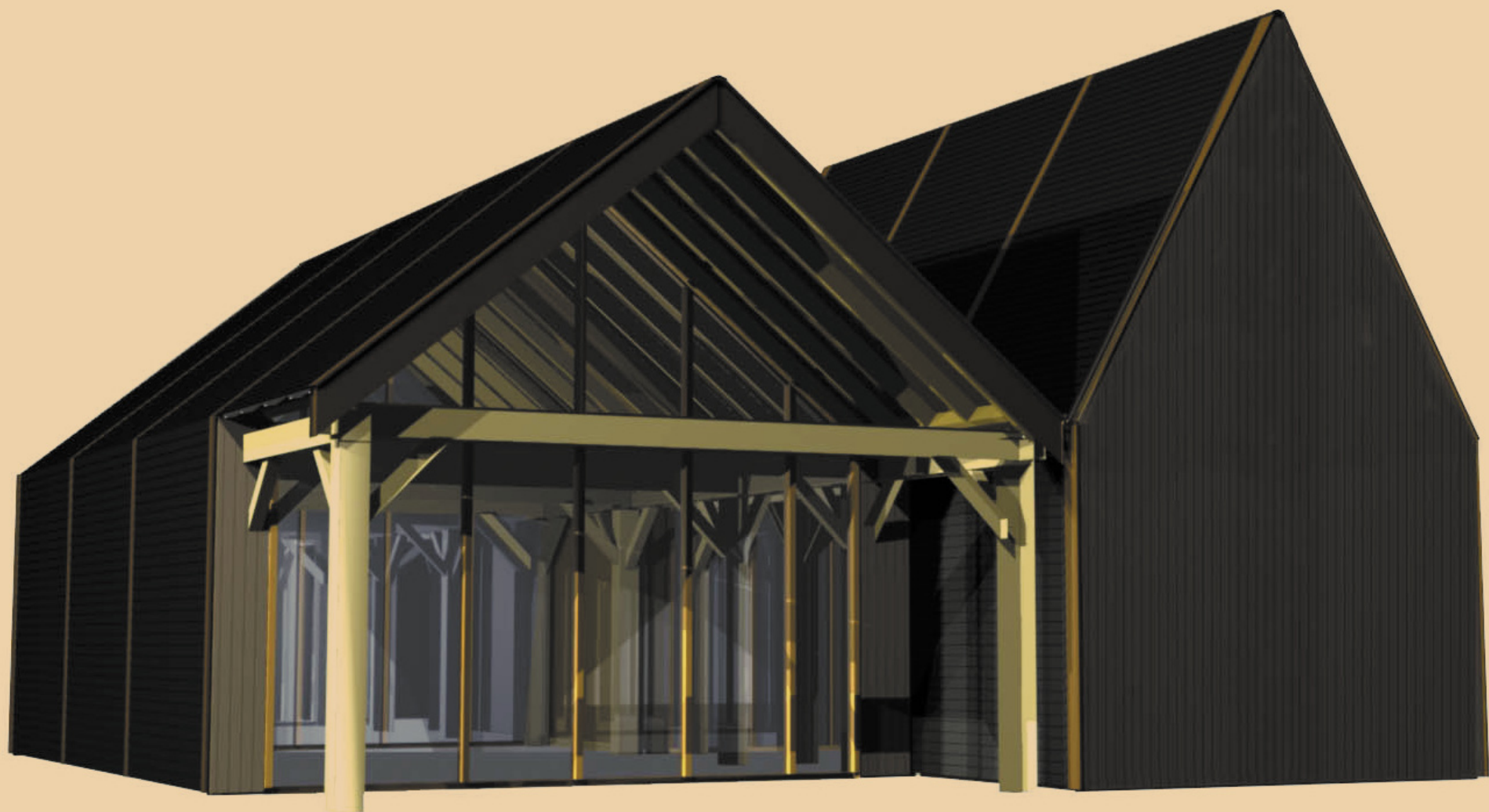


VillanI

VillaNL

Verslag



Afstudeeropdracht
Gerrit Vink
Juni 2005

Titelpagina

Titelpagina

Onderdeel:

Afstudeerverslag
VillaNL

Auteur:

Gerrit Vink

Datum:

Juni 2005

Personalia:

Gerrit Vink
Holevoetlaan 22
3925 BZ Scherpenzeel
Vink_gerrit@hotmail.com
033 - 277 3680

Afstudeerrichting:

Bouwkunde Architectuur

Studentcode:

1152125

Periode:

Februari 2005 - juni 2005

Opdrachtgever:

Karelse Aptroot Architecten
Elektronstraat 12
1014 AP Amsterdam
Office@karelseaptroot.nl
020 - 851 2535

Begeleiding:

Joachim Karelse
Joachim@karelseaptroot.nl
Bart Aptroot
Bart@karelseaptroot.nl

Onderwijsinstelling:

Hogeschool van Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek
Afdeling Bouwnijverheid
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
030 - 230 8108

Begeleiding:

Ries van den Berg
Ries.vandenbergh@hvu.nl
Marieke van der Laan
Marieke.vanderlaan@hvu.nl

Voorwoord

Voorwoord

Het verslag dat u nu in handen heeft vormt samen met de bijgeleverde handleiding de afsluiting van mijn opleiding Bouwkunde Architectuur aan de Hogeschool van Utrecht. Het is het resultaat van mijn afstudeerperiode van het afgelopen halfjaar. Doel van dit afstuderen is om enerzijds de opgedane kennis van mijn opleiding bouwkunde toe te kunnen passen en anderzijds een probleem uit de praktijk zelfstandig en analytisch op te kunnen lossen.

De Afstudeeropdracht is afkomstig van Karelse Aptroot Architecten te Amsterdam. Zij willen samen met de SHR houtresearch en Assink hout een duurzaam bouwsysteem van Nederlands hout op de markt brengen. De ontwikkeling van dit bouwsysteem is daarbij mijn afstudeeropdracht geworden.

In dit afstudeerverslag wil ik u meenemen naar de aanleiding en de ontwikkeling van het systeem van VillaNL. Daarbij maak ik de vergelijking met andere systemen, en verantwoord ik de gemaakte keuzes. In dit verslag wil ik u niet alleen kennis laten nemen van de ontwikkeling van het systeem, maar ook kennis geven over de toepassingsmogelijkheden van Nederlands hout. Deze wordt namelijk bij lang en na niet tot zijn volle recht benut. Door de eigenschappen van hout en de mogelijke toepassingen van de verschillende soorten en de daarbij behorende bomen te beschrijven, hoop ik het bouwen met hout, en het liefst Nederlands hout, te promoten.

Als slot wil ik Joachim Karelse en Bart Aptroot van het bureau Karelse Aptroot Architecten bedanken voor de afstudeeropdracht, hun faciliteiten, vertrouwen en begeleiding. Vanuit school wil ik mijn begeleiders Ries van den Berg, en Marieke van der Laan bedanken voor hun goede begeleiding en interesse.

Amsterdam, juni 2005

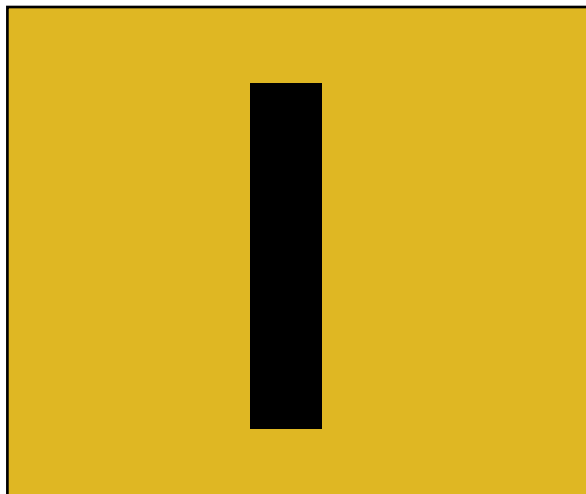
Gerrit Vink

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave

I:	Inleiding	9.
1:	Nederlands hout	11.
	- Het bos	
	- Nederlands hout	
	- Houtsoorten	
	- Houtoogst	12.
	- Kwaliteitsbeheer	
	- Ontwikkeling	
	- Herwaardering	14.
	- Hoogwaardig hout	
2:	VillaNL	15.
	- VillaNL	16.
3:	Houtskeletbouw	17.
	- Toepassingen	
	- Bouwmethoden	
	- Fundering/onderbouw	18.
	- Elementopbouw wanden	
	- Aansluiting begane-grondvloer	
	- Elementopbouw daken	19.
	- Onderling verbinden	
4:	IFD Bouwen	21.
	- Status	
	- Betrekking op VillaNL	
	- Industrieel bouwen	
	- Flexibel bouwen	22.
	- Demontabel bouwen	
	- Procesbeheersing	23.
	- Voordelen IFD bouwen	
	- Voorbeeldprojecten	24.
5:	Bouwsystemen	25.
	- A+ woningen, Etten-Leur	
	- Ecoflex, IJsselstein	26.
	- Slimfitwoningen, Almere	27.
	- Prefab dakelementen	

6:	Materialen	29.
	- Duurzaamheidsklasse	
	- Douglas	30.
	- Fijnspar	
	- Grove den	
	- Lariks	31.
	- Populier	
	- Eik	
	- Toepassingen	32.
	- Constructie	
	- Houtskelet	
	- Bekleding	
	- Verduurzamen	
	- Houtmodificatie	
	- Houtonderzoek	33.
	- Multifunctionele schuur, Noordlaren	
	- Villa Wittenberg, Onnen	
	- De Mikkelfhorst, Haren	34.
	- Tweelinghuis, Houtigehage	
	- Resultaten	
	- Conclusie	35.
	- Mogelijkheden bekleding	
7:	Systeem	37.
	- Toepassingen	
	- Wensen	38.
	- Verkenning	39.
	- Stramienbepaling	40.
	- Opbouw	41.
	- Draagconstructie	
	- Gevelelementen	
	- Aansluiting gevel- en dakelementen	42.
	- Dakelementen	
	- Gevel- en dakbekleding	44.
	- Dakhelling	
	- Modulebreedte	45.
	- Systeem	
	- Aansluiting gevel- en dakelementen	
	- Aansluiting elementen onderling	46.
	- Aansluiting schakeling	
	- Aansluiting daknok	47.
	- Kopgevels	48.
	- Gevelopeningen	49.
	- Resultaten	50.
C	Conclusie	51.



Inleidina

Inleiding

Hoewel Nederland niet bekend staat als een bosrijk land, is er voldoende bos aanwezig waarvan mensen op allerlei manieren kunnen genieten en wat tevens een aanzienlijke hoeveelheid waardevol bouwhout produceert. Om het gebruik van het Nederlands hout in de bouw te promoten is het project VillaNL ontstaan.

Doelstelling in dit project is om van VillaNL een duurzaam bouwsysteem van Nederlands hout te maken. Dit met een combinatie van moderne architectuur en traditionele houtbouw.

Omdat voor opdrachtgevers esthetiek één van de belangrijkste factoren is bij de materiaalkeuze in een bouwkundig ontwerp, is het 'mooie', natuurlijke en levendige hout uitstekend geschikt. De reden dat hout niet toegepast wordt in een ontwerp komt meestal voort uit een negatief beeld van zijn duurzaamheid en onderhoudsgevoeligheid. Met VillaNL wordt geprobeerd dit negatieve beeld weg te nemen. En een goed voorbeeld van bouwen met hout, Nederlands hout, te creëren.

Het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van hout en het bouwsysteem, de gemaakte keuzes en de uiteindelijke resultaten hiervan, worden in dit verslag inzichtelijk gemaakt.





Nederlands Hout

Nederlands hout

De naam Holland is ontstaan uit het woord Holtland (houtland). Duizend jaar geleden sloeg deze benaming de spijker op zijn kop. Langs de rivieren stonden ooibossen, de laagveengebieden waren bezaaid met els en hazelaar en de binnenrand van de duinen en hogere zandgronden waren eveneens sterk beboomd. Daarna ging het in Nederland snel bergafwaarts met het bos. *Bron: Peter Fraanje, Natuurlijk bouwen met hout.*

Door de uitbreiding van agrarisch grondgebruik en de omvangrijke benutting van hout in de huizen-, scheeps-, water- en wegenbouw verdwenen de bossen langzaam uit ons land. Rond 1800 bereikte de omvang van het Nederlandse bos een dieptepunt. In deze periode was er vrijwel geen hout meer ter beschikking. Oorlogen gaven Nederland het inzicht dat volledige afhankelijkheid van het buitenland geen goede zaak is. Daardoor zijn delen van Nederland terug gebost, en gaat het weer moeizaam opwaarts met de Nederlandse bossen. In de laatste eeuw is er weer een bosoppervlakte van 100.000 hectare bijgekomen tot de huidige 350.000 hectare bosoppervlak. Dit is slechts 10% van het totale landoppervlak, en erg weinig in vergelijking met andere West-Europese landen. De gemiddelde bosoppervlakte van Europa is namelijk 36%. Daarom wil het rijk er voor het jaar 2020 zo'n 75.000 hectare nieuw bos bij hebben.

Het bos

Bomen die sinds mensenheugenis aanwezig zijn in het Nederlandse bos worden inheems genoemd. Voorbeelden van strikt inheemse soorten zijn wilg, berk, eik en taxus. Tamme kastanje, robinia en vleugelnoot zijn voorbeelden van niet inheemse soorten, ook wel exoten genoemd, die getuige hun groei zich hier goed thuis voelen. De fijnspar en zilverspar nemen ook een belangrijke positie in in het Nederlandse bos, dit ondanks het feit dat zij uitheems zijn en op de veelal arme Nederlandse bosgronden slechts matig groeien.

De fijnspar omdat deze in grote oppervlakte is aangeplant en zo'n belangrijke houtsoort (vuren) voor de bouw oplevert. De zilverspar omdat deze vooral historisch gezien een rol heeft gespeeld in de Nederlandse bouw als dennenhout.

