

24 MEI 2019



TIJDELIJKE BEDRIJFSHAL

IN OPDRACHT VAN



DONSELAARSTRUCTURES

ONDER COÖRDINATIE VAN

Hogeschool  **van Arnhem en Nijmegen**
HAN University of Applied Sciences

COLOFON

Dit is een afstudeerscriptie in opdracht van Donselaar Structures, voor de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

AUTEURS

Robbert Geurtsen
stud.nr.: 571756

Coen Schakel
stud.nr.: 564721

Niels Vlot
stud.nr.: 568197

ORGANISATIE & COÖRDINATIE

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Opleiding: bouwkunde
Afstudeerrichting: bouwtechniek
Eerste begeleider: Mich van Muijden
Tweede begeleider: Gijs Pelgrom

Donselaar Structures
Bedrijfsbegeleider: dhr. R. van Ginkel

VOORWOORD

Voor u ligt de afstudeerscriptie 'Tijdelijke bedrijfshal' die wij ter afsluiting van onze studie bouwkunde aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen hebben geschreven. Dit onderzoek is voortgekomen uit de toenemende vraag naar tijdelijke bedrijfsoplossingen en in opdracht van Donselaar Structures is gekeken naar een vernieuwd concept voor de tijdelijke bedrijfshal.

Het afgelopen semester, van februari tot en met mei 2019, is dit onderzoek voor Donselaar Structures te Barneveld door ons met enthousiasme uitgevoerd. Dit was echter niet mogelijk geweest zonder de positieve begeleiding van dhr. R van Ginkel, bedrijfsbegeleider bij Donselaar Structures. Tevens willen wij Mich van Muijden en Gijs Pelgrom, afstudeerbegeleiders vanuit de HAN, bedanken voor de prettige sturing en ondersteuning van dit afstudeerproject.

Eveneens bedanken wij Neptunus B.V. voor het informatieve werkbezoek, H. Hardeman B.V. Veenendaal voor de offerte en het leveren van materialen voor de mock-up en Houting Bouwconstructies voor het berekenen van de constructieve uitwerking.

Wij wensen u veel leesplezier.

Robbert Geurtsen, Coen Schakel & Niels Vlot
Renswoude, 24 mei 2019

SAMENVATTING

Uit cijfers van het CBS (2018) is gebleken dat er een sterke en vooral constant toenemende vraag is naar producten uit de detailhandel. Deze explosieve toename vraagt naar oplossingen op korte termijn voor de opslag van deze producten. Donselaar Structures, ontstaan uit moederbedrijf Donselaar Tenten, levert demontabele bedrijfsoplossingen die in korte tijd gebouwd kunnen worden. Het bouwen in korte tijd, resulteert echter in een eindproduct dat nog enige bouwtechnische gebreken vertoont.

Dit afstudeeronderzoek heeft als doelstelling een geoptimaliseerde versie van de huidige de tijdelijke bedrijfshal te ontwerpen. Daarin staat de hoofdvraag “Op welke wijze kan een tijdelijke bedrijfshal worden uitgevoerd met de kwaliteit van permanente bouw om de explosieve groei van de online detailhandel op te vangen?” centraal. Het uitwerken van de tijdelijke bedrijfshal gebeurt op basis van de ontwerpmethode *Evidence-Based Design*, ontwerpen op basis van bestaande, veelvoudig toegepaste systemen.

Er is een onderzoek gedaan naar wat een tijdelijke bedrijfshal precies inhoudt. Daarbij is gebleken dat dit een bouwwerk is dat gebouwd wordt met de intentie een gebruiksduur te hebben van een periode van maximaal 15 jaar, opgebouwd uit elementen die met droge, demontabele verbindingen zijn verbonden, om na de gebruikperiode weer te kunnen worden hergebruikt. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar de huidige uitvoering van de tijdelijke bedrijfshal, waarbij vergeleken is met de bouwfasering uit de NEN2574:1993.

Middels theoretisch onderzoek, analyses en klantonderzoek zijn vervolgens criteria opgesteld voor de uitvoering van zowel tijdelijke als permanente bedrijfshallen. Deze criteria worden later voor het kiezen van opgestelde varianten per bouwdeel gescoord op relevantie en prioriteit.

De varianten zijn gecombineerd tot één systeem in een schetsontwerp. Middels verdiepend onderzoek zijn verschillende aanvullingen gedaan op dit ontwerp; de voorlopige ontwerpen. Hierin is op alle bouwdeelen het 3-4-5-principe toegepast, wat inhoudt dat met elementen van 3, 4 en 5 meter alle afmetingen gemaakt kunnen worden. Door dit principe is de bedrijfshal flexibel in lengte, breedte en hoogte op een meter nauwkeurig. Ieder bouwdeel is tevens overal opnieuw her te gebruiken, omdat passtukken overbodig zijn.

Het uiteindelijke ontwerp is uitgewerkt tot DO-niveau. De fundering wordt tussen het bestaande straatwerk geplaatst, waarbij de draagkrachtige grond op hoogte is afgegraven. De hoofd draagconstructie wordt opgebouwd uit koudgewalst staal. De gevels en het dak worden uit sandwichpanelen opgebouwd, welke middels klemverbindingen aan de constructie worden bevestigd; dit bevordert het hergebruik van de panelen. Vloerdelen bestaan uit geprefabriceerde, betonnen elementen met een isolatieschil tussen twee betonschillen.

De tijdelijke bedrijfshal is door opbouw in elementen volgens het 3-4-5-principe – verbonden met remontabele verbindingen – uit te voeren met de kwaliteit van permanente bedrijfshallen.

SUMMARY

Figures from the CBS (Statistics Netherlands) show that there has been a strong but mainly constant growth of demand for products from the retail industry the last years. This explosive growth requires short-term solutions for storage for these products. Donselaar Structures, a company that originated from Donselaar Tenten, offers solutions that can be built in a short period of time; temporary industrial buildings (after this: TIB). Though, this short construction time results in a finished product with some engineering defects.

The main goal of this thesis is to design an optimized version of the current TIB. The main research question for this thesis is: 'In which way can a temporary industrial building be executed with the same quality as permanent buildings, to meet the explosive growth in demand?' The design process of the TIB is based on the design method Evidence-Based Design; designing based on existing, frequently used building systems.

At first, the definition of a 'TIB' needed to be determined, in order to prevent miscommunications. A TIB is a building meant to have a period of use of at most 15 years, built from elements that are mounted with the use of 'dry', detachable connections, so that they can be reused in future projects. Also, a research of the current implementation of the TIB has been done, by comparing the construction process with the process described in the NEN2574:1993.

Criteria have been composed through theoretical research, analyzes and customer surveys for both temporary and permanent industrial buildings. These criteria will later be scored on relevance and priority to decide on which variant to implement.

All the chosen variants are then combined into one sketch design. Through in-depth research, multiple additions have been made, which formed the preliminary design. In this preliminary design, every building element is based on the 3-4-5-principal, which basically means that any desired dimension can be made just using elements of 3, 4 or 5 meters. Implementing this principal made the building variable in length, width and height, accurate to one meter. Every building element is also flexibly reusable, because of the needlessness of specific fitted building parts.

The final design is developed up to Final Design-level. In this design, the foundation is fitted in between the existing pavement, flattening out the load-bearing surface underneath to make sure the foundation and support structure will be level. This support structure is built from cold-rolled steel. The façades and roof are made from sandwich panels, which are mounted using clamped connections; this promotes reuse of the building elements. The floor is made from double-layered, prefabricated, concrete elements with pressure resistant insulation in between.

The TIB is executable with the same quality as permanent buildings, implementing the 3-4-5-principal for every building element. The elements must be mounted using removable connections, to promote the reassembling of the elements.

INHOUDSOPGAVE

BEGRIPPENLIJST	7
1. INLEIDING	8
1.1 AANLEIDING	8
1.2 AFBAKENING	8
1.3 PROBLEEMSTELLING	8
1.4 ONDERZOEKSVRAGEN	9
1.5 WERKWIJZE	9
2. ONDERZOEKSMETHODIEK.....	10
2.1 ONDERVERDELING METHODIEKEN.....	10
3. ANALYSE	12
3.1 DEFINITIE TIJDELIJKE BEDRIJFSHAL	12
3.2 HUIDIGE SITUATIE TIJDELIJKE BEDRIJFSHAL	12
3.2.1 <i>Programma</i>	13
3.2.2 <i>Ontwerp</i>	13
3.2.3 <i>Uitwerking</i>	13
3.2.4 <i>Realisering</i>	13
3.2.5 <i>Beheer</i>	14
3.2.6 <i>Sloop</i>	14
4. CRITERIA	15
4.1 CRITERIA TIJDELIJKE BEDRIJFSHAL	15
4.1.1 <i>Gebruiker</i>	15
4.1.2 <i>Producten</i>	15
4.1.3 <i>Regelgeving</i>	16
4.2 CRITERIA PERMANENTE BEDRIJFSHAL	16
4.2.1 <i>Opdrachtgever</i>	16
4.2.2 <i>Regelgeving</i>	16
4.3 BOUWTECHNISCHE VERSCHILLEN	16
4.3.1 <i>Fundering</i>	16
4.3.2 <i>Constructie</i>	17
4.3.3 <i>Gevels</i>	17
4.3.4 <i>Dak</i>	17
4.3.5 <i>Vloer</i>	17
5. VARIANTENSTUDIE.....	18
5.1 AANPAK EN WERKWIJZE	18
5.1.1 <i>Stap 1: Hypotheses</i>	18
5.1.2 <i>Stap 2: Kennisonderzoek</i>	18
5.1.3 <i>Stap 3: Concepten</i>	18
5.1.4 <i>Stap 4: Toetsen</i>	18
5.1.5 <i>Stap 5: Uitwerken</i>	19
5.2 FUNDERING	19
5.2.1 <i>Hypothese</i>	19
5.2.2 <i>Kennisonderzoek</i>	19
5.2.3 <i>Concepten</i>	19
5.3 CONSTRUCTIE	20

5.3.1	<i>Hypothese</i>	20
5.3.2	<i>Kennisonderzoek</i>	20
5.3.3	<i>Concepten</i>	21
5.4	GEVELS	23
5.4.1	<i>Hypothese</i>	23
5.4.2	<i>Kennisonderzoek</i>	23
5.4.3	<i>Concepten</i>	23
5.5	DAK.....	26
5.5.1	<i>Hypothese</i>	26
5.5.2	<i>Kennisonderzoek</i>	26
5.5.3	<i>Concepten</i>	26
5.6	VLOER	27
5.6.1	<i>Hypothese</i>	27
5.6.2	<i>Kennisonderzoek</i>	27
5.6.3	<i>Concepten</i>	28
5.7	TOETSING	29
5.7.1	<i>Keuzemethodiek</i>	29
5.7.2	<i>Resultaten</i>	29
5.8	UITWERKING	31
5.8.1	<i>Schetsontwerp (SO)</i>	31
5.8.2	<i>Voorlopig ontwerp (VO)</i>	32
5.8.3	<i>Definitief ontwerp (DO)</i>	35
AANBEVELINGEN		42
LITERATUURLIJST		43
BIJLAGEN		44

BEGRIPPENLIJST

Bouwbesluit

“Het Bouwbesluit 2012 bevat voorschriften voor veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Alle bouwwerken moeten aan die voorschriften voldoen. Het besluit bevat ook Europese voorschriften en toezeggingen aan de Tweede Kamer.” (Rijksoverheid, z.d.)

Bouwfasering

Het verloop van een bouwproces volgens verschillende chronologische fases.

Detailhandel

“Detailhandel is de directe verkoop van goederen aan consumenten en wordt ook wel kleinhandel genoemd” (Bos, 2018)

Koudebrug

“Zwakke schakels in de buitenschil van de woning (gevel, dak of vloer). Het verschijnsel komt voor op plaatsen waar de thermische isolatie niet doorloopt (...)” (Energids, z.d.)

Koudgewalst staal

“Het koudvervormen van staal is een breed begrip voor verschillende processen waarbij staal zonder voorverwarming in de gewenste vorm wordt gebracht.” (Geertsma, 2013)

Montagebouw

“Elementenbouw, ook wel montagebouw (...) is het bouwen uit prefab-bouwonderdelen zoals vloeren, wanden en daken” (Wikipedia, 2015)

NEN-norm

Normen beheerd door het Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut. Deze normen “zijn geen wetten, maar ‘best practices’. Iedereen kan - op vrijwillige basis - hier zijn voordeel mee doen” (NEN, z.d.)

Programma van eisen

Een opsomming van eisen en wensen die als uitgangspunt en leidraad dienen voor het verloop van een ontwerp- en/of bouwproces.

Remontabel

Het in dezelfde staat en voor dezelfde toepassing kunnen hergebruiken van elementen, zonder vervormen of verlies van kwaliteit.

Standaardisatie

“Standaardisatie is het opleggen van een bepaalde norm of standaard voor het ontwerp, de constructie, het testen of gebruiken van een product of proces.” (Wikipedia, 2016)

Stramien

Een referentielijn op technisch tekenwerk. Deze referentielijn komt op alle plattegronden en in alle aanzichten en doorsneden op dezelfde locatie terug.

Utiliteitsbouw

“Het bouwen of hetgeen gebouwd is voor het algemeen nut (tegenstelling: woningbouw)” (Van Dale, 2019)

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Donselaar Tenten – gespecialiseerd in tijdelijke bouwwerken voor evenementen, beurzen en bedrijven – heeft de afgelopen jaren de vraag naar tijdelijke bedrijfshallen sterk zien toenemen. Zelfs zo sterk, dat er besloten is een nevenbedrijf op te richten: Donselaar Structures (hierna: de uitvoerende partij). Zij richten zich, in tegenstelling tot Donselaar Tenten, op de verhuur en verkoop van complete, tijdelijke bedrijfsoplossingen.

Door in korte tijd te hebben moeten reageren op de toenemende vraag en er om die reden weinig tijd was een uitgediept en geïsoleerd systeem uit te werken, toont het huidige systeem mogelijk nog gebreken en ligt er dus ruimte voor optimalisatie.

1.2 Afbakening

Vanwege de omvang van het onderwerp, zal het centrale onderwerp in deze afstudeerscriptie de bouwkundig optimalisatie van tijdelijke bedrijfshallen voor opslag van goederen uit de detailhandel zijn. Recente ontwikkelingen op het gebied van de online detailhandel hebben namelijk geleid tot een toenemende interesse in tijdelijke bedrijfsoplossingen. Deze ontwikkelingen vragen voldoende en vooral méér opslagruimte voor de gevraagde goederen.

1.3 Probleemstelling

Dit afstudeeronderzoek is gebaseerd op een actueel probleem in de logistieke- en productiesector. De digitalisering (en dan voornamelijk binnen de detailhandel) stelt steeds hogere eisen aan de levering van producten (denk aan “Vandaag besteld, vandaag in huis”), maar heeft als gevolg dat er een grote beschikbare voorraad moet zijn en daarmee voldoende opslag voor deze producten. Omdat hier op korte tijd op gereageerd moest worden, zijn de bestaande oplossingen om dit ruimtetekort op te vangen bouwkundig nog niet optimaal ontwikkeld. Binnen de

detailhandel is volgens cijfers van het CBS (2018) voornamelijk gebleken dat de categorieën ‘kleding en sportartikelen’ en ‘huishoudelijke goederen en apparaten’ de afgelopen jaren het sterkst en voornamelijk constant in hoeveelheid zijn toegenomen. Bedrijfshallen voor de opslag van producten uit de detailhandel, gericht op deze twee categorieën, zijn om die reden het meest relevant.

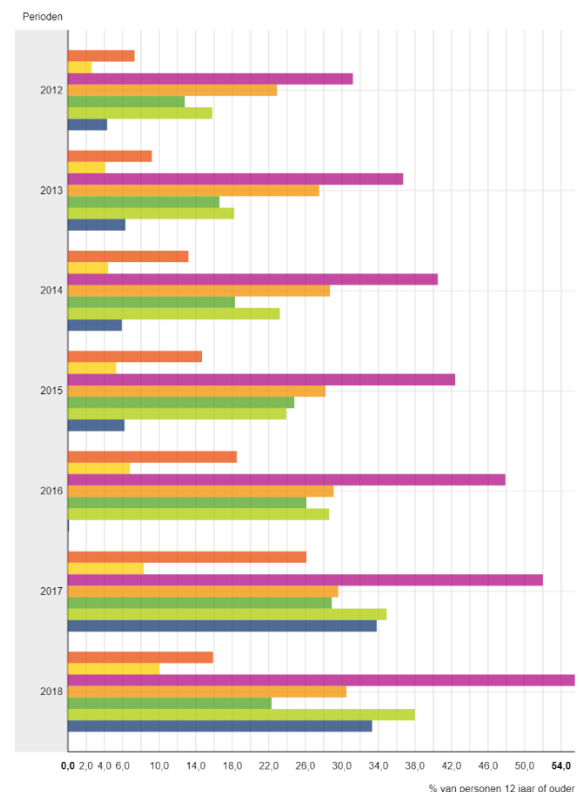


Fig. 1 - Online winkelen; kenmerken aankoop, persoonskenmerken (bron: CBS Statline, 2018)

1.4 Onderzoeksvragen

Aan het eind van dit onderzoek zal antwoord worden gegeven op de gestelde hoofdvraag:

‘Op welke wijze kan een tijdelijke bedrijfshal worden uitgevoerd met de kwaliteit van permanente bouw om de explosieve groei van de online detailhandel op te vangen?’

Op de hoofdvraag wordt middels acht deelvragen verdeeld over drie ‘fases’ antwoord gegeven. De fases en bijbehorende deelvragen zijn als volgt:

ANALYSE

- Wat is de definitie van een tijdelijke bedrijfshal?
- Op welke wijze wordt de tijdelijke bedrijfshal momenteel uitgevoerd?

CRITERIA

- Welke criteria worden er aan tijdelijke bedrijfshallen gesteld?
- Welke criteria worden er aan permanente bedrijfshallen gesteld?
- Op welke bouwtechnische aspecten verschillen tijdelijke en permanente bedrijfshallen van elkaar?

VARIANTENSTUDIE

- Welke mogelijke oplossingen zijn er om de verschillen tussen permanente bouw en tijdelijke bouw te minimaliseren?
- Welke criteria zijn van belang voor het kiezen van de uiteindelijke oplossing?
- Wat is de beste uitwerking van de tijdelijke bedrijfshal met het oog op de gestelde criteria?

1.5 Werkwijze

Middels een overkoepelend toegepaste onderzoeksmethode zullen concepten en producten worden ontworpen die mogelijk kunnen worden toegepast ter optimalisatie van de tijdelijke bedrijfsoplossingen. Daarbij zal gebruik gemaakt worden van meerdere onderzoeksmethoden binnen de genoemde fases in dit onderzoek. Door het onderwerp via meerdere methoden te benaderen, wordt een beter en betrouwbaarder beeld van de situatie en de uiteindelijke uitwerking gecreëerd.

Alle toegepaste onderzoeksmethoden binnen dit afstudeeronderzoek zullen nader worden toegelicht in het hierop volgende hoofdstuk.



