook altijd een soort kooi, om de personen te beschermen tegen vallend puin. Het dak bestaat dan meestal ook uit een dichte plaat. Een personenlift is ook altijd vanuit de liftkooi te besturen.

Er zijn ook smallere liften op de markt, deze zijn geschikt voor bouwplaatsen met weinig ruimte. De hefcapaciteit van de lift is wel minder dan een normale lift.



Figuur 62: Personen/ goederenlift, 2020

Tabel 42: Voor- en nadelen van personen/ goederenlift

Voordeel	Nadeel
Geschikt voor personen en goederen	Dient door een monteur opgebouwd te worden
Kan veel gewicht hebben	
Geschikt voor kleine bouwplaatsen	
Geschikt voor hoogbouw	



Materialenlift

Een materialenlift is een lift bedoeld om materiaal naar een bepaalde hoogte te brengen. Deze liften zijn alleen bedoeld om materiaal naar boven te brengen. Het dus ten strengste verboden om deze als personen lift te gebruiken.

Er zijn verschillende materialenliften op de markt met verschillende hefcapaciteiten en afmetingen. De smallere zijn weer handig op kleine bouwplaatsen, omdat hier meestal weinig plaats is. En op de grotere bouwplaatsen zijn meestal de zwaardere en grotere liften, omdat hier via liften veel materiaal en gereedschap naar boven gedaan wordt.

De materialenliften beschikken niet over een dak, want ze worden ook gebruikt voor lange materialen. Een voorbeeld hiervan is: panlatten, metal stud profielen en planken. Hiervoor zijn ook speciale hulpstukken die ervoor zorgen dat de lange lengtes niet in de mast komen. Zie figuur 63.



Figuur 63: Goederenlift, 2020

Tabel 43: Voor- en nadelen van materialenlift

Voordeel	Nadeel
Kan veel gewicht hebben	Alleen geschikt voor materiaal
Geschikt voor kleine bouwplaatsen	Dient door een monteur opgebouwd te worden
Geschikt voor hoogbouw	



Ladderlift

Een ladderlift staat ook wel bekend als pannenlift. Dit omdat dakdekkers dit soort liften gebruiken om de dakpannen omhoog te doen. Er zijn verschillende ladderliften op de markt, de keuze is afhankelijk van de hoogte die het dient te bereiken, de mogelijke stroomvoorzieningen en het hefvermogen wat deze moet hebben.

Er is ook nog een speciale ladderlift voor zonnepanelen, deze heeft een andere bak die omhooggaat. En op de bak zit een klem bevestigd om het paneel mee vast te klemmen.

Een ladderlift is snel en makkelijk op te bouwen. Ook is het erg licht hierdoor is hij makkelijk te vervoeren. De grotere ladderliften zitten meestal al op een chassis. Hierdoor kan na het inklappen de lift aan de auto gekoppeld worden als een aanhanger.



Figuur 64: Solarlift, 2020

Tabel 44: Voor- en nadelen van ladderlift

Voordeel	Nadeel
Makkelijk in elkaar te zetten	Beperkt in hoogte
Makkelijk te vervoeren	Laag hefgewicht
Goedkoper dan een kraan	



Heftruck

Een heftruck is een voertuig dat gebruikt wordt om materiaal te verplaatsen en eventueel naar een bepaalde hoogte te tillen. Er zijn verschillende soorten heftrucks het verschil kan zitten in: de banden, hefvermogen, hefhoogte en brandstof.

Per bouwplaats verschilt het welke het meest geschikt is. Dit doordat het terrein overal anders is, en omdat er overal andere behoeftes zijn.



Figuur 65: Heftruck, 2020

Tabel 45: Voor- en nadelen van heftruck

Voordeel	Nadeel
Geschikt voor ruw terrein	Kan alleen tillen/hijzen
Hoge hijslast	Speciaal certificaat voor nodig
Makkelijk in gebruik	
Mogelijkheid tot volledig elektrische gebruik	

Verreiker

Een verreiker is een voertuig dat een combinatie is van een heftruck en een kraan. Dit omdat het materiaal kan verplaatsen en het kan zich ook afstempelen en materiaal op een bepaalde hoogte neer zetten.

Welke verreiker het meest geschikt is per bouwplaats ligt aan: de benodigde reikwijdte, hefcapaciteit en de werkzaamheden die uitgevoerd dienen te worden.

Er zijn al enkele verreikers op de markt die volledig elektrisch of hybride zijn. Deze bieden de oplossing op bouwplaatsen die te maken hebben met de stikstof regeling. Er zijn ook verreikers met een roterende kop. Dit wil zeggen dat de lepels ook kunnen draaien, hierdoor kan hij makkelijk materiaal oppakken en neer zetten.



Tabel 46: Voor- en nadelen van verreiker

Figuur 66: Verreiker, 2016

Voordeel	Nadeel
Makkelijk in gebruik	Duurder dan een heftruck
Snel draai klaar	Alleen verkrijgbaar met lucht banden
Mogelijkheid tot volledig elektrische gebruik	
Lange reikwijdte	
Makkelijk verplaatsbaar	



Hoogwerker

Een hoogwerker is een voertuig dat bedoeld is om werkzaamheden op hoogte veilig uit te voeren. Er zijn twee verschillende soorten hoogwerkers. De eerste is een schaarhoogwerker deze is voornamelijk voor binnen gebruik of buiten met een stevige ondergrond. Een schaarhoogwerker kan alleen recht omhoog uitklappen. Als hij zich uitklapt dan komen onder de basis twee stabilisatoren uit, die ervoor zorgen dat de hoogwerker niet omvalt. De bak waar de personen in staan kan in de meeste gevallen uitschuiven om zo een grotere werkplek te creëren.



Tabel 47: Voor- en nadelen van schaarhoogwerker

Figuur 67:
Schaarhoogwerker, 2021

Voordeel	Nadeel
Makkelijk te verplaatsen	Niet geschikt voor ruw terrein
Werkruimte kan vergroot worden	Moet eerst zakken voor te verplaatsen
Goedkoper in huur kosten	Kan alleen recht omhoog
Mogelijkheid tot volledig elektrisch gebruik	
Geschikt voor binnen en buiten gebruik	

De tweede is een telescoophoogwerker deze heeft een telescopische arm die uit kan schuiven. Een telescopische is meer geschikt voor ruw terrein dan een schaarhoogwerker en heeft ook een langere reikwijdte. De telescopische heeft een stevigere basis en er zijn ook versies met rupsbanden. Aan het einde van de arm zit een bak, waar het personeel in kan gaan staan en de hoogwerker kan besturen. De grote van de bak is afhankelijk van de werkzaamheden.



Tabel 48: Voor- en nadelen van telescoophoogwerker

Figuur 68: Telescoophoogwerker, 2021

Voordeel	Nadeel
Makkelijk te verplaatsen	Duurder dan een schaar hoogwerker
Geschikt voor ruw terrein	Kan weinig gewicht hebben
Stevige basis	
Langere reikwijdte	
Bewegelijker	



Kraan

Een kraan is een voertuig wat tijdens het hijsen van lasten niet rond kan rijden. Het is geschikt om zware lasten over een lange afstand te verplaatsen. Er zijn vier types van kranen die in dit hoofdstuk uitgelegd worden, namelijk: telescoopkraan, torenkraan, autolaadkraan en minikraan. Welke kraan het beste past op de bouwplaats is afhankelijk van de volgende punten: de reikwijdte, de werkzaamheden, de locatie en de kosten

Telescoop kraan

Een telescoopkraan is een kraan met een telescopische giek. Dit betekent dat de giek uit kan schuiven tot een gewenste lengte. Een nadeel van een telescoopkraan is dat de machinist meestal niet kan zien wat voor last hij aanpikt. Dit omdat de giek onder een schuine hoek staat en de machinist onder in de cabine zit.



Figuur 69: Telescoop kraan, 2020

Tabel 49: Voor- en nadelen van telescoopkraan

Voordeel	Nadeel
Snel draai klaar	Machinist heeft geen goed zicht op de last
Goede mobiliteit	Moet verder van het gebouw gaan staan

Torenkraan

Een torenkraan is een kraan die bestaat uit een mast die recht omhooggaat en haaks daarop zit een giek. Een torenkraan heeft een groter bereik dan een telescoop kraan, mede doordat de machinist een beter overzicht heeft.

Er zijn twee types van een torenkraan namelijk een vaste en een mobiele torenkraan. Een vaste torenkraan is meestal te vinden op hoogbouw projecten. Dit omdat deze kraan steeds hoger gebouwd kan worden, en hierdoor mee kan gaan met het bouwproces.

Een mobiele torenkraan is een torenkraan die op een chassis zit vergelijkbaar met die van een telescoopkraan. Deze kraan kan dus zelf naar de locatie rijden en zich hier opstellen om te draaien.



Figuur 70: Torenkraan, 2021

Tabel 50: Voor- en nadelen van torenkraan

Voordeel	Nadeel
Benut beter de mastlengte	Zijn duurder dan een telescoop kraan
Goede mobiliteit	
Mogelijkheid tot volledig elektrische draaien	



Autolaadkraan

Een autolaadkraan is een kraan die vast achter de cabine van een vrachtwagen staat. Een autolaadkraan wordt gebruikt om zwaar materiaal te laden of te lossen, zonder gebruik te maken van een heftruck of kraan. Meestal zijn deze vrachtwagens te zien met containers of bouwketen achterop. Dit omdat deze aan het begin van de bouw geplaatst worden als er nog geen voorzieningen zijn.



Figuur 71: Autolaadkraan, 2018

Er zijn twee varianten van autolaadkranen, dit zijn: autolaadkranen met een bak achterop of een autolaadkraan zonder bak achterop. De tweede variant heeft dus alleen een autolaadkraan en kan alleen materiaal vervoeren door middel van een extra aanhanger.

Er zijn ook al elektrische autolaadkranen op de markt, normaal worden deze door een benzine of dieselmotor aangestuurd. Een elektrische autolaadkraan biedt een goede oplossing voor bouwplaatsen die in de binnenstad liggen en of problemen hebben met de stikstof berekening. De vrachtwagen zelf is meestal nog wel een diesel, maar hier zijn ook stikstof besparende opties voor.

Tabel 51: Voor- en nadelen van autolaadkraan

Voordeel	Nadeel
Mogelijkheid tot volledig elektrische draaien	Heeft weinig laadruimte op de vrachtwagen
Goede mobiliteit	Korte reikwijdte
Vrachtwagen met eigen hijsvoorzieningen	

Minikraan

Een minikraan is een kleine kraan die door smalle openingen kan rijden. Een minikraan is geschikt voor plaatsen waar een normale kraan niet bij kan komen. Het is ook mogelijk om deze volledig elektrisch te laten draaien. Hierdoor komen er geen giftige uitlaten vrij, wat schadelijk is voor het binnenklimaat. Een minikraan is zelfs zo klein dat hij door een deurkozijn past. Hierdoor is hij ideaal voor binnen gebruik en smalle toegangen.



Figuur 72: Minikraan, 2020

Tabel 52: Voor- en nadelen van minikraan

Voordeel	Nadeel
Past door een deurkozijn	
Klein van formaat	
Volledig elektrische hijsen	
Makkelijk manoeuvreerbaar	



Vrachtwagen

Een vrachtwagen is een voertuig dat, materiaal van de fabrikant naar de bouwplaats of naar een bouwhub vervoerd. Een vrachtwagen heeft een hoge laadcapaciteit en kan hierdoor veel materiaal in een keer meenemen. Het overgrote deel van alle vrachtwagens heeft een dieselmotor. De vrachtwagens die tegenwoordig van de band af rollen zijn een stuk zuiniger en besparen op stikstofuitstoot. Enkele oplossingen voor deze vrachtwagens staan hieronder benoemd. Er zijn enkele factoren die afhankelijk zijn voor het gebruik van een vrachtwagen, dit zijn: afstand, grote van de lading, milieuzone, oplegger en hefmogelijkheden.

De keuze van welke vrachtwagen gebruikt wordt is afhankelijk van de leverancier/ eigenaar. Als hij nog geen duurzame vrachtwagens heeft dan kan hij niet gedwongen worden om nieuwe aan te schaffen, ook aangezien ze duurder zijn dan de normale vrachtwagen.

Sommige vrachtwagens zijn al uitgerust met een kooiaap dit is een heftruck die achter op de vrachtwagen kan. Hierdoor kan de chauffeur zelf de goederen uitladen en op de goede plaats zetten.

Elektrische

De elektrische vrachtwagens zijn goede oplossingen voor de bevoorrading van milieuzones. Dit komt doordat de actieradius nog niet ver genoeg ontwikkeld is voor het hele land door te rijden. Ook is de aanschafprijs momenteel nog aan de hoge kant. De voordelen zijn wel dat ze geen uitlaatgassen uitstoten en geen geluidsvervuiling veroorzaken. Doordat ze geen geluidsvervuiling uitstoten zijn ze ook geschikt om tijdens geluid restricties te rijden. En doordat ze geen uitlaatgassen uitstoten zijn ze geschikt voor binnenstedelijk transport.



Figuur 73: Elektrische vrachtwagen, 2021

Tabel 53: Voor- en nadelen van elektrische vrachtwagen

Voordeel	Nadeel
Geen uitlaatgassen	Lage actieradius
Geen geluidsvervuiling	



Hybride

Een hybride vrachtwagen is zowel geschikt voor binnenstedelijk transport als lange afstand ritten. Want bij de lange afstand ritten maakt hij gebruik van de dieselmotor in combinatie met de elektrische motor. En zodra hij de binnenstad binnenrijdt dan kan hij over schakelen naar volledig elektrisch. Een nadeel is wel dat hij volledig elektrisch geen grote afstanden kan rijden.

Door de combinatie van de dieselmotor met de elektrische motor, stoot hij een lager geluidsniveau uit. En het brandstofverbruik is ook lager vergeleken met een normale vrachtwagen.



Figuur 74: Hybride vrachtwagen, 2021

Tabel 54: Voor- en nadelen van hybride vrachtwagen

Voordeel	Nadeel
Minder uitlaatgassen	Lage volledig elektrische actieradius
Zowel binnenstedelijk als lange afstanden	
Lager brandstofverbruik	
Lager geluidsniveau	

Waterstof

De voortgang van waterstof vrachtwagens is nog niet zo ver ontwikkeld als die van de elektrische en hybride vrachtwagens. Momenteel zijn ze in verschillende landen aan het testen met dit soort vrachtwagens. Een groot nadeel is dat waterstof nog steeds uit aardgas geproduceerd wordt. Hierdoor is het nog lang niet zo duurzaam als elektrische auto's. Ook zijn er pas zes tankstations in Nederland waar waterstof getankt kan worden ("Archief Locaties", 2021).



Figuur 75: Waterstof vrachtwagen, 2020

Tabel 55: Voor- en nadelen van waterstof vrachtwagen

Voordeel	Nadeel
Geen uitlaatgassen	Nog in de test fase
Geen geluidsvervuiling	Zes tankstations in Nederland
Langere actieradius	Waterstof komt uit aardgas



Diesel

De diesel vrachtwagens worden nog het meeste gebruikt bij bedrijven. De stikstof wordt uitgedrukt in milieuklassen. Deze gaat van Euro 1 naar Euro 6, hierbij stoot Euro 1 de meeste stikstof uit en Euro 6 het minste stikstof uit. Uit onderzoek (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019) is gebleken dat meer dan 90% van alle vrachtwagens die rondrijden een milieuklasse hebben van Euro 5 of Euro 6. Door de steeds strengere eisen worden de vrachtwagens ook steeds zuiniger in brandstofverbruik. Dit bespaart dus ook in kosten voor de koper van de vrachtwagen.



Figuur 76: Euro 6 vrachtwagen, 2014

Vrachtwagens met een klasse van Euro 4 of hoger zijn toegestaan in milieuzones in Nederland. Vanaf 1 januari 2022 mogen alleen nog vrachtwagens met een klasse van Euro 6 of hoger de milieuzone betreden.

Tabel 56: Voor- en nadelen van diesel vrachtwagen

Voordeel	Nadeel
Minder brandstofverbruik	Diesel afkomstig van aardolie
Minder uitstoot van gasen	Nog steeds uitlaatgasen
Lange actieradius	Euro 6 is duurder in aanschaf vergeleken met een van een mindere klasse

Scenario's

Per scenario zijn er verschillende soorten van transport mogelijk. De scenario's die voorkomen tijdens het herbestemmen van gebouwen worden hieronder toegelicht. De toelichting zal bestaan uit de scenario omschrijving en de keuzes die gemaakt kunnen worden.

Renovatie

Renoveren is het verbeteren van de leefomgeving, zodat het weer voldoet aan de huidige eisen. Denk hierbij aan: na-isoleren, PV- panelen, dubbelglas, ruimtes vergroten en vernieuwen keuken.

Tabel 57: Scenario renovatie

Transport	Keuze
Steiger	Framesteiger en rolsteigers
Liften	Ladderlift
Heftruck	Geen gebruik van maken
Verreiker	Huren wanneer nodig is
Hoogwerker	Eerst proberen met een rolsteiger, indien niet mogelijk dan een hoogwerker huren
Kraan	Eerst proberen met een verreiker, indien niet mogelijk dan een kraan huren
Vrachtwagen	Hybride of waterstof vrachtwagen



Keuze verantwoording

Steiger: een framesteiger is een lichte en niet zo brede steiger. Dit maakt hem ideaal voor renovatieprojecten. Rolsteigers kunnen gebruikt worden om binnen op hoogte te werken, zonder een hoogwerker te huren.

Liften: Doordat erbij renoveren, vaak geen zware materialen omhoog moeten zou de keuze uit gaan naar een ladderlift. Mocht er toch zwaar materiaal omhoog moeten dan is een vrachtwagen met autolaadkraan ook een geschikte keuze.

Heftruck: Het is niet nodig om een heftruck te huren, omdat de materialen relatief licht zijn. En hierdoor kunnen ze met de hand verplaatst worden.

Verreiker: Mochten de materialen niet gelijk omhoog gedaan kunnen worden met de autolaadkraan, dan is het verstandig om meerdere klussen te combineren. En dan een verreiker te huren voor een halve of volledige dag.

Hoogwerker: Probeer eerst de werkzaamheden uit te voeren met een rolsteiger. Mocht dit niet mogelijk/veilig zijn, dan is het verstandig om een keer een hoogwerker te huren. Voor buiten-werkzaamheden een telescoop hoogwerker en voor binnen een schaarhoogwerker.

Kraan: Probeer deze als laatste optie te houden, mocht een autolaadkraan of een verreiker niet toereikend zijn. Dan is het verstandig om een kraan te huren. Vraag om advies bij de kraanverhuurder zodat de goede kraan besteld wordt.

Vrachtwagen: Een hybride of waterstof vrachtwagen zou in dit geval de betere optie zijn, aangezien de last en actieradius.

Restauratie

Restaureren is het herstellen van het gebouw naar de oorspronkelijke waarde. Restaureren komt voornamelijk voor bij monumentale panden, omdat deze hersteld dienen te worden naar de voormalige glorie. Denk hierbij aan: schilderen, stucen, stenen inboeten, kozijnen repareren/ vervangen, natuursteen herstel, en glas-in-lood herstel.

Tabel 58: Scenario restauratie

Transport	Keuze
Steiger	Traditionele of systeemsteiger en altijd een rolsteiger
Liften	Goederenlift
Heftruck	Huren voor de hele bouw of lange tijd
Verreiker	Huren wanneer nodig is
Hoogwerker	Eerst proberen met een rolsteiger, indien niet mogelijk dan een hoogwerker huren
Kraan	Eerst proberen met een verreiker en heftruck, indien niet mogelijk dan een kraan huren
Vrachtwagen	Hybride of waterstof vrachtwagen

**Keuze verantwoording**

Steiger: Een traditionele steiger en een systeemsteiger zijn allebei een goede optie. Een traditionele, omdat het makkelijk aanpasbaar is en een brede steiger is. Een systeemsteiger, omdat deze ook makkelijk aanpasbaar is en makkelijk te monteren en demonteren is. Een rolsteiger is altijd handig om te hebben, meestal heeft de aannemer deze zelf.

Liften: Een goederenlift, omdat er veel materiaal naar boven gedaan moet worden. De meeste werkzaamheden zullen ook op hoogte plaatsvinden. Mocht het personeel te veel trappen moeten lopen dan is het verstandig om een personen/ goederenlift te bestellen.

Heftruck: Door de zware materialen is het verstandig om een heftruck voor langere tijd te huren of zelfs voor de volledige bouwtijd.

Verreiker: Mochten de materialen niet gelijk omhoog gedaan kunnen worden met de autolaadkraan of heftruck, dan is het verstandig om meerdere klussen te combineren. En dan een verreiker te huren voor een halve of volledige dag.

Hoogwerker: Probeer eerst de werkzaamheden uit te voeren met een rolsteiger. Mocht dit niet mogelijk/veilig zijn, dan is het verstandig om een keer een hoogwerker te huren. Voor buitenwerkzaamheden een telescoop hoogwerker en voor binnen een schaarhoogwerker.

Kraan: Probeer deze als laatste optie te houden, mocht een autolaadkraan, heftruck of een verreiker niet toereikend zijn. Dan is het verstandig om een kraan te huren. Vraag om advies bij de kraanverhuurder zodat de goede kraan besteld wordt.

Vrachtwagen: Een hybride of waterstof vrachtwagen zou in dit geval de betere optie zijn, aangezien de last en actieradius.



Binnenstedelijk

Bij een binnenstedelijke herbestemming is weinig plaats om materiaal op te slaan. Een bouwhub wordt in deze gevallen meestal al toegepast. Hierdoor is het belangrijk om alle plaats om materialen op te slaan, zo efficiënt mogelijk in te delen. De werkzaamheden die tijdens de herbestemming plaats vinden zijn bijvoorbeeld: daken vernieuwen, gevel doorbraken, na-isoleren, nieuwe kozijnen plaatsen en gevel herstel.

Tabel 59: Scenario binnenstedelijk

Transport	Keuze
Steiger	Framesteiger en rolsteigers
Liften	Personen/ goederenlift
Heftruck	Geen gebruik van maken
Verreiker	Huren wanneer nodig is
Hoogwerker	Eerst proberen met een rolsteiger, indien niet mogelijk dan een hoogwerker huren
Kraan	Eerste proberen met een verreiker, indien niet mogelijk dan een kraan huren
Vrachtwagen	Elektrische of waterstof vrachtwagen

Keuze verantwoording

Steiger: Een framesteiger, omdat de bouwplaats klein is en alle ruimte optimaal benut dient te worden. Is deze steiger ideaal door de kleine omvang en snelle montage en demontage. Een rolsteiger is altijd handig om te hebben, meestal heeft de aannemer deze zelf.