Nederlands hout

Nederlands hout is hout dat in het Nederlandse bos is gegroeid en geoogst en veelal door een Nederlands houtverwerkend bedrijf is verwerkt tot een product. De houttechnische eigenschappen komen overeen met wat men in de markt meestal 'Midden Europees hout' noemt. Dit is hout met een wat grovere structuur, door de bredere jaarringen. Dit komt doordat, afhankelijk van bosbeheer en groeiplaats, Nederlands hout een relatief hoge groeisnelheid heeft.

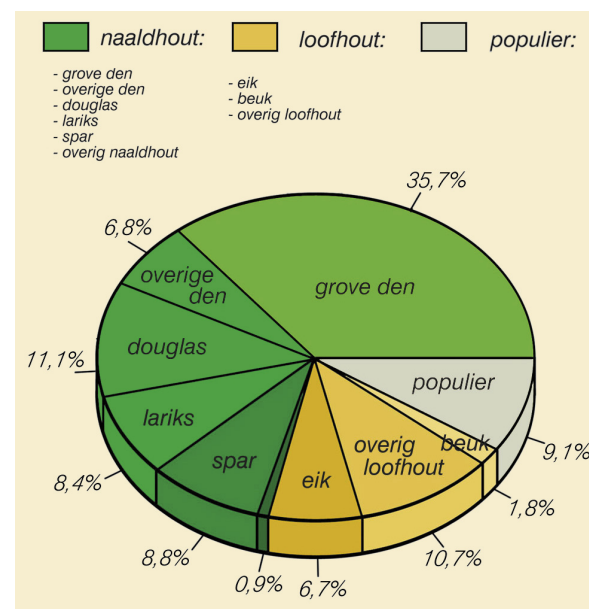
Houtsoorten

Op dit moment zijn de belangrijkste houtsoorten in het Nederlandse bos de lariks, douglas, fijnspar, grove den, eik en populier. Van deze zijn de lariks, de douglas, de fijnspar en de grove den naaldbomen. De bladeren van deze bomen hebben min of meer de vorm van een naald, en worden ook wel aangeduid als coniferen of kegeldragers. Het hout dat deze bomen oplevert noemen we naaldhout. Naaldbomen hebben een voorkeur voor de gematigde en koude streken als grondgebied, daarom groeien deze ook zo goed in de Nederlandse bossen. De belangrijkste naaldsoorten zijn vurenhout en grenenhout, beide zijn afkomstig van

de den. Vurenhout van de fijnspar en grenenhout van de grove den. Deze worden veel toegepast in de bouw, ze zijn niet zo duur en goed te bewerken. In de houtindustrie wordt het naaldhout 'zachthout' genoemd, het loofhout van loofbomen 'hardhout'. Bij een goede behandeling kan naaldhout lang meegaan. Voor buitentoepassingen waarin het hout vaak nat wordt is deze soort niet erg duurzaam en is het loofhout beter geschikt. Loofhout is meestal harder en vaster dan naaldhout, het is afkomstig van blad- of loofdragende bomen. De belangrijkste Nederlandse loofbomen zijn de eik en de beuk. Loofbomen groeien niet zo goed in koude gebieden, zij doen dat het best in de gematigde en tropische streken. Nederlands 'hardhout', hout dat een erg hoge kwaliteit en sterkte heeft, bestaat daarom niet. De enige inlandse loofboom die, voor wat betreft het kernhout hard is, is de inlandse eik.

Houtoogst

Om te bepalen wat er van deze houtsoorten geoogst kan worden, moeten we kijken naar de boomsoortkeuze van tientallen jaren geleden.



figuur 1.1: Nederlandse houtoogst

Het grootste deel van de oogst bestaat uit naaldhout. Deze soort groeit goed in Nederland en is door zijn 'zachte' hout het gemakkelijkst door allerlei industrieën te gebruiken. Het aandeel loofhout

dat geoogst kan worden is niet zo groot. Populieren valt in de categorie naaldhout of 'zachthout', alleen de eigenschappen komen overeen met die van 'hardhout'. Het aandeel populier lijkt alleen niet zo groot in het Nederlandse bos, en dat klopt ook. In Nederland is er ook niet zoveel populierenbos, maar er is wel veel populier gebruikt in wegbeplantingen. Het gaat hier alleen om een snelgroeiende populierenkloon, welke veel maar enkel pulphout oplevert.

Kwaliteitsbeheer

De aangroei in Nederland is ca. 6,5 m3 hout per hectare per jaar, hiervan wordt in de geëxploiteerde gebieden globaal 70% geoogst. Er wordt dus minder geoogst dan er jaarlijks bijgroeit. Voor een goed functioneren van het Nederlandse bos is het daarom essentieel dat er meer gekapt wordt. Dit kan gebeuren door middel van verjonging en dunning. Deze methoden zorgen ervoor dat de groei in kwaliteit en kwantiteit verbeterd wordt.

Verjonging:

Als bomen ouder worden neemt de groei af. Bovendien wordt de kans op schade door storm of houtrot groter. Om het hout te benutten, kappen we de oude bomen voordat ze omwaaien of weggroten. Van het dikke hout dat vrijkomt bij deze eindkap worden vooral grote planken en balken gezaagd. De eindkap betekent het einde voor het oude bos, maar is tevens het begin van een nieuw bos.

Dunning:

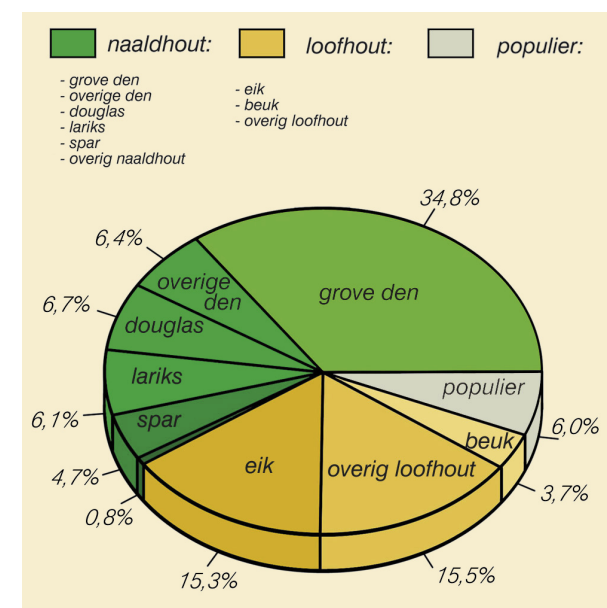
Bij dunning gaat een deel van de bomen er tussen. In elk geval die bomen met een slechte kwaliteit of gezondheid maar vaak ook gezonde exemplaren die een nog betere boom in de weg staan. De groei van de beste en meest gewenste bomen wordt hierdoor bevorderd. Ze krijgen meer groei ruimte en worden daardoor sneller dik. Waar door het bos ook beter bestand is tegen storm- en insectenaantasting.

De eerste dunningen zijn meestal nauwelijks

rendabel. De kosten van het werk wegen dan nog niet op tegen de opbrengsten van het hout. Toch zijn ook die eerste onrendabele dunningen nodig voor een goed bosbeheer. Dunning moet worden gezien als een verzorgingsmaatregel die de eigenaar in de toekomst verzekert van een gezond bos met waardevol hout. Latere dunningen zijn vrijwel altijd rendabel. Dat wil zeggen dat de kosten van het vellings- en sleepwerk kunnen worden betaald uit de eigen houtopbrengst.

Ontwikkeling

De wijze waarop het Nederlandse bos zich in de toekomst zal ontwikkelen, is afhankelijk van veel factoren en daarom lastig te voorspellen. Op basis van de sinds 1984 gerealiseerde verjonging kan wel iets gezegd worden over de verandering in soort en samenstelling.

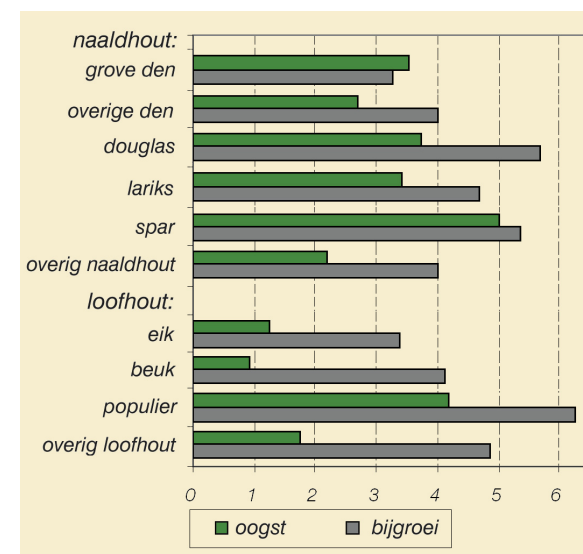


figuur 1.2: Verjonging van 1984 per boomsoort

De trend is dat loofboomsoorten een belangrijkere rol in het Nederlandse bos gaan spelen, enige uitzondering hierin is de populier. Diens betekenis is aan het minderen in het Nederlandse bos, ondanks het feit dat populieren hoogwaardig hout kan opleveren. Dit komt waarschijnlijk doordat van populieren maar 160 tot 625 boompjes op 1 hectare bos geplant kunnen worden, terwijl dit voor andere soorten 2500 tot 5000 jonge boompjes kunnen zijn. Naaldhout behoudt het grootste aan-

deel in de Nederlandse bossen. De Nederlandse rondhoutverwerkende industrie, waar boomstammen hun eerste bewerking tot bruikbaar hout krijgen, heeft zich ook in de verwerking van deze soort gespecialiseerd. Voor deze industrie is dus een duurzaam aanbod van grenen, douglas, lariks en vurenhout van belang. Maar uit de statistieken blijkt dat er alleen van de douglas voldoende jong bos is om de huidige houtvoorraad duurzaam in stand te houden. Die van grenen, vuren en lariks is niet gegarandeerd. Bij deze voor de houtoogst en houtverwerking belangrijke soorten, is er niet voldoende gezorgd voor bosverjonging om de huidige voorraad-, en dus ook bijgroeiniveau, op termijn te handhaven.

De eerste tekenen voor dit fenomeen zijn al te zien in figuur 1.3, bij de overbenutting van de grove den. De oogst van grenen is 6% groter dan de bijgroei, bomen die rijp zijn gekapt te worden. Dit is het gevolg van de onevenwichtige opbouw van de populatie grove den: er zijn teveel oude bomen en er is te laat en te weinig nieuw grove dennenbos geplant. Om weer een goede verhouding in het houtaanbod te krijgen zal er dus in het algemeen meer gekapt moeten worden. Hierdoor kan er bosverjonging plaatsvinden, en ontstaat er uiteindelijk weer een evenwichtige opbouw van bomen met gevarieerde leeftijd, en niet enkel oude of te jonge bomen.



figuur 1.3: Oogst en bijgroei in procenten

Het leven van een boom, de grove den (1913-1975)

Een doorsnede van de stam van een grove den toont de jaarringen waarmee het verleden wordt blootgelegd. De boom is in 1975 vanwege ziekte geveld, en telt 62 jaarringen waarmee duidelijk wordt dat hij in 1913 uit een zaadje is ontkiemd (1). Aanvankelijk groeit de boom de eerste zes jaar snel en regelmatig wat er op wijst dat de zomers toen veel regen en zonneschijn brachten (2). In 1923 moet er iets zwaars tegen de boom zijn gevallen, vermoedelijk een omgewaaide oudere boomstam, waardoor hij scheef groeit en er 'reactiehout' ontstaat (3). Vanaf 1933 groeit de boom weer rechtop, al wordt hij omgeven door snel groeiende buren. Zij ontnemen de grove den nogal wat licht en water, wat smalle, gedrongen jaarringen oplevert (4). In 1936 zijn de naburige bomen zo goed als zeker gekapt waardoor de boom over meer zon en water beschikt wat een snelle groei mogelijk maakt (5). Een bosbrand tast in 1939 de boom aan; de schors beschermt dan deze grove den tegen het vuur maar er wordt wel een wond geslagen in de stam die jarenlange gevolgen heeft (6). 1951 moet het begin zijn geweest van een langdurige droogte waardoor de bodem uitdroogt. Een aantal jaren ontstaan

er weer gedrongen jaarringen (7). Vanaf 1966 zijn de jaarringen weer smal, vermoedelijk door een insectenplaag die via de naalden de gezondheid

van de boom aantast (8). Uiteindelijk wordt de boom in 1975 gekapt en mag deze voortleven in balk en plank.



Bron: Hilde de Haan, Hout in Nederland

Herwaardering

Slechts een tiende deel van de enorme hoeveelheid hout die we jaarlijks in Nederland gebruiken betreft hout van Nederlandse bodem, weer een klein gedeelte daarvan komt in de bouw terecht. Het meeste Nederlands hout wordt gebruikt als brandhout, als basis voor plaatmaterialen en papier en voor de productie van pallets. Als we de kapping van hout in het Nederlandse bos willen vergroten is het essentieel dat het Nederlandse hout een hoogwaardigere toepassing krijgt. Dit is nodig om de houtverwerkende industrie winstgevend te laten blijven. Bosbeheerders, zoals Staatsbosbeheer, streven daarom naar een grootschaliger gebruik van Nederlands hout in de bouw.

We zullen meer respect moeten ontwikkelen voor het Nederlandse bos. Bomen zouden niet alleen een belangrijkere plaats moeten krijgen in onze samenleving maar ook het hout dat zij voortbrengen zou zo goed mogelijk benut moeten worden, zodat de boom voortleeft in een balk, plank of kozijn. Dit hout kan later op zijn beurt een tweede en derde leven krijgen dankzij hoogwaardig hergebruik.