Fig. 2 - Opbouw afstudeeronderzoek

2. ONDERZOEKSMETHODIEK

Een onderzoek is in alle gevallen gebaseerd op een onderzoeksmethode. Deze methode is de rode draad van het onderzoek en kan worden gebruikt om te bepalen hoe het proces verloopt en hoe het onderzoek (met welk soort resultaten) zal eindigen. Scribbr (z.d.) omschrijft vele verschillende onderzoektypes/-methoden. Op basis hiervan is de opbouw van dit afstudeeronderzoek verdeeld in verschillende onderzoeksmethoden.

2.1 Onderverdeling methodieken

Dit onderzoek – het onderzoek naar het optimaliseren van tijdelijke bedrijfshallen – is overkoepelend een **toegepast onderzoek**. Daaruit zullen resultaten volgen die mogelijk kunnen worden toegepast op tijdelijke bedrijfshallen in de praktijk. Binnen het onderzoek worden verschillende methoden toegepast om tot een conclusie of antwoord te komen. Het hoofdonderzoek – ofwel de afstudeerscriptie – wordt onderverdeeld in drie fases, welke elk hun eigen onderzoeksmethode(n) bevatten. De onderwerpen zijn zoals volgend beschreven.

ANALYSE

De analyserende fase van het onderzoek is een voornamelijk **beschrijvend onderzoek**, waarbij gebruik wordt gemaakt van bestaande informatie, feiten en definities en waarbij geen eigen kennis of bevindingen worden gebruikt voor het vormen van de conclusie.

Ook wordt middels **kwantitatief onderzoek** cijfermatig inzicht verschaft in ontwikkelingen en trends zichtbaar in de laatste jaren. Dit cijfermatige inzicht is gebaseerd op gegevens van het Centraal Bureau Statistiek (hierna: CBS). Data van het CBS worden enkel meegenomen als deze een relatie hebben met de specifieke doelgroep en de bijbehorende groei waarop in dit onderzoek gericht wordt.

CRITERIA

In deze fase van het onderzoek zullen de criteria waaraan de uiteindelijke uitwerking moet voldoen worden

opgesteld en is een deels kwalitatief en deels vergelijkend onderzoek.

Het **kwalitatieve onderzoek** richt zich vooral op de criteria die de doelgroep stelt aan het gebruik van het eindproduct (bedrijfshal). Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van interviews om zo een beeld te vormen van de behoeften van de eindgebruikers. Deze interviews worden steekproefsgewijs afgenomen bij bestaande of oude klanten van de uitvoerende partij middels een korte telefonische ondervraging.

Het **vergelijkende onderzoek** zal gericht zijn op het langs elkaar leggen van tijdelijke en permanente bedrijfshallen en hoe deze op bouwtechnisch vlak van elkaar verschillen. Er worden identieke situaties vergeleken waaraan verschillende variabelen zitten verbonden. Er wordt hierbij enkel gekeken naar harde verschillen tussen tijdelijke en permanente bouw en dus niet naar eisen of wensen vanuit bepaalde betrokken partijen.

VARIANTENSTUDIE

Het opstellen van de varianten en het kiezen van de beste uitwerking met betrekking tot de tijdelijke bedrijfshal zal in de laatste fase gebeuren op basis van de onderzoeksmethode '**evidence based design (hierna: EBD)**'.

Deze methode bevat "een proces waarbij beslissingen over bebouwde omgevingen gebaseerd zijn op betrouwbare kennis, om zo de best mogelijke resultaten te bereiken" (Lumick.com, 2018). Het ontwerp van systemen en gebouwen wordt in deze methode gebaseerd op reeds beschikbare kennis en informatie. Daarbij worden ontwerpkeuzes niet achteraf onderbouwd

of verantwoord met onderzoek. Er wordt hierbij gekeken naar hedendaagse bouwproducten die bewezen succesvol zijn binnen de utiliteitsbouw.

Het proces is kort opgebouwd volgens de volgende fasering:

1. Bronnen, informatie en kennis verzamelen als relevant bewijsmateriaal;
2. Concept creëren op basis van deze informatie;
3. Hypothese ontwikkelen om de verwachting van het eindresultaat vast te stellen;
4. Een zogenoemde 'basisrating' opstellen of verzamelen voor de huidige prestatie (als het ware een soort nulmeting);
5. Meten van de resultaten aan de gestelde hypothese.

In het geval van de systeemontwikkeling in deze afstudeerscriptie, zullen in deze onderzoeksmethode dus informatie en bronnen worden verzameld, een eindresultaat of hypothese worden geschetst (voldoende aan de criteria van de belanghebbende partijen), (detail)tekenwerk worden opgesteld en de resultaten worden getoetst aan de gestelde verwachting (hypothese).

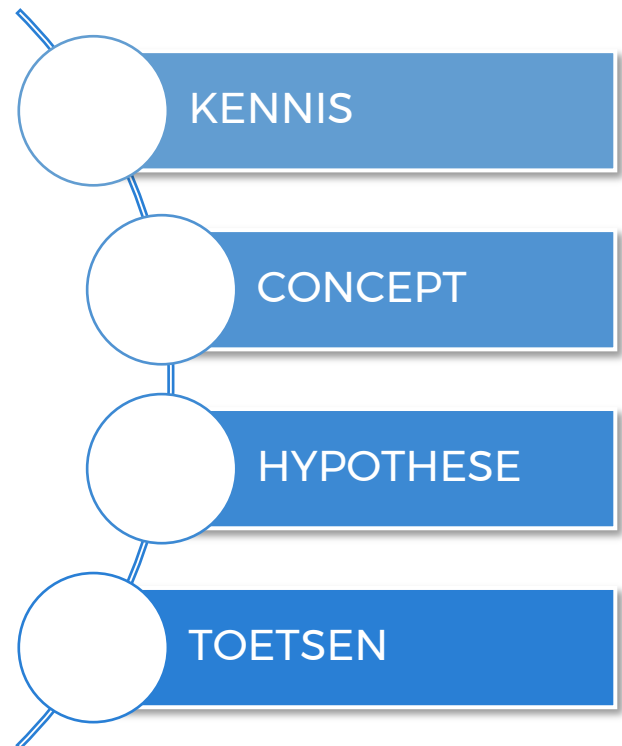


Fig. 3 Procesopbouw variantenstudie

3. ANALYSE

Om een juist antwoord te krijgen op de hoofdvraag is het van belang dat de huidige situatie, van zowel de markt als van het product, goed geanalyseerd wordt. Deze analyse wordt beschreven aan de hand van de eerste twee deelvragen:

- ▶ Wat is de definitie van een tijdelijke bedrijfshal?
- ▶ Op welke wijze wordt momenteel de tijdelijke bedrijfshal uitgevoerd?

Het antwoord op deze twee deelvragen vormt het resultaat van de analyserende fase. De deelvragen, met toelichtend onderzoek en antwoord, zijn te vinden in de Bijlagen 01A en 01B.

3.1 Definitie tijdelijke bedrijfshal

Om vooraf duidelijkheid te scheppen over wat met het begrip *tijdelijke bedrijfshal* precies wordt bedoeld, om voor de verdere uitwerking het onderwerp af te bakenen en om verwarring in de opvatting van dit begrip te voorkomen, wordt in deze deelvraag het begrip verder onderzocht en zal er een definitie van worden opgesteld. Deze definitie zal – wanneer van een tijdelijke bedrijfshal wordt gesproken – van toepassing zijn.

Het begrip is een samenvoeging van twee begrippen, te weten:

- ▶ *Tijdelijk* duidt een bepaalde tijdsduur aan. Een aanvulling op het Bouwbesluit 2012 in 2014 omschrijft concreet dat *tijdelijk* een periode van maximaal 15 jaar betreft (Stb. 2014, 333);
- ▶ *Bedrijfshal* het eerste lid in dit begrip duidt het gebruik van het bouwwerk aan. Het tweede lid omschrijft de vorm hiervan.

Omdat het bedoelde bouwwerk in dit onderzoek bedoeld is om voor een bepaalde (relatief korte) periode zijn functie te vervullen, biedt het toepassen van montagebouw – ten opzichte van stapel-, giet- of houtskeletbouw – de grootste mate van flexibiliteit en herbruikbaarheid.

Over de term ‘tijdelijke bedrijfshal’ zal in dit onderzoek daarom gesproken worden wanneer wordt bedoeld op: een hal – bedoeld en bruikbaar voor de opslag en/of

distributie van kleding & sportartikelen of huishoudelijke goederen & apparaten – die gebouwd wordt met de intentie een gebruiksduur te hebben van een periode van maximaal 15 jaar. Het bouwwerk hoeft niet te voldoen aan de nieuwbouw eisen van het Bouwbesluit 2012, maar aan de regelgeving van tijdelijke bouw. Het bouwwerk is tevens opgebouwd uit elementen die met droge, demontabele verbindingen zijn verbonden, om zo na de gebruikperiode weer te kunnen worden hergebruikt in volgende projecten; remontabel bouwen.

3.2 Huidige situatie tijdelijke bedrijfshal

Bij de analyse van de tijdelijke bedrijfshal zoals die in de huidige situatie wordt uitgevoerd, is een analyse gemaakt die gebaseerd is op een in de NEN2574:1993 vastgestelde bouwfaserings. Op die manier wordt inzicht verkregen in de huidige uitvoering en mogelijke gebreken die het systeem vertoont. Deze bouwfaserings is voor alle organisatievormen van de bouw geschikt (NEN2574, 1993) en loopt van initiatief tot oplevering. De fasering uit de NEN2574:1993 is in de Jellema 12B (2011) als volgt gegroepeerd.

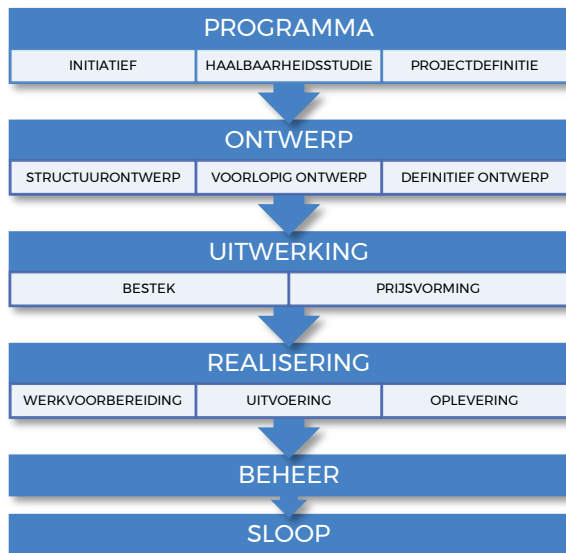


Fig. 4 Bouwfaserings volgens de NEN2574:1993 (Noot: Herdrukt van "Jellema 12B, Uitvoeren - De Organisatie", door Flapper, H.A.J., 2011, p.2, Amersfoort, UT: ThiemeMeulenhoff)

De huidige uitvoering van tijdelijke bedrijfshallen – en daarmee dus ook door Donselaar Structures – is geanalyseerd aan de hand van deze fasering. Daarbij wordt op basis van informatie uit interviews met de uitvoerende partij Donselaar Structures en Europees grootbouwer van tijdelijke bouwwerken Neptunus B.V. en op basis van een analyse op bestaand tekenwerk een beeld geschetst van de huidige uitvoering van Donselaar Structures en haar eventuele verbeterpunten. Er zal per groepering van bouwfases worden ingegaan op de huidige uitvoering van tijdelijke bedrijfshallen.

3.2.1 Programma

In de programma-fase van de bouw worden ideeën over de realisatie van een project geformuleerd. Daarbij komt het initiatief uit de opdrachtgever, ook wel de bouwopdracht. Daarin kan in overleg met de uitvoerende partij, ook gekeken worden naar specifieke wensen vanuit de opdrachtgever. Uitgangspunt is in de meeste gevallen – omdat het een tijdelijk bouwwerk betreft – het hergebruik van de gebouwdelen. Hoe specifieker de wens van de opdrachtgever, hoe kleiner de kans op hergebruik voor verdere projecten. Door een beperkt aanbod in mogelijkheden of oplossingen te bieden, wordt de opdrachtgever gestuurd naar een oplossing waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van standaard elementen.

Op basis van de wensen van de opdrachtgever en de mogelijkheden vanuit de uitvoerende partij, wordt ten slotte een programma van eisen opgesteld. Hierin wordt tevens de geldende regelgeving meegenomen.

3.2.2 Ontwerp

De ontwerpfase is de aansluitende fase in het traditionele bouwproces. In deze fase wordt het ontwerp van het bouwwerk opgebouwd van structuur- tot definitief ontwerp. Omdat tijdelijke bouwwerken voor de uitvoerende partij in een zo kort mogelijke bouwtijd gebouwd moeten kunnen worden, zijn veel project-specifieke ontwerpwenen aan een project ongunstig. Er is daarom ook geen sprake van een verder voorlopig of definitief ontwerp.

Uit gesprek met Neptunus B.V. blijkt dat zij hun klanten echter meer ontwerpvrijheid bieden, wel met als uitgangspunt één van hun bestaande constructiesystemen. Er blijkt wel dat voor deze werkwijze meer voorbereidingstijd nodig is om het ontwerp te kunnen realiseren. Naast het realiseren van een schets- of structuurontwerp, maken zij ook een voorlopig en uiteindelijk definitief ontwerp.

3.2.3 Uitwerking

Omdat bij Donselaar Structures de prijsvorming al in vroeg stadium plaatsvindt en omdat – mede door een beperkt aanbod van mogelijkheden – een bestek niet van toepassing is, valt de uitwerkingsfase praktisch samen met de ontwerpfase. Voor hen geldt dat een ontwerp voorkomt uit de programma-fase, waarna de prijs wordt gevormd en direct door kan worden gegaan met de realisatiefase. Hiermee wordt het gehele proces sterk verkort in tijd.

3.2.4 Realisering

De fase van realisering is de fase waarin het bouwwerk daadwerkelijk tot uitvoering wordt gebracht. Daarbij wordt allereerst, tijdens de werkvoorbereiding, gekeken naar beschikbare voorraad en dat wat eventueel op korte termijn beschikbaar komt door bijvoorbeeld terugname van gebruikte bedrijfshallen.

Mogelijke paselementen die nodig zijn om bepaalde ontwerpuitgangspunten te realiseren, zijn eenmalige kosten. Dit is omdat deze paselementen in de meeste gevallen niet opnieuw kunnen worden gebruikt in andere projecten.

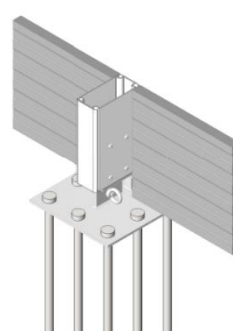
De uiteindelijke uitvoering op locatie, het bouwen van het bouwwerk, verloopt in een aantal stappen en kan binnen twee à drie dagen gebeuren.

- Er wordt begonnen met het stellen van de **ankerplaten** voor de constructie, waar nodig met houtblokken. De ankerplaten worden door de constructeur berekend (zie afb. 1);
- De liggers en kolommen worden horizontaal tot een **spant** verbonden, waarna het complete spant inclusief nokstukken, overeind wordt gezet met heftruck of lier (zie afb. 2 & 3);
- De spanten worden onderling verbonden middels **koppelkokers** met standaardlengtes van 5 meter (zie afb. 4);
- De **gevelpanelen** worden rondom bevestigd en **gevelopeningen** worden gerealiseerd;
- Tot slot wordt het **dakzeil** in aanwezige sleuven in de constructie geschoven en op spanning gebracht (zie afb. 2 & 3).

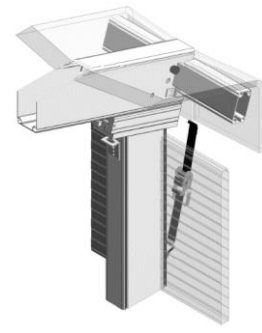
Als de uitvoering is afgerond wordt het bouwwerk opgeleverd. Eventueel installatiewerk en afbouwwerk is dan nog niet opgenomen; dit is voor de opdrachtgever.

3.2.5 Beheer

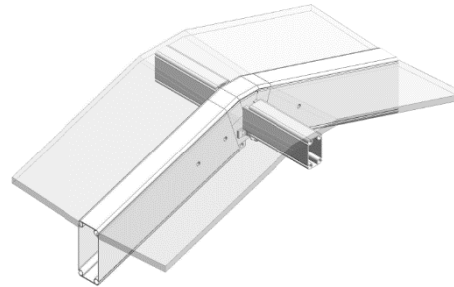
Wie verantwoordelijk is voor het beheer van het bouwwerk vanaf de ingebruikname, hangt af van de wijze waarop het gebouw is vergeven. De tijdelijke bedrijfshallen kunnen in de huidige situatie worden gehuurd of verkocht. In het laatste geval worden de bedrijfshallen vaak gekocht om vervolgens door de koper te worden verhuurd.



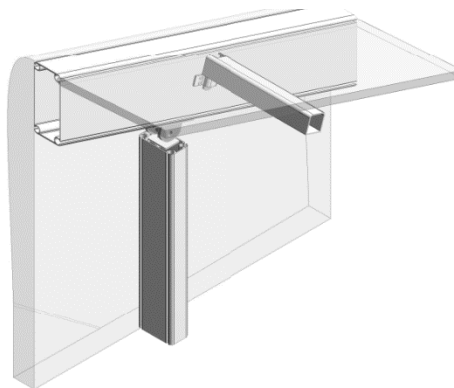
Afb. 1 Ankerplaat



Afb. 2 Aansluiting kolom & ligger



Afb. 3 Nokaansluiting



Afb. 4 Aansluiting koppelkoker

3.2.6 Sloop

Wanneer de bedrijfshal is verhuurd, is het streven na de gebruikperiode zo veel mogelijk van de bouwdelen te kunnen hergebruiken. Veelal zijn het de constructiedelen die worden hergebruikt. Voordeel van de standaard stramienmaat van 5 meter is dat de gevelpanelen vaak ook kunnen worden hergebruikt.

Nadeel bij het slopen is dat veel gebouwdelen bij de bouw wind- en waterdicht worden aangesloten middels pur of kit; een niet duurzame en demontabele oplossing. Ook project-specifieke gebouwdelen kunnen vaak niet worden hergebruikt.

4. CRITERIA

Het opstellen van criteria is van belang voor het ontwikkelen van de uitwerking van de tijdelijke bedrijfshal; tevens om een handvat te bieden voor de variantenstudie. In dit hoofdstuk komen de volgende deelvragen aan de orde:

- Welke criteria worden er aan tijdelijke bedrijfshallen gesteld?
- Welke criteria worden er aan permanente bedrijfshallen gesteld?
- Op welke bouwtechnische aspecten verschillen tijdelijke en permanente bedrijfshallen van elkaar?

De resultaten op de drie deelvragen die centraal staan in de criteria-fase vormen de basis voor de variantenstudie. Bijbehorende toelichtende onderzoeken zijn te vinden in Bijlagen 01C, 01D en 01E.

4.1 Criteria tijdelijke bedrijfshal

Zowel klant, eindgebruik (kan ook een product zijn) en regelgeving stellen bepaalde eisen en wensen aan het bouwwerk. Voor het juist onderzoeken van een geoptimaliseerde variant van de tijdelijke bedrijfshal, moeten op voorhand criteria worden opgesteld, die als uitgangspunt kunnen worden gebruikt bij het ontwerpen. Er moet naar iedere belanghebbende partij en hun wensen afzonderlijk worden gekeken.