Liften: Een kleine goederenlift is hier een goede vervanging van een heftruck of verreiker. Aangezien er weinig ruimte is om zwaar materieel te laten draaien. Mocht het personeel te veel trappen moeten lopen dan is het te overwegen om een personen/ goederenlift te bestellen.

Heftruck: Een heftruck is niet nodig op deze bouwplaats, omdat er weinig ruimte is om materiaal op te slaan. Heeft het hier geen zin om een heftruck te huren. Een goed alternatief is een vrachtwagen met autolaadkraan of kooiaap.

Verreiker: Omdat er weinig ruimte is voor een verreiker om zich op te stellen is het verstandig om eerst andere opties te kiezen. Denk hierbij aan een autolaadkraan, ladderlift of een heftruck voor een dag.

Hoogwerker: Omdat er weinig ruimte is voor een hoogwerker om rond te rijden is het verstandig om eerst andere opties te kiezen. Denk hierbij aan een rolsteiger of een schaarhoogwerker voor een dag.

Kraan: Omdat er weinig ruimte is voor een kraan om zich op te stellen is het verstandig om eerst andere opties te kiezen. Denk hierbij aan een autolaadkraan of een heftruck voor een dag. Als deze besteld dient te worden zorg ervoor dat er dan meerdere klussen gecombineerd worden, zodat deze niet nog een keer terug hoeft te komen.

Vrachtwagen: Een elektrische of waterstof vrachtwagen zou in dit geval de betere optie zijn, aangezien de milieuzone 's en actieradius.



Normale bouwplaats

Bij een normale bouwplaats is er genoeg ruimte om alles neer te zetten. Ook is er een ruime plaats waar de vrachtwagens kunnen laden en lossen, zonder het omliggende verkeer te hinderen. De werkzaamheden die tijdens de herbestemming plaats vinden zijn bijvoorbeeld: daken vernieuwen, gevel doorbraken, na-isoleren, nieuwe kozijnen plaatsen en gevel herstel.

Tabel 60: Scenario normale bouwplaats

Transport	Keuze
Steiger	Traditionele of systeemsteiger en altijd een rolsteiger
Liften	Goederenlift
Heftruck	Huren voor de hele bouw of langere tijd
Verreiker	Huren wanneer nodig is
Hoogwerker	Eerst proberen met een rolsteiger, indien niet mogelijk dan een hoogwerker huren
Kraan	Eerste proberen met een verreiker en heftruck, indien niet mogelijk dan een kraan huren
Vrachtwagen	Hybride of waterstof vrachtwagen

Keuze verantwoording

Steiger: Een traditionele steiger en een systeemsteiger zijn allebei een goede optie. Een traditionele, omdat het makkelijk aanpasbaar is en een brede steiger is. Een systeemsteiger, omdat deze ook makkelijk aanpasbaar is en makkelijk te monteren en demonteren is. Een rolsteiger is altijd handig om te hebben, meestal heeft de aannemer deze zelf.

Liften: Een goederenlift, omdat er veel materiaal naar boven gedaan moet worden. Mocht het personeel te veel trappen moeten lopen dan is het te overwegen om een personen/ goederenlift te bestellen.

Heftruck: Door de zware materialen is het verstandig om een heftruck voor langere tijd te huren of zelfs voor de volledige bouwtijd.

Verreiker: Mochten de materialen niet gelijk omhoog gedaan kunnen worden met de autolaadkraan of heftruck, dan is het verstandig om meerdere klussen te combineren. En dan een verreiker te huren voor een halve of volledige dag.

Hoogwerker: Probeer eerst de werkzaamheden uit te voeren met andere voorzieningen. Mocht dit niet mogelijk of niet veilig zijn, dan is het verstandig om een keer een hoogwerker te huren. Voor buitenwerkzaamheden een telescoop hoogwerker en voor binnen een schaarhoogwerker.

Kraan: Probeer deze als laatste optie te houden, mocht een autolaadkraan, heftruck of een verreiker niet toereikend zijn. Dan is het verstandig om een kraan te huren. Vraag om advies bij de kraanverhuurder zodat de goede kraan besteld wordt.

Vrachtwagen: Een hybride of waterstof vrachtwagen zou in dit geval de betere optie zijn, aangezien de last en actieradius.



Bijlage 17: Constructieberekeningen

Tabel 61: Constructieberekeningen houten balklaag

Belastingen en gegevens	Q _{aanname}	4,6	kN/m ²
	l	3,6	m
	breedte	0,4	m
	q	1,84	kN/m

Buigend moment	M _C	1/8 * q * l ²	kNm
	M _C	2,9808	kNm

Materiaalsterkte	χ _{kip}	1,0	
	f _d	13,8	N/mm ²

Toetsing op buigend moment	M _{Ed}	≤	M _{Rd}	
	M _{Ed}	≤	W * χ _{kip} * f _{yd}	
	W =	1/6 * b * h ²	*10 ³ mm ³	
	W _{benodigd}	≥	M _{Ed} / χ _{kip} * f _{yd}	
	M _{Ed}	2,9808	kNm	
	M _{Ed}	2980800	Nmm	
	W _{benodigd}	≥	215280	mm ³
	W _{benodigd}	≥	215,28	*10 ³ mm ³

Profiel keuze	b	44	mm	
	h	195	mm	
	1/6 * b * h ²	=	278,9	
	278,9	>	215,28	

Tabel 62: Constructieberekeningen randbalk componenten

Belastingen en gegevens	Q _{aanname}	4,6	kN/m ²
	l	3,6	m
	breedte	1,2	m
	q	5,52	kN/m

Buigend moment	M _C	1/8 * q * l ²	kNm
	M _C	8,9424	kNm

Materiaalsterkte	χ _{kip}	1,0	
	f _d	18,5	N/mm ²

Toetsing op buigend moment	M _{Ed}	≤	M _{Rd}	
	M _{Ed}	≤	W * χ _{kip} * f _{yd}	
	W =	1/6 * b * h ²	*10 ³ mm ³	
	W _{benodigd}	≥	M _{Ed} / χ _{kip} * f _{yd}	
	M _{Ed}	8,9424	kNm	
	M _{Ed}	8942400	Nmm	
	W _{benodigd}	≥	484380	mm ³
	W _{benodigd}	≥	484,38	*10 ³ mm ³

Profiel keuze	b	71	mm	
	h	220	mm	
	1/6 * b * h ²	=	572,7	
	572,7	>	484,38	

Materiaal	karakteristieke sterkte f _k [N/mm ²]	γ _m	rekenwaarde f _d [N/mm ²]
hout C18	18	1,3	13,8
hout C24	24	1,3	18,5

Materiaal	karakteristieke sterkte f _k [N/mm ²]	γ _m	rekenwaarde f _d [N/mm ²]
hout C18	18	1,3	13,8
hout C24	24	1,3	18,5



Tabel 63: Constructieberekeningen Randbalk constructie

Belastingen en gegevens	Q _{aanname}	4,6	kN/m ²
	l	3,6	m
	breedte	1,8	m
	q	8,28	kN/m

Buigend moment	M _c	$1/8 * q * l^2$	kNm
	M _c	13,4136	kNm

Materiaalsterkte	χ _{kip}	1,0	
	f _d	18,5	N/mm ²

Toetsing op buigend moment	M _{Ed}	≤	M _{Rd}	
	M _{Ed}	≤	W * χ _{kip} * f _{yd}	
	W =	$1/6 * b * h^2$	$* 10^3 \text{ mm}^3$	
	W _{benodigd}	≥	M _{Ed} / χ _{kip} * f _{yd}	
	M _{Ed}	13,4136	kNm	
	M _{Ed}	13413600	Nmm	
	W _{benodigd}	≥	726570	mm ³
	W _{benodigd}	≥	726,57	$* 10^3 \text{ mm}^3$

Profiel keuze	b	95	mm	
	h	220	mm	
	$1/6 * b * h^2$	=	766,3	$* 10^3 \text{ mm}^3$
	766,3	>	726,57	

Materiaal	karakteristieke sterkte f _k [N/mm ²]	γ _m	rekenwaarde f _d [N/mm ²]
hout C18	18	1,3	13,8
hout C24	24	1,3	18,5

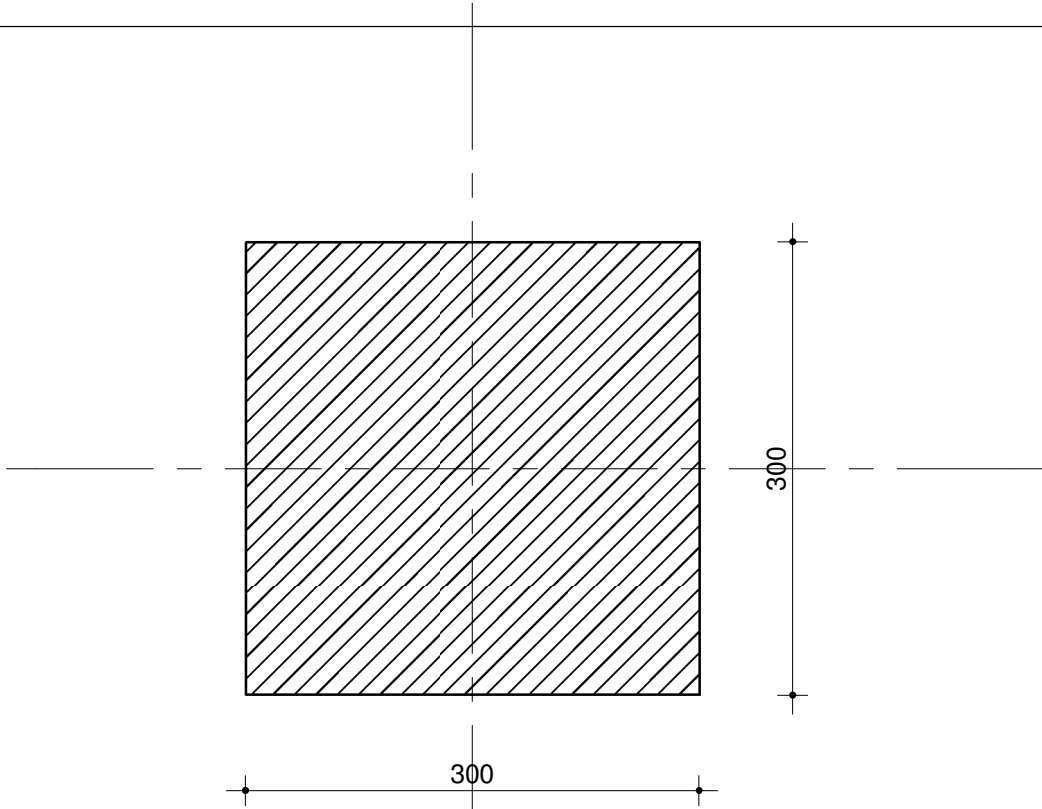


Bijlage 18: Ontwerpvarianten kolom

In deze bijlage zijn de varianten weergegeven van het ontwerp voor de kolommen. Hierbij wordt door middel van een korte opsomming toegelicht hoe de variant scoort op een aantal criteria.

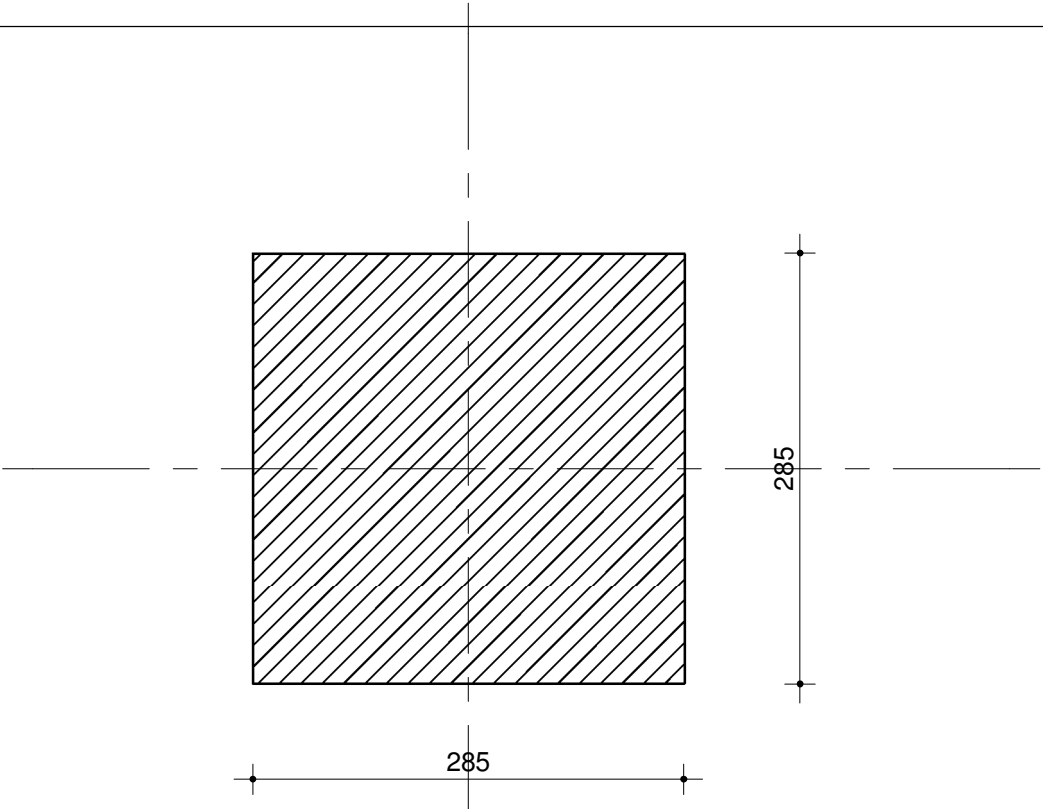
De kolommen worden getoetst op symmetrie, het aantal bewerkingen dat nodig is om de kolom te vormen en hoe eenvoudig het is om de bevestigingslat t.b.v. de wanden te monteren. Tot slot wordt er gekeken naar de standaard houtafmetingen die in de kolom te vinden zijn.

Uiteindelijk is gekozen voor een symmetrisch ontwerp, welke bestaat uit standaard houtafmetingen. Door de sponningen is het eenvoudig de bevestigingslat te monteren. Voor het maken van de kolom zijn wel wat bewerkingen nodig, maar dit weegt niet op tegen de voordelen van het ontwerp.



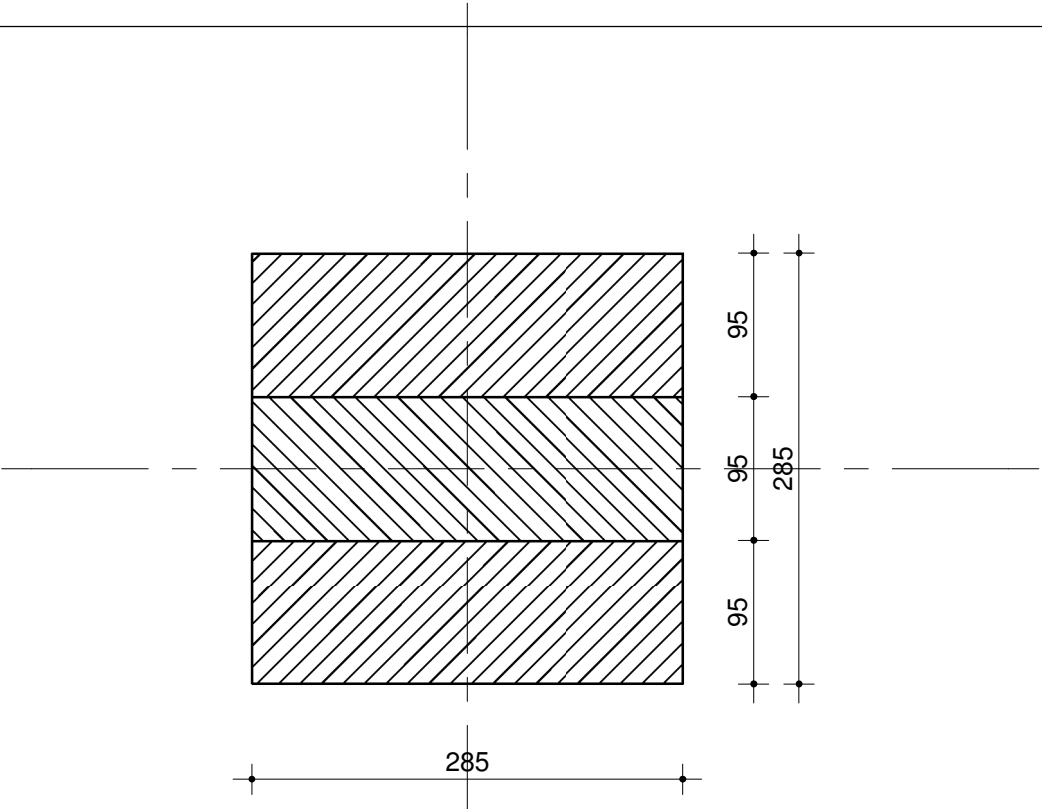
- + symmetrisch
- + weinig bewerkingen
- montage bevestigingslat t.b.v. wand
- geen standaard houtafmetingen

massieve kolom 300x300mm



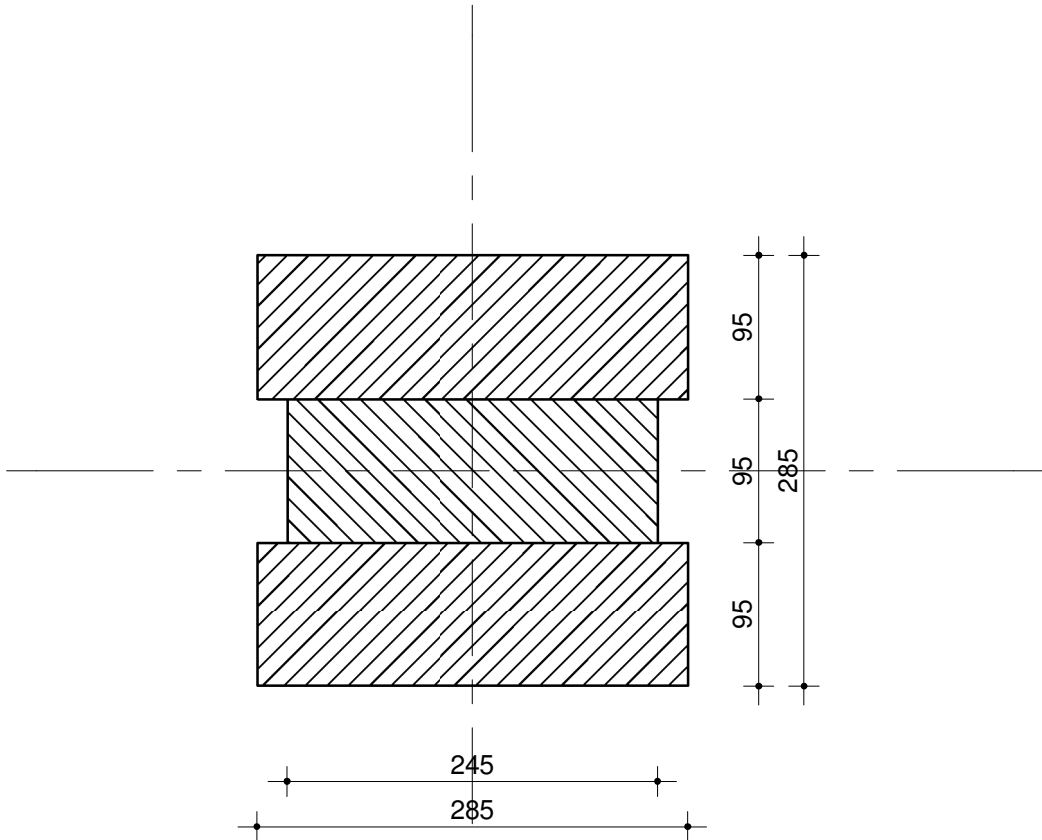
- + symmetrisch
- + weinig bewerkingen
- montage bevestigingslat t.b.v. wand
- geen standaard houtafmetingen

massieve kolom 285x285mm



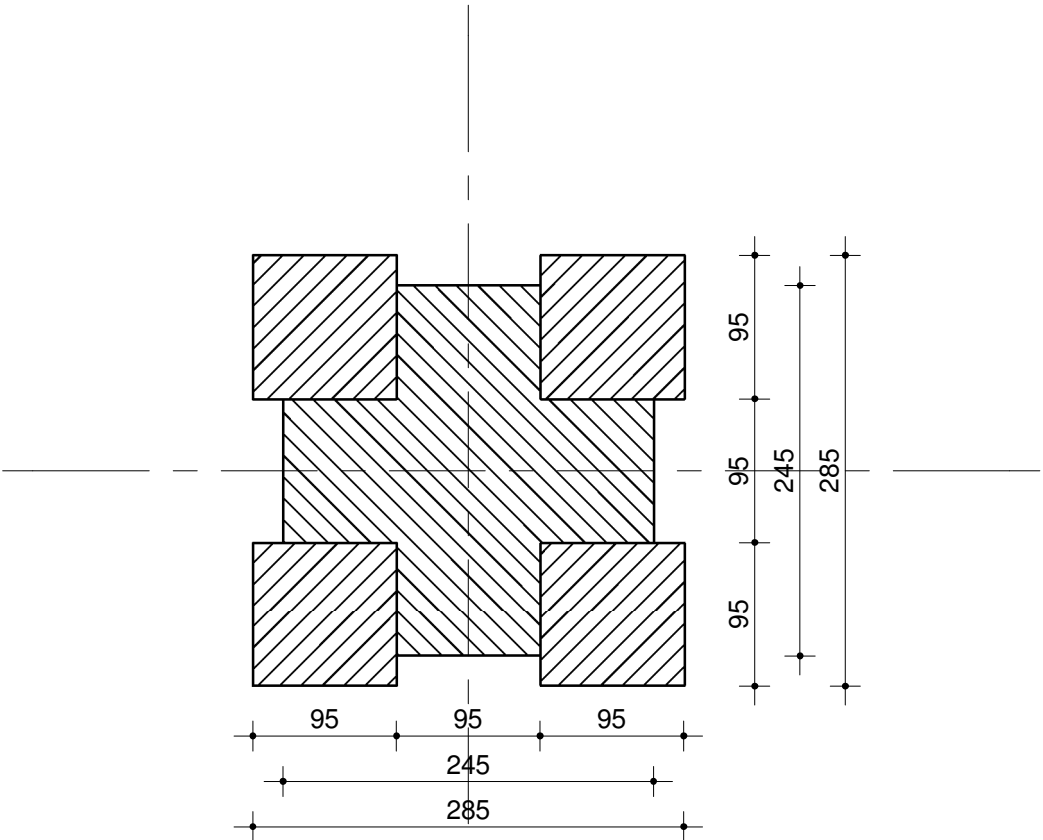
- + symmetrisch
- + standaard houtafmetingen
- +/- aantal bewerkingen
- montage bevestigingslat t.b.v. wand