Hoogwaardig hout

In de bouw wordt slechts een zeer beperkt aantal houtsoorten toegepast, te weten meranti, merbau, vuren en grenen. Van deze komen Merbau en Meranti voor het overgrote deel uit niet duurzame bosbouw, uit de kwetsbare tropische zones. Nederlands hout kan op zich niet concurreren met deze en andere houtsoorten uit het buitenland waar kwaliteit en aanvoer gegarandeerd zijn. Wel kunnen er uit de Nederlandse bossen goede houtkwaliteiten verkregen worden. Belangrijk is dat deze zich dan richt op markten die kunnen inspelen op kleine partijen hout die op korte termijn worden aangeboden. De kleinschaligheid van de Nederlandse houtproductie is namelijk één van de belangrijkste oorzaken dat het potentiële bouwhout in andere bestemmingen terechtkomt. Hierdoor lijkt het alsof de kwaliteit van het inlandse hout niet zou kunnen concurreren met die van het buitenland. De Nederlandse rondhoutzagerijen

kunnen door het enkel verzagen van rondhout niet overleven. Mede daardoor is het aantal zagerijen in de laatste jaren sterk teruggelopen. Wanneer deze trend zich voortzet zal met de laatste rondhoutzagerij ook de toegang tot het gebruik van Nederlands hout in bouwtoepassingen verloren gaan. Enkele rondhoutzagerijen zoeken hun heil in verregaande automatisering en schaalvergroting maar richten zich dan vooral op bulktoepassingen.

Literatuurlijst:

Natuurlijk bouwen met hout, Peter Fraanje

Hout in Nederland, Hilde de Haan

Stichting Houtresearch (www.shr.nl)

Centrum hout (www.centrumhout.nl)

Dubo centrum (www.dubo-centrum.nl)

Algemene Vereniging Inlands Hout (www.avih.nl)

Stichting Robinia (www.robinia.nl)



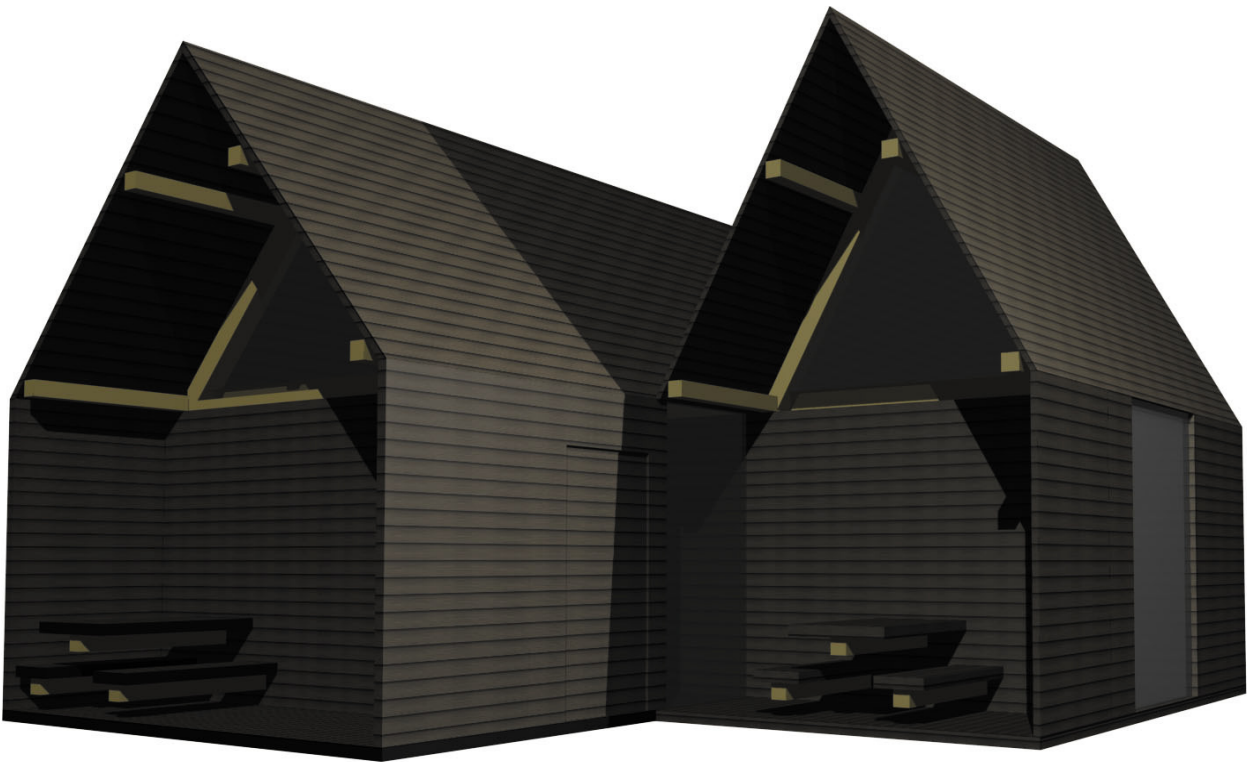
Villa NL

Villa NL

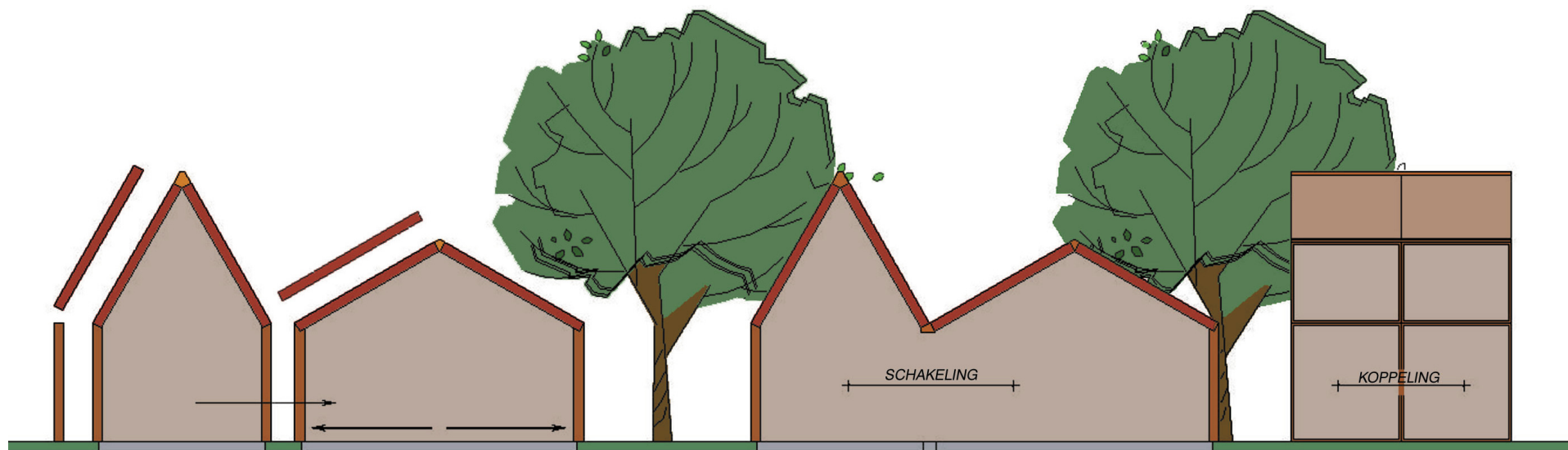
Nederlands hout wordt veel gebruikt als brandhout, als basis voor plaatmaterialen en papier en voor de productie van pallets. Daarnaast wordt het verduurzaamd voor gebruik als tuinhout en hout in de waterbouw. Voor bouwtoepassingen waar hogere kwaliteitseisen gelden, vindt het Nederlandse hout nauwelijks zijn weg.

Om het bouwen met Nederlands hout te promoten hebben ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) en Economische Zaken (EZ) de Stichting Houtresearch (SHR) de opdracht gegeven de keten van hoogwaardige bouwtoepassingen met Nederlands hout te optimaliseren. Hierdoor is het project VillaNL ontstaan waarin de SHR houtresearch, Assink hout en Karelse Aptroot Architecten samenwerken met als doel een duurzaam bouwsysteem te ontwikkelen van Nederlands hout. De SHR heeft in deze de

mogelijkheden om te ondersteunen bij promotie, certificering/keurmerk en onderzoek. Assink hout is als rondhoutzagerij geïnteresseerd om Nederlands hout, waar zij een belang in hebben, onder de aandacht te brengen. En om daar, zoals in het vorige hoofdstuk te lezen is, een hoogwaardiger toepassing aan te geven. Assink hout is nauw betrokken bij de uitvoering, en kan deze deels voor zijn rekening nemen. Karelse Aptroot Architecten is verantwoordelijk voor het ontwerp van het bouwsysteem.



figuur 2.1: Voorlopig ontwerp bouwsysteem VillaNL



figuur 2.2: Principe bouwsysteem VillaNL

VillaNL

VillaNL is een bouwsysteem opgebouwd met elementen van Nederlands hout. Door de slimme opzet, kunnen met een minimaal aantal elementen, een gevel- en een dakelement, vele gebouwen toepassingsmogelijkheden gecreëerd worden. Het systeem kent een houten constructie hier omheen worden de gebouwscheidende elementen aangebracht. Dit kunnen enkel dakelementen of een samenstelling van gevel- en dakelementen zijn. Door toepassing van verschillende dakhellingen met gelijkblijvende dakelementen ontstaan er verschillende modules met verschillende breedtes

(beukmaten). De diepte van het systeem kan men zelf samenstellen door modules achter elkaar te plaatsen, dit wordt koppelen genoemd. In de breedte is er ook een ruime flexibiliteit doordat de verschillende modules naast elkaar geplaatst kunnen worden, dit wordt schakelen genoemd. De mogelijkheid van onderlinge schakeling en koppeling levert bouwwerken toegesneden op een specifieke maat en toepassing op, met altijd een uniek architectonisch beeld. Door de toepassing van houtelementen die verregaand geprefabriceerd zijn kan er licht en snel gebouwd worden.

Literatuurlijst:

Stichting Houtresearch (www.shr.nl)
Karelse Aptroot bureau documentatie

3.

Houtskeletbouw

De naam houtskeletbouw doet vermoeden dat er een skelet van hout wordt gemaakt, waartegen de houten afwerking bevestigd wordt, dit is alleen niet het geval. Houtskeletbouw is een bouwmethode die gebruik maakt van schijfvormige, geprefabriceerde houten elementen. De term ‘houtsysteembouw’ of ‘houtelementenbouw’ zou daarom meer op zijn plaats zijn.

VillaNL wordt opgebouwd met elementen van Nederlands hout, en zal daarom grote overeenkomsten vertonen met de houtskeletbouw. In dit hoofdstuk zal daarom deze bouwmethode behandeld worden.

Toepassing

De elementenbouw in hout is oorspronkelijk vanuit Scandinavië en Canada naar Nederland gekomen. Deze houtelementenbouw is in Nederland nooit een gevaarlijke concurrent geweest voor de traditionele metselwerkbouw, en dat zal deze waarschijnlijk voorlopig ook niet worden. Wel is er een trend te zien in het aanbod van geprefabriceerde houten woningen, deze wordt namelijk steeds groter. Architectenbureaus en projectontwikkelaars zijn steeds vaker bezig met het ontwikkelen van standaard geprefabriceerde woningen, waaruit de klant kan kiezen. Bij de houtskeletbouw kunnen de elementen in de fabriek geprefabriceerd worden,

om vervolgens op de bouwplaats enkel nog in elkaar gezet te worden. Omdat deze elementen licht en goed te vervoeren zijn, zijn ze voor deze toepassingen ideaal. Zo ook dus voor het bouwstelsel VillaNL.

Bouwmethode

De houtskeletbouwmethode bestaat uit houten stijlen, regels en balken, plaatmateriaal en nagels. Hieruit worden schijfvormige, geprefabriceerde, dragende wanden en vloeren gemaakt. Met deze horizontale en verticale elementen kunnen ruimtelijke constructies gemaakt worden. De wandelementen zijn verdiepingshoog, vaak ook woningbreed en door de toepassing van hout licht van gewicht. Ze kunnen alle wandfuncties bevatten: constructie, warmte-isolatie, vocht- en luchtdichting, geluidsisolatie en brandwerendheid. Kenmerk voor de houtskeletbouw is de snelle en simpele montage van de relatief grote houten elementen.



figuur 3.1: Houtskeletbouw

Fundering/onderbouw

De fundering en de onderbouw zijn in het algemeen van beton. De constructie hiervan is vergelijkbaar met die van andere bouwmethoden. Alleen omdat de totale houtskeletbouw-constructie slechts eenvierde of eenvijfde weegt van een vergelijkbare steenachtig casco, zijn de constructieve eisen van de fundering een stuk lager. Dit zorgt ervoor dat er minder palen, kortere lengtes en kleinere afmetingen voor heipalen toegepast kunnen worden.

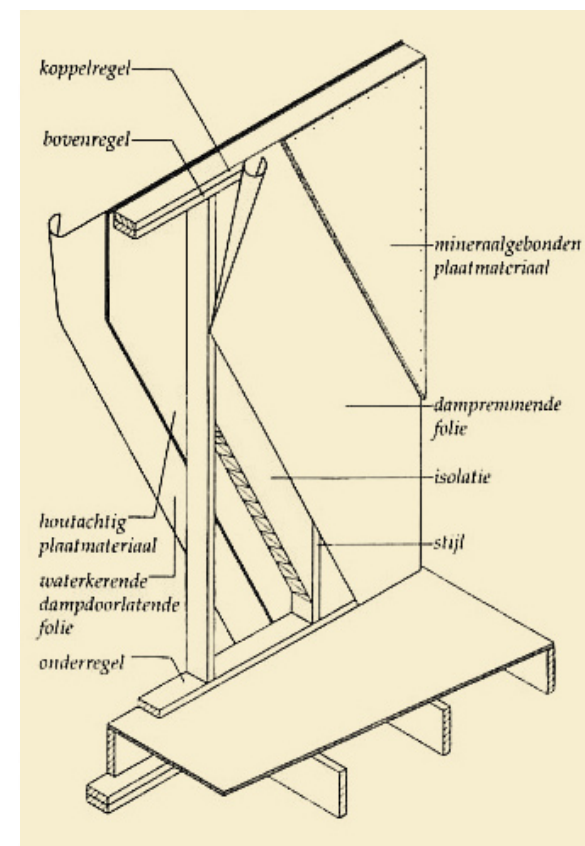
Een fundering op een verharde ondergrond (op staal genoemd) of geïsoleerde betonplaat is daardoor veelal voldoende. Door het lichte gewicht, in combinatie met de schijfwerking van de wanden is een houtskeletbouw-gebouw bij een fundering op staal minder gevoelig voor zettingsverschillen.