4.1.1 Gebruiker

Om de criteria op te stellen van de gebruiker van de tijdelijke bedrijfshal, is een telefonisch klantonderzoek gedaan. De resultaten laten onder andere zien waarvoor de bedrijfshal uiteindelijk wordt ingezet en voor welke gebruiksduur.

72% van de ondervraagde gebruikers of oud-gebruikers van de tijdelijke bedrijfshal stelde de hal te gebruiken voor opslag van producten of goederen (zie figuur 5). Daarbij zei meer dan de helft (55%) de hal voor maximaal zes maanden in gebruik te hebben, om daarna weer af te breken (zie figuur 6). De korte gebruiksduur vraagt om een flexibel en herbruikbaar gebouw.

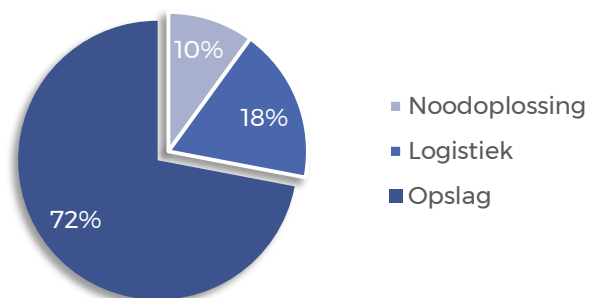


Fig. 5 Gebruik van de bedrijfshal

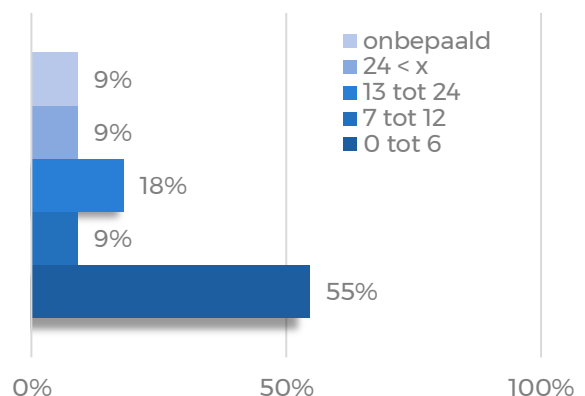


Fig. 6 Gebruiksduur van de bedrijfshal in maanden

4.1.2 Producten

Gelijk aan de gebruiker staat het eindproduct; het product dat uiteindelijk wordt opgeslagen in de tijdelijke bedrijfshal. Uit het klantonderzoek blijkt ook ruim dat een vereiste aan de bedrijfshal de wind- en waterdichtheid is.

Voornaamste reden is dat de producten die worden opgeslagen in de bedrijfshal, moeten worden beschermd van weers- en windinvloeden, in het bijzonder het vocht. Ook condensvorming is daar een voorbeeld van, wat kan optreden bij koudebruggen (Takkenkamp Isolatie, 2018). De uitwerking van de tijdelijke bedrijfshal behoeft daarom zorgvuldige aandacht voor het minimaliseren van de koudebruggen.

4.1.3 Regelgeving

Zoals op elk bouwwerk is ook op tijdelijke bouwwerken regelgeving van toepassing. Voor bouwwerken gelden altijd de regelgevingen vastgesteld in het Bouwbesluit 2012. De eisen voor tijdelijke bouwwerken zijn daarin beduidend lager dan voor permanente bouw.

4.2 Criteria permanente bedrijfshal

Het ontwerp- en bouwproces van permanente bouw verschilt van dat van tijdelijke bouw. Een groot verschil daarin is de fase waarin het programma van eisen wordt opgesteld. Door de beperkte keuzevrijheid in het ontwerpproces van tijdelijke bedrijfshallen, kan een kort voorbereidingsproces worden gegarandeerd, wat een snellere bouwstart betekent. Dit korte voorbereidingsproces heeft wel als nadeel dat er weinig ontwerp-vrijheid mogelijk is.

4.2.1 Opdrachtgever

Bij het ontwerpproces van permanente bedrijfshallen ligt dit anders. Aan het begin van het proces wordt op basis van wensen van de opdrachtgever een programma van eisen opgesteld. De opdrachtgever spreekt hierbij zijn voorkeuren uit over het bouwwerk; de functionele eisen. Een expert (architect, adviseur) vertaalt deze functionele eisen naar prestatie- of technische eisen, op basis waarvan ontworpen kan worden. Dit ontwerpproces begint bij een schetsontwerp en eindigt bij een definitief ontwerp, mogelijk zelfs bij uitvoeringstekeningen. Het proces van schets- tot definitief ontwerp neemt meer tijd in beslag en "naarmate het bouwproces vordert, komen steeds meer

details van het gebruik van het gebouw aan de orde" (Wentzel & Bone, 2011, p. 20). De grote ontwerp-vrijheid bij permanente bouw resulteert in een meer op de opdrachtgever gericht eindresultaat.

4.2.2 Regelgeving

Voor permanente bouw geldt strengere regelgeving uit het Bouwbesluit 2012 dan voor tijdelijke bouwwerken. Zo zijn eisen met betrekking tot gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid bijvoorbeeld strenger. De strengere eisen betekenen dat meer aandacht voor deze onderwerpen vereist is in het ontwerpproces.

4.3 Bouwtechnische verschillen

Door het bouwwerk op te delen in losse bouwdelen, kan per bouwdeel worden vergeleken waar zij verschillen in tijdelijke en permanente bouw. Deze opdeling gebeurt in volgorde van bouwen, te weten:

- ... Fundering;
- ... Constructie;
- ... Gevels;
- ... Dak;
- ... Vloer.

Voor ieder bouwdeel wordt gekeken naar de uitvoering in tijdelijke en permanente bouw. Op die manier kunnen verschillen worden geconstateerd. Voor tijdelijke bouwwerken wordt als uitgangspunt de tijdelijke bedrijfshallen van Donselaar Structures gehanteerd.

4.3.1 Fundering

Permanente hallenbouw wordt in de praktijk gebruik gemaakt van een betonnen fundering die op hoogte wordt gestort of gesteld en waar nodig geïsoleerd wordt uitgevoerd. De fundering is blijvend en kan niet in dezelfde vorm worden hergebruikt. Daarnaast is de fundering erg arbeidsintensief.

Bij tijdelijke bedrijfshallen wordt in de huidige situatie geen gebruik gemaakt van een fundering, maar van de verharde ondergrond. Daarmee loopt het bouwwerk met het afschot van het terrein mee – wat als gevolg het binnenstromen van regenwater met zich meebrengt. Door de afwezigheid van een fundering is de

aansluiting van het bouwwerk met de ondergrond niet geïsoleerd.

4.3.2 Constructie

Bij permanente hallenbouw is in het ontwerpproces veel ontwerpvrijheid voor de opdrachtgever. Daarmee wordt niet uitgegaan van een gestandaardiseerde basis, maar van een project-specifiek ontwerp. De draagconstructie – veelal in staal uitgevoerd – moet daarom voor elk project specifiek op maat worden gemaakt. Deze niet-gestandaardiseerde constructieve elementen zijn lastig her te gebruiken in volgende projecten. Het voordeel van een project-specifieke staalconstructie is de vrijheid in uitvoering: de constructie wordt voor het project berekend en grote overspanningen zijn mogelijk.

Bij tijdelijke bedrijfshallen, waar de constructie wordt uitgevoerd in aluminium, wordt gebruik gemaakt van elementen met standaardafmetingen. Het hergebruik van deze elementen wordt daarmee bevorderd. Afhankelijk van de te maken overspanning worden kolommen en liggers in drie verschillende profielen toegepast. De maximale vrije overspanningen liggen lager dan die van een staalconstructie. Een lichtere aluminiumconstructie maakt wel een kortere bouwtijd met lichter materieel mogelijk.

Uit het klantonderzoek van hoofdstuk 4 is tevens gebleken dat bij stevige wind de constructie niet voldoende stabiel is.

4.3.3 Gevels

Ook in de uitvoering van de gevels is een verschil te zien. Waar bij permanente bedrijfshallen de gevels worden opgetrokken in sandwich buiten de constructie om wordt dit bij tijdelijke bedrijfshallen tussen de draagconstructie gedaan. Daarmee worden grote koudebruggen gecreëerd waar de constructie door de gevel 'steekt'. De lage isolatiewaarde van het dunne gevelpaneel in tijdelijke bouw zorgt eveneens voor weinig isolerend vermogen.

De aansluitingen van verschillende bouwdelen onderling wordt in permanente bouw wind- en waterdicht uitgevoerd. Door het herbruikbare karakter

van tijdelijke bouwwerken, is het niet mogelijk om dezelfde aansluitingen met bijvoorbeeld pur of kit af te dichten, wat zorgt voor wind- en waterintreding.

De ontwerpvrijheid bij permanente bouw maakt een grote variatie aan gevelafwerking mogelijk. Bij tijdelijke bouw ligt hier momenteel minder prioriteit op, vanwege de korte gebruiksduur of snelle bouwtijd.

4.3.4 Dak

Het dak van tijdelijke bedrijfshallen heeft, net als de gevels hiervan, een veel lager warmte-isolerend vermogen, omdat de eis die hieraan wordt gesteld in de regelgeving ook veel lager ligt. Voor permanente bedrijfshallen worden staaldaken of sandwichpanelen gebruikt; voor tijdelijke bedrijfshallen is dit een op spanning gebracht zeil. Het voordeel van zo'n zeil is dan weer de eenvoud en korte bouwtijd. Daarbij zijn zeilen eenvoudig herbruikbaar, maar geschroefde sandwichpanelen in permanente bouw helemaal niet.

4.3.5 Vloer

De vloer van permanente bedrijfshallen wordt, net als de fundering, meestal in beton uitgevoerd. Dit is sterk, drukvast en kan naar wens worden gewapend, volledig aangepast op de situatie. Bij tijdelijke bedrijfshallen wordt geen vloer toegepast. Omdat de bedrijfshal ook niet wordt gefundeerd, maar direct op dit straatwerk wordt geplaatst, kan deze ondergrond ook worden gebruikt als 'vloer'. De vloer is dan wel niet geïsoleerd, maar maakt extra arbeid benodigd voor het leggen van vloerdelen overbodig. Indien een vloer echter wel gewenst is in de tijdelijke bedrijfshal, worden evenementvloeren toegepast; framevloeren geschikt voor lage belastingen. Nadeel is dan dat eventueel zwaar verkeer als heftrucks ($\geq 5 \text{ kN/m}^2$ (Blok. R., 2015)) de hal niet meer kunnen betreden.

5. VARIANTENSTUDIE

Vanuit de gestelde criteria en de analyse van de verschillen tussen permanente en tijdelijke bouwwerken is een variantenstudie uitgevoerd. In dit hoofdstuk zal deze variantenstudie inzichtelijk worden gemaakt op basis van de volgende deelvragen:

- Welke mogelijke oplossingen zijn er om de verschillen tussen permanente en tijdelijke bouw te minimaliseren?
- Welke criteria zijn van belang voor het kiezen van de uiteindelijke oplossing?
- Wat is de beste uitwerking van de tijdelijke bedrijfshal met het oog op de gestelde criteria?

Bijbehorende toelichtende onderzoeken zijn te vinden in Bijlagen 01F, 01G en 01H.

5.1 Aanpak en werkwijze

De in hoofdstuk 4 opgestelde criteria en resultaten uit de analyses, vormen de basis van de variantenstudie. In deze variantenstudie worden de gestelde criteria en gemaakte analyses in de vorm van hypothesen als uitgangspunt genomen.

Het opstellen van de varianten gebeurt volgens de ontwerpmethode EBD, wat staat voor *Evidence-Based Design*. De ontwerpmethode omvat “een proces waarbij beslissingen over bebouwde omgevingen gebaseerd zijn op betrouwbare kennis, om zo de best mogelijke resultaten te bereiken” (Lumick.com, 2018).

5.1.1 Stap 1: Hypothesen

De criteria en resultaten uit het voorgaande hoofdstuk zijn als eerste stap geformuleerd in een hypothese; zo wordt duidelijk en concreet gesteld waaraan het eindresultaat ten minste moet voldoen. Er is in de hypothesen nog geen onderscheid gemaakt in de mate van belang van de criteria. In de hypothese zijn de criteria en bouwtechnische verschillen uit de voorgaande criteria-fase verwerkt tot één concrete stelling.

De opgestelde hypothesen dienen, samen met het kennisonderzoek, als uitgangspunt om tot een haalbaar eindresultaat te komen. Daarnaast wordt de uitwerking achteraf ook getoetst aan de hypothese.

De hypothesen zijn opgedeeld in vijf gebouwdelen; op volgorde van bouwen. De gebouwdelen zijn als volgt:

- Fundering;
- Constructie;
- Gevels;
- Dak;
- Vloer.

5.1.2 Stap 2: Kennisonderzoek

In de tweede stap van de ontwerpmethode wordt relevante informatie van bestaande systemen opgezocht, welke veelvuldig worden toegepast bij het bouwen van permanente hallen. Deze informatie dient daarbij als uitgangspunt voor het ontwerpen van mogelijke oplossingen. De informatie zal kort en bondig worden weergegeven.

5.1.3 Stap 3: Concepten

De in stap 2 gevonden informatie en kennis worden middels schetsen verwerkt in concepten voor de mogelijke uitwerking van het bouwdeel. Op die manier worden uitwerkingen gebaseerd op bestaande systemen.

5.1.4 Stap 4: Toetsen

De concepten worden vervolgens getoetst aan de opgestelde criteria; de hypothesen. Het toetsen gebeurt op basis van een keuzematrix, waarin evenveel punten worden verdeeld als dat er concepten zijn: Bij het opstellen van drie concepten, worden dus respectievelijk I, II en III punten verdeeld.

Aan ieder criterium wordt ook een niveau van relevantie gegeven; criteria vanuit de

regelgeving hebben bijvoorbeeld ‘meer’ relevantie dan een wens van de opdrachtgever. Door de gegeven punten met de relevantie te vermenigvuldigen en het totaal vervolgens op te tellen, kan de beste variant worden gekozen.

5.1.5 Stap 5: Uitwerken

De gekozen varianten worden uitgewerkt en samengevoegd tot één concept. Daarbij wordt op DO-niveau gekeken hoe de varianten in één systeem zijn te combineren en welke gevolgen dit heeft voor onder andere de dimensionering van de tijdelijke bedrijfshal.

De uiteindelijke uitwerking wordt waar nodig onderbouwd middels aanvullend onderzoek en aanvullende berekeningen.

5.2 Fundering

5.2.1 Hypothese

Als wordt gekeken naar de fundering, wordt de volgende hypothese gesteld:

De fundering van de tijdelijke bedrijfshal dient in lengte en breedte zo **vlak** als mogelijk te zijn, rekening houdend met eventueel **afschot** in ondergrond. Wanneer deze wordt uitgevoerd als onderdeel van de grondvloer zal deze geïsoleerd moeten worden met een **minimale isolatiewaarde van 3,5 m²K/W**. Tevens dient de fundering herbruikbaar te zijn zonder te vervormen en het dient met **licht materieel** geplaatst te worden in een tijdsbestek van **enkele dagen**. Daarnaast dient de fundering het **gewicht van de constructie** op te kunnen vangen en naar de draagkrachtige ondergrond te brengen.

5.2.2 Kennisonderzoek

Als gekeken wordt naar de huidige uitvoering van funderingen van permanente bedrijfshallen, blijkt dat veelvuldig op twee manieren wordt gefundeerd, te weten:

1. Fundering op palen;
2. Fundering op staal.

De eerste variant wordt gebruikt wanneer de draagkrachtige grondlaag op grotere diepte ligt. De funderingspaal wordt door heien, trillen of boren de grond ingebracht,

tot de draagkrachtige laag wordt bereikt. De puntweerstand van de paal en de schachtwrijving zorgen dan voor de draagkracht.

De tweede variant, het funderen op staal, wordt toegepast als de draagkrachtige laag dicht bij de oppervlakte ligt. Het is een “funderingswijze waarbij de muren of wanden, meestal door tussenkomst van een verbrede voet, rechtstreeks op de draagkrachtige bodem rusten” (Wikipedia, 2018).

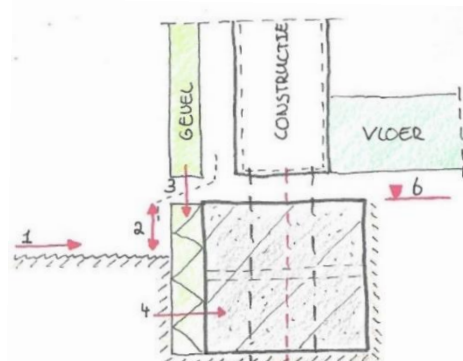
Beide funderingen – uit (al dan niet prefab) beton – worden toegepast in de huidige bouw van permanente bedrijfshallen. In de huidige situatie van tijdelijke bedrijfshallen – gekeken naar de uitvoering zoals Donselaar Structures dat doet – wordt indien nodig ‘gefundeerd’ op Stelcon platen; prefab betonplaten, tevens te gebruiken als terreinverharding. In alle andere gevallen worden enkel ankers in de grond geslagen als fundering.

5.2.3 Concepten

Gebaseerd op het kennisonderzoek naar bestaande, veelvuldig toegepaste systemen, is een drietal varianten opgesteld. Deze varianten zullen in hoofdstuk 5.7 *Toetsing* worden gescoord en beoordeeld.

VARIANT 01

Bij de eerste variant wordt het principe van prefab funderen op staal toegepast. De fundering wordt deels in het bestaande straatwerk of terrein (2) en op hoogte (6) gegraven. Daarmee kan de fundering vlak worden uitgevoerd en wordt het instromen van regenwater onder de gevels (1) voorkomen. De fundering bestaat uit elementen die met een tandverbinding in

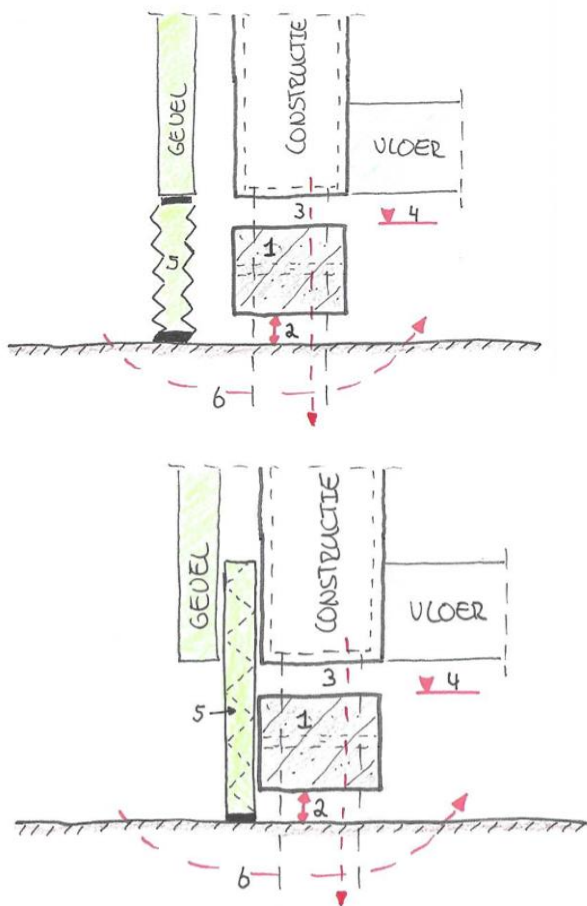


Afb. 5/V1 - Prefab fundering ingegraven

elkaar vallen. Het slaan van ankers door deze tandverbinding, houdt de elementen bij elkaar en maakt het mogelijk de constructie hierop te stellen (5).