kolom 3x 95x285mm



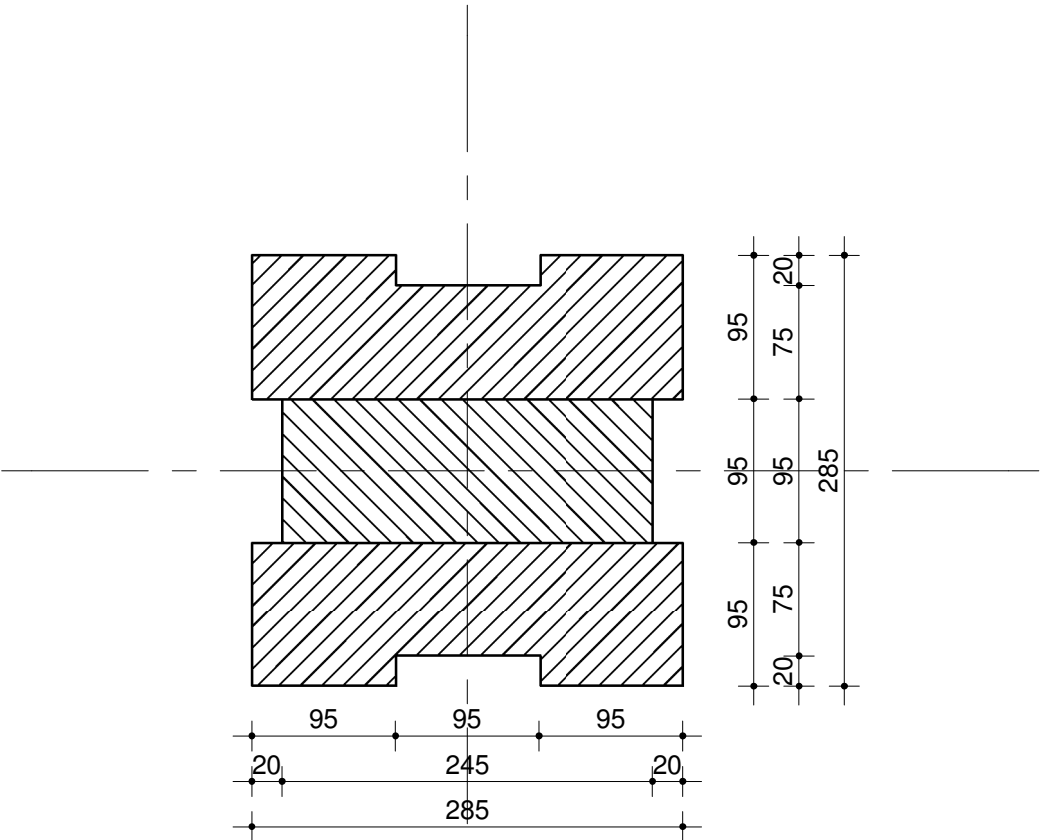
- + standaard houtafmetingen
- +/- aantal bewerkingen
- +/- montage bevestigingslat t.b.v. wand
- niet symmetrisch

kolom 2x 95x285mm,
+ 1x 95x245mm



- + montage bevestigingslat t.b.v. wand
- + symmetrisch
- +/- standaard houtafmetingen
- +/- aantal bewerkingen

kolom kruisstuk + 4x 95x95mm



- + montage bevestigingslat t.b.v. wand
- + symmetrisch
- + standaard houtafmetingen
- +/- aantal bewerkingen

kolom 2x 95x285mm met
sponning, + 1x 95x245mm

FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	A-05	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Ontwerp kolom Varianten			
FORMAAT	A2	SCHAAL	1:5	DATUM	13-06-2021
		GEWIJZIGD			



Bijlage 19: Bouw volgorde voor de constructie

Onderstaande volgorde is een globale volgorde van de bouwvolgorde die aangehouden dient te worden tijdens de opbouw van de constructie. Ook worden de aansluitingen uitgelegd aan de hand van visualisaties.

1. Oude begane grondvloer eruit slopen, mocht het geen monumentale vloer zijn.
2. Nieuwe fundering aanleggen.
3. Begane grondvloer storten en ankers aanbrengen voor de constructie.
4. Het plaatsen van de kolommen met een minikraan of heftruck en liggers van de eerste verdieping met behulp van een kanalenlift, heftruck of minikraan.
5. Het plaatsen van de kolommen en liggers voor de tweede verdiepingvloer met behulp van een minikraan.
6. Het plaatsen van de kolommen en liggers voor de derde verdiepingvloer met behulp van een minikraan.
7. Zorg dragen voor valbeveiliging en eventuele valnetten.
8. Het plaatsen van alle vloerelementen beginnen op de derde verdieping met behulp van een minikraan.
9. Het beschermen van de bestaande gevels en zuilen door middel van folie en eventuele platen.
10. Het plaatsen van de wand elementen. En het doorkoppelen van het leidingwerk.
11. Het plaatsen en stellen van de kozijnen/balustrades. Het aflakken en beglazing plaatsen komt later.
12. Het plaatsen van de metal stud wanden.
13. Het leggen van de estrich platen en leidingwerk aan de vloeren hangen.
14. Het sluiten van de wanden en plafonds.
15. Het afwerken van de wanden en plafonds.
16. Het aanbrengen van de akoestische beplating.
17. Het plaatsen van beglazing en het aflakken van de kozijnen.
18. Controleren op de juiste afwerking en naaddichting.
19. Het afsnijden van de folie en netjes afwerken/schoonmaken van de bestaande gevels en zuilen.

Volgorde wand opbouwen

Zonder akoestisch materiaal. Het element dat aangeleverd wordt bestaat uit: een stijl en regelwerk, isolatie, leidingwerk, afwerklat en aan de binnenzijde een gipsplaat.

1. Het bevestigen van de latten in de kolommen en liggers.
2. Het element naar boven hijsen door middel van: minikraan, lier, lift of heftruck
3. Het element bevestigen tegen de lat.
4. Het leidingwerk door koppelen.
5. De wanden sluiten met gips.
6. De wanden afwerken en zorgen voor de juiste kier-/naaddichting.

Met akoestisch materiaal. Het element dat aangeleverd wordt bestaat uit: een stijl en regelwerk, isolatie, leidingwerk, afwerklat en aan de binnenzijde een gipsplaat.

1. Het bevestigen van de latten in de kolommen en liggers.
2. Het element naar boven hijsen door middel van: minikraan, lier, lift of heftruck
3. Het element bevestigen tegen de lat.
4. Het leidingwerk door koppelen.



5. Het bevestigen van het akoestisch materiaal aan het element.
6. De wanden afwerken en zorgen voor de juiste kier-/naaddichting.

Volgorde vloer opbouwen

Gipsplafond. Het element dat aangeleverd wordt bestaat uit: een houten balklaag, isolatie tussen de balken, osb platen en latten om de isolatie op de plaats te houden.

1. De vloer elementen bevestigen aan de liggers.
2. Estrich platen aanbrengen.
3. Het leidingwerk aan de onderkant bevestigen.
4. Veerregels bevestigen.
5. Het plafond sluiten met gips.
6. De vloer en plafond afwerken en zorgen voor de juiste kier-/naaddichting.

Systeemplafond. Het element dat aangeleverd wordt bestaat uit: een houten balklaag, isolatie tussen de balken, osb platen en latten om de isolatie op de plaats te houden.

1. De vloer elementen bevestigen aan de liggers.
2. Estrich platen aanbrengen.
3. Het leidingwerk aan de onderkant bevestigen.
4. Raster aanbrengen voor het plafond.
5. Plafondplaten in het raster leggen.
6. De vloer en plafond afwerken en zorgen voor de juiste kier-/naaddichting.



Bijlage 20: Kosten en Massabepaling

In onderstaande tabellen is te zien wat de kosten zijn voor het produceren van de wandelementen die ervoor zorgen dat een vlak van 3,3m x 3,6m dichtgezet kan worden. De kosten zijn gebaseerd op de prijzen en tarieven die genoemd worden in de (Bouwkosten.nl, z.j.). Was deze informatie niet te vinden, dan zijn de materiaalkosten op andere websites vergeleken met elkaar.

Wandopbouw 1: HSB-wanden

De opbouw bestaat uit twee maal 12,5mm gips aan de ene zijde, en enkel gips aan het prefab element. Deze worden bevestigd aan een HSB-skelet met stijl- en regelwerk van 38x89mm. Tussen de stijlen komt nog 90mm isolatie.

Tabel 64: Gewichtsberekening HSB-wand

Massa	Aantal	Eenheid	Totaal
9	35,64	KG/m2	320,76
460	0,089	KG/m3	40,94
460	0,024	KG/m3	11,04
35	1,07	KG/m3	37,45
			410,19

Tabel 65: Kostenoverzicht HSB-wand

Materiaal	Aantal	Lengte	Totale lengte	Oppervlakte	Totaaloppervlakte	Prijs per eenheid	Totaalprijs
Gipsplaat	3		0	11,88	35,64	15,76	561,69
Stijl 38x89	8	3,3	26,4		0	6,43	169,75
Regel 38x89	2	3,6	7,2		0	6,43	46,30
Isolatie 90mm	1		0	11,88	11,88	9,23	109,65
							887,39

Wandopbouw 2: MS-wand

De opbouw bestaat uit twee maal 12,5mm gips aan beide zijdes. Deze worden bevestigd aan een metalstud skelet met een dikte van 75mm. Tussen de profielen komt nog 75mm isolatie. Deze wanden worden geplaatst op plaatsen waar het HSB-element niet voor geschikt is. Denk hierbij aan de zijbeuken waar veel speciale vormen zitten, en hierdoor is metalstud meer geschikt.

Tabel 66: Gewichtsberekening MS-wand

Massa	aantal	Eenheid	Totaal	Massa
9	47,52	KG/m2	427,68	9
7800	0,00073	KG/m3	5,694	7800
7800	0,0026	KG/m3	20,28	7800
35	0,9	KG/m3	31,5	35
				485,154

Tabel 67: Kostenoverzicht MS-wand

Materiaal	Aantal	Lengte	Totale lengte	Oppervlakte	Totaal oppervlakte	Prijs per eenheid	Totaal prijs
Gipsplaat	4		0	11,88	47,52	15,76	748,92
U-Profiel 75mm	2	3,6	7,2		0	6,82	49,10
C-Profiel 75mm	7	3,6	25,2		0	7,1	178,92
Isolatie 75mm	1		0	11,88	11,88	7,56	89,81
							1066,75



Vloeropbouw 1: Vloer met gipsplafond

De opbouw bestaat uit een houten balklaag element met hierboven op 18mm plaatmateriaal en een fermacell plaat van 30mm. Tussen de balklaag zit 80mm isolatie. En onder de balklaag hangen metalen veerregels, waar twee gipsplaten van 9,5mm aan bevestigd worden.

Het element bestaat uit twee delen van verschillende afmetingen namelijk: 1,2x3,6m en 2,4x3x6m. De elementen bestaan uit een houten balklaag met hierop 18mm plaatmateriaal. Door het toepassen van deze maten kan het gemakkelijk vervoerd worden met een vrachtwagen en is er geen tot weinig zaagverlies. Ook kan het element eenvoudig gedemonteerd worden en eventueel weer gebruikt worden op een andere bouwplaats.

Tabel 68: Gewichtsberekening vloer met gipsplafond

Massa	Aantal	Eenheid	Totaal
26	12,96	KG/m2	336,96
32,15	4,5	Per plaat	144,675
460	0,34	KG/m3	156,4
460	0,11	KG/m3	50,6
460	0,2	KG/m3	92
460	0,016	KG/m3	7,36
35	1,04	KG/m3	36,4
7800	0,0019	KG/m3	14,82
7	25,92	KG/m2	181,44
			1020,66

Tabel 69: Kostenoverzicht vloer met gipsplafond

Materiaal	Aantal	Lengte	Totale lengte	Oppervlakte	Totaaloppervlakte	Prijs per eenheid	Totaalprijs
Fermacell 2E31	1		0	12,96	12,96	29,74	385,43
OSB 18 mm	1		0	12,96	12,96	26,14	338,77
Balken 44x195	11	3,6	39,6		0	9,93	393,23
Randbalk 71x220	2	3,6	7,2		0	10,12	72,86
Randbalk 95x295	2	3,6	7,2		0	13,28	95,62
Houten lat 18x28					12,96	4,26	55,21
Isolatie 80mm	1		0	12,96	12,96	9,43	122,21
Veerregels 27mm					12,96	8,91	115,47
Gipsplaat 9,5	2		0	12,96	25,92	15,32	397,09
							1975,90



Vloeropbouw 2: Vloer met systeemplafond

De opbouw bestaat uit een houten balklaag element met hierboven op 18mm plaatmateriaal en een fermacell plaat van 30mm. Tussen de balklaag zit 80mm isolatie. En onder de balklaag hangt een raster met hierin plafondplaten.

Het element bestaat uit twee delen van verschillende afmetingen namelijk: 1,2x3,6m en 2,4x3x6m. Ook bestaat deze weer uit dezelfde opbouw als bij vloeropbouw 1.

Tabel 70: Gewichtsberekening vloer met systeemplafond

Massa	Aantal	Eenheid	Totaal
26	12,96	KG/m2	336,96
32,15	4,5	Per plaat	144,675
460	0,34	KG/m3	156,4
460	0,11	KG/m3	50,6
460	0,2	KG/m3	92
35	1,04	KG/m2	36,4
460	0,016	KG/m3	7,36
0,049	65	Per afhanger	3,185
7800	0,008	KG/m3	62,4
3	12,96	KG/m2	38,88
			928,86

Tabel 71: Kostenoverzicht vloer met systeemplafond

Materiaal	Aantal	Lengte	Totale lengte	Oppervlakte	Totaaloppervlakte	Prijs per eenheid	Totaalprijs
Fermacell 2E31	1		0	12,96	12,96	29,74	385,43
OSB 18 mm	1		0	12,96	12,96	26,14	338,77
Balken 44x195	11	3,6	39,6		0	9,93	393,23
Randbalk 71x220	2	3,6	7,2		0	10,12	72,86
Randbalk 95x295	2	3,6	7,2		0	13,28	95,62
Isolatie 80mm	1		0	12,96	12,96	9,43	122,21
Houten lat 18x28					12,96	4,26	55,21
Afhangers	5	12,96	64,8		0	1,56	101,09
Raster					12,96	13,88	179,88
Plafondplaten	1		0		12,96	19,2	248,83
							1993,14



Bijlage 21: CO₂-impact berekeningen

Constructie

Tabel 72: berekening CO₂-impact kolom (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
houten balk 95x245	Bouwhout	-680	1	0,076	-	-	-51,68 kg CO ₂ eq
houten balken 95x295	Bouwhout	-680	2	0,088	-	-	-119,68 kg CO ₂ eq
opvullatten 95x295	Bouwhout	-680	2	0,005	-	-	-6,8 kg CO ₂ eq
stalen bevestigingselement b.k.	Constructiestaal	8831,2	1	0,00236	0,008	295	20,841632 kg CO ₂ eq
stalen bevestigingselement o.k.	Constructiestaal	8831,2	1	0,002805	-	-	24,771516 kg CO ₂ eq

-132,546852 kg CO₂eq

Tabel 73: berekening CO₂-impact liggers (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
Houten ligger 95x295x3790	Bouwhout	-680	1	0,105	-	-	-71,4 kg CO ₂ eq

-71,4 kg CO₂eq

Vloeren

Tabel 74: berekening CO₂-impact vloeropbouw gipsplafond (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
fermacell gipsplaten 10mm	Gipsplaat	169,6	2	0,143	14,252	10	48,343 kg CO ₂ eq
fermacell houtvezel 10mm	Houtvezelisolatie	-173,1	1	0,143	14,252	10	-24,670 kg CO ₂ eq
houten vloerdek 18mm	Houtvezelplaat	-182,9	1	0,258	14,328	18	-47,171 kg CO ₂ eq
houten balklaag 44x195, h.o.h. 400	Bouwhout	-680	11	0,031	0,00858	3600	-231,042 kg CO ₂ eq
houten regels t.b.v. isolatie	Bouwhout	-680	10	0,002	0,001	3560	-12,201 kg CO ₂ eq
houten randbalk vloerelmenten	Bouwhout	-680	2	0,055	0,015	3600	-75,398 kg CO ₂ eq
80mm steenwol	Steenwol	70,4	1	0,699	-	-	49,210 kg CO ₂ eq
veerregels	Constructiestaal	8831,2	10	2,264E-07	6,006E-08	3770	0,020 kg CO ₂ eq
gipskartonplaat 9,5mm	Gipsvezelplaat	91,2	2	0,135	14,252	9,5	24,696 kg CO ₂ eq

-268,214 kg CO₂eq

12,96 m²

-20,696 kg CO₂eq/m²

Tabel 75: berekening CO₂-impact vloeropbouw akoestisch systeemplafond (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
fermacell gipsplaten 10mm	Gipsplaat	169,6	2	0,143	14,252	10	48,343 kg CO ₂ eq
fermacell houtvezel 10mm	Houtvezelisolatie	-173,1	1	0,143	14,252	10	-24,670 kg CO ₂ eq
houten vloerdek 18mm	Houtvezelplaat	-182,9	1	0,258	14,328	18	-47,171 kg CO ₂ eq
houten balklaag 44x195, h.o.h. 400	Bouwhout	-680	11	0,031	0,009	3600	-231,042 kg CO ₂ eq
houten regels t.b.v. isolatie	Bouwhout	-680	10	0,002	0,001	3560	-12,201 kg CO ₂ eq
houten randbalk vloerelmenten	Bouwhout	-680	2	0,055	0,015	3600	-75,398 kg CO ₂ eq
80mm steenwol	Steenwol	70,4	1	0,699	-	-	49,210 kg CO ₂ eq
Koof systeemplafond	Bouwhout	-680	4	0,006	0,002	3600	-16,255 kg CO ₂ eq
Ecophon Focus A, systeem plafond	-	2,6	1	-	12,96	-	33,696 kg CO ₂ eq

-275,489 kg CO₂eq

12,96 m²

-21,257 kg CO₂eq/m²

Wanden

Tabel 76: berekening CO₂-impact wandopbouw HSB-element (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
gipskartonplaat 12,5mm	Gipsvezelplaat	91,2	1	0,0711	5,688	12,5	6,484 kg CO ₂ eq
90mm steenwol	Steenwol	70,4	1	0,451	-	-	31,750 kg CO ₂ eq
Stijl- en regelwerk 38x89mm	Bouwhout	-680	1	0,04	-	-	-27,200 kg CO ₂ eq

11,035 kg CO₂eq

5,889 m²

1,874 kg CO₂eq/m²

Tabel 77: berekening CO₂-impact wandopbouw akoestisch paneel (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m ³ [kg CO ₂ eq/m ³]	aantal	volume [m ³]	oppervlak [m ²]	dikte [mm]	
houten latten 7x27mm	Bouwhout	-680	46	0,001	0,000	3291	-19,456 kg CO ₂ eq
PETAC-paneel 12 mm	?	?	1	0,034	0,02	1794	kg CO ₂ eq
minerale wol	Steenwol	70,4	1	0,101	0,056	1794	7,077 kg CO ₂ eq
haaklatten	Bouwhout	-680	12	0,002	0,001	1794	-14,595 kg CO ₂ eq

-26,974 kg CO₂eq

11,88 m²

-2,271 kg CO₂eq/m²



Tabel 78: berekening CO2-impact gipskartonplaat (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m3 [kg CO2eq/m3]	aantal	volume [m3]	oppervlak [m2]	dikte [mm]	
gipskartonplaat 12,5mm	Gipsvezelplaat	91,2	1	0,050	3,960	12,5	4,514 kg CO2eq
							4,514 kg CO2eq
							11,88 m2
							0,380 kg CO2eq/m2

Tabel 79: berekening CO2-impact kozijn (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m3 [kg CO2eq/m3]	aantal	volume [m3]	oppervlak [m2]	dikte [mm]	
kozijn afm. 90x139mm	Hout framevenster	474,1	1	0,117	-	-	55,363 kg CO2eq
dubbel glas	Ruit, dubbel glas	266,1	1	0,232	-	-	61,655 kg CO2eq
glaslatten	Hout framevenster	474,1	1	0,021	-	-	9,802 kg CO2eq
lat binnenzijde 25mm	Bouwhout	-680	1	0,026	1,042	25	-17,711 kg CO2eq
							109,109 kg CO2eq
							8,216 m2
							13,281 kg CO2eq/m2

Tabel 80: berekening CO2-impact balustrade-element (CINARK, 2019)

Omschrijving	Materiaal	milieu-impact/m3 [kg CO2eq/m3]	aantal	volume [m3]	oppervlak [m2]	dikte [mm]	
kozijn afm. 90x139mm	Hout framevenster	474,1	1	0,078	-	-	37,000 kg CO2eq
dubbel glas	Ruit, dubbel glas	266,1	1	0,091	-	-	24,290 kg CO2eq
glaslatten	Hout framevenster	474,1	1	0,012	-	-	5,858 kg CO2eq
lat binnenzijde 25mm	Bouwhout	-680	1	0,018	0,725	25	-12,327 kg CO2eq
							54,822 kg CO2eq
							3,561 m2
							15,396 kg CO2eq/m2



Bijlage 22: Verdeling

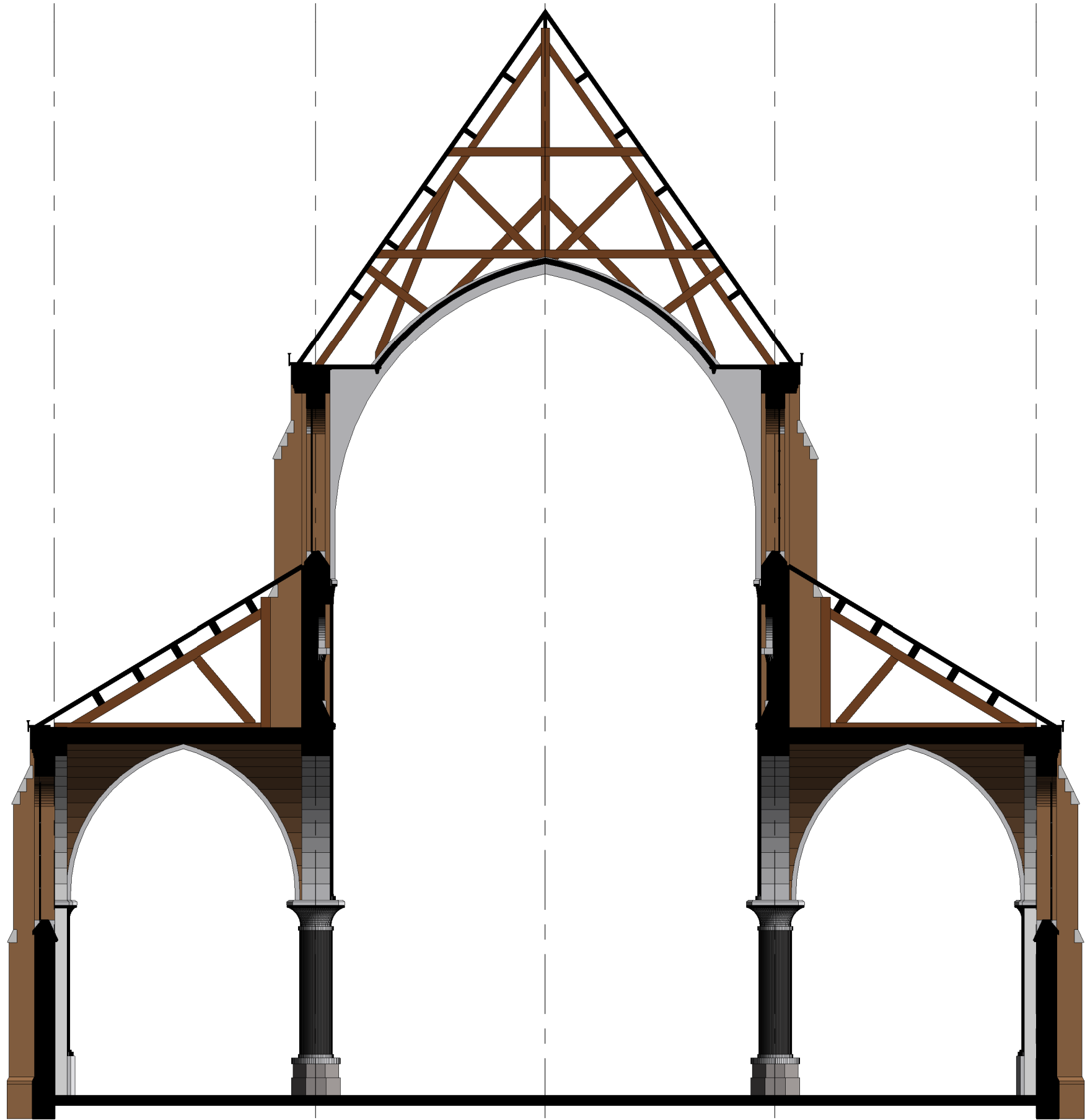
Hieronder is weergegeven hoe het onderzoek grofweg is verdeelt.