Elementopbouw wanden

De wanden hebben een dubbele functie. Ze vormen de scheiding tussen binnen en buiten, en kunnen een onderdeel vormen van de draagconstructie. De draagfunctie zal in de gevelelementen van VillaNL niet nodig zijn, omdat deze een eigen draagconstructie heeft. Het wandelement bestaat uit een raamwerk van stijlen en regels, deze zijn meestal van Europees of Noord-Amerikaans naalddhout. Tussen de regels bevindt zich isolatiemateriaal. Voor het verkrijgen van de vereiste brandwerendheid kan als afwerking gekozen worden voor een mineraalgebonden plaatmateriaal

zoals gipskartonplaat. Voor de constructie moet er aan de binnen- of buitenzijde van de buitenwandelementen een houtachtig plaatmateriaal, zoals triplex of OSB worden aangebracht. Deze zorgt voor de langsstabiliteit van de elementen. Aan de spouwzijde van de buitenwand (de koude zijde) zorgt een waterkerende, dampdoorlatende folie of een plaatmateriaal ervoor dat vocht uit de spouw niet in de constructie of het isolatiemateriaal terecht komt. De waterkerende folie moet om ontstane waterdamp af te voeren zo open mogelijk zijn. Daardoor kan de waterdampspanning in de constructie laag genoeg blijven en treedt er geen inwendige condensatie op. Rond gevelopeningen en ter plaatse van verdiepingsvloeren en daken brengt men de waterkerende folie van boven naar beneden overlappend aan. Zo is een goede afstroming van eventueel vocht uit de spouw gewaarborgd. Bij de toepassing van isolatie in de gevelelementen moet er aan de binnenzijde van de elementen een dampremmende folie komen. Deze folie kan tussen isolatie en binnenafwerking worden geplaatst. De dampremmende folie heeft de functie het damptransport door de constructie en isolatie tegen te gaan en de daarmee gepaard gaande inwendige condensatie te voorkomen. Een tweede functie van de folie is die van luchtdichting. Voor het goed functioneren van isolatie is het voorkomen van luchtlekken namelijk erg belangrijk. Als er geen isolatie in de elementen komt, en geen binnenafwerking wordt toegepast hoeft deze

folie niet geplaatst te worden, dit komt omdat de constructie dan genoeg kan ventileren met de binnenlucht en vocht zich niet kan ophopen.



figuur 3.2: Wandelement

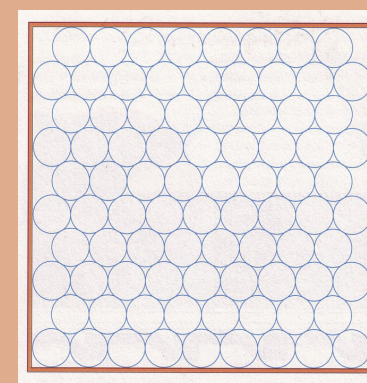
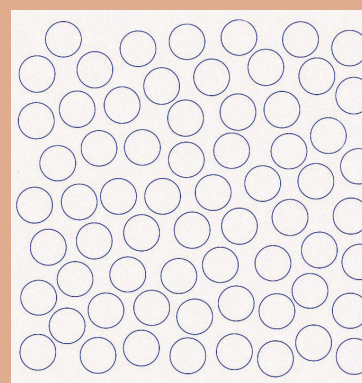
Aansluiting begane-grondvloer

De aansluiting van de buitenwandelementen op de begane-grondvloer is op twee manieren mogelijk: met of zonder stelregel. In het eerste geval stelt men de stelregel precies op hoogte. Later wordt

Luchtdichting

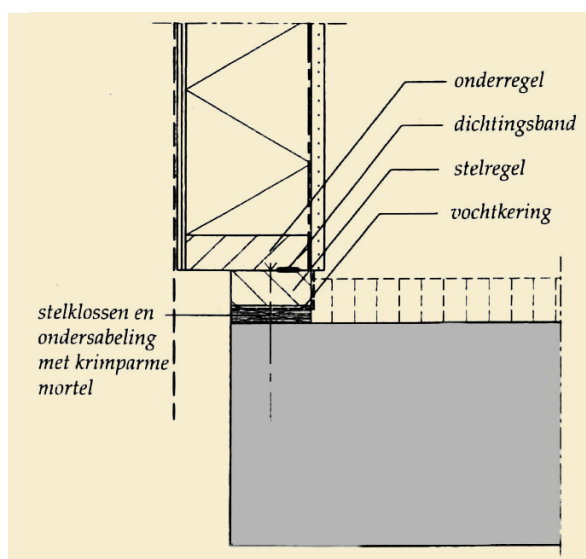
Of de isolatie nu bestaat uit cellulosevlokken of celluloseplaten, kurk, natuurlijke of minerale wol of een ander isolatiemateriaal, de werking ervan is steeds gebaseerd op de ingesloten lucht. Om deze lucht effectief te laten isoleren, moet voorkomen worden dat deze kan circuleren. Beweegt de lucht in de luchtporiën of kamers toch, dan gaat de isolerende werking sterk achteruit. Daarom is bij een perfecte opbouw het isolatiemateriaal aan alle zijden luchtdicht

afgesloten. Ook een dikke wollen trui isoleert zolang de luchtdeeltjes tussen de vezels niet bewegen. Zodra er een koude wind opsteekt isoleert hij veel minder. Met een dun windjack over de trui wordt deze opnieuw beschermd tegen beweging van de lucht, waardoor het isolerend effect onmiddellijk wordt hersteld.



Bron: documentatie Warmteplan

deze onderkaut met mortel. In het tweede geval staat het wandelement rechtstreeks op de vooraf vlak afgewerkte betonvloer of met stelblokjes op de ruwe betonvloer. In beide gevallen geschiedt de bevestiging van het hout aan het beton met ingestorte of ingeboorde stalen ankers. In het algemeen hoeven deze verbindingsmiddelen alleen schuifkrachten over te brengen. Voor het opnemen van eventuele trekkrachten uit stabiliteitwanden zijn er speciale verankeringen. De detaillering van de aansluiting van de wanden aan vloer en fundering verdient echter een specifiek aandachtspunt. De houtconstructie dient met een dikke vochtkerende laag in de vorm van een sterke kunststoffolie (DPC of EPDM) te worden gescheiden van de steenachtige funderingsconstructie. Dit om optrekkend vocht vanuit het beton te voorkomen. Dit zal dus ook bij VillaNL moeten gebeuren, zie onderstaand detail.



figuur 3.3: Aansluiting op steenachtige vloer

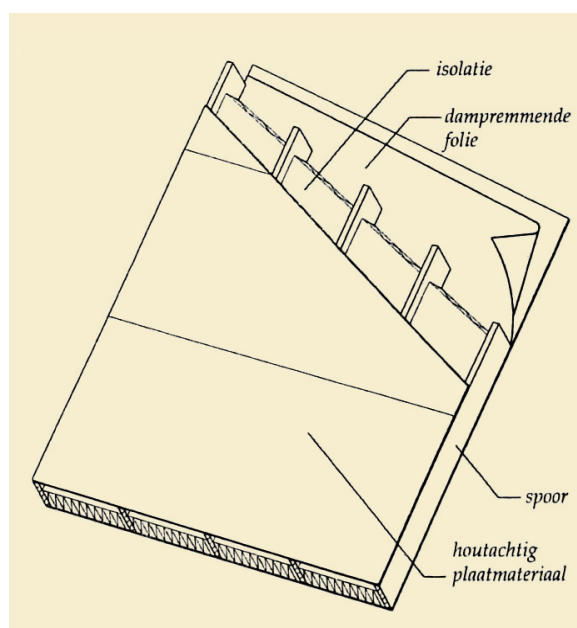
Om bij deze aansluiting een goede luchtdichting te verkrijgen wordt er samendrukbaar dichtingsband aan de onderzijde van het buitenwandelement toegepast. Om vocht- en schimmelvorming op het wandoppervlak bij de aansluiting met de begane-grondvloer te voorkomen, mag de temperatuur van binnenoppervlak op deze plaats niet te laag zijn.

Elementopbouw daken

Bij de houtskeletbouw komen de gebruikte typen dakelementen in de meeste gevallen overeen met de prefab elementen of dakpanelen, die veelal toegepast worden in de woningbouw. Deze zullen in het hoofdstuk bouwsystemen uitgebreid besproken worden. De in Nederland meest voorkomende dakvorm is het hellend dak, gewoonlijk gaat het hier om een sporen- of een gordingkap. In de houtskeletbouw ook wel sporen- en gordingdoos genoemd.

Sporenkap:

De sporenkap bestaat uit sporen hart op hart 0,6 meter, met aan de onder- en / of bovenzijde een bekleding van houtachtig plaatmateriaal. De sporendoos draagt de dakbelastingen af als lijnlasten ter plaatse van de dakvoet. Uit de sporenconstructie komt een spatkracht, het voetdetail is dan ook zodanig uitgevoerd, dat de vloerbalken de horizontale spatkracht kunnen opnemen. Dit geldt als de overspanningrichting van de vloerbalken dezelfde is als die van de sporen. Staat de overspanningrichting van de sporen loodrecht op die van de vloerbalken, dan moeten de vloerplaten de spatkracht op kunnen nemen. Meestal zorgt men, om een te grote overspanning van de sporen te voorkomen voor een extra steunpunt.



figuur 3.4: Sporenelement

Gordingkap:

Naast de sporenkap is er de gordingkap. Bij de gordingkap zitten de dragende balken, gordingen genoemd, 90 graden gedraaid ten opzichte van die van de sporenkap, en dragen ze in horizontale richting van bouwmuur tot bouwmuur. Op deze gordingen komt op traditionele manier een beplating, isolatie, tengels en panlatten. Op deze wijze ontstaat een warmdak. Dit is een dak waar de isolatie boven de constructie ligt, waardoor de constructie zich aan de warme zijde bevindt. De gordingafstand bij de traditionele uitvoering is relatief groot. Bij de uitvoering als gordingdooselement zitten de gordingen verwerkt in een compleet geprefabriceerd element met beplating, folies, isolatiemateriaal (tussen de gordingen), tengels en panlatten. De gordingafstand is in dit geval maximaal 0,6 meter.

Gordingen zijn in het algemeen balken van gezaagd hout, in standaard afmetingen. Mede gelet op de grootte van de permanente belasting van het pannendak, zijn de maximaal haalbare overspanningen van deze balken beperkt. De doorbuing is hier meestal maatgevend.

Onderling verbinden

Elementen die aan één zijde een beplating hebben worden halfopen elementen genoemd. Deze elementen zijn met de stijlen onderling goed te koppelen. Elementen die aan beide zijde een beplating hebben worden gesloten elementen genoemd. Bij deze elementen moeten voor de onderlinge verbindingen aparte voorzieningen worden aangebracht. Wanneer er in VillaNL isolatie toegepast wordt, kunnen de elementen ook gesloten zijn. In dit geval dienen er hier voor de verbindingen dan ook voorzieningen in de fabriek aangebracht te worden.

Literatuurlijst:

Hogere Bouwkunde, Jellema
Documentatie Stichting Bouwresearch (SBR)
Documentatie Centrum hout
Documentatie Warmteplan



4.

IFD Bouwen

IFD Bouwen

IFD bouwen staat voor Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen. IFD bouwen is een manier van ontwerpen, ontwikkelen en bouwen, waarin via een geïntegreerde benadering industriële, flexibele en demontabele aspecten gezamenlijk een rol spelen.

Eind jaren negentig hebben het ministerie van VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) en het ministerie van Economische Zaken het initiatief genomen om innovatie in de bouwwereld te bevorderen. Daarvoor is er in 1998 een nationaal programma IFD Bouwen opgezet. Dit programma heeft tot doel het informeren van de markt en industrie en het stimuleren tot IFD Bouwen.

Status

IFD bouwen is inmiddels een veelgebruikt begrip in de bouwwereld geworden, en iedereen doet het. Ieder project heeft wel aspecten die Industrieel, Flexibel of Demontabel zijn, en de term IFD bouwen wordt te pas en te onpas gebruikt. Ondanks het feit dat de principes van IFD bouwen goed zijn, is de term achterhaald. Dit doordat de status van IFD bouwwerk makkelijk te verkrijgen is, waardoor het geen status meer heeft. IFD Bouwen zou zichzelf moeten vernieuwen. Om de bouwwereld naar een hoger niveau te brengen, is het belangrijk dat bouwers zich moeten inspannen om de status te verkrijgen, waardoor IFD bouwen weer een meerwaarde wordt.

Betrekking op VillaNL

VillaNL wordt in grote mate geprefabriceerd, heeft een grote ontwerpvrijheid en is verregaand demontabel. Maar omdat VillaNL een vooruitstrevend systeem is, wil het zijn naam niet aan een uitgehouden en verouderde terminologie als IFD bouwen

verbinden. Omdat IFD wel goede principes heeft, die overeenkomsten hebben met het systeem van VillaNL, worden deze wel in dit hoofdstuk behandeld.

Industrieel bouwen

Het belangrijkste uitgangspunt van industrieel bouwen is het vergroten van de efficiëntie van het bouwproces. De arbeid wordt zo veel mogelijk van de bouwplaats naar de fabriek verplaatst, en op de bouwplaats vindt alleen de montage plaats. Het industrieel vervaardigen van elementen zorgt voor een optimale inzet van mensen, materialen, machines en automaten, onder een optimale procesconditionering. Door opgebouwde ervaringen en de grote standaardisatie van proces en organisatie worden voortdurende verbetering en stroomlijning van het proces mogelijk.

De laatste jaren is er steeds meer sprake van flexibele productie. Hierdoor kunnen binnen de seriematige productie een aantal eigenschappen variabel zijn. Dit betekent meer keuzevrijheid voor de consument.