VARIANT 02

De tweede variant is gebaseerd op hetzelfde principe (1), echter niet ingegraven. Middels stelblokken of -ringen wordt deze op hoogte gesteld (2). Om instromen van regenwater te weren wordt een harmonica systeem of schuivend paneel (5) toegepast, wat tevens het afschot in terrein opvangt. Enige probleem bij zowel variant A als B is de onderbroken isolatielijn onder de fundering door (6). De verankering van zowel funderingsbalken onderling, als de constructie met de draagkrachtige ondergrond, gebeurt weer met ankers door de fundering heen (3).

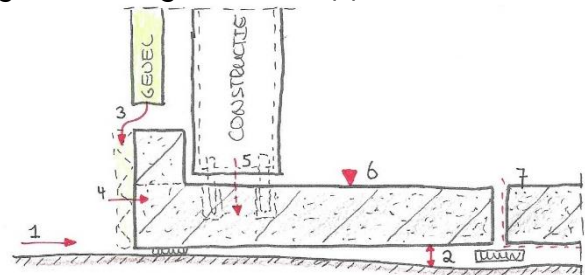


Afb. 6 / V2 - Fundering boven terrein

VARIANT 03

De derde en tevens laatste variant is gebaseerd op de bestaande uitvoering uit

dunne, prefab betonplaten; Stelcon platen. De prefab betonplaten worden op stelblokken (2) op het bestaande terrein geplaatst, ongeacht de ondergrond en kan zo vlak op hoogte worden gesteld (6). Hiermee kan eventueel regenwater (1) onder de vloerdelen doorstromen. Afhankelijk van de dikte van het randelement kan de constructie worden verankerd in geprefabriceerde ankers in de fundering (5). Het element kan aan de kopse kanten worden voorzien van isolatie (4) waarmee ook de aansluiting met de gevel wordt gerealiseerd (3).



Afb. 7 / V3 - Fundering op Stelcon platen

5.3 Constructie

5.3.1 Hypothese

De constructie moet voldoen aan de volgende hypothese:

De constructie dient **stabiel** te worden uitgevoerd volgens BB2012 waardoor kwaliteit gewaarborgd blijft. Tevens dient de constructie **herbruikbaar te zijn zonder te vervormen**. De wens is zo **min mogelijk kolommen** in de ruimte toe te passen om zo een grote vrij overspanning te creëren. Ook moeten in de tijdelijke bedrijfshal de **zijhoogtes maximaal benut** worden. Daarnaast moet de constructie met **licht materieel** te realiseren zijn. Ook moeten de elementen zo uitgevoerd worden dat het transporteren met regulier **transport** kan gebeuren.

5.3.2 Kennisonderzoek

Uit kennisonderzoek blijkt dat in de permanente hallenbouw hedendaags enkel staal wordt toegepast. De constructie, bestaande uit stalen kolommen en liggers, wordt voor elk project specifiek op maat gemaakt. De staalprofielen hangen af van de dimensionering van het te bouwen

bouwwerk. Het toepassen van staal biedt mogelijkheden als een korte bouwtijd, flexibel in vorm en uitvoering en grote vrije overspanningen.

Het bestaande systeem dat door Donselaar Structures wordt toegepast voor de uitvoering van hun tijdelijke bedrijfshal, is opgebouwd uit aluminium kolommen en liggers. Voordeel hiervan is een laag eigen gewicht van de constructie en de materiaaleigenschappen van aluminium ten aanzien van weersinvloeden.

5.3.3 Concepten

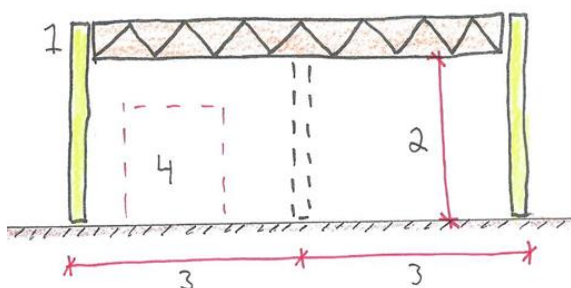
Omdat de vorm en materialisatie van de constructie sterk samenhangen, is bij het opstellen van varianten enkel globaal gekeken naar 'vorm' en 'opbouw'; daarmee wordt de vrijheid in materiaalkeuze in het midden gehouden.

Voor zowel constructievorm als -opbouw is een drietal varianten opgesteld. De varianten zullen in hoofdstuk 5.7 Toetsing worden gescoord en beoordeeld.

VARIANTEN VORM

VARIANT 01 - VORM

De eerste variant in constructievorm is een platdakconstructie; bij grotere overspanningen vaak uitgevoerd in vakwerkliggers. Deze hebben een relatief lager eigen gewicht. Voordeel van een plat dak is een hogere zijhoogte, waarmee meer ruimte binnen ontstaat. De uitdaging van een plat dak zit in de afvoer van hemelwater op het dakvlak.

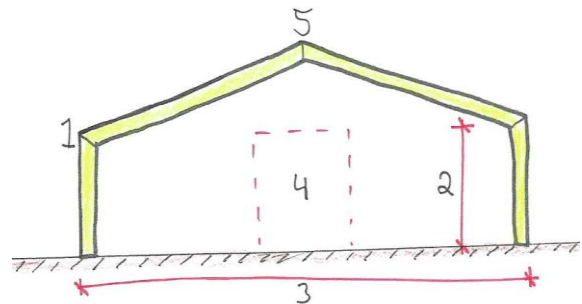


Afb. 8 / V1 - Platte dakconstructie

VARIANT 02 - VORM

Een tweede variant - waarop ook het huidige systeem van de tijdelijke bedrijfshal op is gebaseerd - is de variant met een hellende dakconstructie. Het

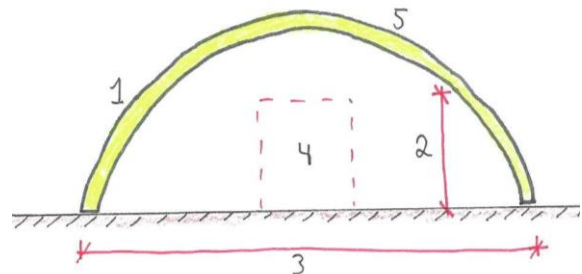
voordeel van deze constructievorm, is de ten opzichte van platte daken vereenvoudigde afvoer van hemelwater (1) en de hoge nok in het midden van de constructie (5). Lagere goothoogten toepassen zorgt bij dit systeem ook voor een geringere zijhoogte binnen (2). Daarbij heeft het invloed op de flexibiliteit van je gevelopeningen; lagere goothoogten zorgen voor een lagere inrijhoogte (4). Het voordeel is dat over het dak eenvoudig een zeil gespannen kan worden als dakbedekking, wat zorgt voor flexibiliteit en een kortere bouwtijd.



Afb. 9 / V2 - Hellende dakconstructie

VARIANT 03 - VORM

De derde en tevens laatste variant voor de vorm van de constructie is de ronde dakconstructie. Door de directe overloop van het dakvlak met de ondergrond (1), wordt afwatering van het dakvlak (5) vereenvoudigd. De constructie is daarnaast erg sterk als rekening wordt gehouden met spatkrachten. Bijkomend voordeel is de grote overspanning zonder toepassing van tussenkolommen (3) en de goede doorrijhoogte in de kopgevel (4). Nadeel bij ronde constructies is de snel teruglopende zijhoogte binnen (2).



Afb. 10 / V3 - Ronde dakconstructie

VARIANTEN OPBOUW

VARIANT 01 - OPBOUW

De eerste variant van de opbouw is het 3-4-5-principe. In dit principe gaat het erom dat met elementen van 3, 4 en 5 meter alle gewenste, ronde maten gerealiseerd kunnen worden. Door de constructie volgens dit principe op te bouwen (1), wordt deze flexibel tot op een meter nauwkeurig. Daarbij maakt de dakvorm geen verschil (3). De kolommen kunnen middels schoenen in elkaar worden geschoven (2); de liggers onderling gekoppeld.

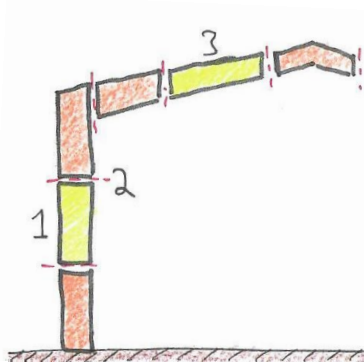
3-4-5-PRINCIPE

Het 3-4-5-principe is de 'vergroete' variant van het 2-3-principe, waarbij het erop neer komt dat alle ronde maten gemaakt kunnen worden met enkel elementen van die lengtes.

Voorbeeld:

1. Een afmeting van 7 meter wordt gemaakt met een element van 3 en van 4 meter.
2. Een afmeting van 17 meter kan worden gemaakt met twee elementen van 5, één van 4 en één van 3 meter.
- 3.

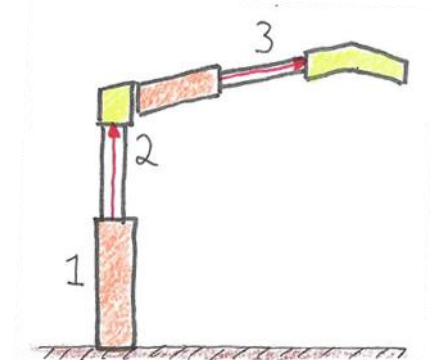
Ongeacht welke maat gewenst is: alle afmetingen vanaf de kleinste genoemde maat kunnen worden gerealiseerd.



Afb. 11 / V1 - Opbouw uit segmenten

VARIANT 02 - OPBOUW

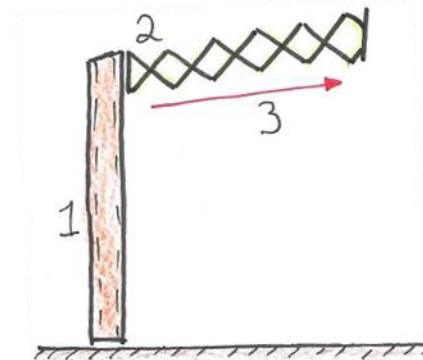
De tweede variant in opbouw is een variant gebaseerd op het principe van de mast van een mobiele kraan; zowel kolommen als liggers kunnen tot elke gewenste maat worden uitgeschoven (1). De tijdelijke bedrijfshal is daarmee flexibel in elke afmeting te realiseren (2) en bij elke dakvorm toepasbaar (3). Het systeem kan zowel hydraulisch als handmatig worden uitgevoerd, waarbij de laatste middels borgpennen op de gewenste hoogte kan worden vastgezet.



Afb. 12 / V2 - Uitschuifbare elementen

VARIANT 03 - OPBOUW

De laatste variant is een variant die op kleine schaal wordt toegepast in vouwtenten. Het bestaat uit enkel vier kolommen die onderling zijn verbonden middels een harmonicaconstructie (2). Met twee man is deze tent uit te vouwen (3) tot elke gewenste maat. Daarmee is het systeem in lengte- en breedtematen flexibel, maar in hoogte niet (1).



Afb. 13 / V3 - Harmonicaconstructie

5.4 Gevels

5.4.1 Hypothese

Voor de gevels geldt de volgende hypothese:

De gevel voldoet aan de **minimale isolatiewaarde van 4,5 m²K/W**. De tijdelijke bedrijfshal heeft de **uitstraling** van een permanente hal en de gevel is **herbruikbaar** zonder te vervormen, maar is ook **inbraakwerend**. De gevel is **flexibel** in hoogte- en breedteafmetingen tot een meter nauwkeurig. De aansluiting tussen de verschillende bouwdelen is **wind- en waterdicht** en bevat geen **koudebruggen** ter plaatse van andere gebouwdelen.

5.4.2 Kennisonderzoek

Uit het kennisonderzoek naar de huidige uitvoering van gevels van bedrijfshallen, blijkt dat deze voornamelijk worden uitgevoerd in sandwichpanelen, prefab betonpanelen of een combinatie van de twee.

De eerstgenoemde variant is goedkoop, behoeft geen verdere afwerking en kan in zeer korte tijd worden gemonteerd. De panelen worden middels afstandschroeven gemonteerd op de achterliggende constructie. Op deze manier kan in korte tijd een groot geveloppervlak worden gedicht.

Prefab betonpanelen worden vaak tot een bepaalde hoogte ten opzichte van het vloerpeil toegepast als plint, voor redenen als esthetica, het opvangen van aanrijdbelasting of spatwater- en vuil. De panelen kunnen geïsoleerd of niet geïsoleerd worden uitgevoerd en worden met Z-plaatjes aan de achterliggende constructie bevestigd.

5.4.3 Concepten

Net als bij de constructie, is ook de uitvoering de gevel sterk afhankelijk van vorm en materialisatie. Er is daarom bij het opstellen van varianten conceptueel gekeken naar de mogelijkheden van allereerst de gevelindeling en ten tweede de gevelmontage en de directe gevolgen voor de uitvoering.

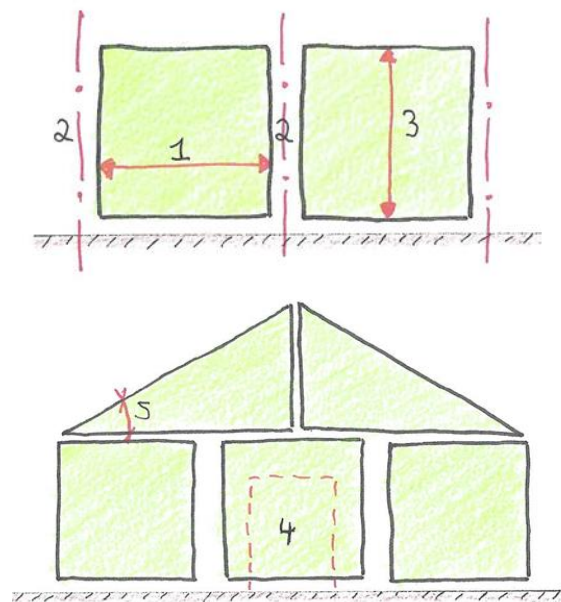
Voor de gevelindeling is een drietal varianten opgesteld, voor de montage zijn vijf varianten gecreëerd. De varianten

zullen in hoofdstuk 5.7 *Toetsing* worden gescoord en beoordeeld.

VARIANTEN INDELING

VARIANT GEVELVULLEND

Gevelvullende elementen zijn elementen die van spant tot spant, uit één element de gevel 'vullen' (1). De elementen worden met een kraan op hun plaats gehesen en hoeven slechts aan twee zijden te worden bevestigd aan de constructie; hiermee wordt in korte tijd een groot gevelvlak gedicht. De elementen hebben vaste maten en zijn daarmee in hoogte (3), breedte (1) en hellingsgraad van het dak (5) niet flexibel. Ook het flexibel inspelen op gevelopeningen (4) is lastig realiseerbaar. Het voordeel is wel het geringe aantal naden (2) tussen de elementen. Elke naad is namelijk kans op lekkage en/of tocht.

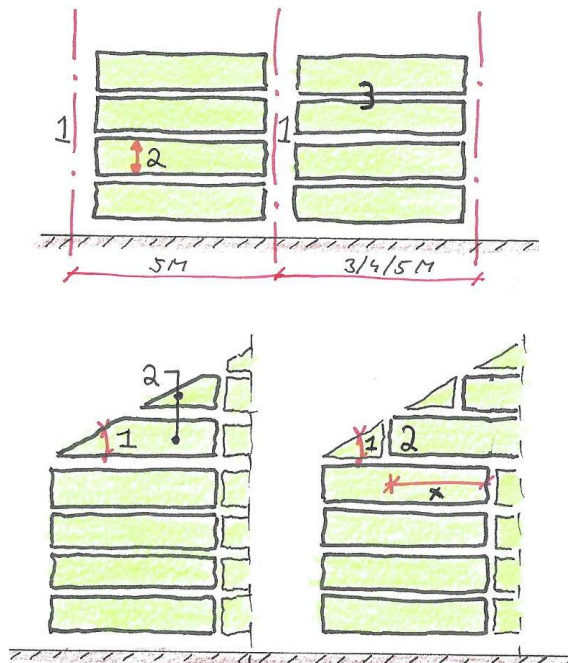


Afb. 14 / VI - Gevelvullende elementen

VARIANT HORIZONTAAL

Een tweede variant is het horizontaal toepassen van meerdere smalle panelen. De panelen hoeven slechts bij de spantbenen (1) gemonteerd te worden en behoeven daarmee geen verdere achterliggende constructie. Enkel bij de dakopstand moet een hulpconstructie worden aangebracht. Door toepassen van het eerdergenoemde 3-4-5-principe kan het bouwwerk in lengte op de meter nauwkeurig worden bepaald. De variatie in

hoogte is afhankelijk van de breedte van een los paneel (2). Panelen in de kopgevel dienen – afhankelijk van de bouwbreedte – op maat te worden gezaagd. Bijkomend nadeel is het toegenomen aantal naden (3) ten opzichte van gevelvullende elementen.

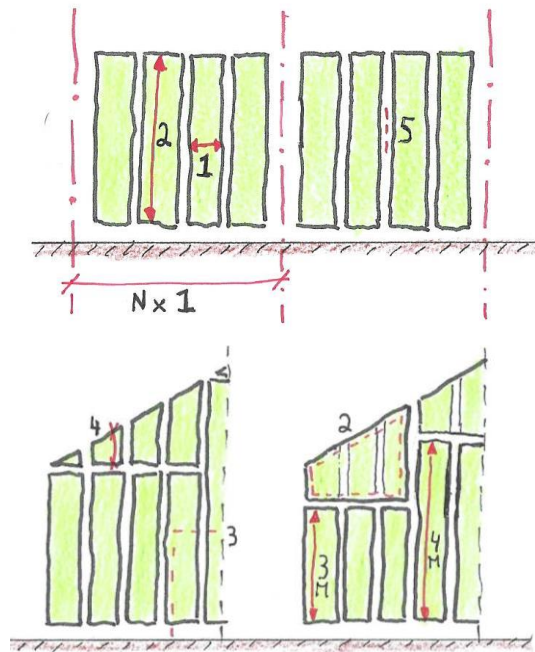


Afb. 15 / V2 - Horizontale panelen

VARIANT VERTICAAL

Bij de variant waarbij panelen verticaal op de gevel worden aangebracht, is het bouwwerk – bij toepassing van het 3-4-5-principe – op de meter in de hoogte (2) nauwkeurig uit te voeren. De flexibiliteit in lengte en breedte zijn afhankelijk van de breedte van een enkel paneel (1). Opnieuw is de hoeveelheid naden aanzienlijk meer dan bij gevelvullende elementen. Daarnaast dienen voor de bevestiging van verticale gevelpanelen achterliggende gordingen te worden opgenomen.

In de kopgevels is weer te zien dat boven de standaardmaten van 3, 4 en 5 meter, pasplaten gezaagd dienen te worden om de dakhelling te kunnen realiseren (1/2). Bij verticale panelen is de dakopstand eenvoudig te realiseren door de panelen door te steken boven de dakrand. Afhankelijk van de uiteindelijke hoogte is geen aanvullende hulpconstructie achter de panelen nodig.