Onderwerp	Tom	Lars
Architectuurstromingen	✓	
Monumentale waarden	✓	
Bouwbesluiteisen	✓	✓
Ruimtelijke oplossingen	✓	
Referentieprojecten	✓	✓
Daglichtoplossingen	✓	
Thermische isolatie	✓	
Akoestiek	✓	
Materialisatie		✓
Demontabele verbindingen		✓
Constructieberekeningen	✓	
Bouwvolgorde		✓
Kosten & Massabepaling		✓
Transport		✓
CO2-impact	✓	
Detaillering	✓	✓



Bijlage 23: Bestaande toestand

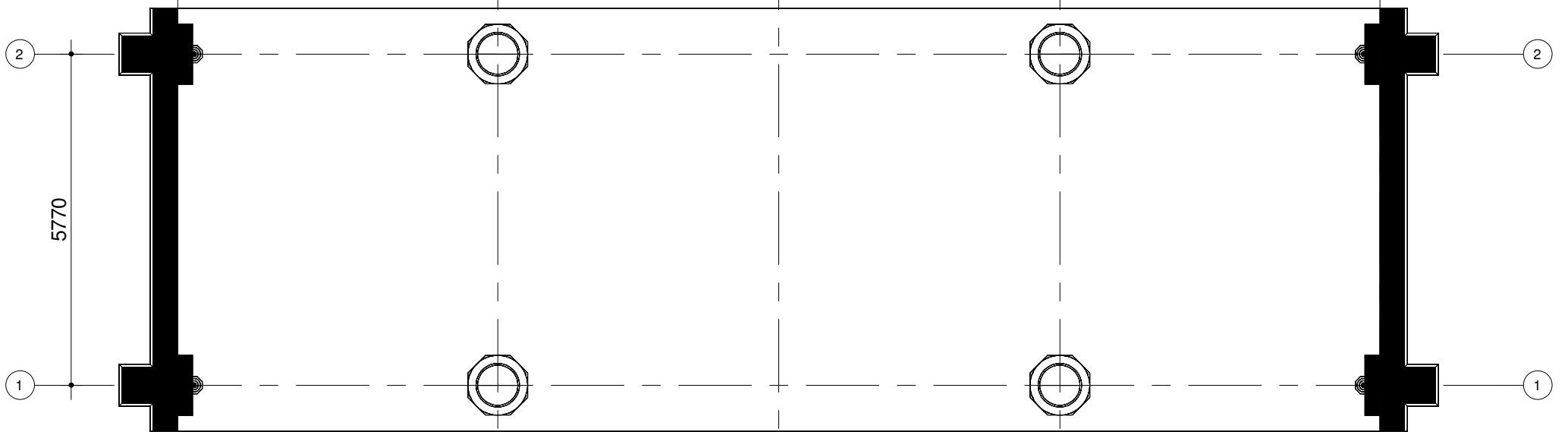
In deze bijlage zal een doorsnede en een plattegrond van het bestaande travee te zien zijn.



5580 4900 4900 5580

A B 3 C D

A B 3 C D



2 1 2 1

5770

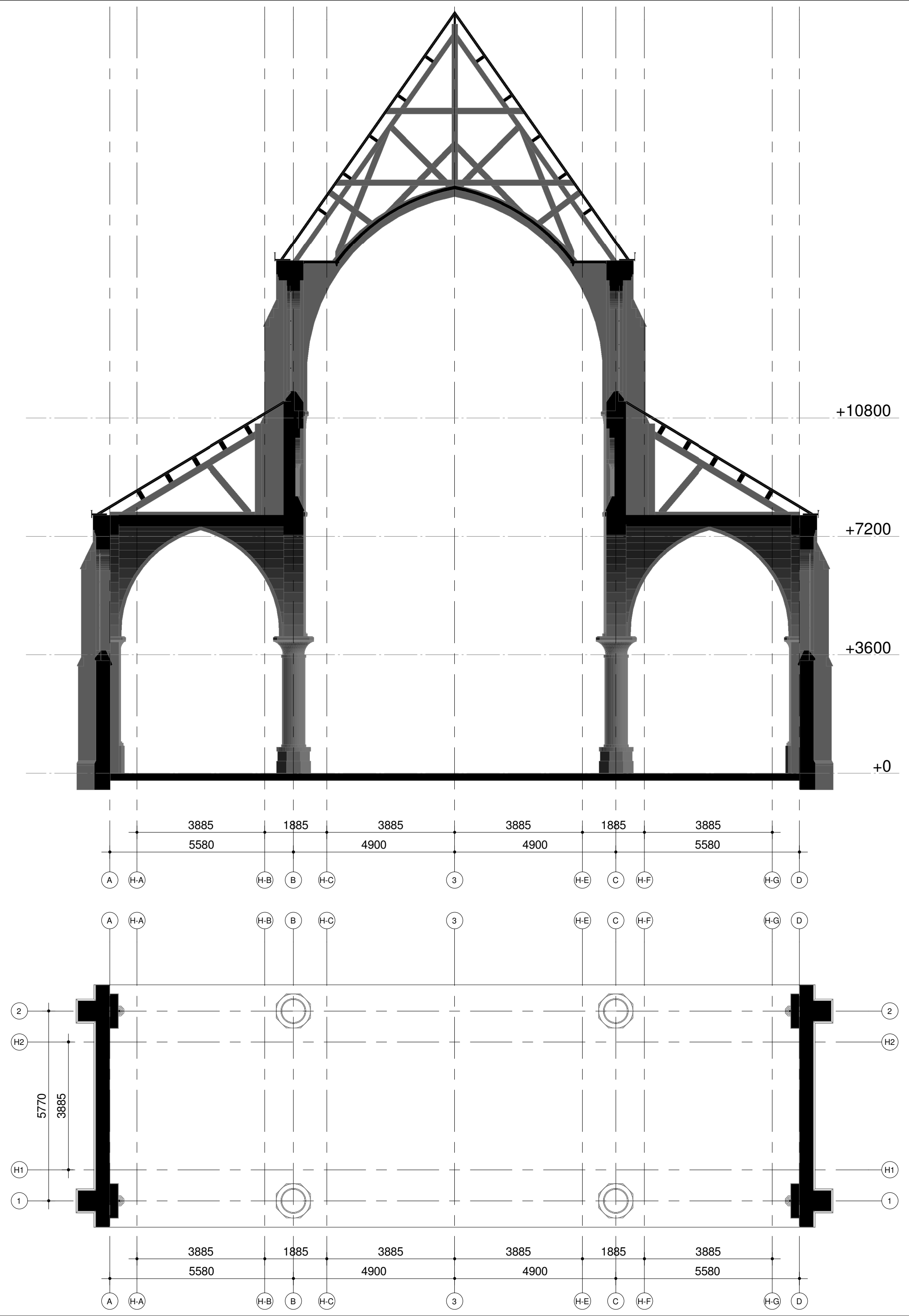
5580 4900 4900 5580

A B 3 C D



Bijlage 24: Grid-systeem

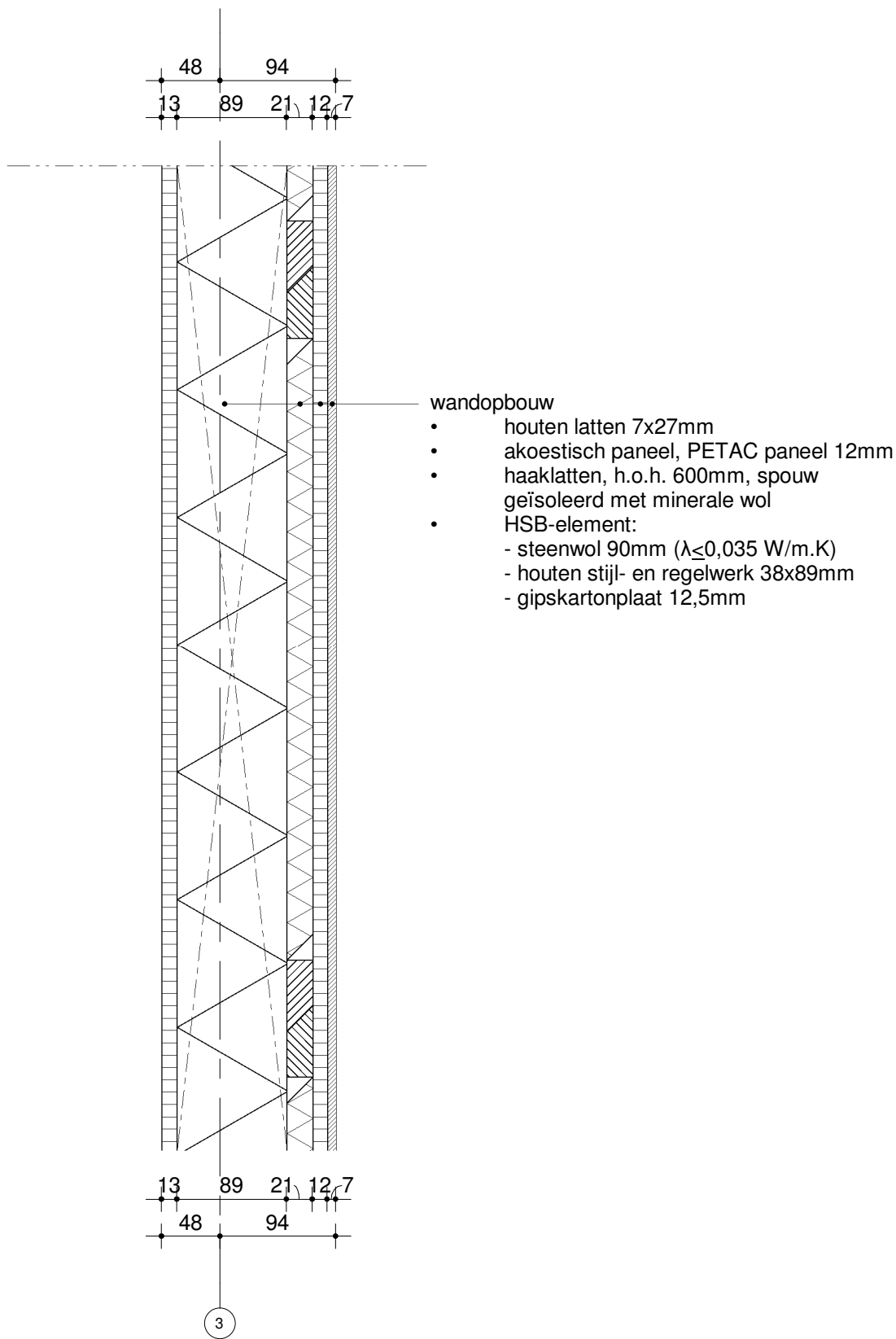
Het grid-systeem zal in deze bijlage weergegeven worden door middel van een doorsnede en een plattegrond.





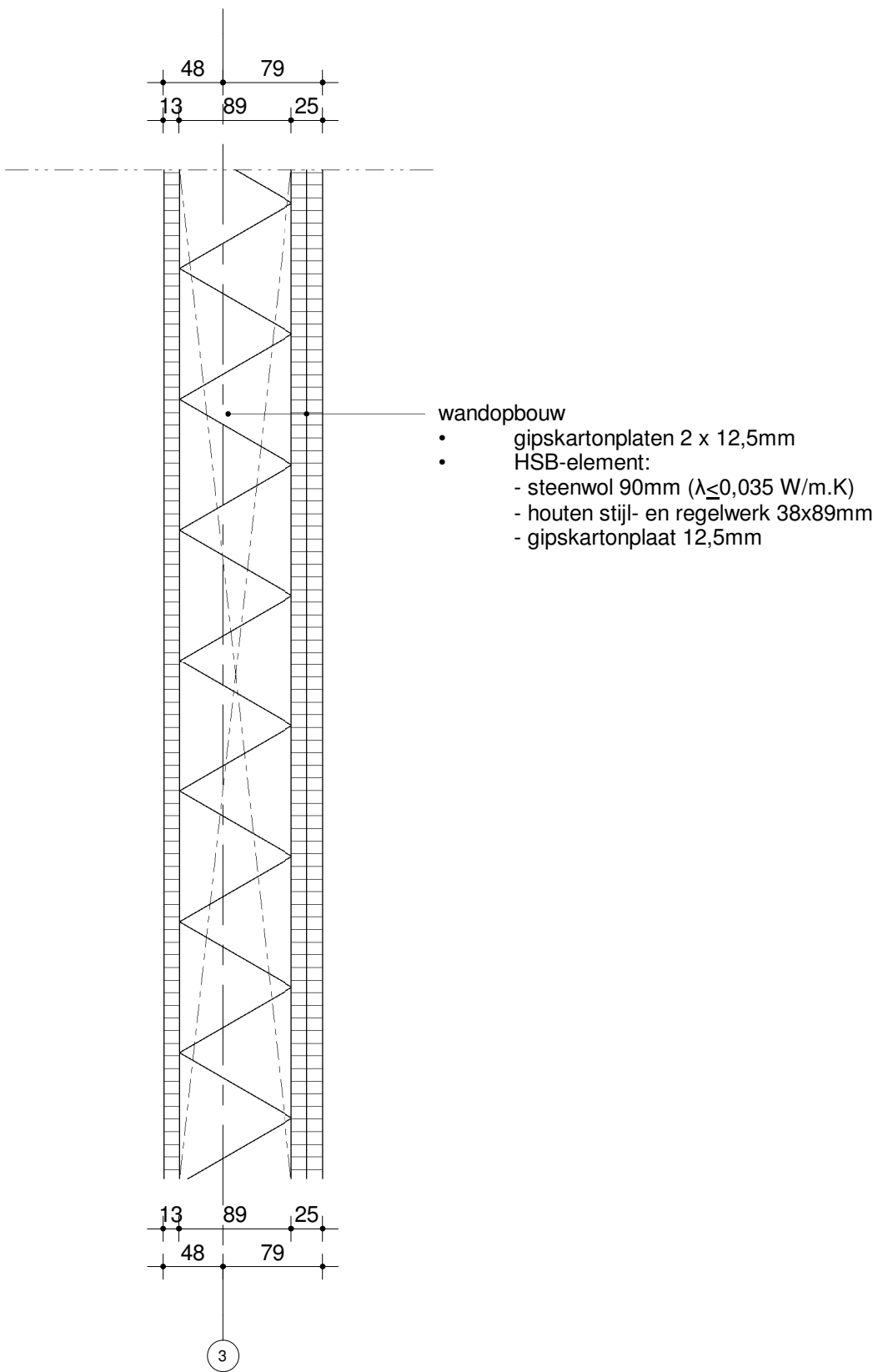
Bijlage 25: Opbouwen

In deze bijlage komen de opbouwen aan bod. De wand- en vloeropbouwen zullen hier afgebeeld worden en de prestaties van deze opbouwen zijn hierbij ook vernoemd.



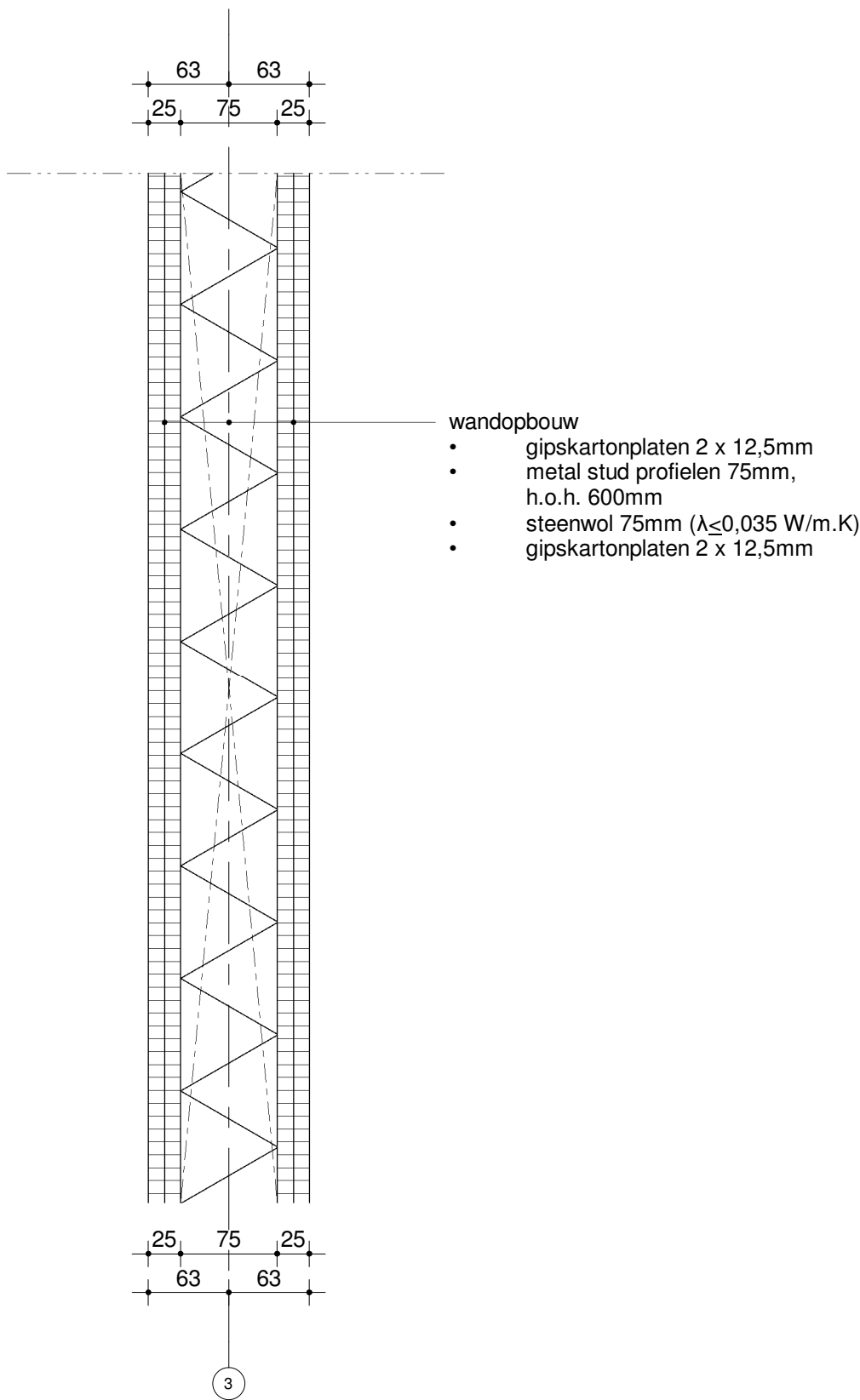
Gewicht [kg/m²]	Prijs [€/m²]	R _s -waarde [m²K/W]	CO2-impact [kg CO ₂ eq/m²]	Luchtgeluids-isolatie [D _{nT,Ak}]	Contactgeluids-isolatie [L _{nT,Ak}]	Brandwerendheid [min]
14,90	-	≥2,58	-0,397	-	-	60

Wandopbouw HSB-element met akoestisch paneel



Gewicht [kg/m²]	Prijs [€/m²]	R _s -waarde [m²K/W]	CO2-impact [kg CO ₂ eq/m²]	Luchtgeluids-isolatie [D _{nT,Ak}]	Contactgeluids-isolatie [L _{nT,Ak}]	Brandwerendheid [min]
34,53	74,70	2,02	2,254	45	-	≥60