Doordat men de elementen al in de fabriek produceert, kan er ook op de bouwplaats zelf efficiënter gewerkt worden. In de fabriek zijn reeds alle verbindingen gemaakt die veel arbeidskracht vergen, en op de bouwplaats is alleen nog de montage van de geprefabriceerde elementen nodig. Hierdoor hoeft minder geïmproviseerd te worden, wat de kwaliteit van het uiteindelijke gebouw zou kunnen verlagen. Door zoveel mogelijk gebruik te ma-

ken van 'typische' knooppunten en verbindingen, kan bovendien sneller gewerkt worden en zullen de uitvoeringsfouten worden beperkt. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is een goede detaillering en maatvoering, zodat ontwerp, productie en realisatie zo goed mogelijk op elkaar afgestemd kunnen worden.

Het ontstaan van industriële bouw is tweeledig. Ten eerste was er een gebrek aan geschoolde arbeidskrachten. Hierdoor ontstond een stijging in loonkosten, die gereduceerd konden worden door het werk te verplaatsen naar de fabriek en deze te automatiseren. Ten tweede werden de Arbo-eisen verhoogd. Door het werk te verplaatsen naar de fabriek werden de arbeidsomstandigheden, die met name plaats vinden in de fabriek, beter en veiliger. De voornaamste doelen van industrieel bouwen zijn: het verbeteren en het constant maken van de kwaliteit van de gebouwonderdelen, het kunnen verstrekken van garanties op het eindproduct, een snellere bouwtijd en het verbeteren van de arbeidsomstandigheden. Een afgeleide hiervan is dat de bouw meer weersonafhankelijk wordt, en het aantal werkbare dagen in een jaar wordt vergroot.

Flexibel bouwen

Bij flexibel bouwen worden het gebouw en zijn onderdelen zodanig ontworpen en gerealiseerd dat er op allerlei niveaus aanpassingen mogelijk zijn. Hierdoor kan de gebruiker of de eigenaar het gebouw aanpassen aan zijn huidige eisen en wensen. Dit geldt zowel voor de eerste gebruiker bij nieuwbouw als voor de aanpassingsmogelijkheden van het gebouw tijdens zijn levensduur. Bij de eerste ingebruikname gaat het erom dat er een grote keuzevrijheid is voor de gebruiker tussen verschillende mogelijkheden, zodat er voldaan kan worden aan de steeds meer variabele individuele wensen van gebruikers. Tijdens de gebruiksduur gaat het erom dat er de mogelijkheid tot aanpassing is, als de eisen en wensen van de gebruiker veranderen, of er een nieuwe gebruiker komt. Hierdoor kan voldaan worden aan de steeds meer dynamische eisen en wensen van gebruikers.

Bij een volgende gebruiksduur dient het gebouw aangepast te kunnen worden aan de nieuwe eisen en wensen van de nieuwe gebruiker.

Flexibel bouwen kunnen we onderverdelen in de volgende punten:

1. Indelingsflexibiliteit:

Plattegronden kunnen op andere wijzen ingedeeld worden. Zowel bouwdelen als installaties zijn te verplaatsen, te vervangen, aan te passen, te verwijderen en aan te brengen.

2. Functionele flexibiliteit:

Ruimtes of het gehele gebouw kunnen van functie veranderen. Dit betekent dat zowel de indeling als installaties veranderbaar zijn, zodat het gebouw of de ruimte aan te passen is aan een nieuwe functie.

3. Compartimentering:

Het gebouw is in verschillende compartimenten op te delen. Dit betekent dat elk mogelijk compartiment voorzien moet zijn van een ingang, natte groepen als toiletten en verticaal verkeer als trappen en liften.

4. Overdimensionering:

Overdimensionering betekent dat er fysieke of niet-fysieke ruimte wordt gereserveerd om uit te breiden in geval van groei en omgekeerd in geval van krimp. Traditioneel werd dit gerealiseerd door een overmaat aan oppervlak te creëren in een gebouw. Dit is fysieke overdimensionering. Overdimensionering kan ook op een niet-fysieke wijze plaatsvinden, zowel in horizontale als verticale zin. Horizontale overdimensionering betekent dat er ruimte op het terrein wordt gereserveerd voor een eventuele horizontale uitbreiding van het gebouw. Verticale overdimensionering betekent dat de mogelijkheid wordt gecreëerd om extra verdiepingen bovenop het gebouw te realiseren.

Flexibel bouwen is ontstaan doordat er een steeds meer gefragmenteerde en individuele vraag vanuit gebruikers is ontstaan, die ook steeds dynami-

sch is geworden. Dit komt doordat techniek en mode veel ontwikkelingen doorgaan en doordat organisaties steeds vaker veranderen om slagvaardig te blijven. Voornaamste doel is dat gebouwen langer geschikt blijven voor de gebruiker en eigenaar. Hieruit vloeit een tweede doel, namelijk dat de gebouwen langer gebruikt, en niet vroegtijdig gesloopt worden. Dit is beter voor het milieu, aangezien de milieugoederen in dat geval langer nuttig gebruikt worden.

Demontabel bouwen

Demontabel bouwen sluit aan bij flexibel bouwen. Het is rekening houden met hergebruik, liefst op een zo hoog mogelijk niveau (elementen), maar waar dit niet mogelijk is op een lager niveau (materialen). Uitgangspunt van demontabel bouwen is dat verbindingen tussen verschillende gebouwelementen demontabel ontworpen en gerealiseerd worden. Hierdoor kunnen de componenten zoveel mogelijk onbeschadigd worden verwijderd. Omliggende elementen zullen hierdoor minder schade oplopen, en de kans dat het element met andere materialen vervuild wordt is ook kleiner. Dat maakt de gedemonteerde elementen met minimale inspanning van mens en machine geschikt voor hergebruik.

Het is een misverstand dat we bij demontabel bouwen direct spreken over hele gebouwen die uit elkaar moeten worden gehaald of kunnen worden verplaatst. Het demonteren van gebouwelementen kan tijdens verschillende fasen van de levensduur van het gebouw een meerwaarde bieden. Gedurende de gebruiksfase maken demontabele gebouwelementen het eenvoudiger om het gebouw aan te passen aan de veranderende wensen van de gebruikers van het gebouw. Hierdoor kan bespaard worden in verbouwingskosten, gezien de elementen opnieuw gebruikt kunnen worden in hetzelfde of in een ander gebouw. In dit geval is het wel noodzakelijk dat de verbindingen meerdere malen te monteren en demonteren zijn. Daarnaast is demontabel bouwen een factor die reparatie- of onderhoudswerken sterk kan vereenvoudigen, want gemakkelijk bereikbaar en demon-

teerbaar betekent ook gemakkelijk vervangbaar. Ook op het einde van de levensduur van het gebouw kunnen de gedemonteerde elementen eventueel opnieuw gebruikt worden in een nieuw gebouw. Demonteerbare gebouwelementen maken het bovendien gemakkelijker bouw- en sloopafval te scheiden, waardoor er meer mogelijkheden voor recyclage zijn.

Samenvatting IFD:

Onderstaande tabel vat de karakteristieken van industrieel, flexibel en demontabel bouwen samen.

communicatie technieken. Zo kunnen bouwplannen elektronisch doorgestuurd worden, en kunnen projectgegevens op een gemeenschappelijk elektronisch projectcentrum geplaatst worden. Dit biedt voordelen voor de ontwerpfase, de voorbereidingsfase en tijdens het bouwen zelf. Tenslotte bestaat er de mogelijkheid om de bouw op de bouwplaats met speciale computerprogramma's optimaal te plannen en organiseren. Deze programma's kunnen het bouwproces in detail ontleden en de aanvoer van grondstoffen en elementen daarop aanpassen. Hierdoor kan het eigenlijke

Procesgericht bouwgebeuren:

Een belangrijk uitgangspunt van IFD bouwen is het vergroten van de efficiëntie en het rendement van het bouwproces. Dit kan bereikt worden door geprefabriceerde gebouwelementen te gebruiken. Hierbij gebeurt de productie van de elementen in een fabrieksomgeving en blijft er op de bouwplaats zelf alleen nog de montage van de elementen over. Door het herhaaldelijk gebruiken van een type-oplossing voor gelijkaardige problemen, raakt men meer vertrouwd met bepaalde technieken, waardoor deze na verloop van tijd sneller en efficiënter uitgevoerd kunnen worden. Door dergelijke oplossingen in meerdere projecten toe te passen, kan men bovendien meer aandacht besteden aan de eigenlijke oplossing. Op deze manier worden problemen dus niet meer op projectniveau opgelost, maar op procesniveau. Dit zorgt voor een evolutie van het projectgericht bouwgebeuren naar een procesgericht bouwgebeuren. Bij het gebruik van standaard elementen moet men wel de mogelijkheid bieden om te combineren en te variëren, zodat men kan blijven voldoen aan de wensen van de opdrachtgever.

Kwaliteitsverbetering:

Door het productieproces te laten plaatsvinden in een fabrieksomgeving ontstaat er een kwaliteitsverbetering van de geproduceerde elementen. Dit komt doordat men in de fabriek een betere controle kan uitvoeren op alle stappen van het productieproces. Doordat men in de fabrieksomgeving geen last heeft van hinderlijke weersomstandigheden, kan men garanderen dat er bij de productie steeds hetzelfde hoogwaardige kwaliteitsniveau gehaald wordt.

Bouwtijdverkorting en kostenbesparing:

Vanzelfsprekend heeft het vergroten van de efficiëntie en het rendement van het bouwproces een gunstige invloed op de bouwtijd. Een kortere bouwtijd is voordelig voor alle betrokken partijen. Zo zijn aannemers en producenten in staat meer projecten te realiseren in hetzelfde tijdsbestek, en kunnen zij zich beter concentreren op hun kern-

	Karakteristiek	Toelichting
Industrieel	Monteren	Zoveel mogelijk productievoorbereiding in de fabriek, op de bouwplaats alleen monteren, geen improvisatie.
	productontwikkeling	Herhaalde toepassing van ontwikkelde bouwproducten, hergebruik van kennis en ervaring.
	Weersonafhankelijk	De productie gebeurt in ateliers die afgeschermd zijn van weer en wind. Op de bouwplaats worden de elementen dan minder gehinderd door het weer.
Flexibel	Keuzevrijheid	Er is in het bouwproces voldoende aandacht voor de keuzevrijheid voor de eerste gebruiker.
	Aanpasbaar	Volgende gebruikers kunnen eenvoudig wijzigingen doorvoeren of nieuwe functies herbergen.
	Ontkoppeld	Onderdelen van een gebouw met een onderling sterk afwijkende gebruikscyclus zijn ontkoppeld.
Demontabel	Herbestemming	Gebouwen kunnen (gedeeltelijk) gedemonteerd worden om ze geschikt te maken voor nieuwe functies.
	Recyclage	Bouwdelen zijn geschikt voor volwaardig hergebruik of bouwonderdelen / materialen zijn recycleerbaar.
	Minder afval	Afval in het bouwproces wordt teruggedrongen, zowel tijdens productieproces, bouwfase als einde levensduur fase.

figuur 4.1: Tabel karakteristieken IFD bouwen

Procesbeheersing

Uit de kenmerken van industrieel, flexibel en demontabel bouwen blijkt dat een goede beheersing van het bouwproces, zowel wat betreft voorbereiding als realisatie, van cruciaal belang is wanneer men de voordelen van IFD bouwen ten volle wil benutten. Deze procesbeheersing kan bevorderd worden door gebruik te maken van de huidige

bouwproces versneld worden, dit komt mede doordat bij het installeren van complete elementen in de planning minder rekening gehouden hoeft te worden met mogelijke vertraging.

Voordelen IFD bouwen

De voordelen van IFD bouwen kunnen onderverdeeld worden in de volgende punten:

activiteiten, doordat zij minder problemen hoeven op te lossen. Voor de architect betekent bouw-tijdverkorting een kortere toezichtperiode op de bouwplaats. Tenslotte kan de opdrachtgever zijn gebouw sneller in gebruik nemen. Deze kortere bouwtijd zorgt voor een vermindering van de bouwplaatskosten en reduceert renteverliezen op aangekochte grond en materialen.

Duurzaam bouwen:

Het demontabele karakter van IFD gebouwen zorgt ervoor dat gebouwelementen hergebruikt kunnen worden en dat de elementen en materialen gemakkelijker recycleerbaar zijn. Daardoor vermindert het gebruik van primaire grondstoffen voor de productie van nieuwe gebouwelementen. IFD bouwen draagt ook bij tot een vermindering van de hoeveelheid bouwafval, door de hele levensduur van het gebouw heen. Dankzij de kwaliteitsverbetering bij prefabricatie is er minder productieafval bij het vervaardigen van de gebouwelementen. De demonteerbaarheid van de elementen zorgt ervoor dat men eenvoudiger onderhouds- of aanpassingswerken kan uitvoeren, dit leidt tot een vermindering van het bouwafval tijdens de gebruiksduur. Als laatste, maar zeker niet onbelangrijk zorgt IFD bouwen, door de prefabricatie van elementen in een fabrieksomgeving, voor veiligere werkomstandigheden voor de werknemers in de bouwsector.

Voorbeeldprojecten

De SEV (Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting) heeft de laatste jaren een aantal projecten met als doel IFD bouwen geselecteerd. Door een subsidie te geven voor mogelijke ontstane meerkosten zijn demonstratieprojecten ontstaan. Deze projecten informeren de markt en industrie over IFD bouwen en stimuleren de toepassing hiervan. In het volgende hoofdstuk worden een aantal demonstratieprojecten behandeld.

Literatuurlijst:

*Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting
(www.sev.nl)*

IFD bouwen Nederland (www.ifd.nl)

IFD bouwen België (www.ifdbouwen.be)

5.

Bouwsystemen

Bouwsystemen

Het is goed om voor het ontwerpen van een nieuw bouwsysteem eerst de huidige systemen onder de loep te nemen, en overeenkomsten die zij vertonen met het nieuwe systeem te onderzoeken. Zo kan het beste van bestaande systemen toegepast en gecombineerd worden.