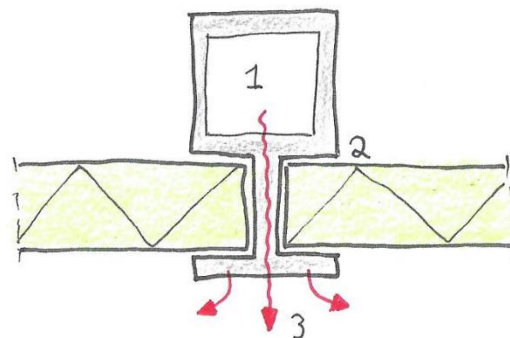


Afb. 16 / V3 - Verticale panelen

VARIANTEN GEVELMONTAGE

VARIANT 01

De eerste variant voor de gevelbevestiging is een schuifverbinding, waarbij geveldelen (2) in sleuven worden geschoven en op die manier aan de gevel worden bevestigd. De achterliggende constructie (1) ligt daarbij in directe verbinding met de buitenlucht (3).

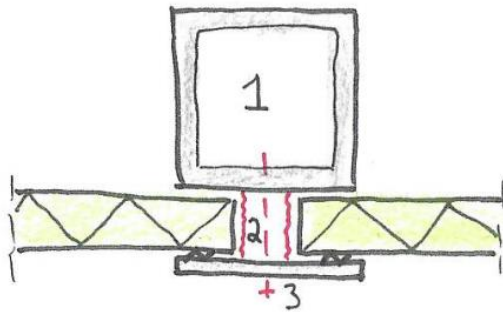


Afb. 17 / V1 - Schuifstelsel

VARIANT 02

Een tweede variant is qua vorm hetzelfde als de hiervoor genoemde variant, echter opgebouwd uit meerdere onderdelen, gebaseerd op het bestaande vlies-gevelsysteem. Daarbij worden gevelpanelen middels een deklijst (3) op

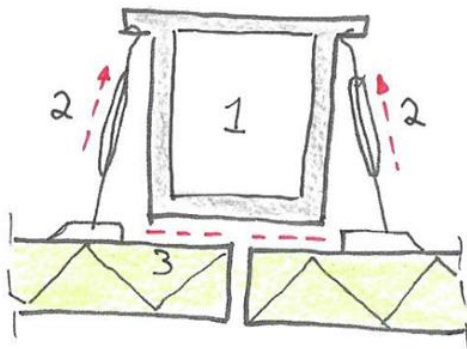
de constructie (1) geklemd. Eventueel kan een koudebrug-onderbreking (2) worden toegepast tussen de deklíst en de constructie.



Afb. 18 / V2 - Vliesgevelsysteem

VARIANT 03

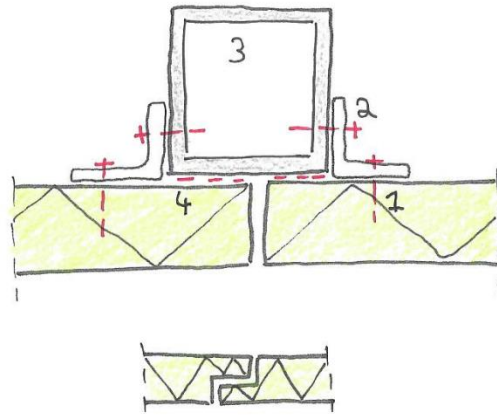
De derde variant heeft een bevestiging van de gevelpanelen aan de binnenzijde van het bouwwerk. Daarmee is de buitenzijde volledig vlak. Door een spanner tussen constructie en een op het gevelpaneel aangebrachte voorziening aan te brengen, kan het gevelpaneel strak tegen de constructie worden getrokken. Vilt tussen de gevelpanelen en de constructie moet tocht voorkomen.



Afb. 19 / V3 - Spanconstructie

VARIANT 04

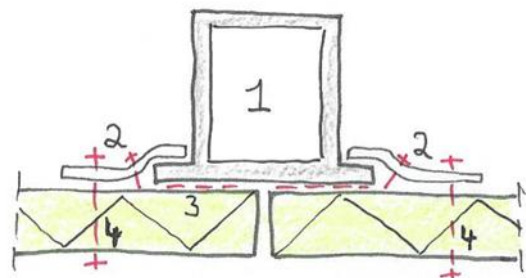
Deze variant is gebaseerd op een bevestiging uit de houtbouw, door middel van hoekankers. Deze hoeken kunnen prefab op de gevelementen worden aangebracht en middels bouten en slobgaten aan de constructie worden gemonteerd. Zo is het element in het werk ook te stellen.



Afb. 20 / V4 - Bevestiging met hoekankers

VARIANT 05

De laatste variant is gebaseerd op de bevestiging van de in het kennisonderzoek genoemde betonpanelen. Middels op het gevelement aangebrachte Z-plaatjes, kan het gevelement aan een flens aan de constructie worden geklemd. De bevestiging zit eveneens aan de binnenzijde van het gevelement.



Afb. 21 / V5 - Bevestiging met Z-plaatjes

5.5 Dak

5.5.1 Hypothese

De hypothese voor het dak luidt als volgt:

Het dak is **wind- en waterdicht** en behoudt deze kwaliteit bij hergebruik van de bouwdelen. Het dak is **herbruikbaar** zonder te vervormen en is geïsoleerd met een **minimale isolatiewaarde van 6,0 m²K/W**. De elementen moeten met regulier **transport** vervoerd kunnen worden en op de bouwlocatie met **licht materieel** geplaatst kunnen worden.

5.5.2 Kennisonderzoek

Als wordt gekeken naar de huidige uitvoering van daken van bedrijfshallen, dan is een tweetal daktypen te vinden.

Een veel toegepaste uitvoering is het sandwichpaneel, dat zowel op schuine als op platte daken kan worden toegepast. Het voordeel hiervan is de korte bouwtijd, omdat geen afbouw nodig is; de sandwichpanelen bestaan namelijk prefab uit een binnenplaat, een isolatiekern en de dakafwerking.

Een op platte daken veel toegepast systeem is de stalendakplaat. De dakplaat wordt op de onderliggende constructie gemonteerd, dient in het werk nog te worden afgewerkt met isolatie en dakbedekking en is daarmee arbeidsintensiever. Ook op platte daken wordt het sandwichpaneel toegepast. De profilering aan de binnenzijde zorgt voor de constructieve sterkte. Enkel de dakbedekking dient in het werk nog aangebracht te worden.

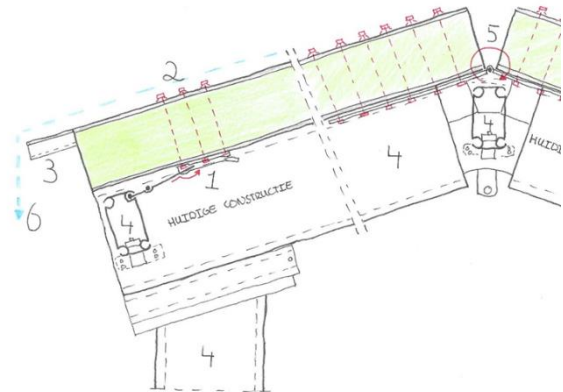
5.5.3 Concepten

De ontwikkelde varianten zijn gericht op de in het kennisonderzoek gevonden systemen. Daarbij zijn varianten voor de gootaansluiting meegenomen, aangezien dit een wezenlijk onderdeel van het dak betreft. Het viertal varianten zal in hoofdstuk 5.7 *Toetsing* worden gescoord en beoordeeld.

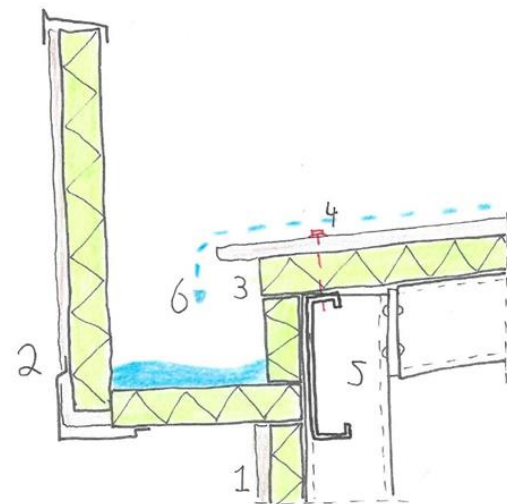
VARIANT 01

De eerste variant is gebaseerd op het principe van een scharnierkap. Daarbij is tevens uitgegaan van de bestaande aluminium constructie van de tijdelijke

bedrijfshal (4). Door twee dakpanelen met elkaar te verbinden middels een scharnier (5), kunnen in korte tijd twee kanten van het dakvlak worden dichtgelegd. De kap wordt daarna op spanning getrokken middels spansluitingen aan de bestaande constructie (1). De dakpanelen zijn waterdicht en behoeven geen verdere afwerking (2). Een overstek (3) aan de panelen voert het water naar de eronder hangende dakgoot (6).



Afb. 22 / V1 - Scharnierkap met spanbevestiging



Afb. 23 / V2 - Prefab goot

VARIANT 02

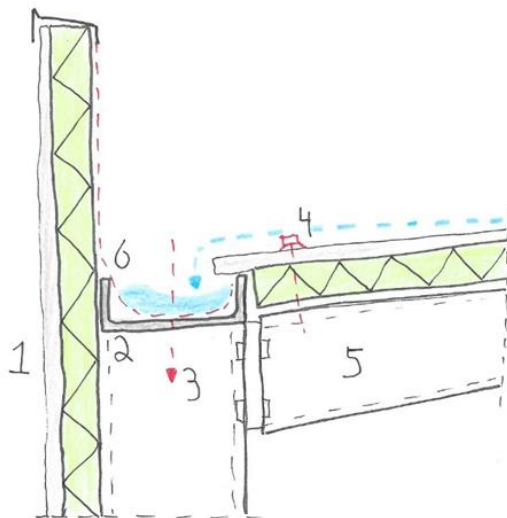
Deze variant is gebaseerd op een plat dak. De opdrachtgever heeft uitgesproken dat "de tijdelijke bedrijfshal (...) nu door de zeilen puntkap erg de uitstraling van een tent [heeft]" (van Ginkel, 2019). Het realiseren van een plat dak gaat in op de wens het imago van een permanente bedrijfshal te realiseren en is om die reden relevant. Daarbij moet gekeken worden naar de afvoer van hemelwater, omdat hier de grootste kans is op lekkage -

dichtplakken met epdm is namelijk niet bevorderlijk voor het remontabele karakter van de tijdelijke bedrijfshal.

De prefab goot (2) van deze variant lost dit grotendeels op. De dakplaten moeten reeds zijn voorzien van een waterkerende laag (4). De goot wordt gemonteerd aan een randligger (5) en sluit zonder vloeibare afdichtingen aan op de gevel (1) en het dak (3).

VARIANT 03

De goot uit de voorgaande variant heeft veel invloed op de esthetische waarde van het bouwwerk. Om die reden is een variant opgesteld met de goot 'naar binnen' gehaald. Daarbij kan middels een U-profiel (2) in de constructie (5) de goot worden uitgevoerd. De hemelwaterafvoer loopt binnendoor. De goot staat daarmee in contact met zowel binnen- als buitenlucht (3). Voordeel is dat de gevel vlak kan doorlopen, zonder een goot aan de buitenzijde (1). Het water loopt van het dakpaneel – plat dak of hellend dak – in de goot, waarbij mogelijk een prefab goot wordt gerealiseerd om de waterdichtheid (6) te garanderen.

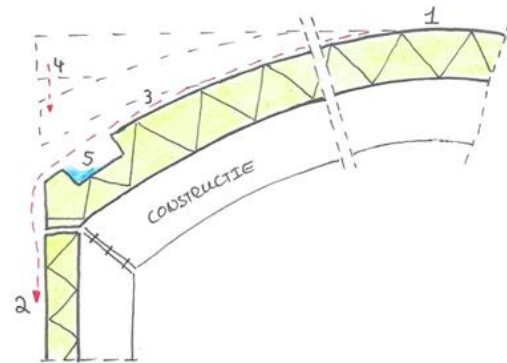


Afb. 24/V3 - Goot in constructie

VARIANT 04

De vierde variant is gebaseerd op een ronde hoofdtraagconstructie. Deze dakvorm kent geen nok (1) die moet worden afgedicht. De dakpanelen worden in een stuk over de constructie gespannen (4) middels spanbanden (2) en hoeven niet

te worden afgeschroefd (3). Een sparing in het dakpaneel (5) kan een eventuele goot vormen. Nadeel van een ronde dakvorm is de kopgevels, waar panelen of moeten doorsteken, of moeten worden afgezaagd. Ook de rek in de panelen zal op den duur afnemen en de kwaliteit hiervan verslechteren.



Afb. 25/V4 - Rond gespannen dakplaten

5.6 Vloer

5.6.1 Hypothese

Tot slot de hypothese voor de vloer en de criteria waar deze aan moet voldoen:

De vloer is voldoende **vlak** volgens de NEN-EN 2747 en heeft een **isolatiewaarde** van ten minste **3,5 m²K/W**. De onderdelen van de vloer zijn **herbruikbaar zonder te vervormen**. De vloer kan een **gewicht** dragen van 5 kN/m² en kan met **minimale arbeid** gelegd worden.

5.6.2 Kennisonderzoek

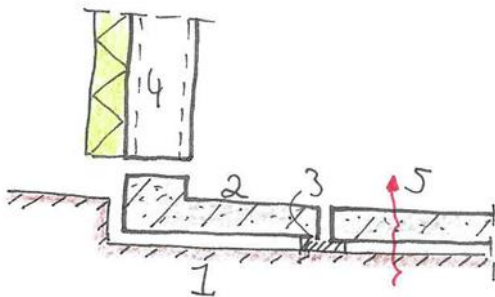
Uit kennisonderzoek naar toepassingen van vloeren in permanente bedrijfshallen, blijkt dat de meest toegepaste variant een betonvloer is. Deze kan zowel in het werk gestort als prefab worden aangeleverd. Het in het werk gestorte systeem rust direct op een draagkrachtige onderlaag, kan worden geïsoleerd en is gewapend naar de belastingen die op de vloer rusten. In verdiepingsvloeren wordt of een combinatie tussen prefab en in het werk gestorte vloeren toegepast, of een balklaag met daarop een afwerklaag. De laatste genoemde heeft een veel lager draagvermogen dan betonnen vloeren. De balklagen kunnen ook als prefab elementen worden geleverd, vaak in staal uitgevoerd en ook wel framevloeren

genoemd. Voordeel hiervan is de verkorte bouwtijd bij het leggen van de vloerdelen.

5.6.3 Concepten

VARIANT 01

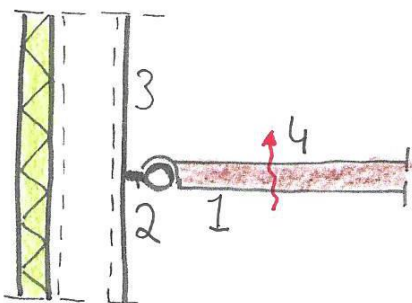
Een eerste variant is een variant gebaseerd op Stelcon platen – dat waar in de huidige tijdelijke bedrijfshal ook op onverhard terrein de vloer van wordt gemaakt (2). De constructie (4) kan eventueel op een opstaande rand worden geplaatst. De vloer kan worden uitgevlakt middels stelblokken (3) om het afschot in het terrein (1) op te vangen. De vloerdelen staan in direct contact met de ondergrond (5) en dienen mogelijk geïsoleerd te worden.



Afb. 26 / V1 - Vloer op basis van Stelcon platen

VARIANT 02

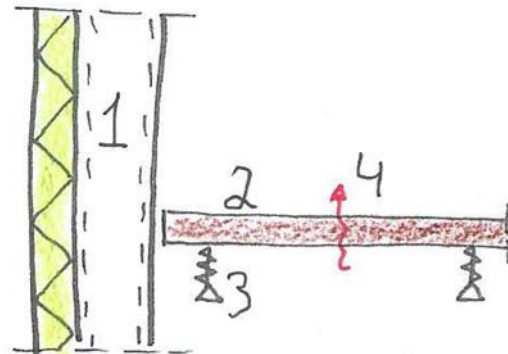
De tweede variant is gebaseerd op de steigervloeren die in de steigerbouw worden toegepast. Dit vloerelement (1) bestaat uit een stalen frame met opleghaken (2) aan de uiteinden. De vloer wordt gekoppeld aan de constructie (3) en moet worden berekend op de te dragen belasting. De vloer kan tussen de frames worden geïsoleerd om koudebruggen (4) tegen te gaan.



Afb. 27 / V2 - Steigervloerprincipe

VARIANT 03

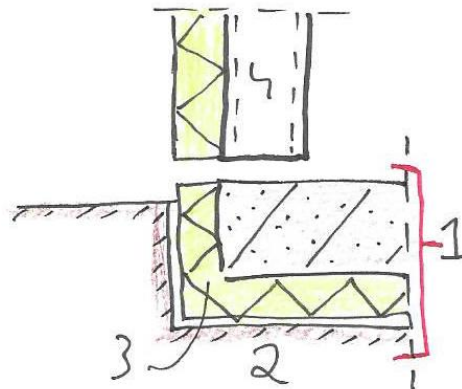
Deze variant is gebaseerd op de computervloer; een vloer bestaande uit losse platen (2), opgebouwd op pootjes (3). Deze pootjes zijn in hoogte verstelbaar. De vloerdelen kunnen mogelijk geïsoleerd worden (4). Voordeel van deze vloer is dat hij losstaat van de constructie (1) en daarmee een op zich staand element is dat vlak kan worden afgesteld.



Afb. 28 / V3 - Computervloerprincipe

VARIANT 04

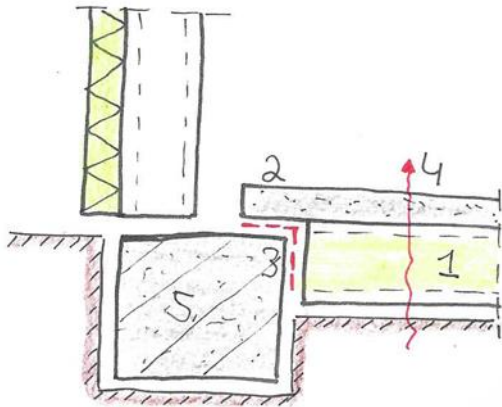
De vierde variant is een volledig geprefabriceerd betonelement (1), dat ook geïsoleerd kan worden uitgevoerd (3). Nadeel van de isolatielaag aan de buitenkant, is dat de kwaliteit van de isolatie niet behouden blijft bij langdurig contact met de draagkrachtige grondlaag eronder (2). Het betonelement is drukvast en kan worden gewapend op de te dragen belasting. Het gehele element heeft een groot eigen gewicht en kan mogelijk gelijk dienen als fundering.



Afb. 29 / V4 - Prefab betonplaten

VARIANT 05

De vijfde en tevens laatste vloervariant is een steeds meer toegepast systeem gebaseerd op de framevloer. Dit vloertype bestaat uit koudgewalste stalen profielen (1) met aan beide kopkanten een hoeklijn (3) ter oplegging op een randbalk of fundering (5). Op de framevloer is fabrieksmatig een afwerklaag aangebracht (2). De framevloer isoleren voorkomt tevens koudebruggen (4).