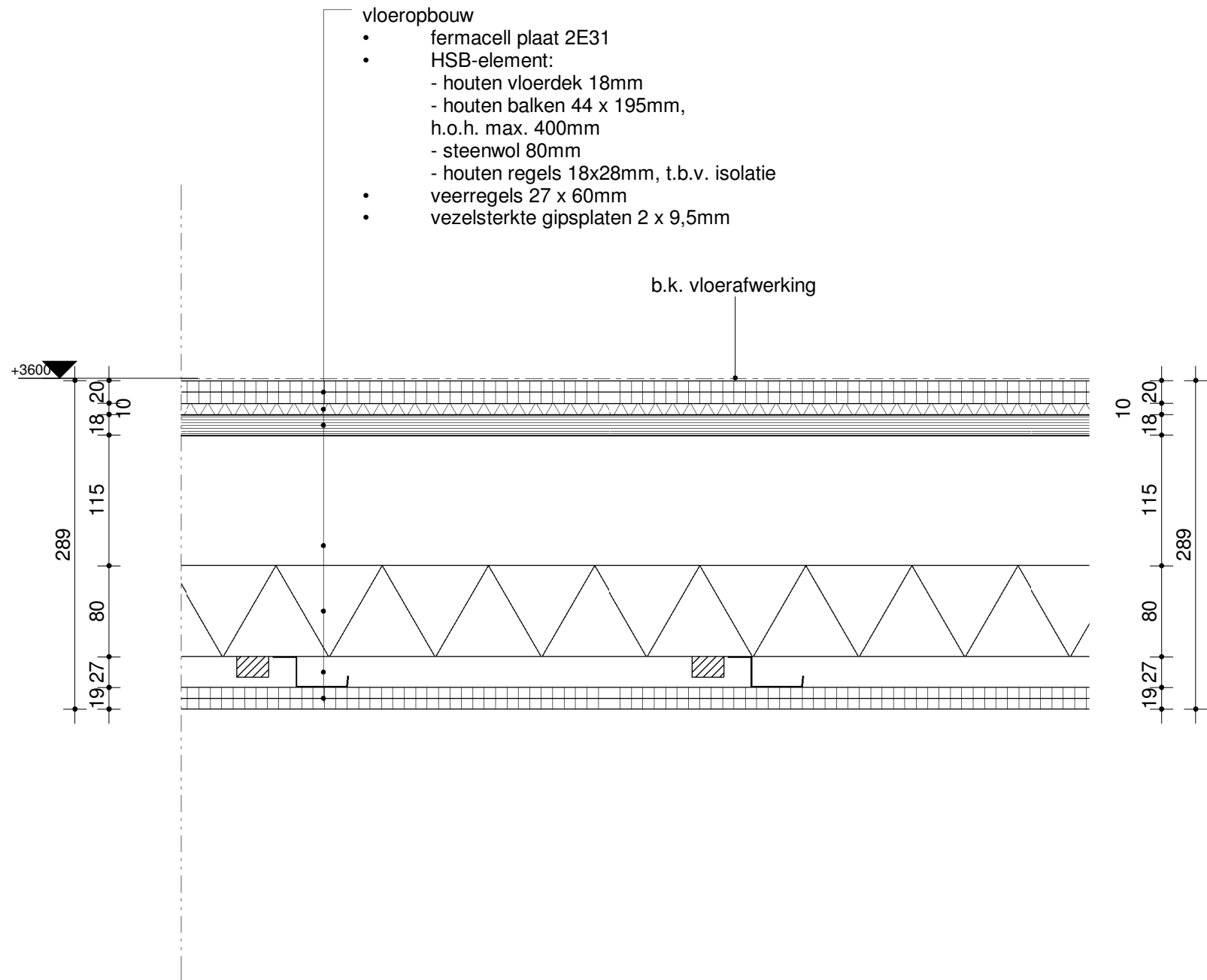
Wandopbouw HSB-element met gipskartonplaten



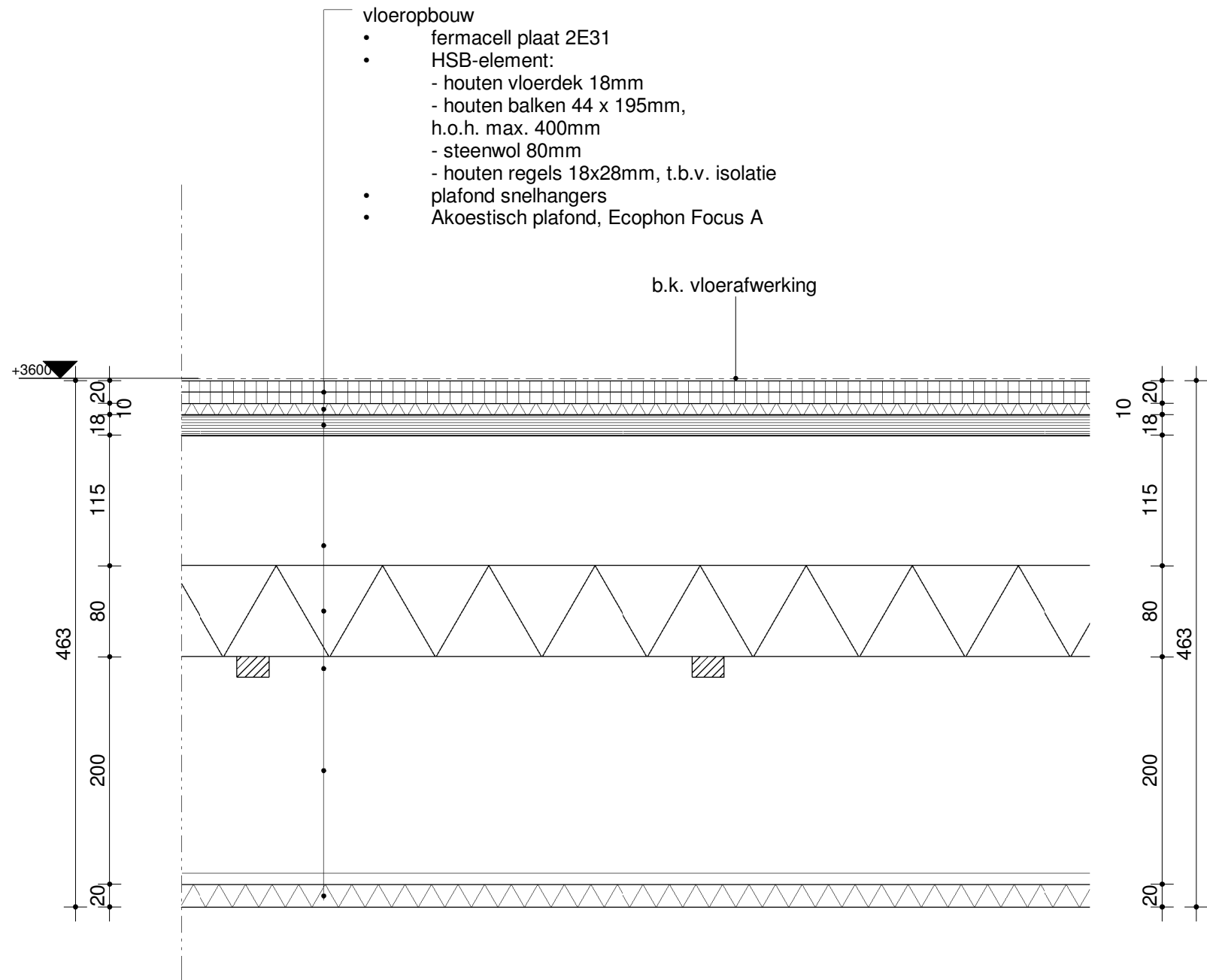
Gewicht [kg/m²]	Prijs [€/m²]	R _s -waarde [m²K/W]	CO2-impact [kg CO ₂ eq/m²]	Luchtgeluids-isolatie [D _{nT,Ak}]	Contactgeluids-isolatie [L _{nT,Ak}]	Brandwerendheid [min]
40,84	89,79	1,62	-	61	-	≥90

Wandopbouw metalstudwand

FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	DO-01	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Wandopbouwen			
FORMAAT	A2	SCHAAL	1:5	DATUM	14-06-2021
		GEWIJZIGD			



Gewicht [kg/m²]	Prijs [€/m²]	R _c -waarde [m²K/W]	CO2-impact [kgCO₂eq/m²]	Luchtgeluids-isolatie[D _{nT,AK}]	Contactgeluids-isolatie[L _{nT,AK}]	Brandwerendheid [min]
78,75	152,46	2,91	-20,696	48-51	52-54	≥60



Gewicht [kg/m²]	Prijs [€/m²]	R _c -waarde [m²K/W]	CO2-impact [kgCO₂eq/m²]	Luchtgeluids-isolatie[D _{nT,AK}]	Contactgeluids-isolatie[L _{nT,AK}]	Brandwerendheid [min]
71,67	153,79	2,91	-21,257	-	-	≥60

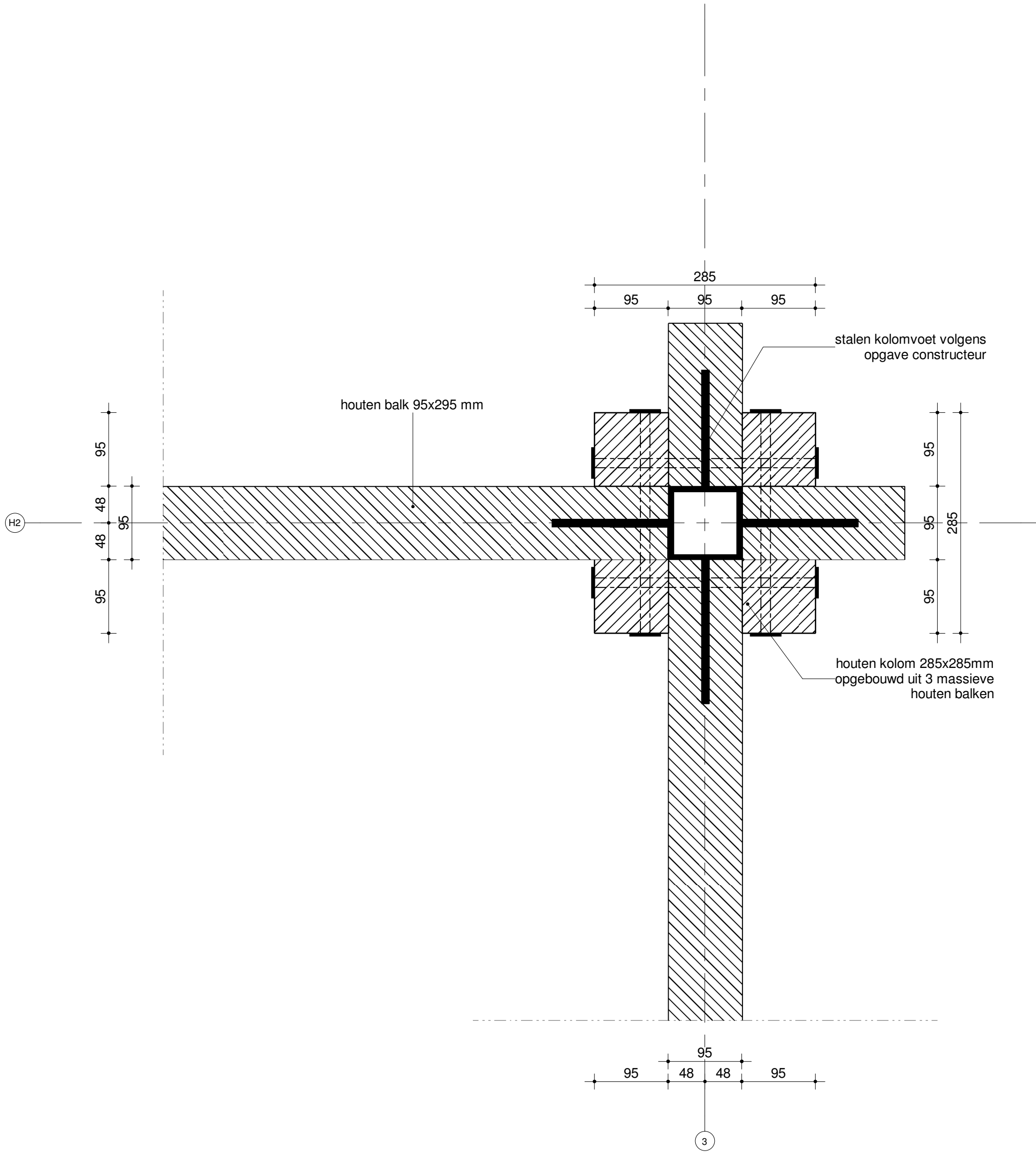
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens				
	DO-02	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Vloeropbouwen				
FORMAAT	A2	SCHAAL 1:5	DATUM 14-06-2021	GEWIJZIGD		



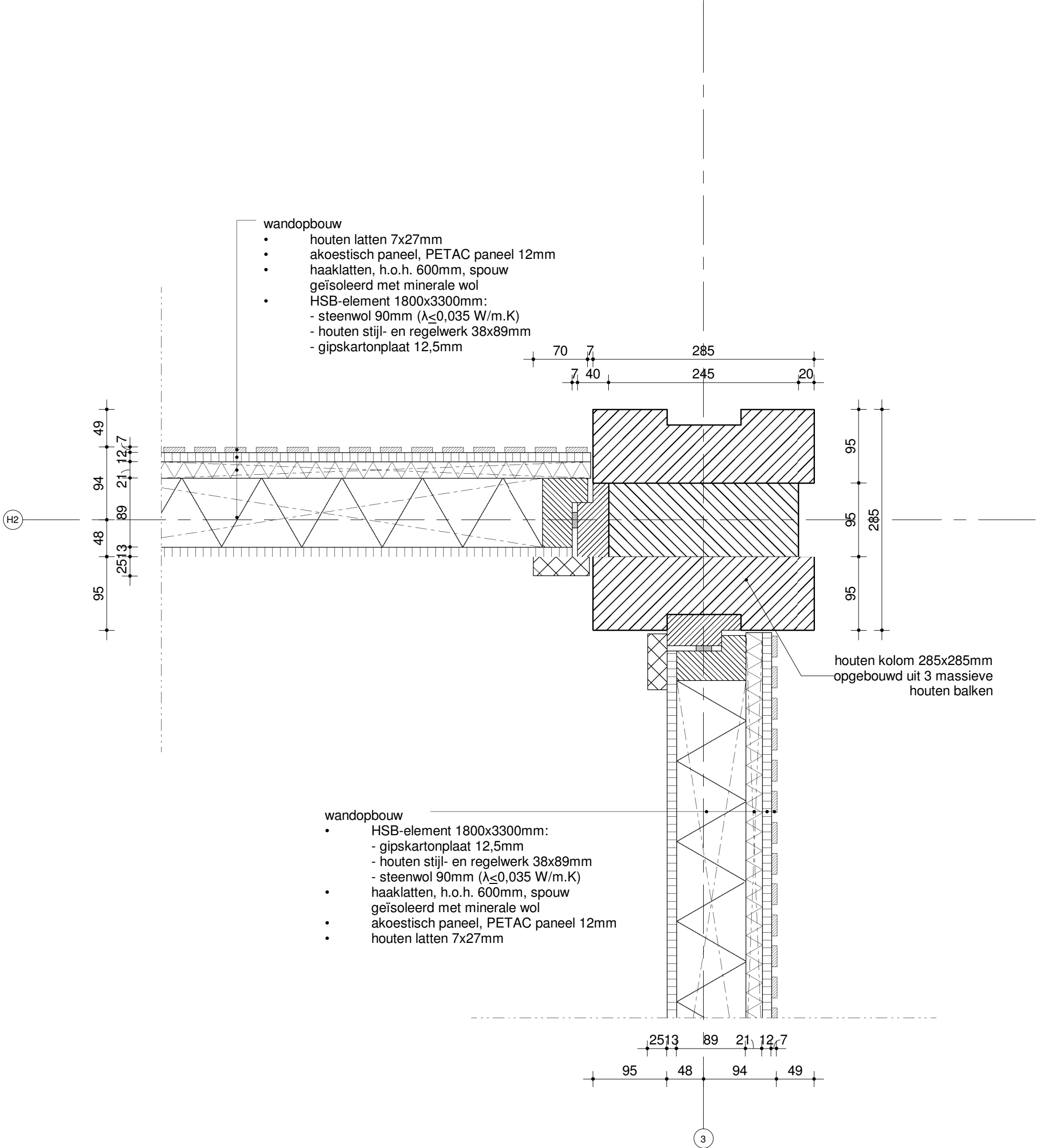
Bijlage 26: Detaillering

In bijlage 26 staat de detaillering centraal. Hierin worden enkele bouwkundige knooppunten weergegeven. Ook hierbij is onderscheid gemaakt in een aantal varianten.

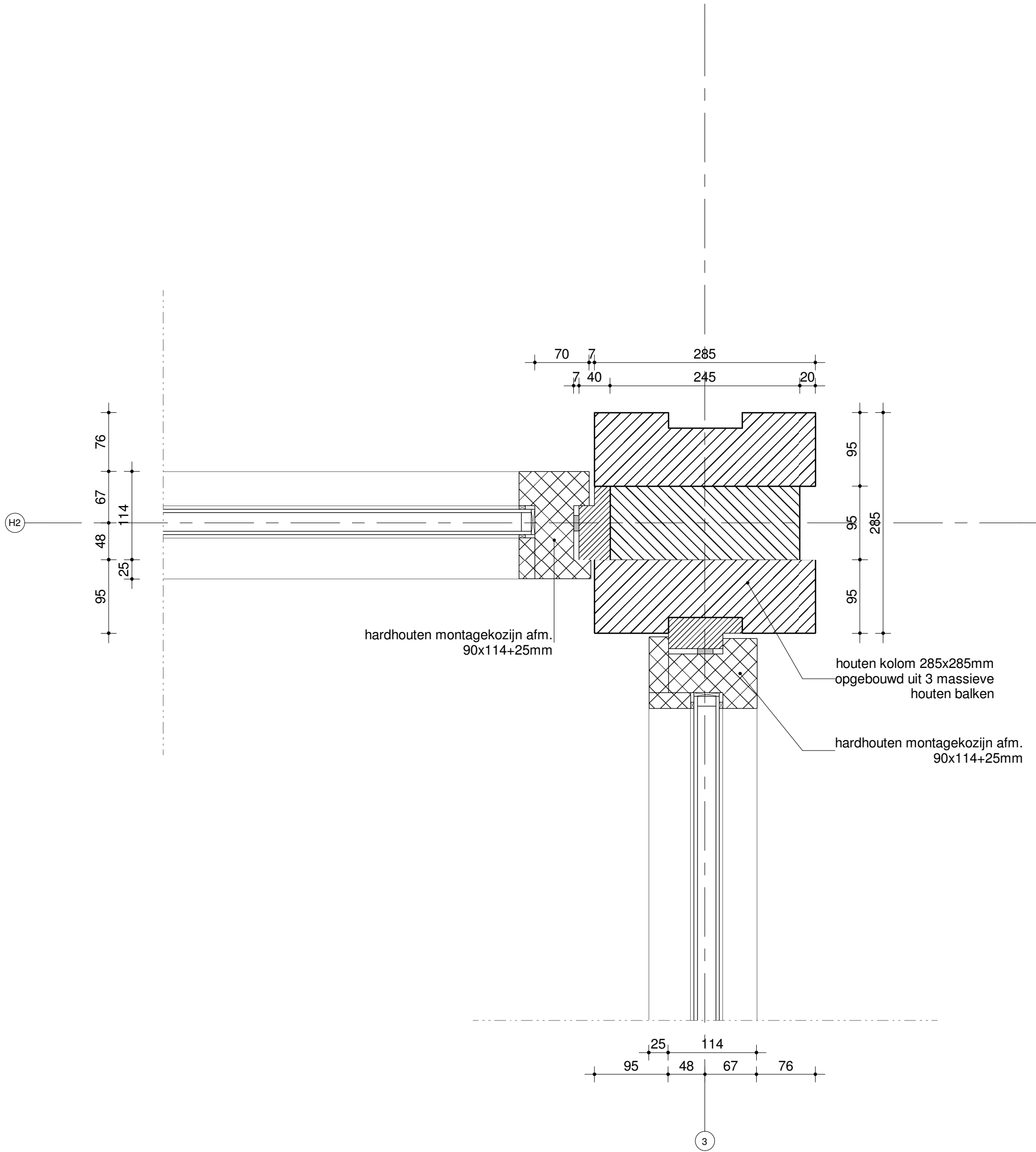
bladnummer	onderwerp	getekend	schaal	datum	formaat
H-01	Liggeeraansluiting	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
H-02	Hoekaansluiting scheidingswand	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
H-03	Hoekaansluiting pui	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
H-04	Aansluiting metalstud-wand op bestaande zuil	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
H-05	Aansluiting metalstud-wand op bestaande gevel	LV/TP	1:5	09-06-2021	A3
V-01	Liggeeraansluiting	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-02	Aansluiting kolom op fundering	LV/TP	1:5	07-06-2021	A3
V-03	Fundering zonder kolom	LV/TP	1:5	22-05-2021	A3
V-04	Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op liggers	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-05	Aansluiting verdiepingsvloer (systeemplafond) op liggers	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-06	Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op scheidingswand	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-07	Aansluiting verdiepingsvloer (systeemplafond) op scheidingswand	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-08	Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op pui	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-09	Aansluiting verdiepingsvloer (systeemplafond) op pui	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-10	Aansluiting gekoppeld kozijn	LV/TP	1:5	07-06-2021	A3
V-11	Aansluiting verdiepingsvloer op bestaande gevel	LV/TP	1:5	14-06-2021	A3
V-12	Verdiepingsvloer (gipsplafond) doorlopend	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-13	Verdiepingsvloer (systeemplafond) doorlopend	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-14	Aansluiting metalstud-wand op spitsboog	LV/TP	1:5	07-06-2021	A3
V-15	Aansluiting metalstud-wand op gewelf	LV/TP	1:5	06-05-2021	A3
V-16	Aansluiting metalstud-wand op verdiepingsvloer (gipsplafond)	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-17	Aansluiting metalstud-wand op verdiepingsvloer (systeemplafond)	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3
V-18	Aansluiting verdiepingsvloer op bestaande zuil	LV/TP	1:5	10-06-2021	A3