In dit hoofdstuk worden andere systemen dan de houtskeletbouw behandeld. Deze lijken misschien niet op het systeem van VillaNL, maar het gaat om de principes van de verschillende systemen. Deze kunnen overeenkomsten hebben met het systeem van VillaNL, en voor belangrijke informatie en oplossingen zorgen. Er zullen een aantal voorbeelden van IFD bouwen behandeld worden, dit omdat deze veel overeenkomsten vertonen met het principe van VillaNL. Ze zijn flexibel te monteren en te demonteren, en door hun industriële karakter bestaan ze ook uit elementen. De voorbeeldprojecten die in dit hoofdstuk behandeld zullen worden zijn:

- A+ woningen, Etten-Leur
- Ecoflex, IJsselstijn
- Slimfitwoningen, Almere

Naast deze projecten zullen in dit hoofdstuk ook prefab dakelementen behandeld worden. Dit principe kan ook toegepast worden in het systeem van VillaNL.

A+ woningen, Etten-Leur

De eerste A+ woningen in Etten-Leur lijken op een traditionele manier opgebouwd met een standaard casco met bakstenen gevel. In werkelijkheid zijn deze vrijwel geheel geprefabriceerd, inclusief de traditioneel ogende gevels, met een lichte staalconstructie als drager. Interessant daarom aan dit project is hoe de prefab gevelelementen aan de onderliggende constructie worden bevestigd en



figuur 5.1: A+ woningen te Etten-Leur

hoe de waterkerende laag in de prefab gevelelementen doorgezet wordt.

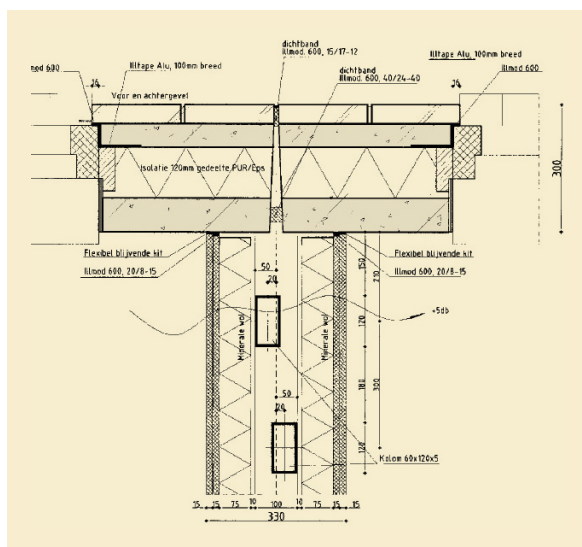
Systeem:

De begane grondvloer wordt in dit project exact op hoogte aangebracht, hierdoor hoeft er in het werk weinig gesteld te worden. Bovenop de vloer komen stalen spanten, deze worden in de fabriek per verdieping geprefabriceerd, hierboven komen dan de verdiepingsvloeren te liggen. De prefab gevelelementen worden niet aan het stalen spant bevestigd, zij krijgen hun bevestiging ter plaatse van de vloeren. De gevelelementen zijn in dit project geprefabriceerde sandwichconstructies die volledig afgewerkt op de bouw aankomen. Dit moet in VillaNL ook gebeuren.



figuur 5.2: Plaatsing gevelement

De gevelementen worden geproduceerd door het in de lengte doorzagen van de metselwerk stenen. Deze worden op een tafel gelegd met de voegen tot halve hoogte gevuld met zand. Hier overheen komt een laag beton met tralieliggers, een laag isolatiemateriaal en weer een laag beton. De kozijnen worden ook mee gestort. Doordat de elementen droog in de fabriek gemaakt kunnen worden, de elementen luchtdicht zijn en het beton in grote mate waterkerend is, kan vocht zich niet ophopen in de elementen. Bij de onderlinge aansluiting voldoet een dichtingsband die de elementen vrij van water houdt. In VillaNL wordt gewerkt



figuur 5.3: Horizontaal detail gevelaansluiting

met hout, dit materiaal is niet waterkerend, daarom moet er voor VillaNL gezocht worden naar een andere waterkering.

Ecoflex, IJsselstein

In de IJsselsteinse uitbreidingswijk Zenderpark III zijn veertien zogeheten Ecoflex-woningen gebouwd. Deze woningen zijn ecologisch verantwoord en flexibel in het gebruik.



figuur 5.4: Ecoflex te IJsselstein

Alle woningen hebben eenzelfde kern omvattende de vaste onderdelen; trap, verkereersruimte en verticale leidingen. Deze kern is voorin de woning geplaatst, hierdoor blijft de voorgevel altijd gelijk. Voor VillaNL is een belangrijk onderdeel van dit project het principe van de achtergevels. Deze zijn van geprefabriceerde houtskeletbouwelementen en kunnen op één of meerdere verdiepingen met 1,5 meter uitgebreid worden. Hierdoor ontstaan er verschillende aansluitingen tussen gevels die doorlopen of de hoek omgaan.



figuur 5.5: Achtergevel Ecoflex

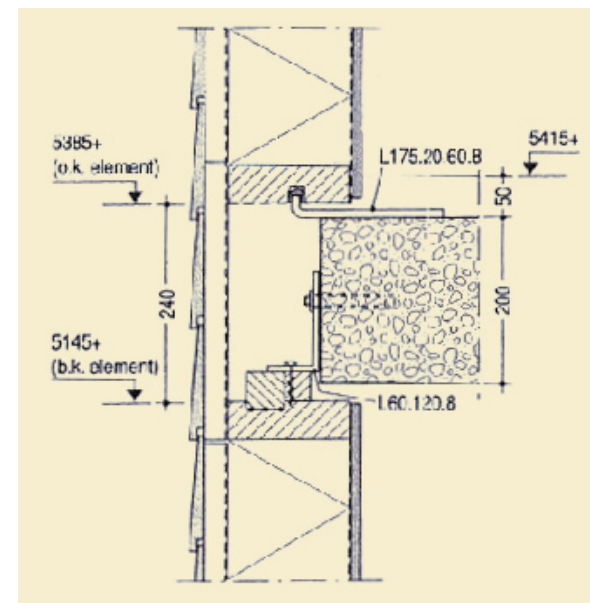
Systeem:

De gevelementen worden allen met kozijnen en gevelbekleding op de bouw aangebracht. Dit moet in het systeem van VillaNL ook gebeuren.



figuur 5.6: Plaatsing gevelement

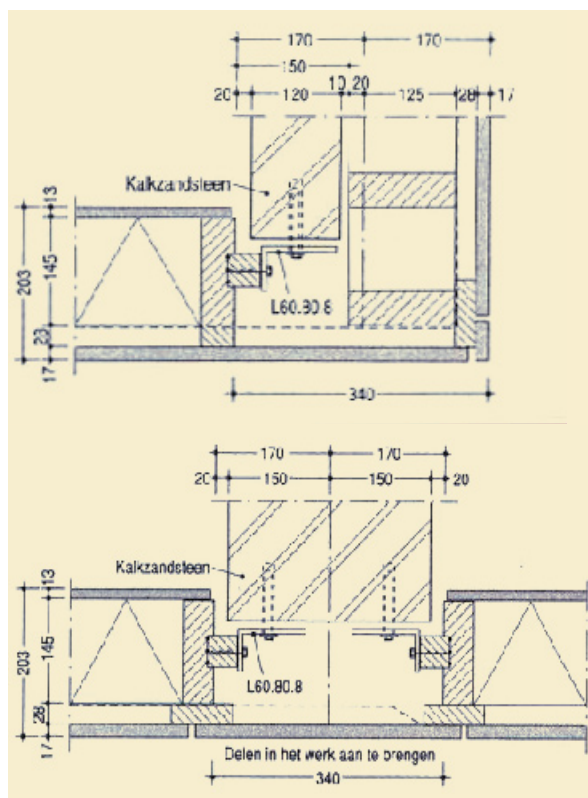
De gevelementen worden op de bouw met een hijskraan op hun positie gebracht, daar wordt deze aan de onder en aan de bovenkant aan de constructie bevestigd, zoals in figuur 5.7 te zien is.



figuur 5.7: Verticaal aansluiting gevelementen

Na het plaatsen van de elementen worden de overlappende waterkerende folies over elkaar heen gelegd. Daarna worden er op de open plekken tussen de verschillende elementen passtukken hout van 400mm bevestigd. Dit kan voor VillaNL ook een oplossing zijn. In de details van 5.8 en 5.9 is te zien dat er voor de verschillende aansluitingen tussen een hoek en een doorlopen-

de wand verschillende gevelelementen gemaakt zijn. In het element op de hoek loopt namelijk de gevelbekleding iets verder door. In VillaNL wordt ernaar gestreefd de elementen in verschillende aansluitingen hetzelfde te houden.



figuur 5.8/5.9: Horizontale aansluiting gevelelementen

Slimfitwoningen, Almere

De Slimfitwoningen in Almere zijn gebaseerd op hetzelfde principe als die van de Ecoflex-woningen. De basis bestaat uit een kern van drie bij zes meter van geribbelde aluminiumbeplating. Hierin is badkamer, toilet, keuken, leidingen, c.v.-installatie en meterkast gesitueerd. Rond deze kern kan de bewoner zijn woonhuis uitbreiden. Dit kan met behulp van houtskeletbouwelementen van 1,20 meter bij 6 meter. Deze maten vallen beide in de handelsmaat van hout van 0,3 meter. Met deze elementen kan tot maximaal 3 lagen hoog gebouwd worden. Omdat de houtskeletbouwelementen op een relatief gemakkelijke manier in dit systeem toegevoegd kunnen worden, kunnen de woningen in de toekomst uitgebreid of zelfs kleiner gemaakt kunnen worden. Dit moet in VillaNL ook een mogelijkheid worden.



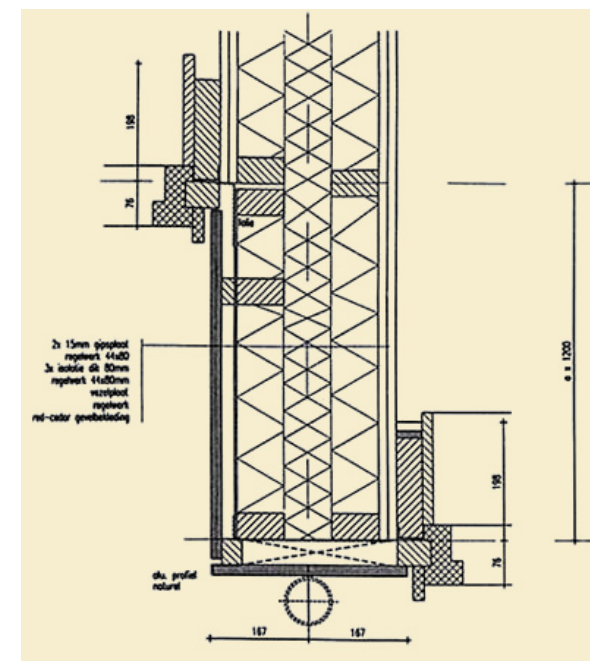
figuur 5.10: Slimfitwoningen te Almere



figuur 5.11: Keuzemogelijkheden Slimfitwoningen

System:

De bevestiging van de houtskeletbouwelementen is op dezelfde manier gebeurd als bij de Ecoflex woningen. De elementen worden op de achterliggende constructie bevestigd, de ruimte die tussen de elementen open blijft wordt later in het werk opgevuld met houten delen. Op het detail is te zien dat op de plekken waar met 1,20 meter uitgebreid wordt, binnen en buiten een extra element geplaatst wordt. Omdat de waterkering buiten doorgezet moet worden, wordt op deze plek ook de gevelbekleding in het werk aangebracht.



figuur 5.12: Horizontale aansluiting gevelelementen

Prefab dakelementen

Het ter plaatse in lagen opbouwen van de dakconstructie is een overzichtelijke, maar arbeidsintensieve methoden. Het systeem van VillaNL is er juist op gericht om de bouwperiode op de bouwplaats zo kort mogelijk te houden, en zoveel mogelijk werk naar geconditioneerde omstandigheden in de fabriek te verplaatsen. Daarom worden er voor het dak ook prefab elementen gebruikt. Deze lijken op de sandwichelementen die al veel in de woningbouw toegepast worden, enig verschil hierbij is dat bij VillaNL de dakbekleding al op de elementen zit. Sandwichelementen bestaan uit een frame van houten ribben waartussen een isolatiedeken met een dampremmende laag is opgenomen, en waarop aan de boven- en onderzijde een triplex en/of spaanplaat is aangebracht. In deze elementen worden net als in de sporen- en gordingkap onderscheid gemaakt tussen panelen die in de lengterichting dragen en panelen die in de breedte richting dragen.