Afb. 30 / V5 - Framevloeren

5.7 Toetsing

Nu de varianten zijn opgesteld is het van belang dat een afgewogen keuze gemaakt wordt tussen de varianten, voor verdere uitwerking.

5.7.1 Keuzemethodiek

Om de keuze te kunnen maken welke variant het best toepasbaar is in tijdelijke bedrijfshallen, is op basis van een puntensysteem en met als uitgangspunt de in de hypothesen gestelde criteria de beste oplossing gekozen.

Allereerst is er een onderverdeling gemaakt in de relevantie van de criteria; welk criterium is belangrijk en welk is hieraan ondergeschikt. Dit wordt opgedeeld in drie niveaus.

Bij het scoren van de varianten, wordt vervolgens een gelijk aantal punten verdeeld als dat er varianten zijn (voorbeeld: in het geval van drie varianten, worden er 3, 2 en 1 punten verdeeld. Daarbij scoort de beste variant 3 punten, de volgende 2, et cetera).

De uiteindelijke scores worden vermenigvuldigd met de waarde van relevantie van criteria; zo krijgt iedere variant uiteindelijk een totaalscore. De variant die eindigt met de beste eindscore, is de variant die gekozen wordt voor verdere uitwerking.

5.7.2 Resultaten

De resultaten volgend uit de hiervoor besproken keuzemethodiek zijn per bouwdeel gepresenteerd. Daarin is de weging van het criterium en het aantal punten toegekend. De weging en het aantal punten wordt toegelicht in Bijlage 01G.

Fundering

SCORE (WEGING × PUNTEN)	
VARIANT 01	39
VARIANT 02	35
VARIANT 03	28

Tabel 1 - Scores funderingsvarianten

De funderingsvariant 'in de grond' is de best scorende variant. Daarbij moet de fundering in het eventueel aanwezige straatwerk worden gelegd. Deze variant van funderen is eenvoudig vlak te krijgen door grond op hoogte af te graven, voorkomt het instromen van water door terreinafschot en is het eenvoudigst te isoleren.

Constructie

SCORE (WEGING × PUNTEN)	
VARIANT 01	21
VARIANT 02	24
VARIANT 03	21

Tabel 2 - Scores constructievarianten vorm

Wat betreft de constructievorm scoort de tweede variant het beste. De herbruikbaarheid van dit spantvorm is deels afhankelijk van de opbouw. Het grote voordeel zit hem in het opbouwen met licht materieel en het transport.

SCORE (WEGING × PUNTEN)	
VARIANT 01	34
VARIANT 02	28
VARIANT 03	16

Tabel 3 - Scores constructievarianten opbouw

De uiteindelijke constructievariant wordt gebaseerd op zowel vorm als opbouw. De opbouw uit elementen scoorde in de variantenstudie als beste. Dit komt voornamelijk door de stabiliteit, de grote, vrije overspanning en de voordelen van elementen ten aanzien van transport.

Er zal voor definitieve uitwerking om de hiervoor genoemde redenen dus worden gekozen voor een zadeldakconstructie, opgebouwd uit meerdere elementen.

Gevels

INDELING	SCORE (WEGING × PUNTEN)
VARIANT 01	33
VARIANT 02	34
VARIANT 03	35

Tabel 4 - Scores gevelvarianten indeling

Het opbouwen van de gevel uit meerdere, verticale elementen, scoort met nipt het beste. De variant is het meest flexibel in hoogte en breedte en scoort ook op uitstraling goed. Wat betreft isolatiewaarde en koudebruggen vergt de variant nog enige aandacht.

MONTAGE	SCORE (WEGING × PUNTEN)
VARIANT 01	47
VARIANT 02	51
VARIANT 03	36
VARIANT 04	36
VARIANT 05	35

Tabel 5 - Scores gevelvarianten montage

De gevelmontage, ongeacht de gevelindeling, is gescoord op zes criteria. Hieruit bleek het vliesgevelprincipe veruit de beste. Dit principe voorkomt koudebruggen, houdt rekening met tocht dichting, is met weinig arbeid verwerkbaar en is eenvoudig herbruikbaar.

Dak

	SCORE (WEGING × PUNTEN)
VARIANT 01	29
VARIANT 02	29
VARIANT 03	36
VARIANT 04	33

Tabel 6 - Scores dak-varianten

Wat betreft de dak-varianten, scoort een uitvoering van het dak met de goot in de constructie het beste. Deze toepassing is

gemakkelijk herbruikbaar en vergt weinig arbeid. Daarnaast scoort de variant het beste op uitstraling; de geveluitstraling blijft onaangetast en loopt vlak door. Daarmee komt de uitstraling het dichtst bij de uitstraling van een permanente bedrijfshal.

Vloer

	SCORE (WEGING × PUNTEN)
VARIANT 01	38
VARIANT 02	40
VARIANT 03	34
VARIANT 04	37
VARIANT 05	40

Tabel 7 - Scores vloervarianten

Het laatste bouwdeel is de vloer, waar twee varianten gelijk op scoorden; de steigervloer en de staalframevloer. Beide varianten vertonen enigszins overeenkomsten. De steigervloer vergt minder arbeid en is gemakkelijker herbruikbaar, daar waar de staalframevloer beter scoort op vlakheid en isolatiewaarde. Als dan wordt gekeken naar de gevraagde toepassing (belastbaar vermogen van 5 kN/m²), is het raadzaam voor verdere uitwerking de staalframevloer te hanteren; de steigervloer scoort op dit onderdeel als laagste. Ook wordt de steigervloer aan de constructie gehangen, wat gevolgen heeft voor de zwaarte van de constructie.

5.8 Uitwerking

De in hoofdstuk 5.7 getoetste varianten zullen in deze laatste fase uiteindelijk worden uitgewerkt op DO-niveau, waarbij tevens details zullen worden uitgewerkt om de uiteindelijke uitvoering van het systeem inzichtelijk te maken en toe te lichten. Eventueel benodigd, toelichtend onderzoek is hiernaar gedaan in de laatste deelvraag, wat is terug te vinden in Bijlage H.

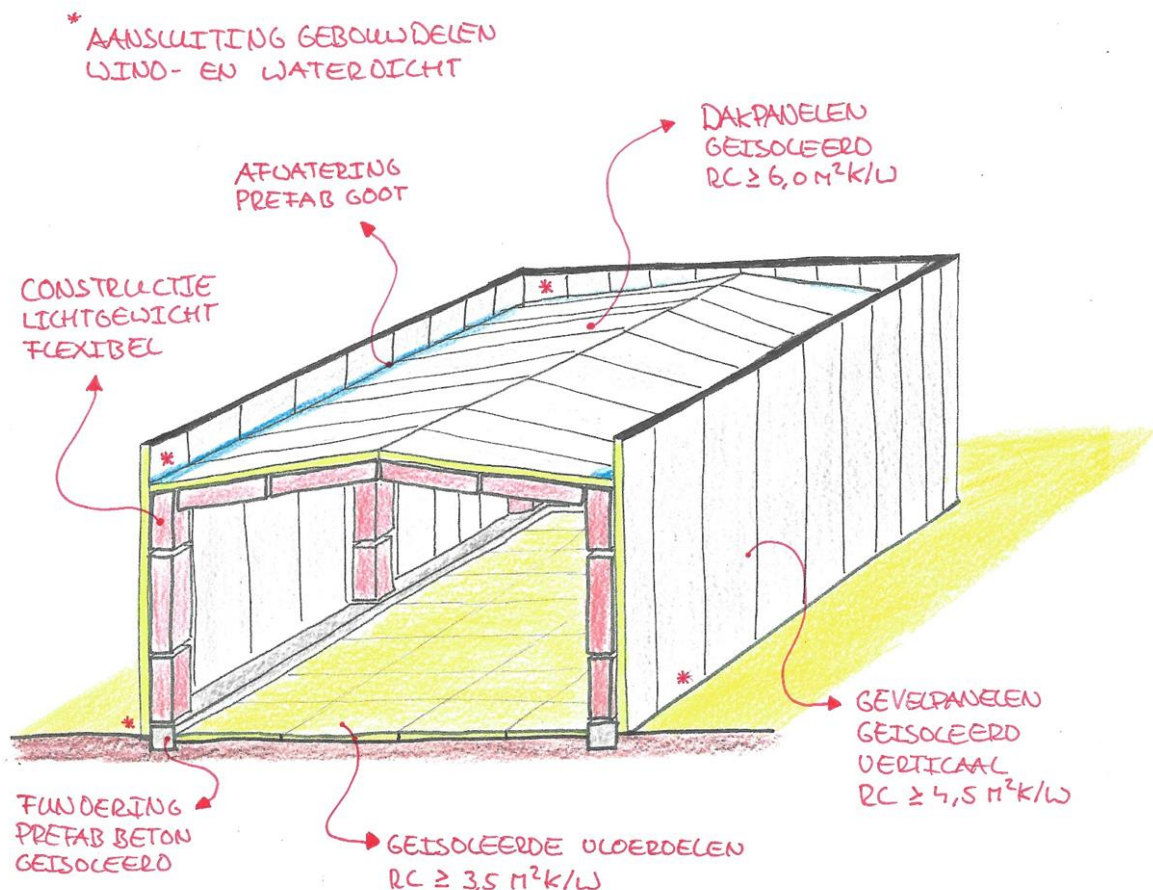
De gekozen varianten zijn in een eerste fase gecombineerd tot een schetsontwerp, waarbij het totaalplaatje van de gecombineerde varianten wordt weergegeven; dit is §5.8.1.

Het schetsontwerp zal vervolgens middels benodigde berekeningen, literatuuronderzoek en verdere referenties worden uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp (VO); §5.8.2. Het VO zal vervolgens definitief worden gemaakt middels tekenwerk op DO-niveau; aanzichten, plattegronden, doorsneden en detaillering. Dit definitief ontwerp is te vinden in §5.8.3.

5.8.1 Schetsontwerp (SO)

Het schetsontwerp is gebaseerd op alle gekozen varianten, waarbij nog niet in detail is gekeken naar de aansluiting tussen de verschillende bouwdelen. Het schetsontwerp is puur gebaseerd op principes en wordt in de volgende paragraaf verder uitgewerkt tot voorlopig ontwerp.

Op afbeelding 31 is dit schetsontwerp, gebaseerd op de gekozen varianten, weergegeven. De fundering wordt (al dan niet deels) in de grond ingegraven, waarmee deze gelijktijdig op hoogte wordt gelegd. De constructie, opgebouwd uit losse elementen – dit om de flexibiliteit te bevorderen – wordt hier bovenop geplaatst. Aan de buitenzijde worden de gevelpanelen bevestigd, welke gelijk zorgen voor de dakrandopstand; hiermee krijgt de hal de uitstraling van een permanente bedrijfshal. De dakpanelen liggen onder een hoek van 5° en wateren af naar de langsgevels. Daar wordt middels een goot het hemelwater afgevoerd. Tot slot liggen de geïsoleerde vloerdelen op of tussen de funderingsbalken.



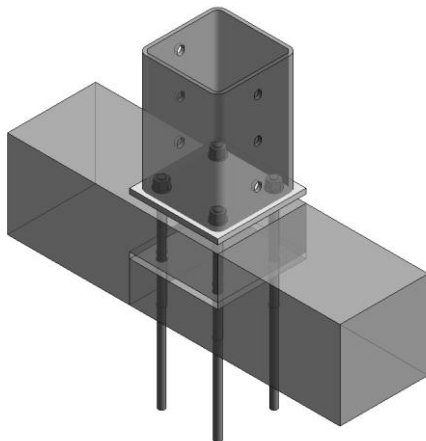
Afb. 31 - Schetsontwerp tijdelijke bedrijfshal

5.8.2 Voorlopig ontwerp (VO)

Het voorlopig ontwerp dat voorkomt uit het schetsontwerp, is middels verdiepend onderzoek verder uitgewerkt. Hierin worden tevens afwegingen gemaakt of de gekozen varianten wel praktisch uitvoerbaar en haalbaar zijn, ook in combinatie met elkaar.

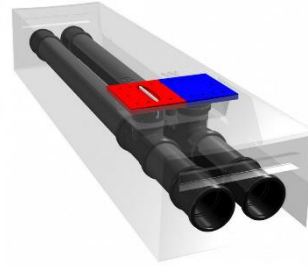
Voorlopig ontwerp V1.0

Een eerste voorlopig ontwerp is gemaakt op basis van verdiepend onderzoek naar de gekozen varianten. Het voorlopig ontwerp is opgebouwd uit een geprefabriceerde, betonnen funderingsbalk (250x250 mm), opgedeeld in elementen van opnieuw 3, 4 en 5 meter. Door de elementen met een verspringende tandverbinding over elkaar heen te laten vallen en hier de ankers voor de draagconstructie doorheen te slaan, worden de elementen onderling verbonden en kan de draagconstructie op de fundering worden geplaatst (zie afbeelding 32).



Afb. 32 - Principeschets funderingsbalk met ankers

Het bij de dakgoot 'naar binnen halen' van de goot, heeft tot gevolg dat de hemelwaterafvoer ook binnendoor lopen. Het afvoeren gebeurt vervolgens via de funderingsbalken en daar in gestorte voorzieningen, gebaseerd op een afvoergoot van Bosch Beton (z.d.). Dit heeft als voordeel dat het eigen gewicht van de funderingsbalk afneemt. Het nadeel is echter dat de draagkracht afneemt en er minder ruimte is voor verankering van de constructie.



Afb. 34 - Afvoergoot Bosch Beton (bron: Bosch Beton, z.d.)

Om de fundering zo slank mogelijk te houden, is ook de hoofddraagconstructie uitgevoerd in lichtgewicht materiaal. De wens vanuit de opdrachtgever om een goedkope hoofddraagconstructie te realiseren, resulteerde in de keuze voor koudgewalst staal. Uit berekening volgt dat een koker K220x220x8 toegepast moet worden als kolom; een dubbel C-profiel C300x90x40 met een dikte van 3 millimeter als dakliggers. De dakliggers zijn relatief slank, vanwege het toepassen van schoren uit kokers K80x80x5 in de 'knik' van het spant.

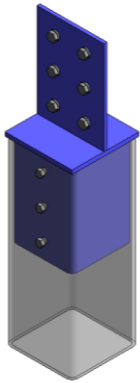


Het koppelen van de kolommen (ook de hoofddraagconstructie wordt in het 3-4-5-principe uitgevoerd) gebeurt middels een smallere koker die boven en onder in de kolommen schuift en middels boutverbindingen wordt vastgezet. De boutgaten met getapt schroefdraad zitten aan alle zijden van de kolom, waardoor deze flexibel toepasbaar is.

← Afb. 33 - Tussenkoppeling kolom

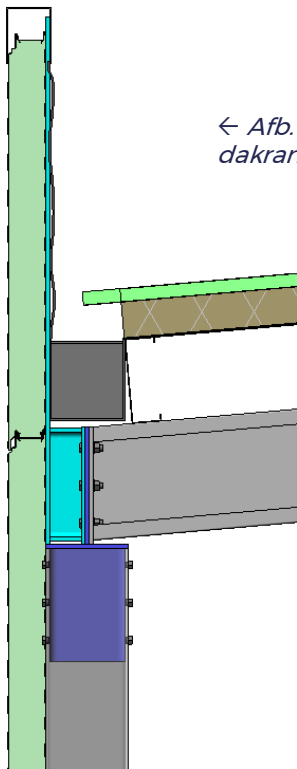
Aan de constructie wordt in dezelfde tapgaten het klemprofiel voor de gevelbevestiging gebout. Dit omegaprofiel dat de gevel vastklemt, wordt afgewerkt met een klikbare afdeklijst.

De aansluiting van dakliggers op de gevelkolommen gebeurt middels een universele koppeling met een opstaande kopplaat (zie afbeelding 35). Deze koppeling kan in langs- en kopgevel worden toegepast, maar kan ook worden gebruikt om twee bedrijfshallen aan elkaar te schakelen.



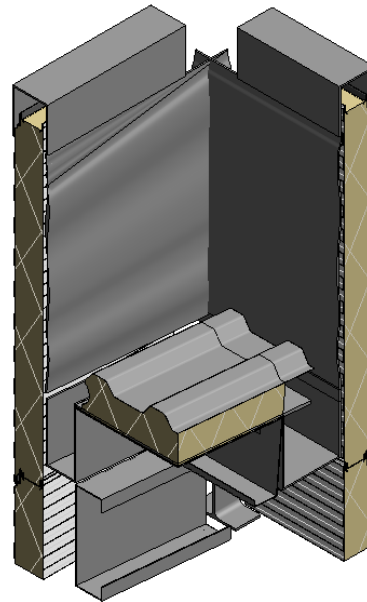
← Afb. 35 - Koppeling van dakliggers aan kolommen

Om aan kop- en langsgevels de dakrand gelijk te houden en zo de uitstraling van een bedrijfshal te creëren, worden de sandwichpanelen voor de goot doorgestoken. Een stalen koppeling met opstaande strip wordt toegepast als hulpconstructie voor de dakrandopstand. De goten bestaan uit geprefabriceerde elementen; een stalen bak met vooraf aangebrachte koppelingen voor hemelwaterafvoer en schotten aan de kopzijden.



← Afb. 36 - Detailzicht dakrandopstand t.p.v. goot

Het nadeel aan de prefab goten is echter het waterdicht realiseren van de hoekaansluitingen. Ook zijn in ieder spantvak een hemelwaterafvoer en een noodoverloop nodig en zijn de goten niet geïsoleerd (afbeelding 37).



Afb. 37 - Hoekaansluiting prefab gootelementen

Voorlopig ontwerp V2.0

Het eerste voorlopige ontwerp heeft nog wat voeten in de aarde, met name als het gaat om de waterdichtheid ter plaatse van de goot. Het uitvoeren van een geprefabriceerde goot met die afmetingen en aan de binnenzijde van de gevel, is onpraktisch in transport en brengt een hoog risico op lekkage met zich mee; zo bleek ook uit overleg met Donselaar Structures.

Er is op basis van dit overleg, besloten om een aantal varianten op te stellen met de goot aan de buitenzijde, maar met een uitstraling die dicht bij die van permanente bedrijfshallen blijft.

In de eerste variant (afb. 38) is een strook van 2 meter gevel naar buiten gebracht. Daarmee kan de goot ook naar buiten worden gebracht. Nadeel van deze variant is de forse, overhellende dakrand, die vooral bij lage zijhoogten uit verhouding oogt.

In de tweede variant (afb 39) is gekozen de laatste twee gevelpanelen, middels een hulpconstructie aan de buitenzijde, te 'verhogen'; zo kan de dakplaat door de gevel steken. De hulpconstructie aan de binnenzijde plaatsen, zou als gevolg hebben dat de dakplaten uitgespaard moeten worden.

De derde variant (afb. 40) is een gecombineerde versie van de eerste twee varianten. Bij deze variant loopt de hulpconstructie buiten de gevel langs, waarop enkel het laatste gevelpaneel wordt gemonteerd.

In de laatste variant (afb. 41) is de gehele dakrand aan de langsgevel weggelaten. De dakrand heeft enkel een esthetische functie en de complexe uitvoeringen van schijngevels in voorgaande varianten zou enkel meer kosten in uitvoering en materiaal met zich meebrengen.