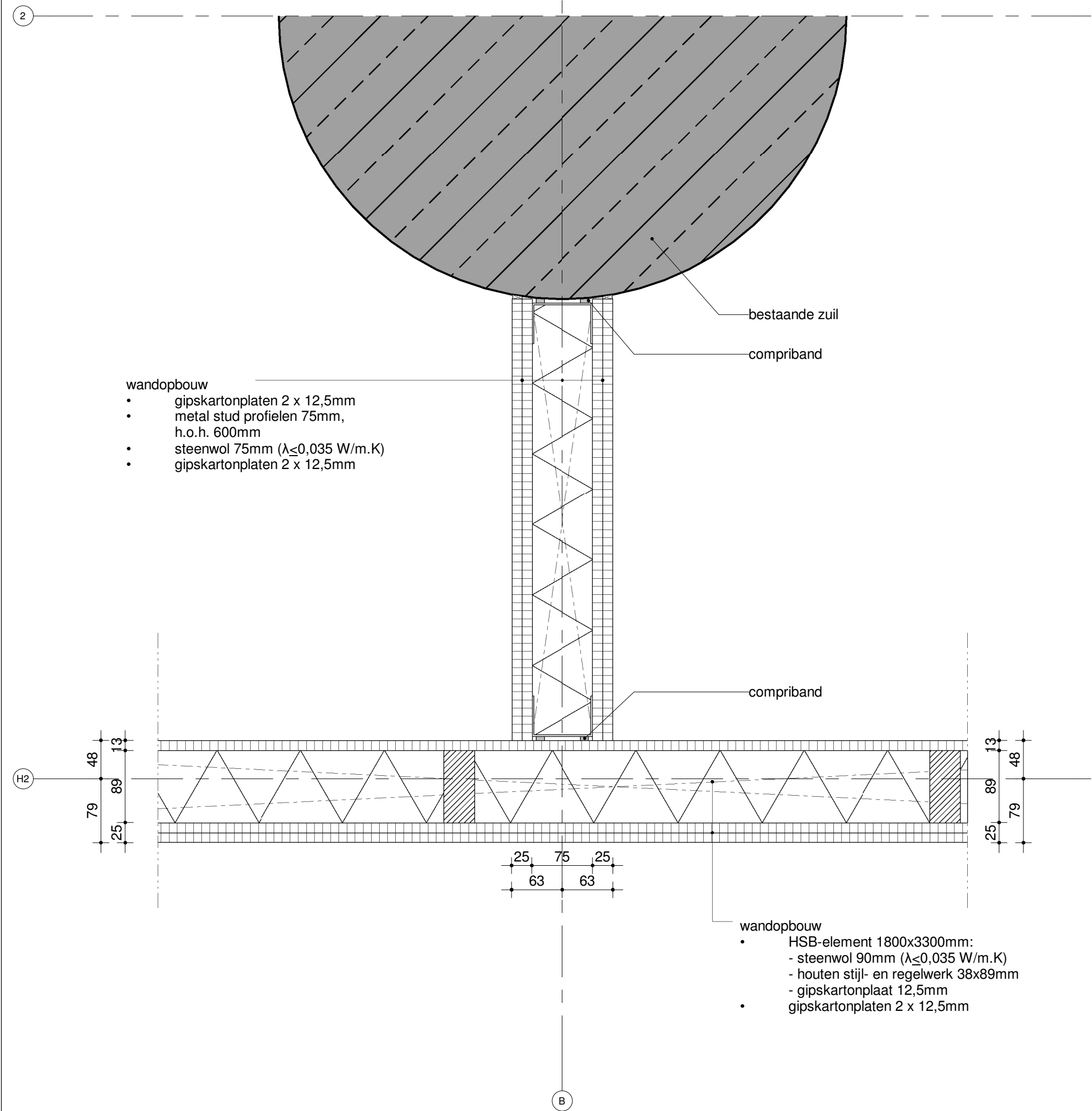
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	H-01	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Liggeraansluiting		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



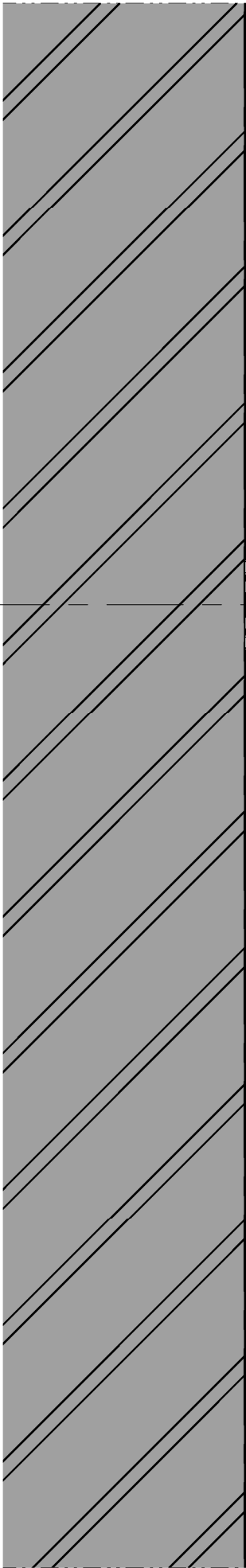
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	H-02	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Hoekaansluiting scheidingswand		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



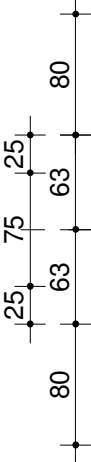
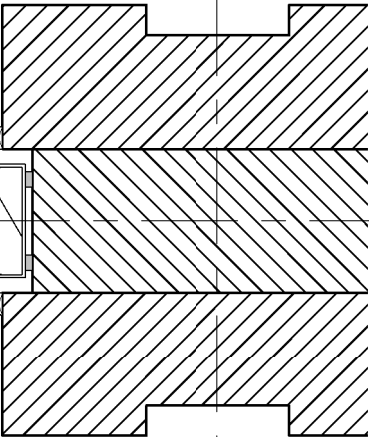
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	H-03	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Hoekaansluiting pui			
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD	



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	H-04	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op bestaande zuil			
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD	



- wandopbouw
- gipskartonplaten 2 x 12,5mm
 - metal stud profielen 75mm, h.o.h. 600mm
 - steenwol 75mm ($\lambda \leq 0,035$ W/m.K)
 - gipskartonplaten 2 x 12,5mm

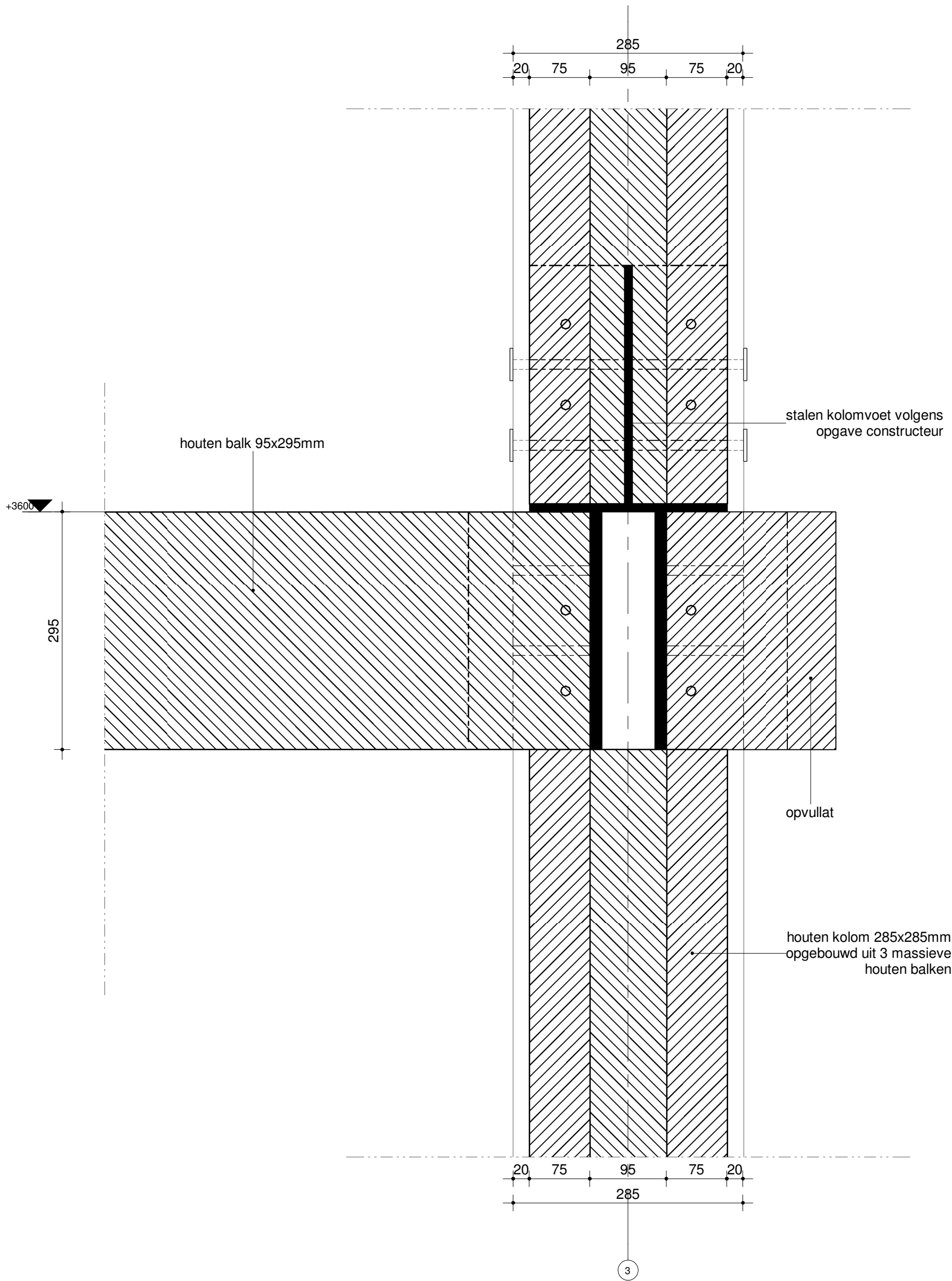


H2

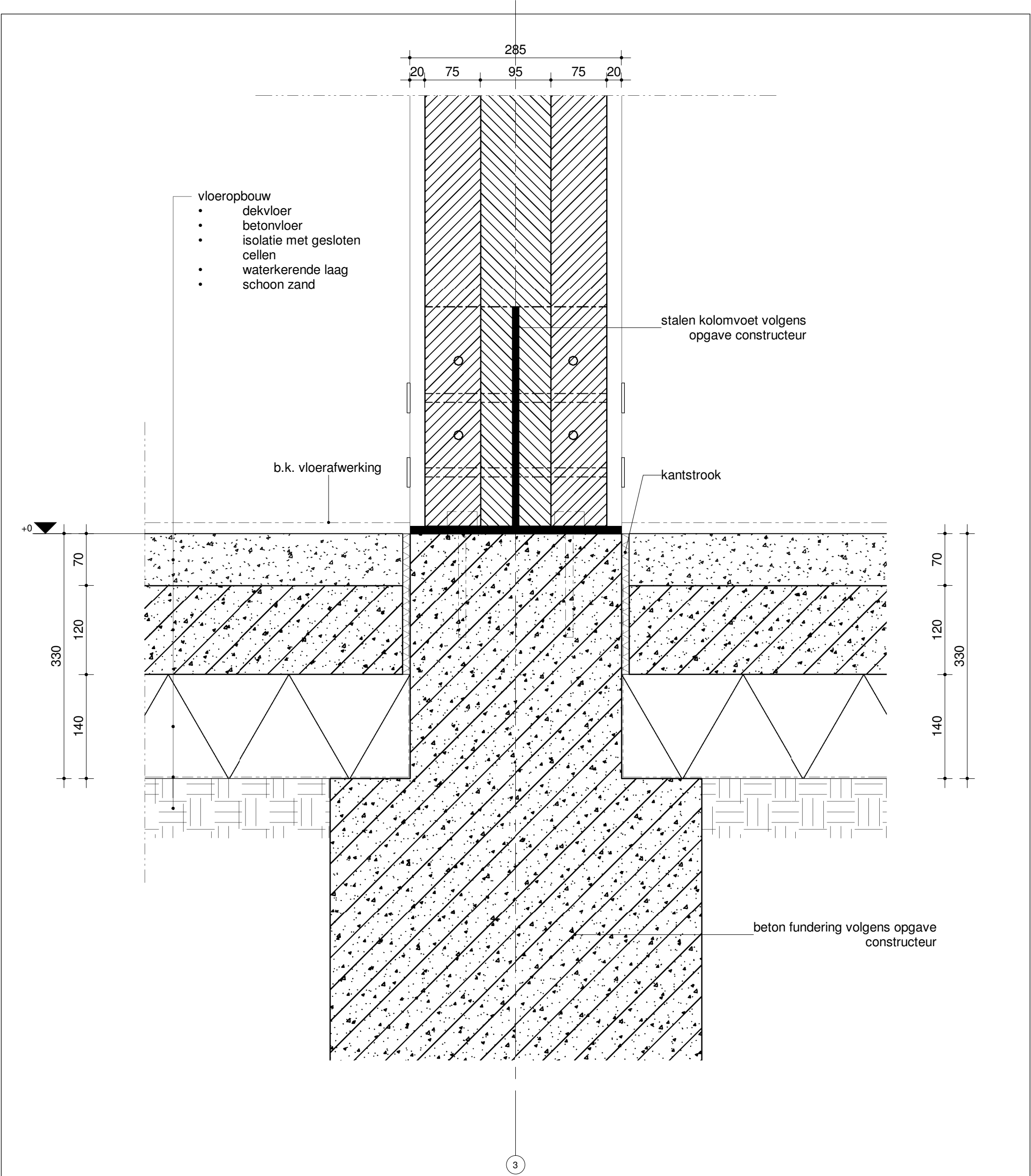
A

H-A

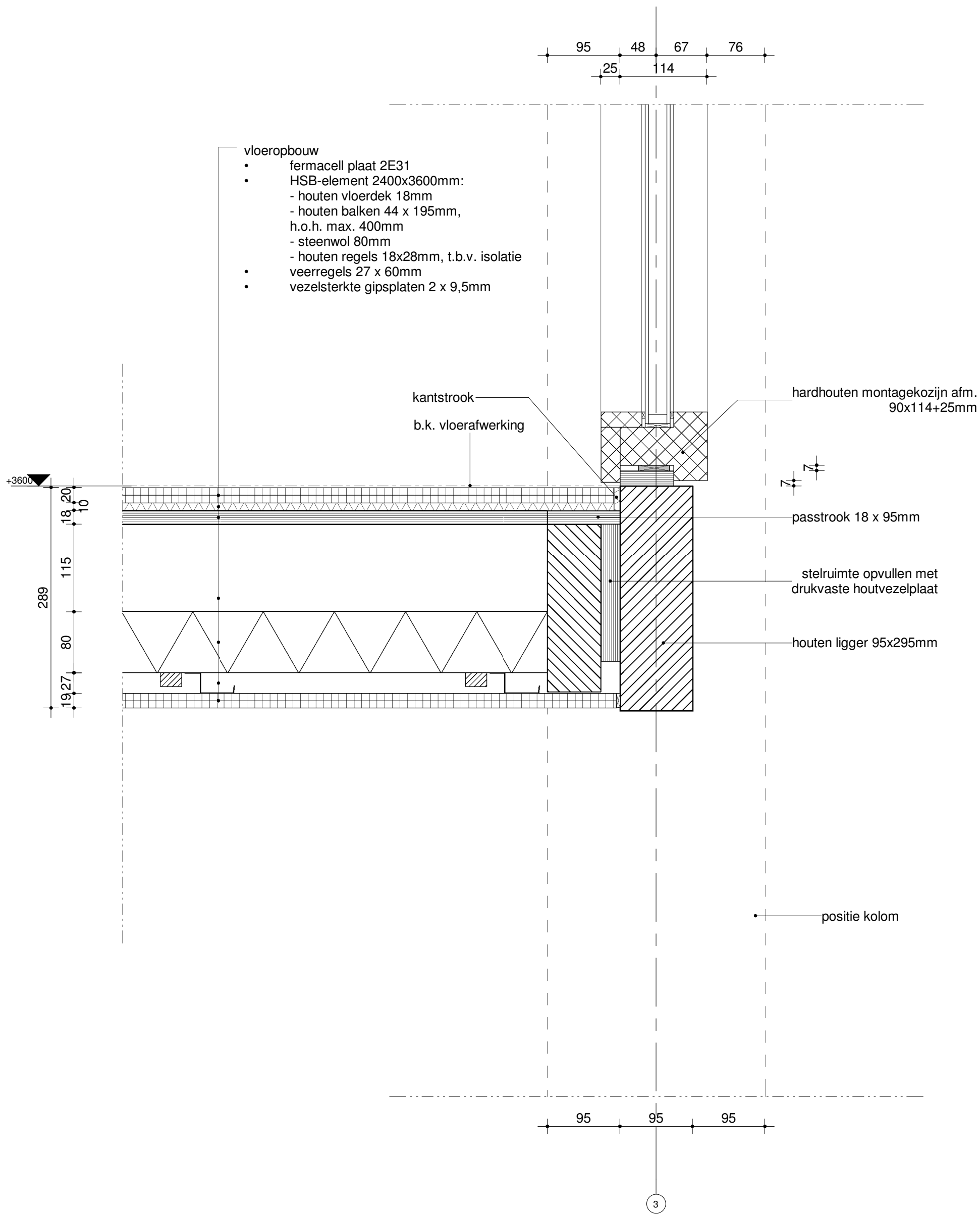
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	H-05	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op bestaande gevel			
FORMAAT	A3	SCHAAL	1:5	DATUM	09-06-2021
		GEWIJZIGD			



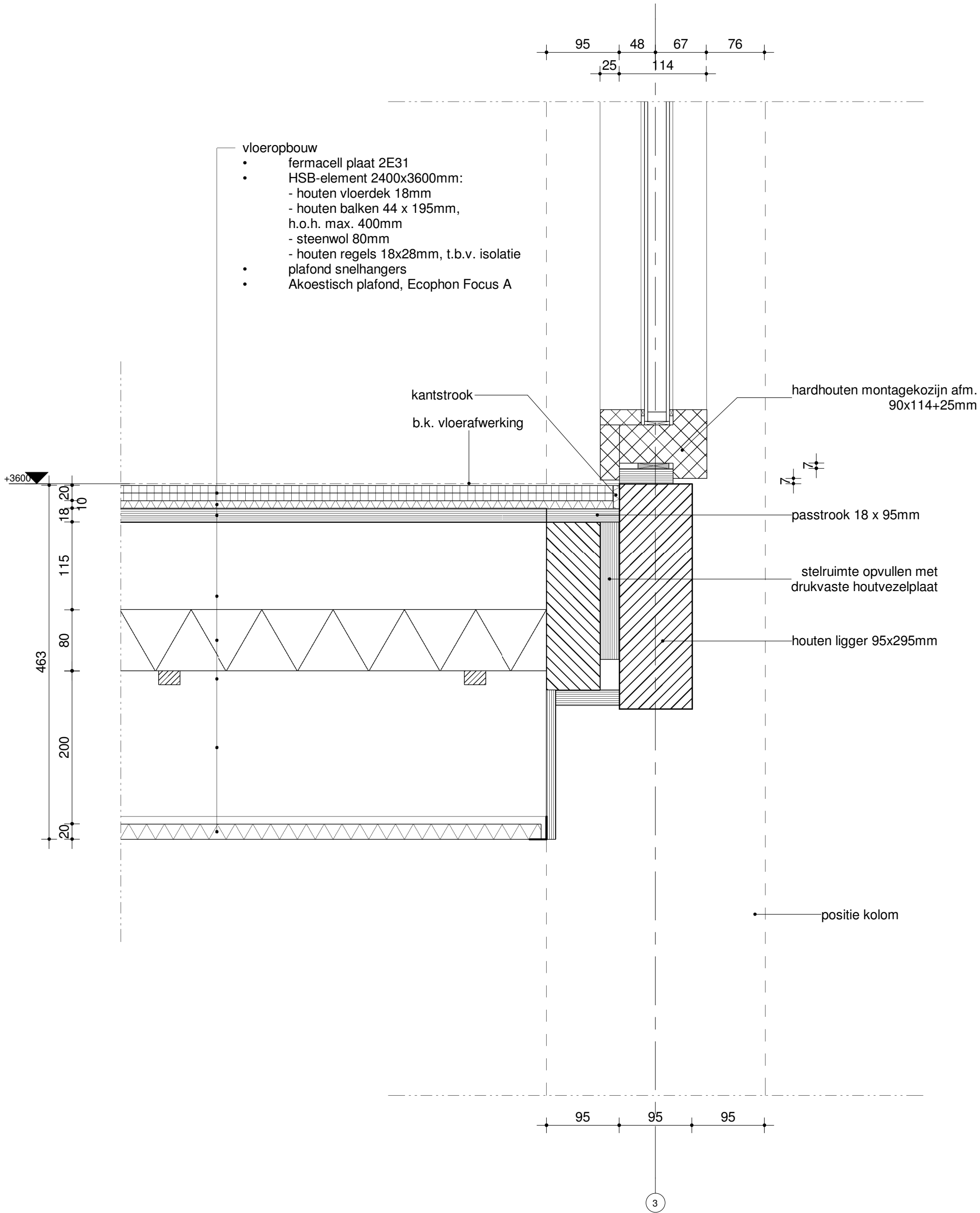
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-01	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Liggeraansluiting		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



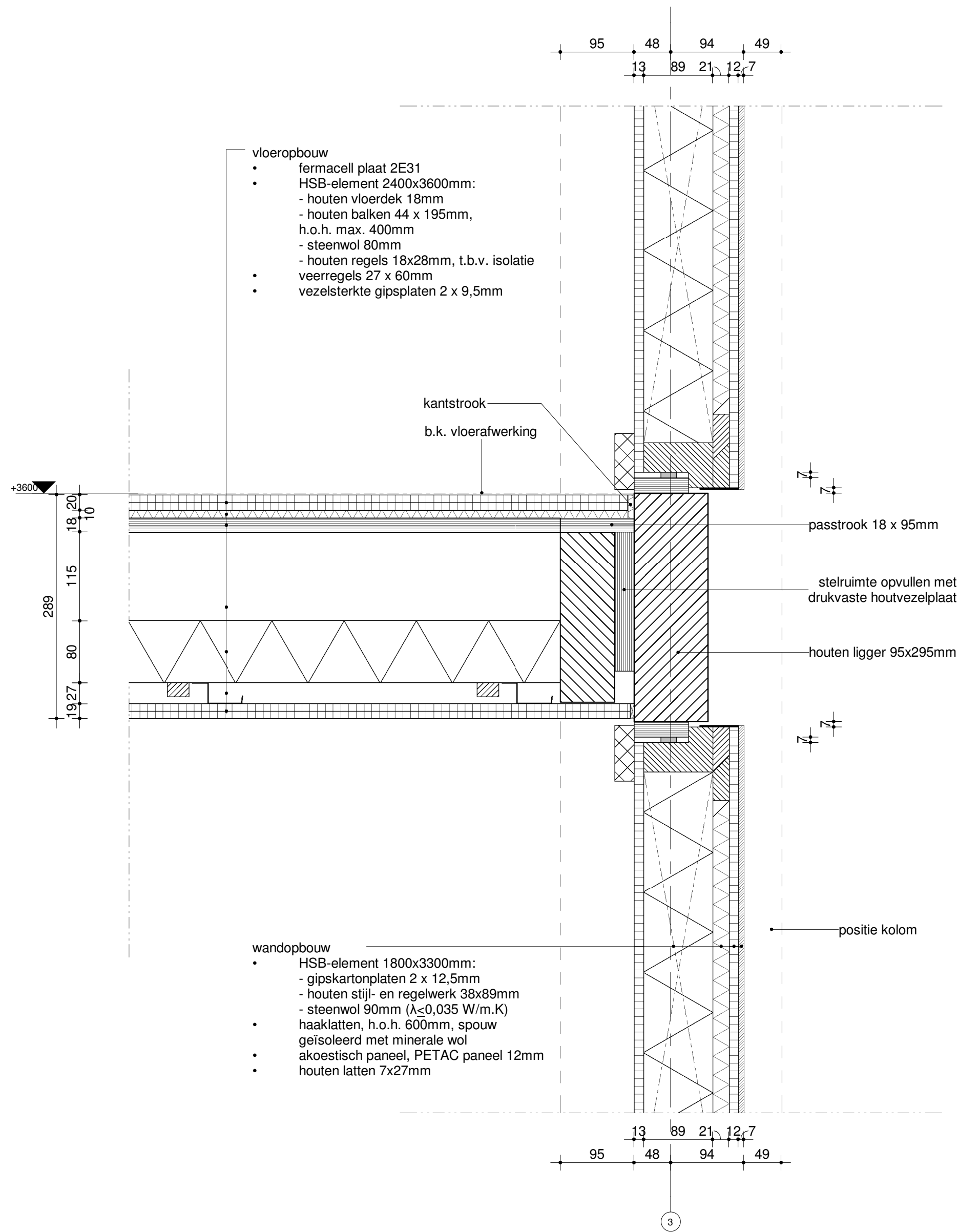
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	V-02	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting kolom op fundering			
FORMAAT	A3	SCHAAL	1:5	DATUM	07-06-2021
		GEWIJZIGD			