Dragend in breedterichting:

Sandwichelementen die in de breedterichting dragen worden aan de zijanten opgelegd op een bouwmuur of een spant. De overspanning van deze elementen kan zonder steunpunt oplopen

tot maximaal 6 meter. De elementen kunnen een standaard breedte hebben van 1,2 meter, of de grote van het complete dakvlak. Sparingen ten behoeve van dakvensters kunnen al in het element opgenomen worden. De ribben van het sandwich-element kunnen vergeleken worden met gordingen. Doordat in dit element de isolatie al tussen de gordingen zit kan het dak een stuk minder dik uitgevoerd worden.



figuur 5.13: *Sandwichelement*

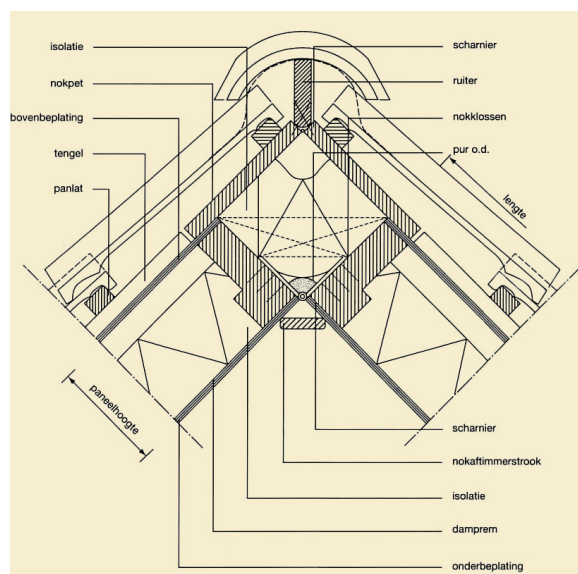
Dragend in lengterichting:

Zoals de in de breedterichting dragende sandwich-elementen vergelijkbaar zijn met een gordingskap, zo zijn de die in de lengterichting vergelijkbaar met een sporenkap. En lopen de ribben niet van bouwmuur naar bouwmuur, maar van de dakvoet naar de nok. Doordat de elementen in deze richting wat gunstiger worden belast, kunnen ze wel tot 10 meter lengte uitgevoerd worden. De overspanningsrichting van deze elementen zorgt er ook voor dat deze uitgevoerd kunnen worden als scharnierkap. Een scharnierkap bestaat uit twee dakelementen die aan de bovenkant bevestigd zijn met een scharnier. In het figuur 5.15 is het scharnier waaraan het element zijn naam ontleent duidelijk te zien. Dit scharnier vormt de verbinding tussen de twee delen van verschillende dakvlakken. Tijdens het transport naar de bouwplaats liggen de twee delen opgevouwen, met de onderkanten tegen elkaar. Op de bouwplaats worden de elementen in de nok opgehesen. Door



figuur 5.14: *Scharnierkap*

het hijsen scharniert de kap gedeeltelijk open, eenmaal op hoogte kan deze verder opengeklapt worden en op zijn plaats gelegd worden. Doordat de scharnierkap werkt als een vaste driehoek zijn er geen momenten in nok, enkel drukkrachten. Hierdoor hoeven er in de nok geen extra constructieve maatregelen getroffen te worden. Extra groot zijn de krachten in de richting van de dakvoet, waar een naar buiten werkende kracht (spatkracht) ontstaat. Deze kracht kan worden opgevangen door een stevige verankering met de vloer, of op trekbalen. De verankering moet dus vooral op het voorkomen van afschuiven zijn gericht. In de nok moet verder nog een waterkerende laag aangebracht worden, en op de naad tussen de elementen nog een pur of dergelijke.



figuur 5.15: *Nokdetail scharnierkap*

Literatuurlijst:

Jellema studieboeken

Documentatie Isodek

Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting
(www.sev.nl)

IFD bouwen Nederland (www.ifd.nl)

Stichting Bouwresearch (www.sbr.nl)

Stichting bouwen met staal
(www.bouwenmetstaal.nl)



Materialen

Materialen

Hout is als hernieuwbare grondstof een milieuvriendelijk materiaal. Het gebruik van Nederlands hout in VillaNL levert daarbij een bijdrage aan de herwaardering van dit Nederlands hout. Hierdoor kan de Nederlandse rondhoutverwerkende industrie naar een hoger niveau gebracht worden, en is een beter verantwoord Nederlands bosbeheer mogelijk.

Ruwweg wordt hout onderverdeeld in twee soorten, het naaldhout en het loofhout. Door het klimaat in Nederland zijn vooral de naaldbomen hier goed aanwezig. Loofbomen groeien hier ook maar minder goed dan in warmere streken. Naaldhout bestaat voornamelijk uit één cel, en wordt ook wel ‘zachthout’ genoemd, loofhout bestaat uit drie celtypen en wordt ook wel ‘hardhout’ genoemd. De termen hard- en zachthout zijn erg verwarrend omdat deze niets met de hardheid van de boom te maken hebben. Veel commerciële hardhoutsoorten zijn inderdaad veel harder dan de meeste soorten zachthout. Maar bijvoorbeeld wilgenhout en populierenhout zijn zachte houtsoorten terwijl ze wel degelijk behoren tot de hardhoutsoorten. Door de wisselende celopbouw zitten er in hout grote kwaliteitsverschillen. Zo niet alleen tussen de houtsoorten onderling, maar ook tussen bomen van een zelfde soort, en zelfs binnen die van één en dezelfde boom. Dit hoofdstuk gaat over die verschillende houtsoorten, door de veelvuldige toepassing van hout in VillaNL, de titel had daarom ook een dergelijke naam als ‘hout’ kunnen krijgen. De belangrijkste houtsoorten die toegepast kunnen worden, zullen worden behandeld. Die van Nederlandse bodem omvatten: douglas, fijnspar, grove den, lariks, populier en eik.

Duurzaamheidsklasse

Voordat de verschillende houtsoorten in dit hoofdstuk behandeld worden, is het belangrijk te weten hoe de kwaliteit ervan bepaald wordt. Deze

kwaliteit hangt af van een aantal eigenschappen van het hout. Vooral de duurzaamheid en de mate waarin hout krimpt dan wel zwelt onder invloed van vocht, wegen zwaar bij het bepalen van de kwaliteit. Een van de belangrijkste aspecten is de duurzaamheid. Met dit begrip doelt men op de tijd die nodig is om hout te laten weggroten. In principe zijn alle houtsoorten gevoelig voor houtrot, maar om de houtsoorten naar duurzaamheid in te kunnen delen, is hier een tabel voor gemaakt, zie onderstaande tabel.

Klasse		Geschatte levensduur
I	zeer duurzaam	meer dan 25 jaar
II	duurzaam	15-25 jaar
III	matig duurzaam	10-15 jaar
IV	weinig duurzaam	5-10 jaar
V	niet duurzaam	minder dan 5 jaar

figuur 6.1: *Duurzaamheidsklasse hout*

Houtrot wordt voornamelijk veroorzaakt door schimmelaantasting. Daarnaast komt er ook nog aantasting door bacteriën voor. Schimmels groeien het beste in een omgeving die warm en vochtig is. Hout is hiervoor een goede kiembodem wanneer het houtvochtgehalte tussen de 20 en 75% ligt. Hout dat verwerkt wordt, moet dan ook snel worden teruggedroogd tot het houtvochtgehalte minder is dan 20% Dit betekent dat het gewichtsaandeel van het water in het hout niet meer mag bedragen dan 20% van het zuivere houtgewicht (hout zonder water).

Douglas

De douglas is een naaldboom die lijkt op de fijnspar, maar met een frissere kleur. De stam is aanvankelijk grijs en tamelijk glad, op latere leeftijd komen er vaak scheuren in. De schors van een oude douglas is donker roodbruin, ruw en kurkachtig. De douglas is geen inheemse boom, sinds 1900 is er een redelijke hoeveelheid douglas aangeplant in Nederland. Het kernhout van de douglas is in het algemeen lichtrood van kleur, met tal van variaties tot geelrood. Het meestal vrij vaste spint is lichtgeel van kleur. Douglasshout is taai, fijn tot matig grof en bij het hart vaak kwastrijk, en harshoudend. Nederlandse douglas is bruinrood van kleur en wordt in droge toestand zeer hard. Het kernhout valt in de duurzaamheidsklasse III, en kan daarom onverduurzaamd buiten toegepast worden. Van dit hout kunnen kozijnen, geveltimmerwerk en houtconstructies gemaakt worden.

Fijnspar

De fijnspar is een uitheemse boomsoort en pas rond 1780 in Nederland aangeplant. Dit is gebeurd

met grote oppervlakte, omdat de fijnspar de voor de bouw belangrijke houtsoort vuren oplevert. De fijnspar kan een hoogte krijgen van 40 tot 50 meter, een dikte van 2 meter en een leeftijd van meer dan 100 jaar. In streken waar de fijnspar thuishoort, kan de leeftijd oplopen tot meerdere eeuwen. In ons land zijn de omstandigheden niet ideaal, en is het na 60 jaar meestal gedaan, daarna treedt er wortelrot op. Het vurenhout oogt bijna wit, na langdurig blootstellen aan licht wordt het geel tot geelbruin. Tussen kern- en spinhout zit bij deze soort geen kleurverschil. Vurenhout is harshoudend en heeft kleine kwasten. De duurzaamheid is matig, klasse IV. Door de combinatie van grote draagkracht, gering gewicht en goede bewerkbaarheid is het goed bouwhout. Het wordt onder andere gebruikt voor constructies, kozijnen en gevelbekleding. Het is mede door de lage prijs het belangrijkste hout dat voor constructies wordt gebruikt.

Grove den

De grove den heeft als oorspronkelijke Neder-

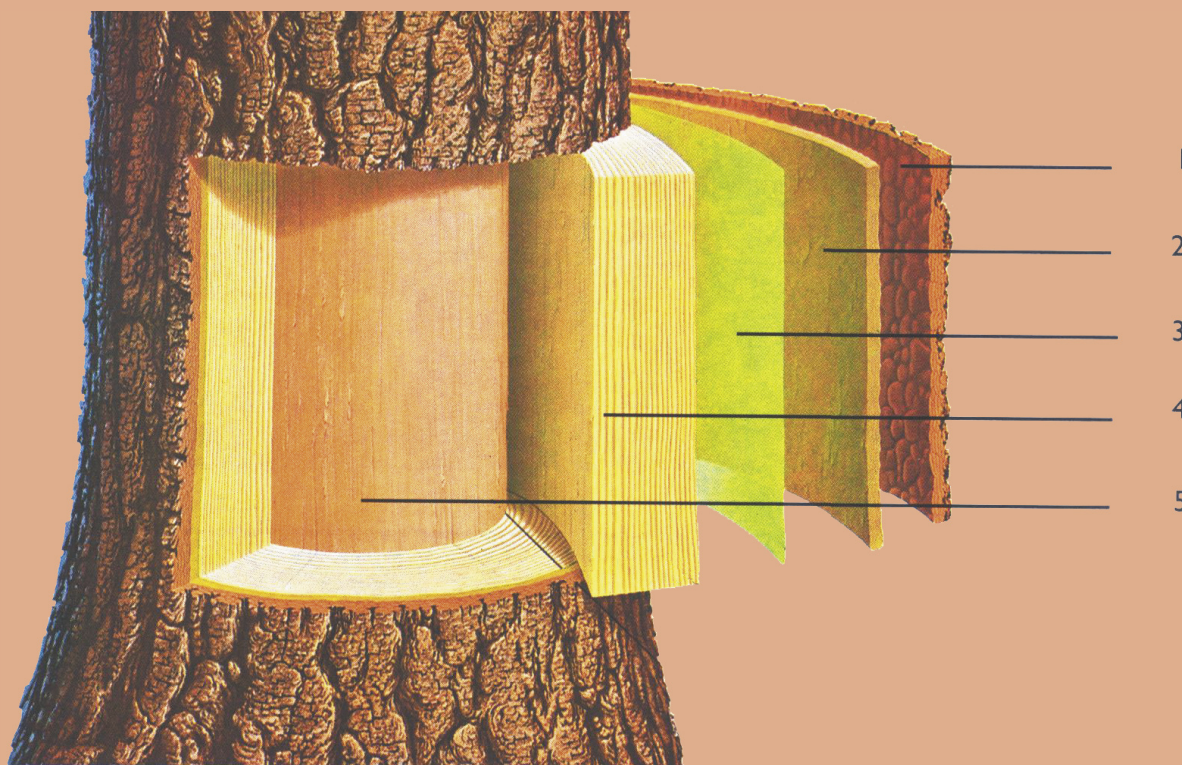


figuur 6.2: De grove den

landse naam pijn, pijnboom of mastboom. De boom heeft een grillige vorm en groeit niet zo recht en gelijkmatig als de fijnspar en zilverspar. Bij een

Opbouw van de boomstam

Aan de buitenkant zit schors (1) waaronder zich de bast (2) bevindt, een dunne laag levend weefsel. Daar weer onder vindt met het cambium (3) dat zowel naar binnen als naar buiten toe cellen afzet die uiteindelijk hout worden. Onder het Cambium is er het houtweefsel dat bestaat uit spinhout (4) en kernhout (5). Het spinhout bevat nog zowel levende als dode cellen, en wordt donkerder van kleur.



Bron: Hilde de Haan, Hout in Nederland

ouderdom van 300 jaar kan de grove den 25 tot 40 meter hoog worden. Deze boom groeit in Nederland goed op de Veluwe, in Noord-Brabant en in het oostelijke bosgebied. Het hout dat afkomstig is van de grove den wordt grenen genoemd. Het is elastisch, sterk en matig hard. Het kernhout heeft duurzaamheidsklasse III, maar wordt pas na 25 jaar gevormd. Het spinthout heeft duurzaamheidsklasse V. Het nadeel van grenen ten opzichte van vurenhout is dat het meer hars uitzweet. Wel wordt het hierdoor minder aangetast door insecten en is het goed geschikt voor buitentoepassingen. Doordat het minder veerkrachtig en taai dan vuren is, is het minder geschikt voor lange draagbalken. Het wordt vaak toegepast, overigens wel geveerd, in deuren, ramen, kozijnen en gootbetimmering. Voor buitenkozijnen moet wel gebruik gemaakt te worden van het kernhout van grenen.

Lariks

De meeste lariksbossen bevinden zich in Drenthe en Gelderland. Veel van deze bomen zijn vanaf

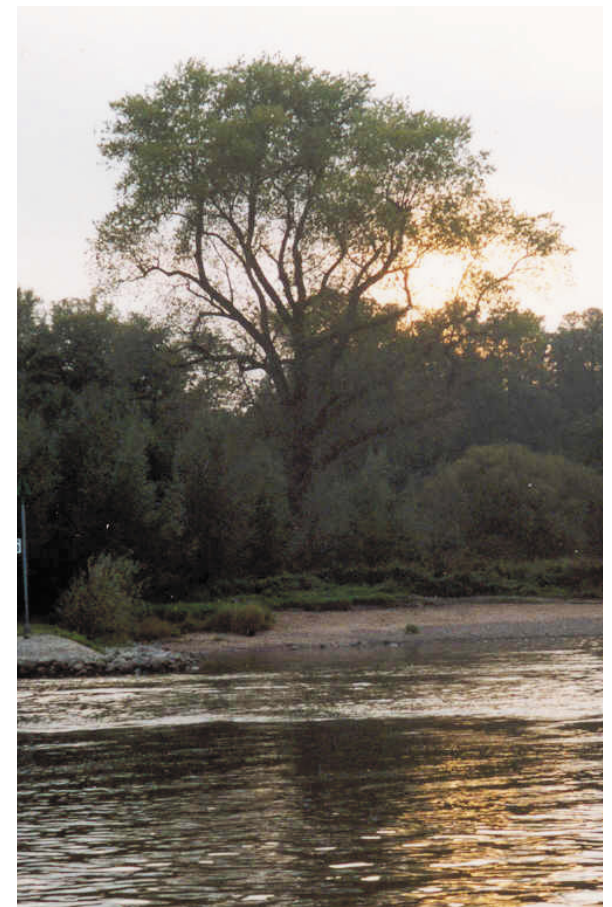


figuur 6.3: *De lariks*

de jaren dertig aangeplant, en komen nu in de eindkapfase. Larikshout lijkt in eigenschappen op grenenhout, het is echter zwaarder, harder, sterker en zeer harsrijk. Lariks vormt op vroege leeftijd kernhout dat zeer duurzaam is, het vertoont kleurvariaties van geelbruin tot roodachtig bruin. Het spinthout is vuilwit van kleur en daardoor goed te onderscheiden van het kernhout. Doordat larikshout harsrijk is heeft het duurzaamheidsklasse III, de meest duurzame van de besproken naaldbomen. Larikshout laat zich moeilijker drogen dan dennenhout, het duurt twee keer zo lang. Voor de bouw gunstige eigenschappen zijn dat het niet werkt, dat het hard, taai en veerkrachtig is, en dat het eenvoudig verwerkt kan worden. Nadelen zijn dat het snel splijt, waardoor het moeilijk te vertimmeren is en dat het vrij snel krom trekt. Het kan in de bouw toegepast worden als dragende constructie, kozijnen en gevelbetimmering. Doordat lariks van nature heel duurzaam is kan het onbehandeld buiten toegepast worden.