Middels een keuzematrix (tabel 8) met als criteria bouwtijd, esthetica, garantie waterdichtheid en uitvoering gevelopeningen is de 4^e variant als beste gescoord. De uitstraling van deze variant is neutraal, de uitvoering is eenvoudiger en brengt minder risico's met zich mee.



Afb. 38 - Variant V2.1



Afb. 39 - Variant V2.2



Afb. 40 - Variant V2.3



Afb. 41 - Variant V2.4

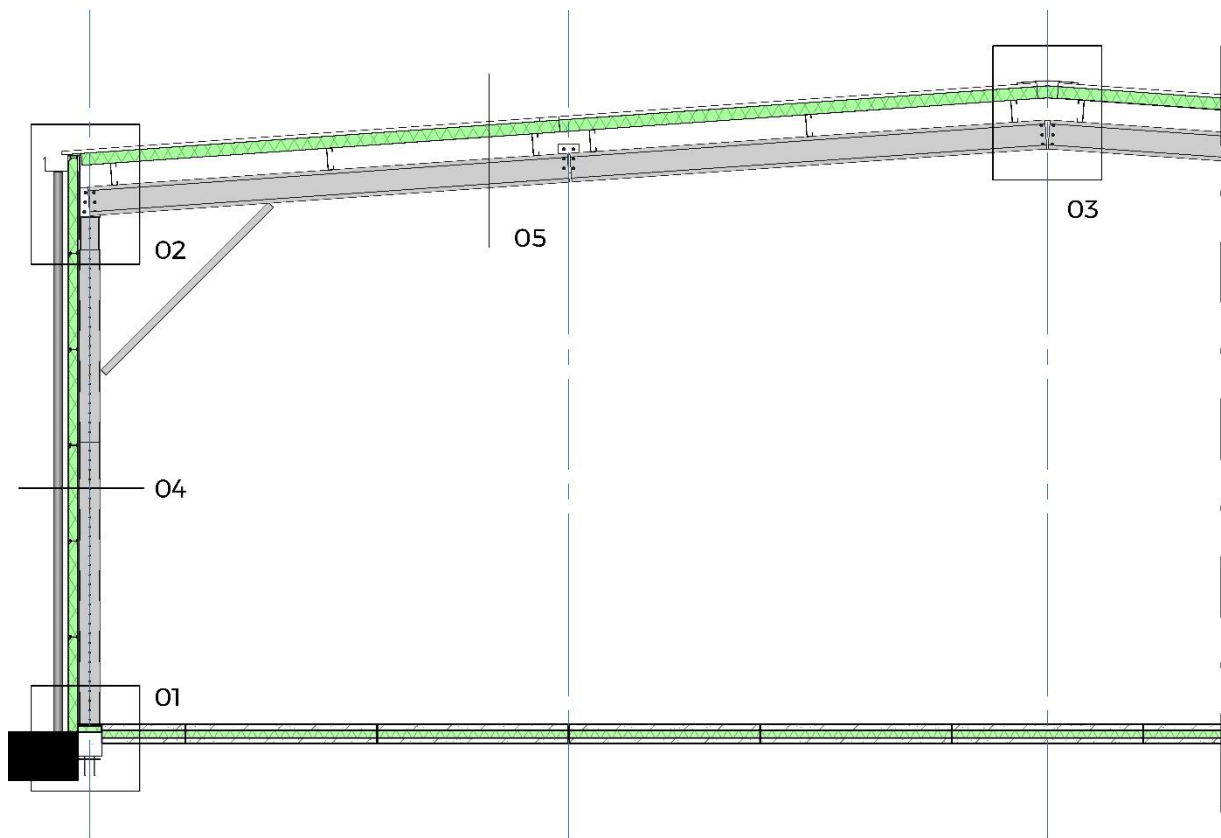
SCORE (WEGING × PUNTEN)	
VARIANT V2.1	29
VARIANT V2.2	29
VARIANT V2.3	36
VARIANT V2.4	33

Tabel 8 - Scores varianten

5.8.3 Definitief ontwerp (DO)

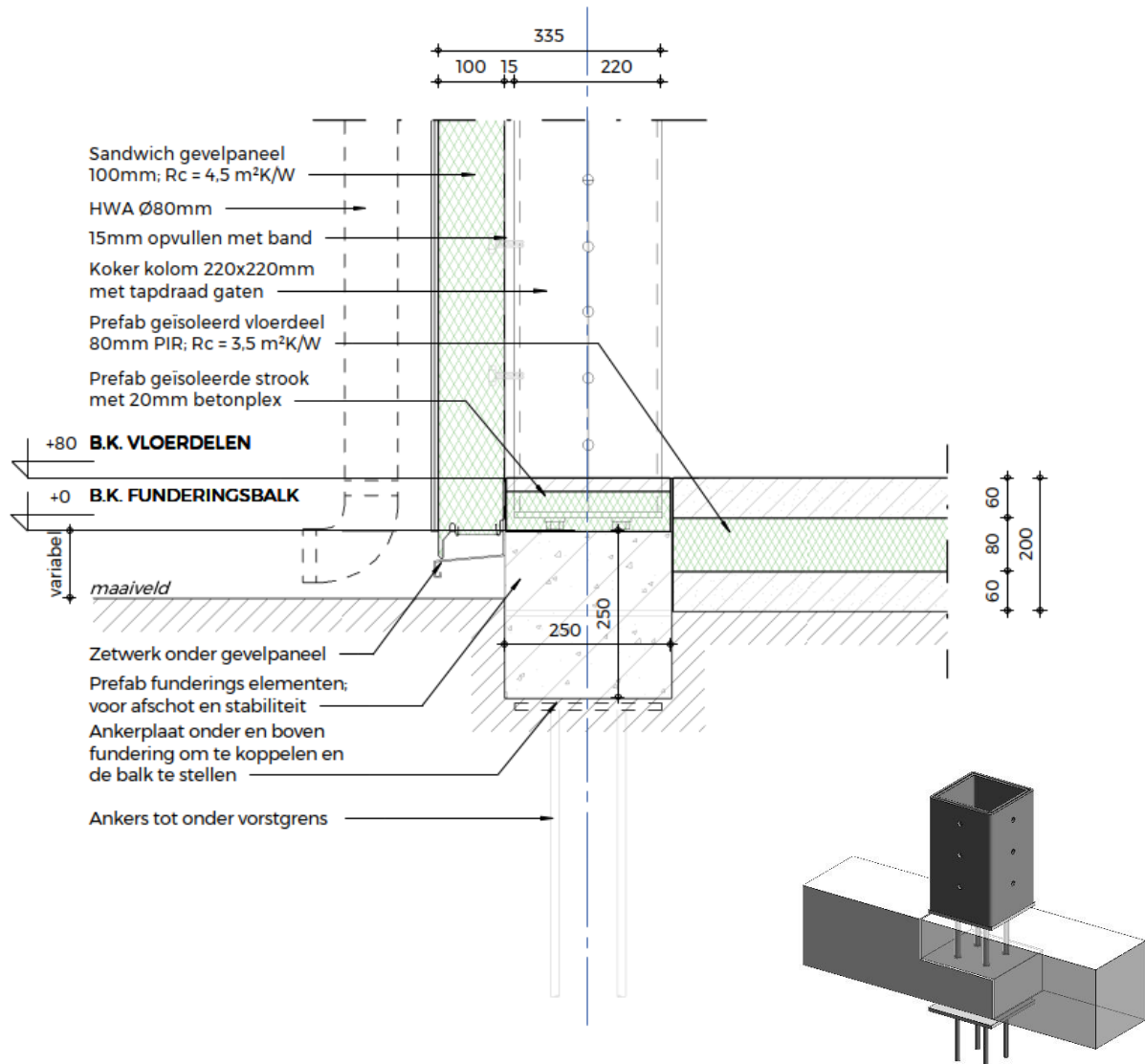
In het definitief ontwerp is de uiteindelijke uitwerking van ieder bouwdeel uit de voorgaande onderzoeken verwerkt. Daarin is ieder onderdeel volgens de hypothesen uitgewerkt. De varianten zijn op LOD-300 niveau uitgewerkt.

Waar nodig is afgeweken van de gemaakte keuze in varianten; dit vanwege praktische, kostentechnische of bouwtechnische redenen. Om deze keuze te onderbouwen is per detail een toelichting gegeven. In deze toelichting komen de kernbegrippen uit de gestelde hypothesen terug en worden deze onderbouwd.



Afb. 42 - Doorsnede definitief ontwerp inclusief detaillering

Detail 01; aansluiting fundering – vloer – gevel

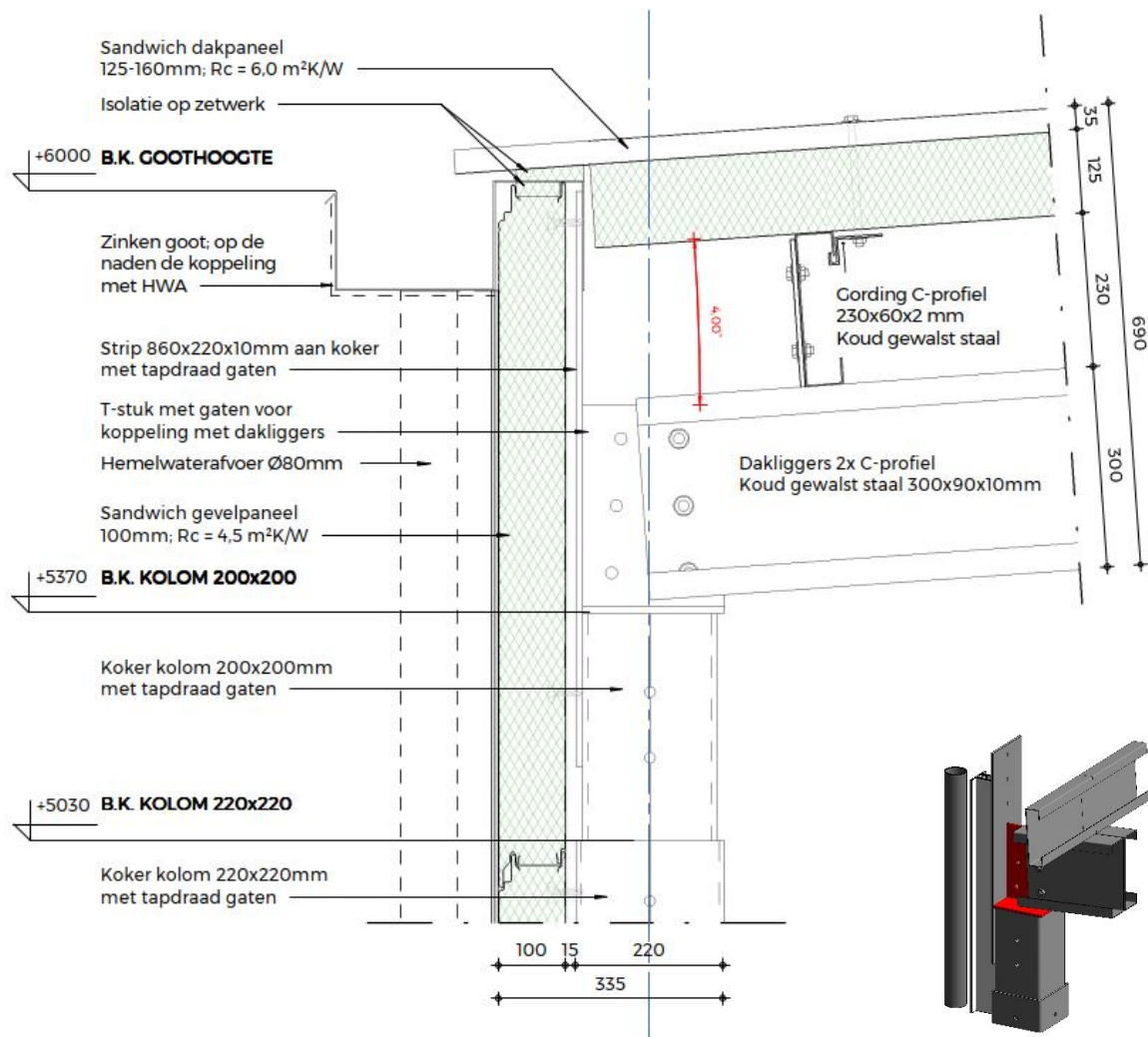


Toelichting

Fundering: gebaseerd op de gekozen variant. Door de fundering in te graven en op hoogte te stellen middels de ankerplaten wordt de **vlakheid** en het eventuele **afschot** in het terrein opgevangen. Doordat de isolatielijns boven de fundering loopt is het niet noodzakelijk om het element te **isoleren**. De minimale afmetingen voor de betonbalk, om het **gewicht** van de constructie te dragen, zijn aangehouden om het met zo licht mogelijk **materieel** te kunnen plaatsen. De elementen wegen 156 kg/m¹ en worden uitgevoerd in lengtes van 3, 4 en 5 meter om het **hergebruik** zonder te vervormen te garanderen.

Vloer: afgeweken van de gekozen variant door draagkracht niet naar balken maar naar de ondergrond te verplaatsen. De vloer wordt geplaatst op een zo **vlak** mogelijke ondergrond. Het prefab vloerdeel bestaat uit twee schillen beton met daartussen 80 mm PIR-isolatie wat neer komt op een **isolatiewaarde van 3,5 m²K/W**. De isolatie wordt in de tussenruimte geplaatst zodat de materiaaleigenschappen niet verminderen na hergebruik. Door verschillende type vloerdelen te realiseren zijn de elementen te **hergebruiken** zonder te vervormen. Daarnaast zijn de grootste elementen 2 bij 2 meter die eenvoudig met **licht materieel** geplaatst kan worden.

Detail 02; aansluiting gevel – dak

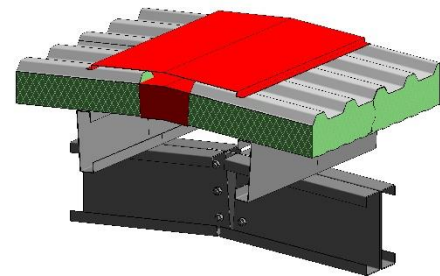
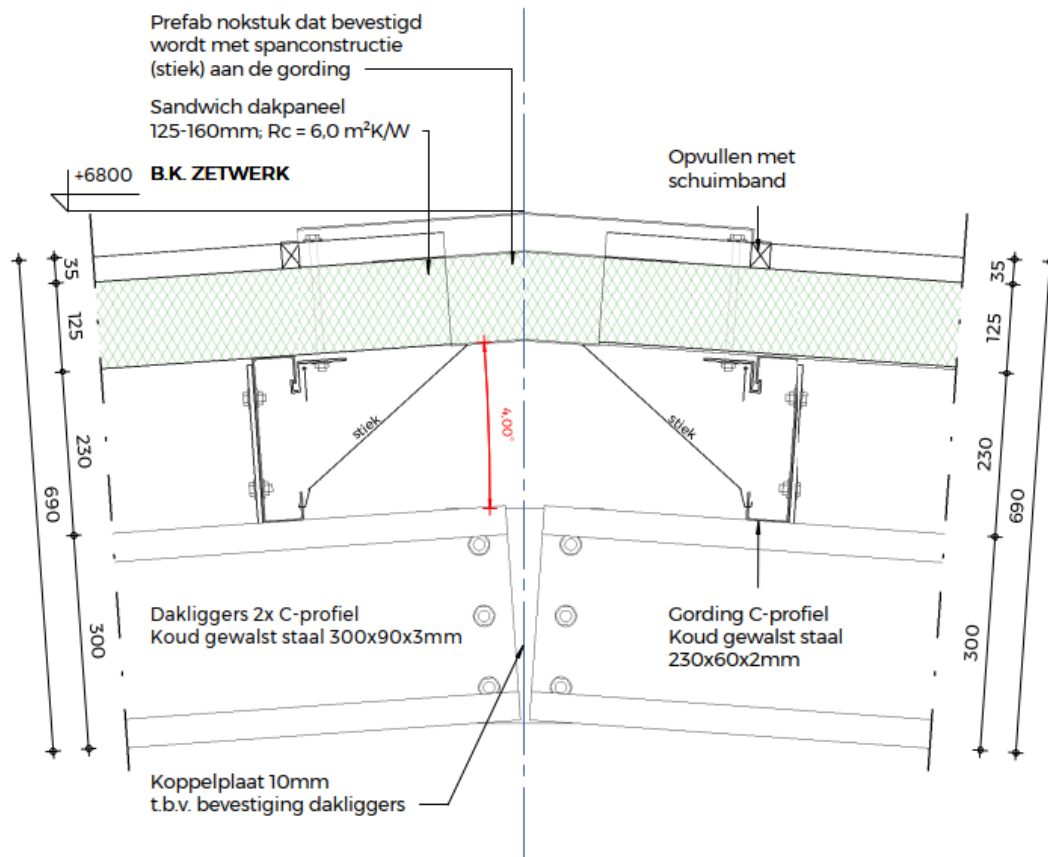


Toelichting

Gevel: afgeweken van de gekozen variant; de extra constructie achter de verticale panelen is niet nodig bij gebruik van horizontale panelen. Ook de verbinding met vliesgevelsysteem heeft ervoor gezorgd om de indeling met horizontale panelen te gebruiken. Deze horizontale panelen zijn 100 mm dik en halen een **isolatiewaarde van 4,5 m²K/W**. Door de indeling en de kleuren goed te combineren is in het voorlopig ontwerp al rekening gehouden met de **uitstraling**. Door de onderlijst te verbinden met slotbouten aan de kolom, wordt **inbraakwerendheid** verbeterd. Daarnaast is de gevel met het 3,4,5 principe op de meter **flexibel** in afmetingen. Doordat de gevel- en dakpanelen goed op elkaar aansluiten worden **koudebruggen** vermeden.

Constructie: gebaseerd op de gekozen variant. De constructie is opgedeeld in stukken van 2, 3 en 4 meter om de elementen **hergebruiken zonder te vervormen**. De kolommen worden vierkant 220x220x8 mm uitgevoerd met aan alle zijden tapdraad gaten. Hierdoor is de kolom universeel te gebruiken als hoek-, tussen- en gevelkolom. Deze kolommen worden onderling gekoppeld met kokers 200x200x8 mm. De windverbanden, koppelkokers en schoren zijn op de gaten van de kolom te monteren. Hierdoor is de constructie toepasbaar bij een hoogte vanaf 2 meter. De afmetingen die nu worden gebruikt zijn berekend op een overspanning van maximaal 20 meter, waardoor zo min mogelijk kolommen in de ruimte geplaatst hoeft te worden. Door een dak van 4 graden aan te houden (de minimale eis voor sandwich dakpanelen) wordt de **zijhoogtes** maximaal benut. De dak liggers bestaan uit koudgewalst staal om de kosten te drukken en om een **licht gewicht** constructie te realiseren.