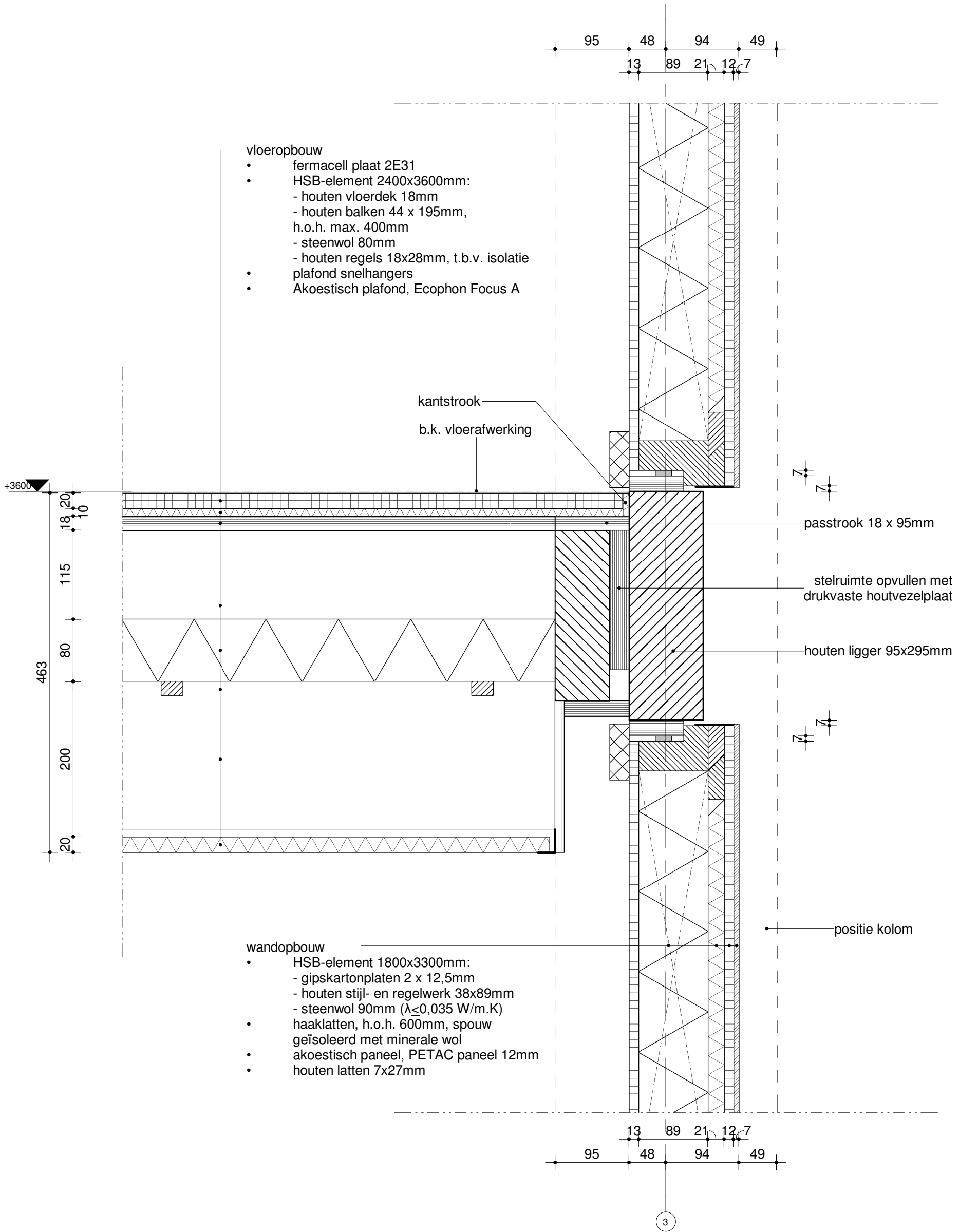
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-04	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op liggers		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



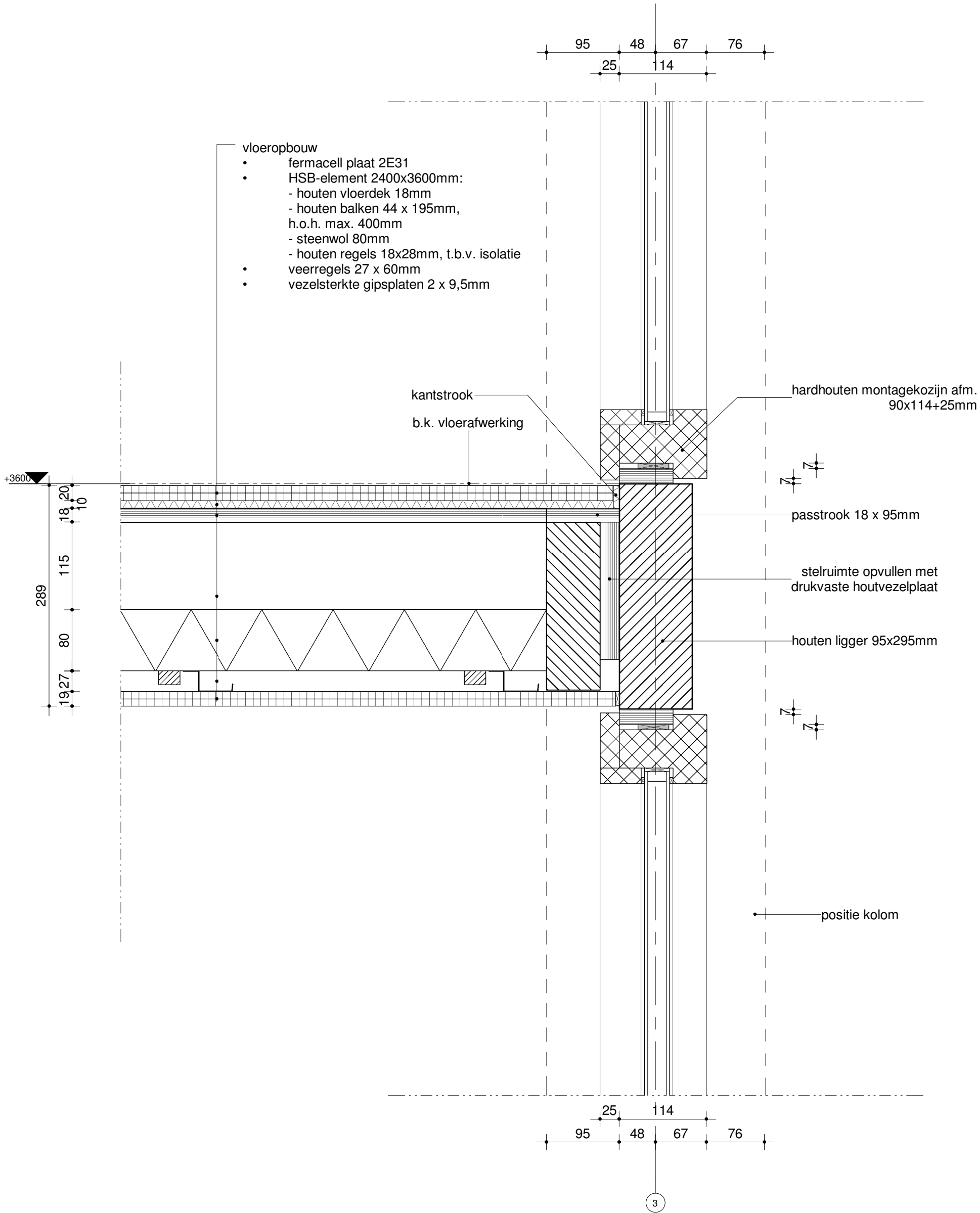
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-05	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer (systeemplafond) op liggers		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



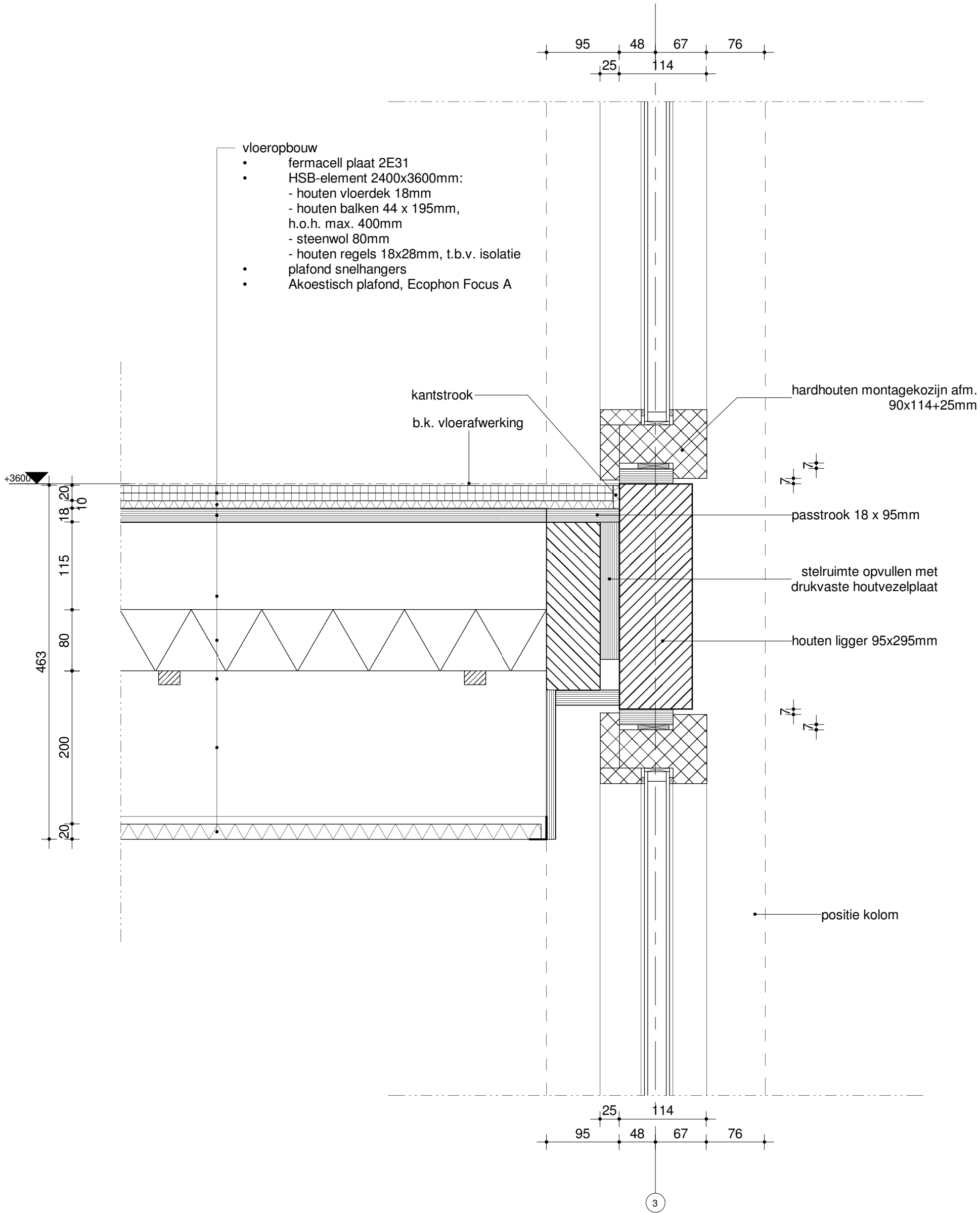
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-06	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op scheidingswand		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



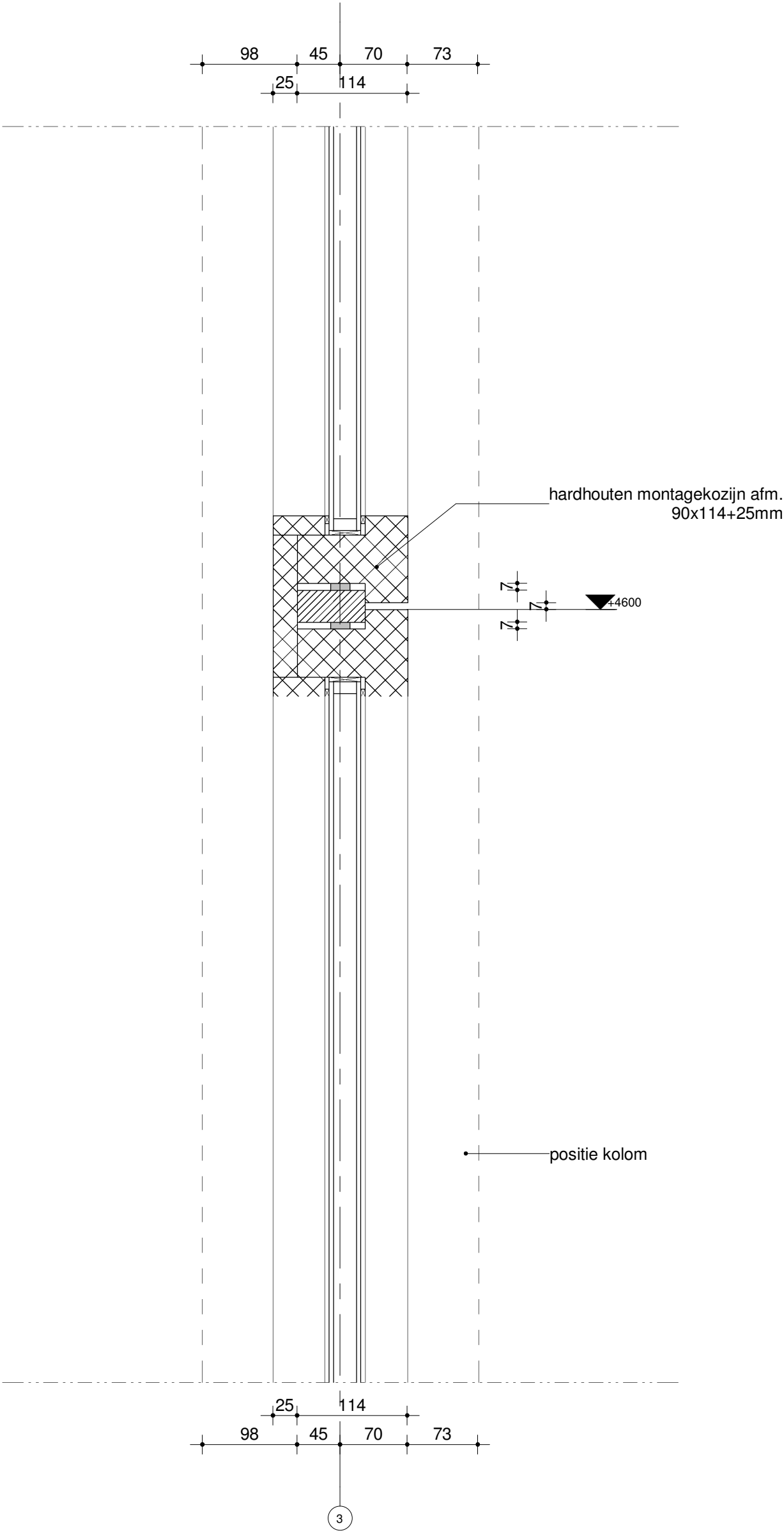
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-07	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer (systeemplafond) op scheidingswand		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



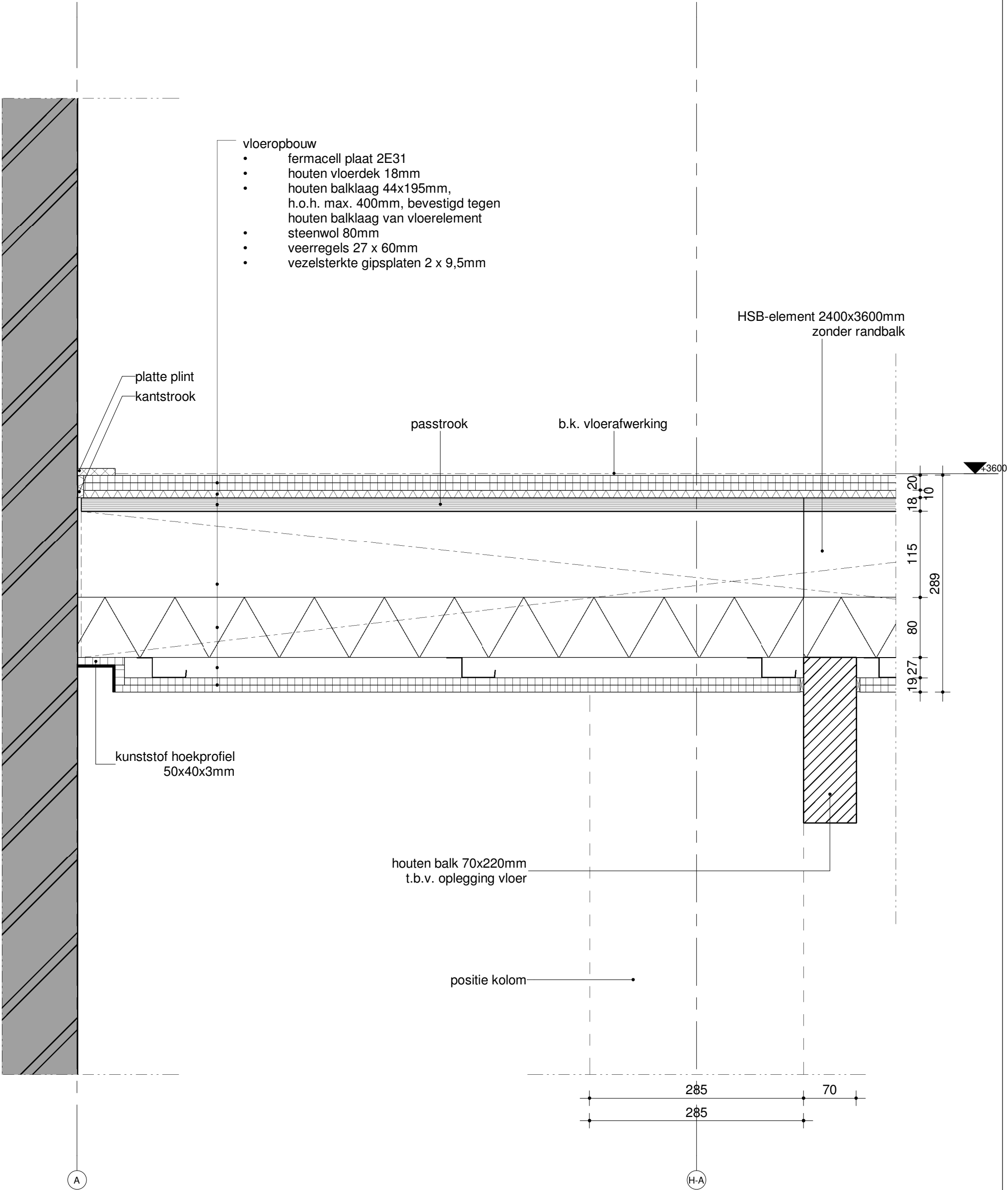
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-08	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer (gipsplafond) op pui		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



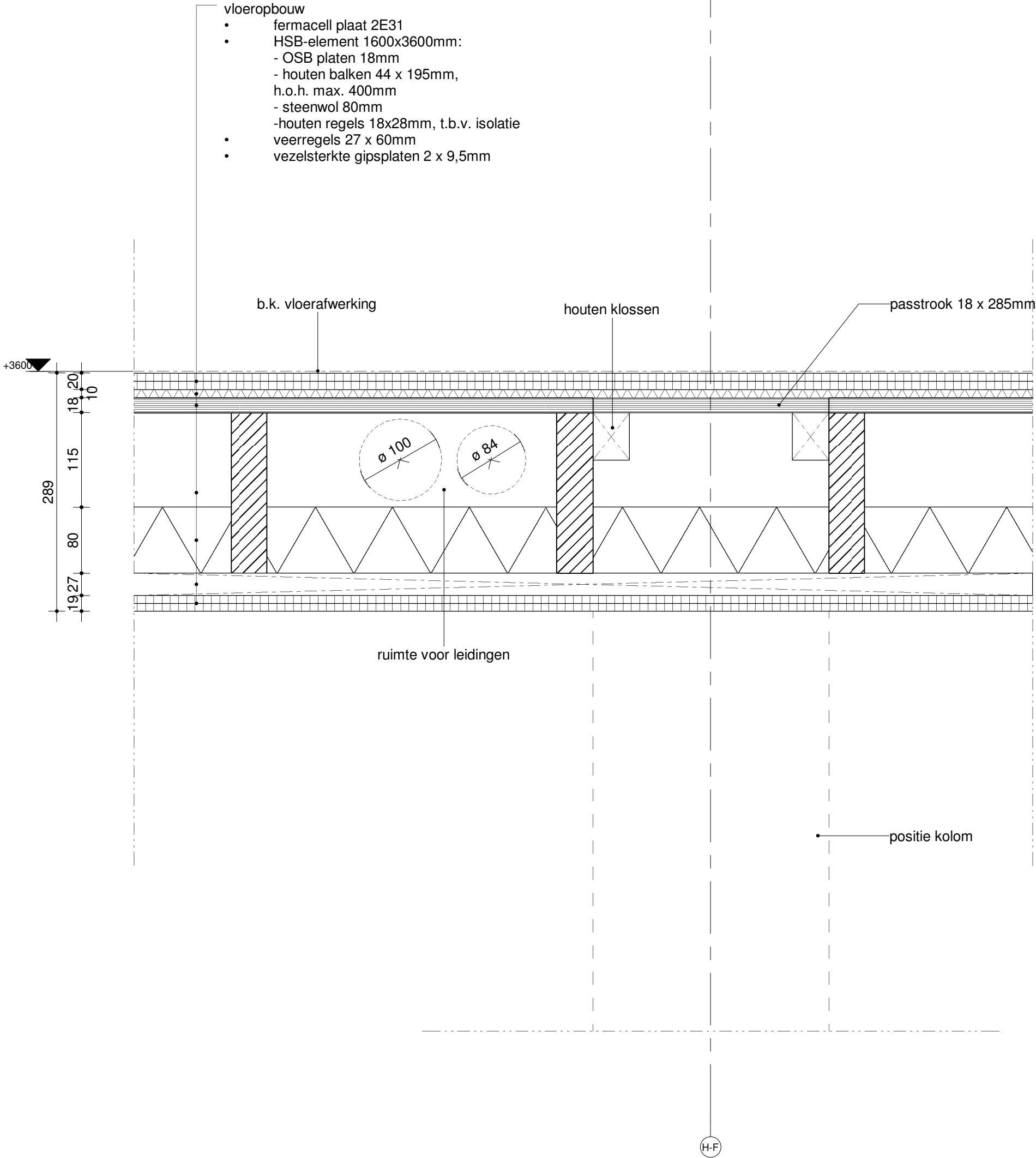
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-09	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingvloer (systeemplafond) op pui		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



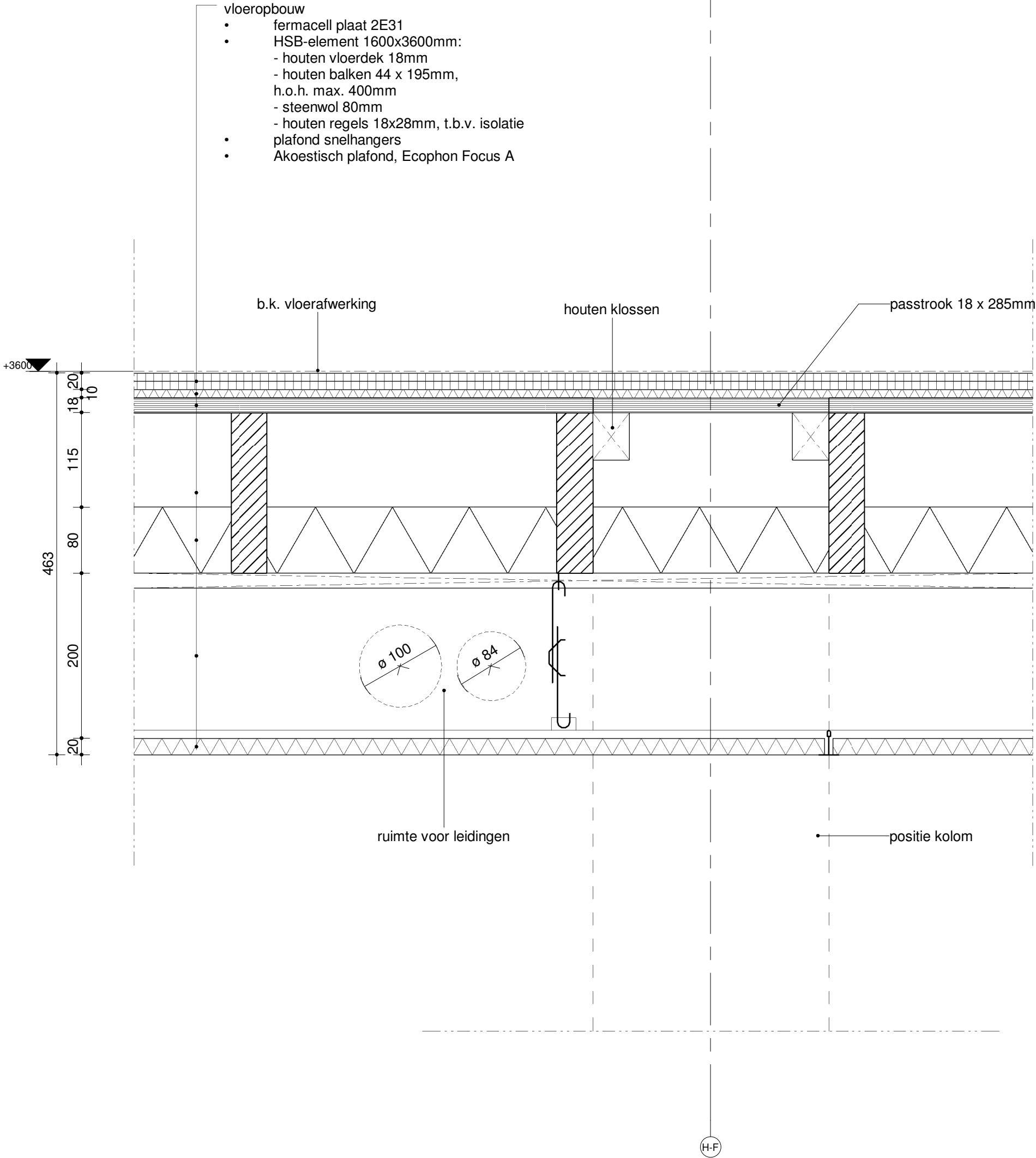
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-10	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting gekoppeld kozijn		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 07-06-2021	GEWIJZIGD



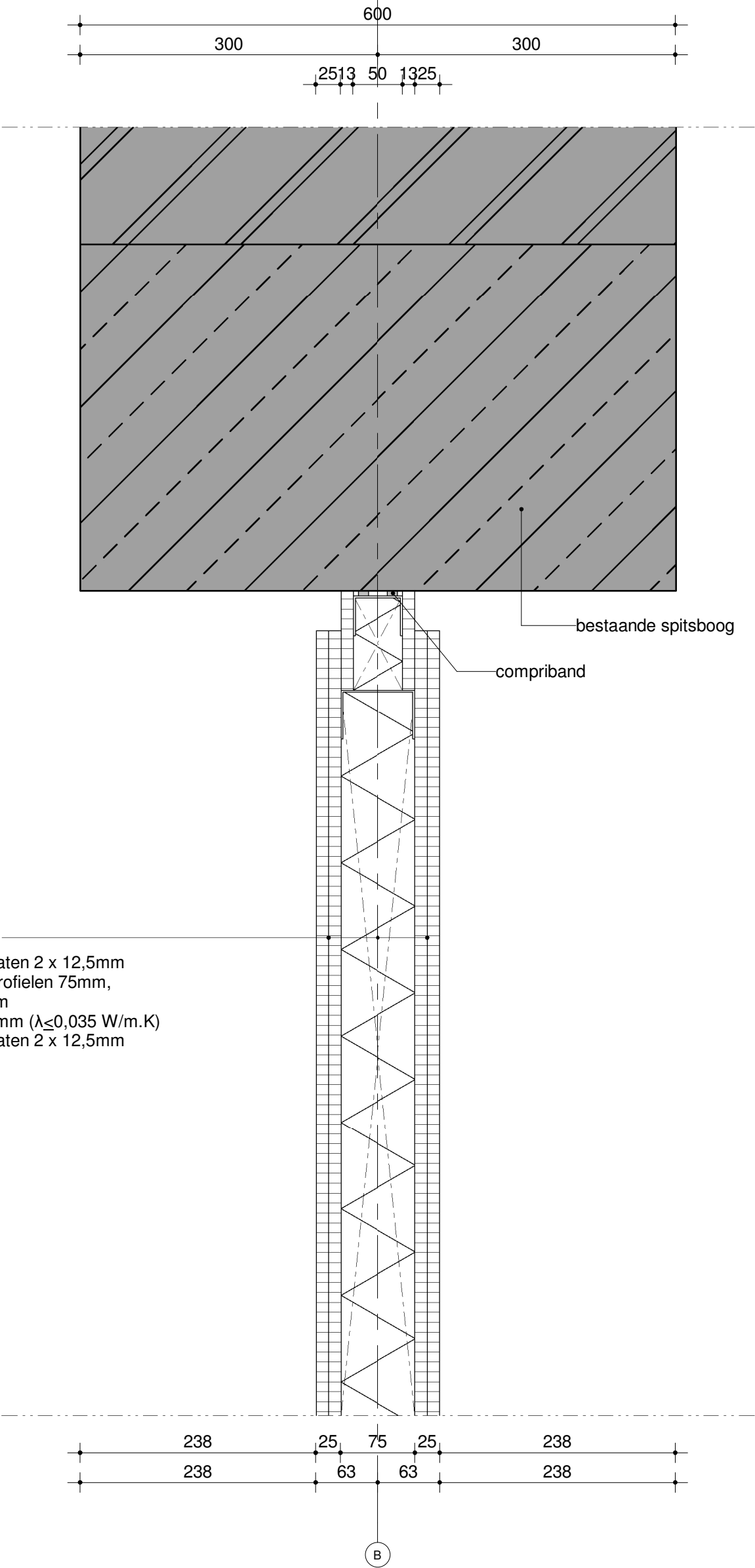
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	V-11	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer op bestaande gevel			
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 14-06-2021	GEWIJZIGD	



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-12	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Verdiepingsvloer (gipsplafond) doorlopend		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	V-13	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Verdiepingsvloer (systeemplafond) doorlopend			
FORMAAT	A3	SCHAAL	1:5	DATUM	10-06-2021
		GEWIJZIGD			



- wandopbouw
- gipskartonplaten 2 x 12,5mm
 - metal stud profielen 75mm, h.o.h. 600mm
 - steenwol 75mm ($\lambda \leq 0,035$ W/m.K)
 - gipskartonplaten 2 x 12,5mm

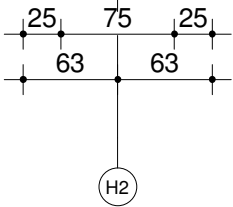
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-14	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op spitsboog		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 07-06-2021	GEWIJZIGD

- opbouw gewelf
- bestaand gemetseld kruisgewelf
 - gewelfisolatie, minerale wol 100mm, ($\lambda \leq 0,037$ W/m.K)

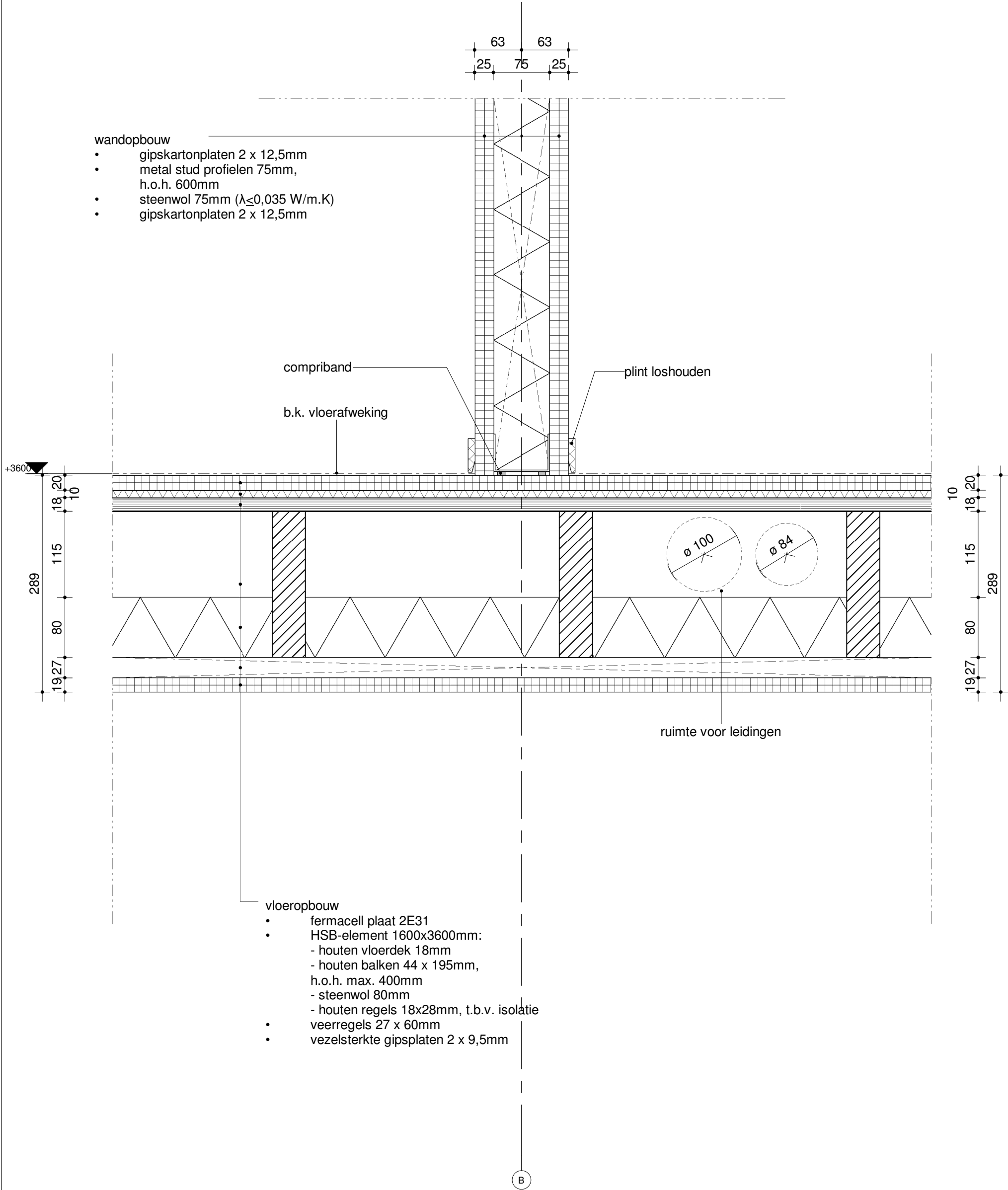
- wandopbouw
- gipskartonplaten 2 x 12,5mm
 - metal stud profielen 75mm, h.o.h. 600mm
 - steenwol 75mm ($\lambda \leq 0,035$ W/m.K)
 - gipskartonplaten 2 x 12,5mm

vullat

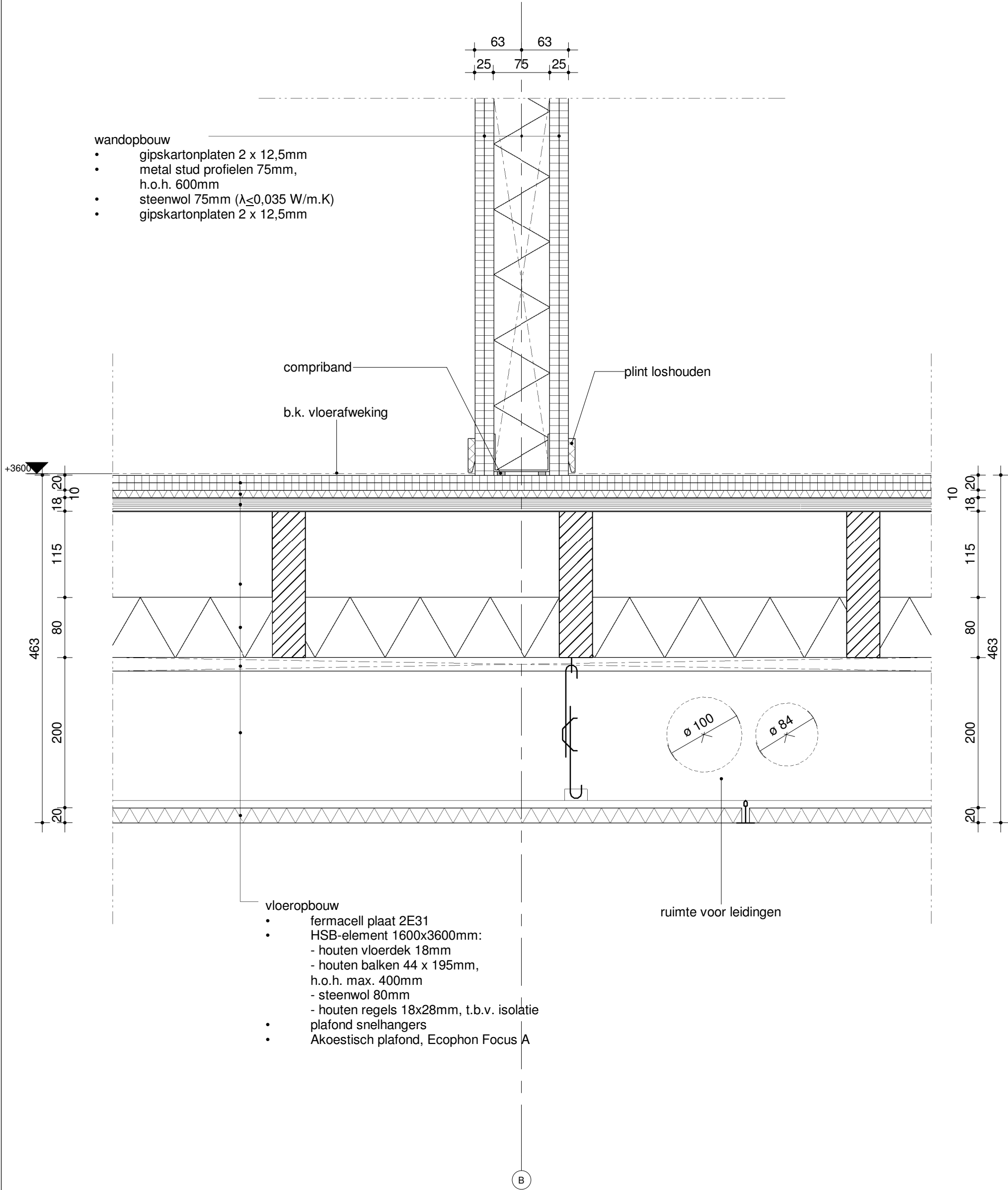
compriband



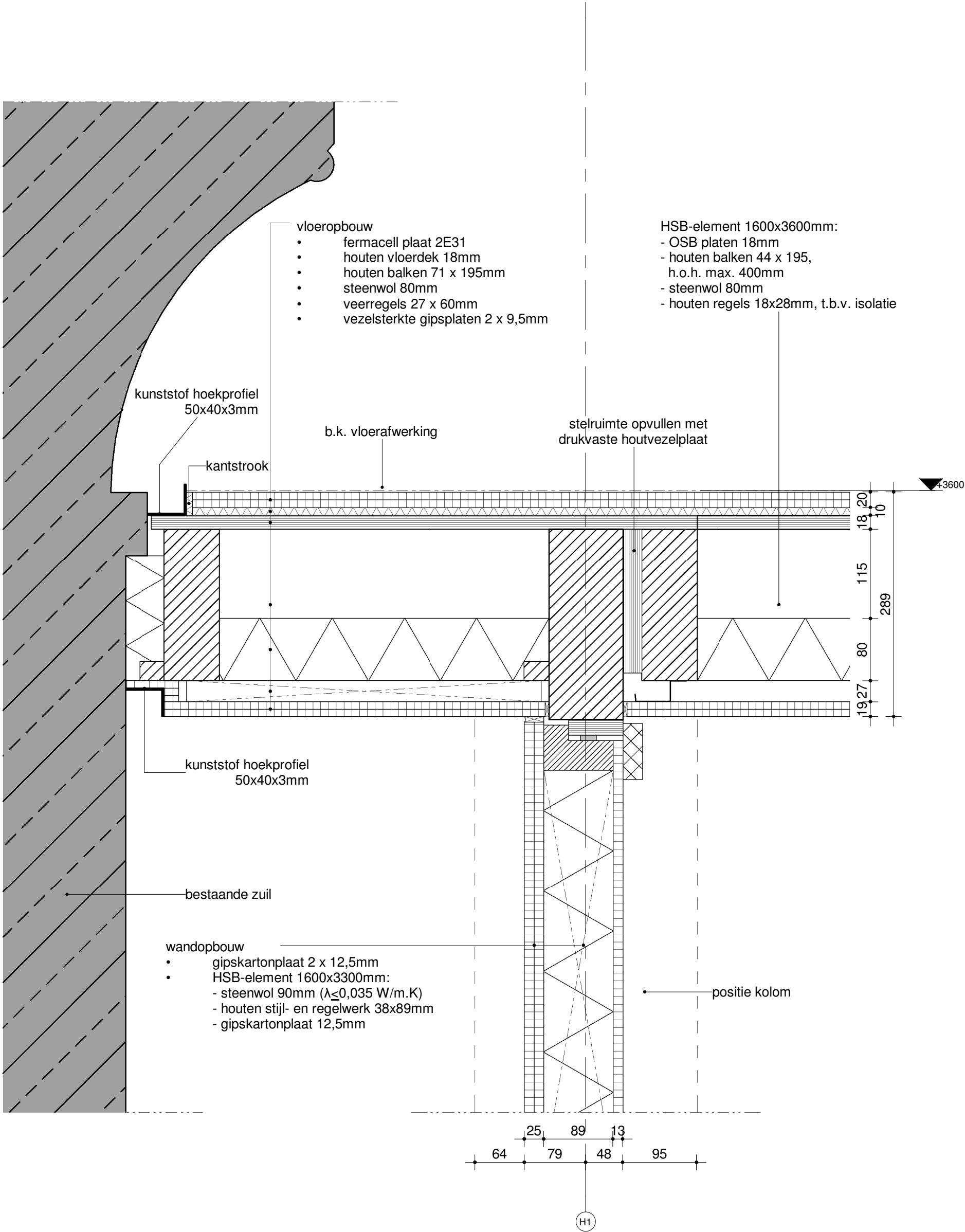
FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-15	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op gewelf		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 06-05-2021	GEWIJZIGD



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	V-16	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op verdiepingsvloer (gipsplafond)			
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD	



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens		
TEKENINGNUMMER	V-17	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting metalstud-wand op verdiepingsvloer (systeemplafond)		
FORMAAT	A3	SCHAAL 1:5	DATUM 10-06-2021	GEWIJZIGD



FILE	01.01	GETEKEND Lars Vogels & Tom Pittens			
TEKENINGNUMMER	V-18	Duurzaam Herbestemmen Kerken Afstudeeronderzoek Aansluiting verdiepingsvloer op bestaande zuil			
FORMAAT	A3	SCHAAL	1:5	DATUM	10-06-2021
		GEWIJZIGD			