Detail 03; aansluiting gevel – dak

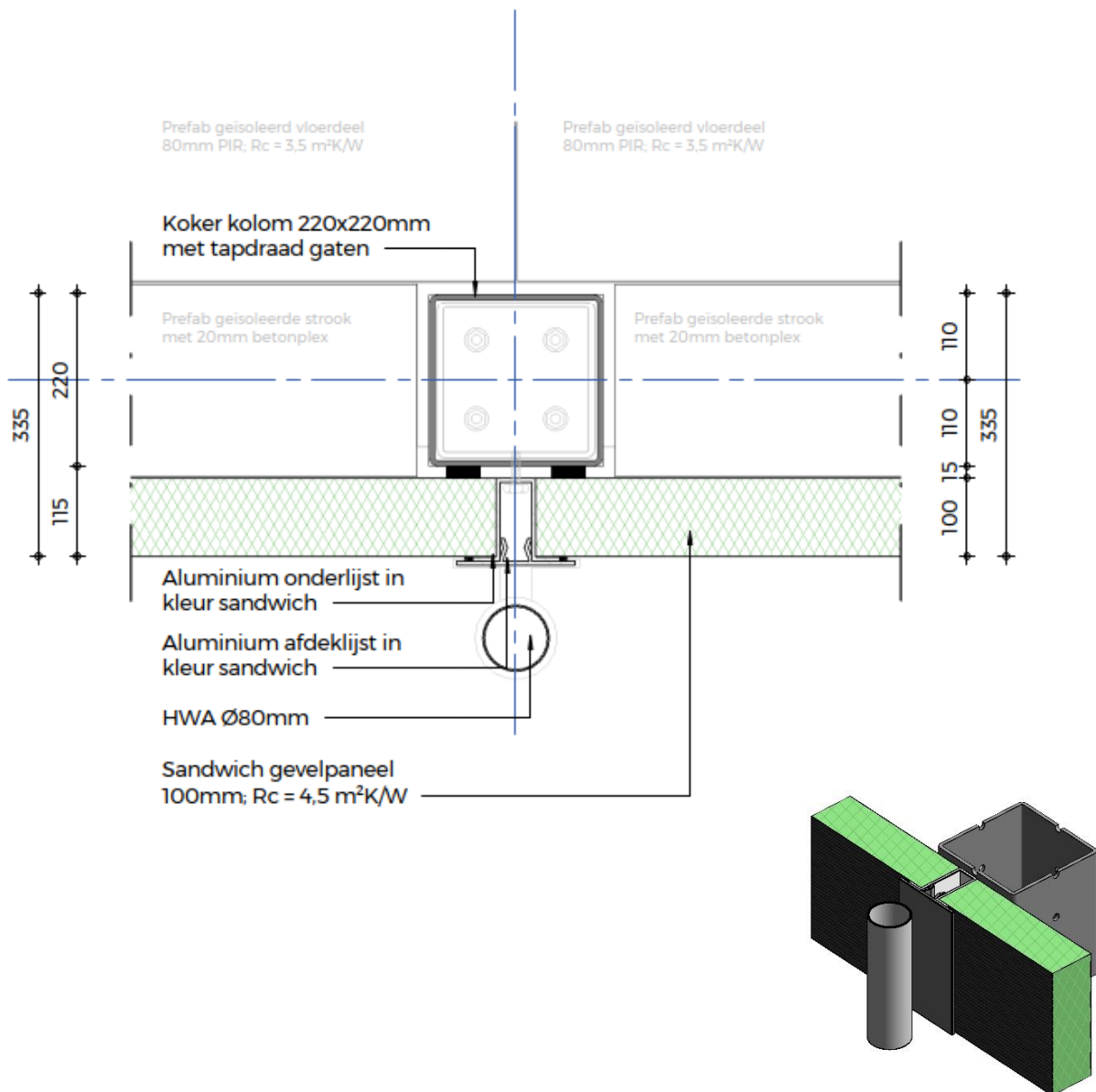


Toelichting

Dak: de vorm is gebaseerd op de gekozen constructievorm. De aansluiting van gevel en dak is wel verandert ten opzichte van de gekozen variant. Dit komt vanuit het voorlopig ontwerp waarbij de binnenwerkse goot te complex werd en gekozen is voor een goot buitenlangs. Dat is de **wind- en waterdichtheid** van de tijdelijke bedrijfshal ten goede gekomen. Door de elementen op te knippen in het 3,4,5 principe waarbij de dakelementen een overlapping (cut back) hebben, zijn de dakpanelen te **hergebruiken zonder te vervormen**. Deze dakelementen zijn **licht in gewicht** en zijn 125-160 mm dik. Hiermee wordt een **isolatiewaarde van 6,0 m²K/W** gehaald.

Dak verbinding: de dakpanelen worden aan de gordingen gemonteerd met een bout die aan de buitenzijde aangedraaid wordt. Bij het aandraaien wordt de lip in de gording geklemd waardoor het dakpanelen vast zit. De elementen liggen 100 mm uit stramien waardoor dir in de nok opgevuld wordt met een nokstuk. Dit nokstuk is geïsoleerd en heeft een zetwerk kap met schuimband dat op de dakpanelen gespannen wordt middels elastieken aan de gordingen. Hierdoor wordt een verbinding aan de buitenzijde vermeden.

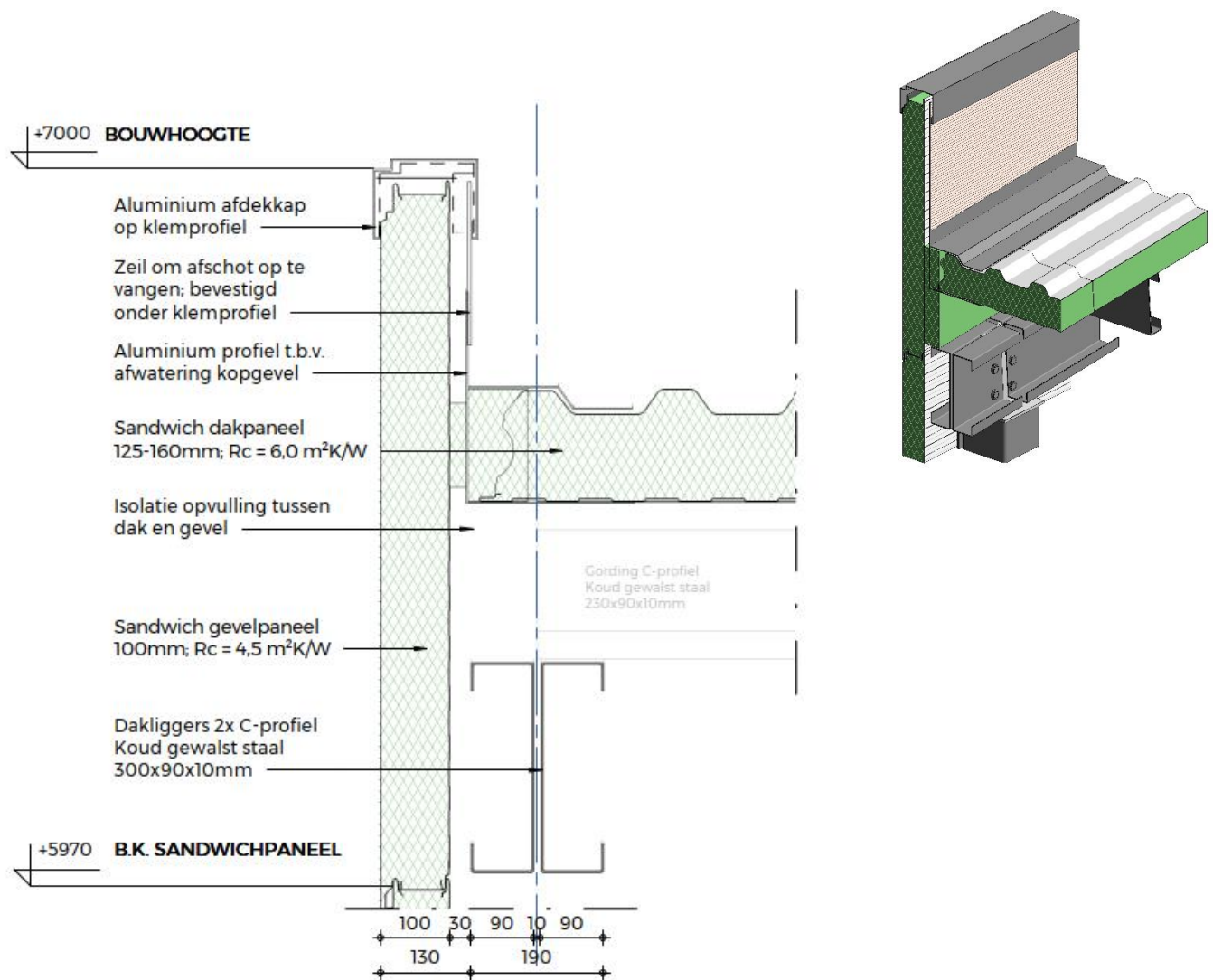
Detail 04; horizontale aansluiting gevelpanelen



Toelichting

Gevel verbinding: de horizontale panelen worden gemonteerd met een beugels aan de kolommen. De beugels worden met slotbouten aan de kolom vast gemaakt. Deze slotbout heeft een speciale kop en dient voor de inbraakwerendheid van de gevel. In deze beugels kan de afdeklijst geklikt worden met compriband zodat de verbinding winddicht is. De hemelwaterafvoer wordt met speciale beugels aan de kolom vastgezet. De ruimte tussen kolom en gevelpanelen wordt opgevuld met rubber waardoor er een dubbele winddichting wordt gemaakt. Door de HWA aan de buitenzijde te realiseren wordt het water buiten het gebouw gehouden; dit bespaart voorzieningen voor waterafvoer in de funderingsbalk.

Detail 05; aansluiting gevel – dak



Toelichting

Detail 05 is een verticaal detail welke genomen is over de kopgevel. In dit detail variëren de dakpanelen, in tegenstelling tot de gevelpanelen, in hoogte. De tussenruimte tussen dak- en gevelpanelen wordt opgevuld met isolatie. De grootste uitdaging in dit detail is de afwatering. Dit wordt opgelost middels een afdekkap op een klemprofiel. Dit klemprofiel is tevens voor het klemmen van het zeil dat het afschot van 4 graden opvangt. Het grootste hoogteverschil tussen afdekkap en dakpaneel bedraagt 700 mm. Het zeil is aan de onderzijde bevestigd aan een aluminium zetwerk dat over de eerste kroon van het dakpaneel valt; hierdoor is de verbinding waterdicht.

CONCLUSIE

Het afgelopen onderzoek naar de uitvoering van remontabele, tijdelijke bedrijfshallen heeft als doelstelling gehad antwoord te geven op de hoofdvraag:

‘Op welke wijze kan een tijdelijke bedrijfshal worden uitgevoerd met de kwaliteit van permanente bouw om de explosieve groei van de online detailhandel op te vangen?’

Het bouwen van de tijdelijke bedrijfshal gebeurt in maximaal twee dagen, door het gebruik van slimme koppelsystemen en standaardisatie van materialen. De korte bouwtijd heeft als nadelig effect dat de bouwtechnische kwaliteit van de tijdelijke bedrijfshal nog verbeterpunten vertoont.

De term tijdelijke bedrijfshal refereert naar een hal die gebouwd wordt met de intentie een gebruiksduur te hebben van een periode van maximaal 15 jaar. Het bouwwerk is opgebouwd uit elementen die met droge, demontabele verbinden zijn verbonden, om zo na de gebruiksperiode weer te kunnen worden hergebruikt in volgende projecten; remontabel bouwen.

Het remontabel uitvoeren van een flexibele, tijdelijke bedrijfshal dient door het gebruik van gestandaardiseerde elementen, waarbij in funderings-, constructie-, gevel- en dakelementen het 3-4-5-principe wordt toegepast. Door toepassing kan het bouwwerk worden gevarieerd op een meter nauwkeurig.

De fundering dient ingegraven of tussen het bestaande straatwerk gelegd te worden, om de aansluiting met de ondergrond waterdicht te kunnen realiseren. Door de grond op hoogte af te graven, kunnen fundering en constructie vlak en op hoogte worden gerealiseerd.

Gelijk permanente bouw, zal de hoofd-draagconstructie worden opgebouwd uit koudgewalst stalen profielen; dit is goedkoper dan een aluminium constructie en er is met slankere profielen een even grote overspanning te maken als met aluminium. Door constructieve elementen met universele koppelingen uit te voeren, wordt een flexibele constructie gerealiseerd.

Om gelijke isolatiewaarden als permanente hallenbouw te kunnen realiseren, worden gevels en dak uitgevoerd in sandwichpanelen met voldoende Rc-waarde. De gevelpanelen worden horizontaal, remontabel gemonteerd volgens het vliesgevel-principe; een klemprofiel wordt op de constructie gebout en afgewerkt met een afdekprofiel. Door in de kopgevels geen pasplaten toe te passen, maar de gevelpanelen voor de dakplaten langs door te steken, wordt de hoeveelheid niet-herbruikbare bouwdelen verminderd. Het geeft tevens de uitstraling van permanente hallenbouw.

Het dak wordt aan de koudgewalst stalen gordingen geklemd middels op de dakpanelen gemonteerde klemprofielen. Het dakpaneel wordt zo eenvoudig van buitenaf gemonteerd zonder te schroeven, wat tevens het hergebruik van de panelen bevordert. De goot aan de langsgevels loopt buiten het bouwwerk om. Op die manier wordt hemelwater niet naar binnen gehaald, gezien dat risico's op lekkage met zich meebrengt.

Vloerdelen worden uitgevoerd in prefabbeton met een dubbele betonschil, waartussen drukvaste isolatie is verwerkt. De vloerdelen zijn voldoende draagkrachtig voor de te dragen belastingen. Ze behoeven tevens geen hulpconstructie ter oplegging, maar liggen direct op de vlakke ondergrond.

De conclusie is dat de tijdelijke bedrijfshal door opbouw in elementen volgens het 3-4-5-principe – verbonden met remontabele verbindingen – uit te voeren is met de kwaliteit van permanente bedrijfshallen.

AANBEVELINGEN

Omdat mogelijk niet alle expertise aanwezig was binnen het afstudeerteam of vanwege de beperkte tijd voor het onderzoek, zijn er zaken die nog nader onderzocht dienen te worden. Het is aanbevolen deze zaken te laten onderzoeken of te laten uitvoeren, vóór het systeem daadwerkelijk tot uitvoering te brengen. De aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek zijn als volgt:

De wind- en waterdichtheid van de uitvoering van het in dit onderzoek gepresenteerde systeem is enkel theoretisch bepaald, maar dient in de praktijk te worden onderzocht. Daarbij zijn de belangrijkste knooppunten daar waar verschillende bouwdelen op elkaar aansluiten.

De verschillende constructieve bouwelementen zijn gedimensioneerd op basis van ontwerpberekeningen, waarin algemene belastingen en overige algemene bepalingen zijn opgenomen. Het advies is om de constructie definitief te laten berekenen door een externe partij, waarbij ook detailberekeningen worden uitgevoerd op de koppelingen tussen constructieve elementen, alvorens dit tot uitvoering te brengen.

Het in dit onderzoek uitgewerkte systeem is aan de hand van tekenwerk tot op DO-niveau (LOD-300) uitgewerkt, maar dient in een verder stadium uitvoering gereed uitgewerkt te worden (LOD-500) en daarbij behorende bestek- en werktekeningen. Definitieve uitwerkingen van montage, (pre)fabricage en procesplanning behoren hier eveneens onder.

Prijzen, genoemd in dit onderzoek, zijn enkel indicatief. Het advies is een definitieve kostenraming te maken met betrekking tot de uitvoering van de tijdelijke bedrijfshal.

Om de kwaliteit van permanente hallenbouw meer tegemoet te komen, is een aanvullend installatietechnisch onderzoek door derden naar onder andere luchtverversing, luchtkwaliteit en ruimteverwarming raadzaam.

Het is ten zeerste aanbevolen bij eventuele uitvoering van dit systeem ofwel aanvullend onderzoek te doen naar het voorkomen van opvriezen van de fundering, dan wel praktische voorzieningen te treffen tegen het opvriezen.

LITERATUURLIJST

1. Blok, R. (2014). Tabellen voor bouw- en waterbouwkundigen (10e ed.). Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.
2. Bos, S. (2018, 21 mei). Detailhandel. Geraadpleegd van <https://www.finler.nl/detailhandel/>
3. Centraal Bureau Statistiek. (2018, 19 oktober). Online winkelen; kenmerken aankoop, persoonskenmerken. Geraadpleegd van <https://opendata.cbs.nl/statline/>
4. CBS Statline, (z.d.). Bedrijfstakken/branches SBI 2008: 7739 Verhuur roerend goed, overige goederen. Geraadpleegd van <https://opendata.cbs.nl/statline/>
5. Flapper, H. A. J. (2011). Organisatie uitvoeringsproces. In H. Brinksma, K. Hofkes, & N. Zimmerman (Reds.), Jellema Hogere Bouwkunde (3e ed., pp. 2-2). Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.
6. Geertsma, P. (2013, 3 oktober). Wat zijn de verschillen tussen koudgevormd, koudgewalst en koudgetrokken staal? Geraadpleegd van <http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-zijn-de-verschillen-tussen-koudgevormd-koudgewalst-en-koudgetrokken-staal/>
7. Lumick.com™. (2018, 18 juli). Wat is Evidence Based Design? Geraadpleegd van <https://www.lumick.com/evidence-based-design/>
8. NEN. (z.d.). Wat is normalisatie? Geraadpleegd van <https://www.nen.nl/Normontwikkeling/Wat-is-normalisatie.htm>
9. NEN2574. (1993, oktober). Van <https://connect-1nen-1nl-10001471t0026.stcproxy.han.nl/Standard/Detail/8163?compld=11254&collectionId=0>
10. Rijksoverheid. (2017, 21 september). Wat is het Bouwbesluit 2012? Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwregelgeving/vraag-en-antwoord/wat-is-het-bouwbesluit-2012>
11. Scribbr. (z.d.). Overzicht van onderzoeksmethoden en dataverzamelmethode. Geraadpleegd van <https://www.scribbr.nl/category/onderzoeksmethoden/>
12. Sibelga. (z.d.). Wat is een koudebrug en hoe los ik die op? Geraadpleegd van <https://www.energids.be/nl/vraag-antwoord/wat-is-een-koudebrug-en-hoe-los-ik-die-op/423/>
13. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden. Artikel IX, onderdeel A. (2014, 24 september), Stb. 2014, 333.
14. Van Dale Uitgevers. (z.d.). Van Dale. Geraadpleegd van <https://www.vandale.nl/>
15. Wentzel, P. L., & Bone, A. H. L. G. (2011). Programmeren. In H. Brinksma, K. Hofkes, & N. Zimmerman (Reds.), Jellema Hogere Bouwkunde (3e ed., pp. 20-23). Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.
16. Wikipedia. (2015, 16 oktober). Elementenbouw. Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Elementenbouw>
17. Wikipedia. (2016, 11 december). Standaardisatie. Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Standaardisatie>
18. Wikipedia. (2018, 20 augustus). Fundering op staal. Geraadpleegd van https://nl.wikipedia.org/wiki/Fundering_op_staal

BIJLAGEN

Bijlage 01	-	Deelvragen inclusief onderzoek
01A.	Deelvraag 1	- Definitie
01B.	Deelvraag 2	- Huidige situatie
01C.	Deelvraag 3	- Criteria tijdelijke bedrijfshallen
01D.	Deelvraag 4	- Criteria permanente bedrijfshallen
01E.	Deelvraag 5	- Verschillen tijdelijke en permanente bedrijfshallen
01F.	Deelvraag 6	- Varianten opstellen
01G.	Deelvraag 7	- Toetsing criteria
01H.	Deelvraag 8	- Uitwerking
Bijlage 02	-	Procesmap
Bijlage 03	-	Plan van Aanpak (incl. literatuurstudie)