Populier

Populier is een verzamelnaam voor veel kruisingen van verschillende populierenrassen. Deze populieren groeien goed in Nederland. Zo groeit de ratelpopulier tot ongeveer 1 meter per jaar. De snelgroeïende populier kan worden geteeld in korte omlopen van 25, 30 of 35 jaar. Als de bestemming pulphout voor de papierindustrie is gebeurd dit zelfs al naar 15 tot 25 jaar, als ze een hoogte hebben van 15-25 meter met een diameter van 0,2 tot 0,5 meter. Op 50-jarige leeftijd kan de populier een hoogte bereiken van 35 meter en op borsthoogte een diameter van 70cm. Op 60 jarige leeftijd is de populier volgroeid en de weinige populieren die dan nog niet zijn gekapt, behoren vaak tot de dikste bomen van Nederland. Het hout is fijn van vezel, zeer zacht en taai, en het bevat nauwelijks kwasten. Ook is het vrijwel kleurloos, reukloos en harsvrij. Het is goed bestand tegen slijtage. Nadeel is dat de duurzaamheid van inlands populierenhout gering is, dit is klasse V. Voor gebruik binnenshuis is het duurzaam, maar buiten gaat het niet lang mee.



figuur 6.4: *De populier*

Eik

In Nederland groeien twee soorten eiken, dit zijn de gewone, inlandse of zomereik en de wintereik. In 98% van de gevallen gaat het in Nederland om de zomereik. Belangrijkste onderscheid tussen beide bomen is het feit dat de zomereik gesteelde eikels heeft en de eikels bij de wintereik ongesteeld in bosjes bijeen zitten. De naam van de wintereik is voortgekomen doordat het blad van deze boom later wordt gevormd en in het najaar wat langer blijft hangen. Door toedoen van de mens is deze boom verdrongen door de zomereik, die veel meer eikels levert. Beide bomen kunnen zeer oud en hoog worden. De zomereik kan 1500 tot 2000 jaar oud worden met een lengte van 20 tot 35 meter. De wintereik wordt maar zelden ouder dan 1500 jaar, maar kan zeer hoog worden, 40 tot 45 meter. De gemiddelde hoogte van eiken is 18 tot 30 meter. Eikenhout is tamelijk hard en duurzaam, klasse II/III, wat het tot uitstekend bouwhout maakt. Het kan gebruikt worden voor onder andere



figuur 6.5: De Zomereik

kozijnen, constructiehout en gevelbekleding. Ook kan het prima gebruikt worden als draagbalk voor constructies in monumentale panden.

Toepassingen

Na het onderzoeken van de mogelijk toe te passen houtsoorten, staat hieronder een matrix met de duurzaamheidsklassen en de toepassingen die in VillaNL mogelijk zijn voor de verschillende houtsoorten. Uit de matrix blijkt dat Nederlandse houtsoorten veelal hoogwaardiger toegepast kunnen worden dan wat nu gebruikelijk is.

Constructie

Voor de constructie van VillaNL kunnen in principe alle behandelde houtsoorten toegepast worden. Zei het dat niet al deze houtsoorten even sterk zijn. Daarbij komt kijken dat de constructie ook in een buitenklimaat moet kunnen staan, en dus ook een goede duurzaamheid moet hebben. Hierdoor vallen de fijnspar en populieren af. Van de andere soorten is de eik ruim de sterkste houtsoort en dus het beste toe te passen voor de constructie.

Houtskelet

Voor het houtskelet, het regelwerk van de gevel- en dakelementen, kunnen in principe ook alle behandelde houtsoorten toegepast worden. De duurzaamheid van het skelet is in dit geval niet zo belangrijk, deze kan wel buiten toegepast worden, maar heeft een goede beschutting tegen regenwater. Populieren rot snel weg in een vochtig buitenklimaat, deze kan dus niet buiten toegepast worden, en valt daarom als enige af. Omdat vuren en daarna grenen goed te bewerken zijn, en niet prijzig kunnen deze het beste toegepast worden als houtskelet. Doordat er de mogelijkheid is dat het hout wordt blootgesteld aan een buitenklimaat, wordt er aangeraden grenen te gebruiken, omdat dit een hogere duurzaamheidsklasse heeft dan vuren.

Bekleding

In VillaNL is het de bedoeling dat de dakbekleding doorloopt in de gevelbekleding. Voor het kiezen van een houtsoort zijn de zwaarste eisen bepalend, dit zijn die voor de dakbekleding. Dit komt omdat met neerslag de grootste hoeveelheid regen en dus ook vocht over deze bekleding loopt. De enige mogelijkheden om als bekleding op het dak te leggen zijn daarom lariks en eiken. Omdat er veel materiaal nodig is voor de bekleding, valt eigenlijk het prijzige eikenhout af. Lariks blijft wel een goede mogelijkheid. Nadeel van lariks is dat het alleen vrij snel splijt, en krom trekt, dit is dus minder mooi als gevel- en dakbekleding. Voor de bekleding van VillaNL wordt dus gezocht naar andere alternatieven.

	Duurzaamheid:		Toepassingsmogelijkheden:			
	kern	spint	Constructie	Houtskelet	Gevelbekleding	Dakbekleding
Douglas	III	V	X	X	X	
Fijnspar	IV	V	X	X	X	
Grove den	III	V	X	X	X	
Lariks	III	V	X	X	X	X
Populieren	V	V	X	X		
Eik	II/III	V	X	X	X	X

figuur 6.6: Matrix duurzaamheid en toepassingsmogelijkheden

Verduurzamen

Hout is vatbaar voor aantastingen door schimmels, micro-organismen en insecten. Vooral in contact met grond en water wordt hout snel aangetast en is er een grote kans op rotting van het hout. Er zijn verschillende manieren om dit tegen te gaan. Vanouds worden kozijnen, ramen en deuren beschermd door een verflaag. Veelal wordt aangenomen dat dit een noodzakelijke bescherming is. Dit is echter niet altijd het geval. Het is niet erg wanneer hout nat wordt, als het maar weer de gelegenheid krijgt om te drogen. Kozijnen die zo geplaatst zijn dat er geen regenwater op kan komen, hoeven in wezen niet geschilderd te worden. Enkel krijgt het hout door invloed van weer en wind een grijzere kleur. Naast verven kan het hout ook beschermd worden door het aanbrengen van schimmelremmende stoffen, dit wordt het verduurzamen van hout genoemd. Meest bekende daarvan is impregneren. Bij impregneren wordt het hout in een luchtledige ruimte gebracht, en wordt er een impregneervloeistof aan het hout toegevoegd. Deze vloeistof is schimmelwerend en wordt onder druk in de houtcellen geperst. Verduurzamingsmiddelen en verf zijn niet milieuvriendelijk en zorgen voor een verontreiniging hiervan tijden productie, opbrengen of impregneren, bewoningsfase en sloop. In VillaNL wordt gewerkt met milieuvriendelijke materialen en duurzaam verantwoord hout. Het is daarom uitgesloten dat deze een bewerking krijgen met een eerder genoemde milieuonvriendelijke middel. Gezocht moet er dus worden naar een milieuvriendelijke oplossing, dit kan houtmodificatie zijn.

Houtmodificatie

Onder houtmodificatie wordt verstaan: het veranderen van de eigenschappen van hout door middel van een verandering van de chemische structuur van de stoffen waaruit het hout is opgebouwd. Er zijn veel houteigenschappen die door modificatie veranderd of verbeterd kunnen worden. Veel van de modificatieprocessen zijn vooral gericht op het verbeteren van de duurzaamheid van het hout.

Bij modificatie wordt de duurzaamheid niet bereikt door er een voor schimmels of insecten giftige stof aan toe te voegen zoals bij houtverduurzaming. Bij houtmodificatie worden op een milieuvriendelijke manier de eigenschappen van hout veranderd, zodat het minder ontvankelijk is voor water, of dat schimmels het niet meer herkennen als voedingsstof. De belangrijkste vormen van houtmodificatie zijn thermische en chemische modificatie. Het zogenaamde plato-proces is een voorbeeld van thermisch modificeren. In dit proces wordt het hout onder zeer vochtige omstandigheden onder druk verhit, waardoor de chemische structuur van de celwand verandert en het voor aantasting gevoelige hemicellulose wordt geëlimineerd. Bij de op de markt recent verschenen houtproducten werd hierdoor de duurzaamheidsklasse van V of IV verhoogd naar II of zelfs I. Wel moet voor bepaalde procédé's rekening gehouden worden met een afname van de constructieve eigenschappen met ca. 15%. Een voorbeeld van chemisch modificeren is acetyleren. Met deze methode wordt het hout behandeld met azijnzuuranhydride, waarmee ook de chemische structuur van het hout wordt veranderd. Deze methode is nu nog in ontwikkeling.

Houtonderzoek

Houtmodificatie lijkt een goede oplossing om toe te passen voor de houten bekleding. Omdat het ook op het dak moet komen te liggen, waar hoge eisen gelden door de zwaardere weerbelasting, is het belangrijk dat het hout duurzaam genoeg is. Omdat het hout op deze plek niet vaak toegepast wordt, is hier relatief weinig informatie over beschikbaar. Tijd daarom voor een eigen onderzoek. Voor het onderzoek hebben Karelse Aptroot Architecten en de SHR houtresearch vier projecten bezocht waar hout als dakbedekking toegepast is. Deze projecten hebben allen een dak wat gemaakt is van onafgewerkt hout, dus niet gelakt of geolied. De bezochte projecten zijn:

- 1: Multifunctionele schuur te Noordlaren
- 2: Villa Wittenberg te Onnen
- 3: Zorgboerderij De Mikkelhoorste te Haren
- 4: Tweelinghuis te Houtigehage

Bij de gevels en daken zijn bij deze projecten vochtmetingen verricht, verder zijn ze gecontroleerd op oneffenheden, en mogelijke schimmelvorming. De dag dat de waarnemingen verricht zijn was 12 april 2005. Deze dag was het droog weer met zonnige perioden, net als de dag voor de metingen. Twee dagen voor de meting had het behoorlijk geregend, met de vochtmetingen kan dus gecontroleerd worden of het hout voldoende snel zijn vocht verliest. Wanneer dit niet het geval is, kunnen er eerder schimmels optreden en wordt de kans op houtrot groter.

Multifunctionele schuur, Noordlaren

Deze multifunctionele schuur dient als atelier en is ontworpen door Onix architecten en opgeleverd in 1998 (leeftijd 7 jaar) De gevel en dakbedekking zijn gemaakt van Western Red Cedar met een dikte van 20mm. Het hout is met klemmetjes vastgezet en is allemaal nogal onregelmatig vergrijsd,



figuur 6.7/6.8: Multifunctionele Schuur, Noordlaren

op diverse plekken zijn bruine vlekken waarneembaar. Scheuren en zichtbare aantastingen zijn niet waargenomen, wel zijn er enkele planken krom getrokken, waardoor ook de klemmetjes waar de planken mee vastgezet zijn krom trekken. Deze klemmetjes zijn hier en daar ook roestig aan het worden.

Villa Wittenberg, Onnen

Villa Wittenberg is ontworpen door Onix Architecten en is opgeleverd in 2004 (leeftijd 14 maanden). De gevel- en dakbedekking zijn gemaakt van fijnbezaagd geplatoniseerd vuren planken van 25x150mm. Deze planken zijn over elkaar heen gespijkerd (gepotdekseld) met spiraalspijkers. Het hout is allemaal redelijk egaal vergrijsd, en scheuren en zichtbare aantastingen zijn niet waargenomen. Het dak ligt er mooi strak bij. Het hout is voor een deel dosse en voor een deel kwartiers met kern gezaagd.



figuur 6.9/6.10: Villa Wittenberg, Onnen

De Mikkelfhorst, Haren

De Mikkelfhorst is een zorgboerderij en ontworpen door Onix Architecten en is gerealiseerd eind 2003 (leeftijd 18 maanden). De gevel- en dakbedekking zijn net als Villa Wittenberg te Onnen gemaakt van fijbezaagd geplatoniseerd vuren planken van 25x150mm, ook gepotdekseld met spiraalspijkers. Het hout is allemaal redelijk egaal vergrijsd. Aan de binnenkant zijn wat donkerdere plekken waarneembaar, dit lijken natte plekken maar dit wordt niet door de vochtmetingen bevestigd. Scheuren en zichtbare aantastingen zijn niet waargenomen, wel hier en daar wat losse grote splinters. Het dak



figuur 6.11: De Mikkelfhorst, Haren

ligt er mooi strak bij. Bij de Mikkelfhorst zijn een aantal verschillende dakhellingen toegepast. Het hout is voor een deel dosse en voor een deel kwartiers met kern gezaagd.



figuur 6.12: De Mikkelfhorst, Haren

Tweelinghuis, Houtgehage

Dit Tweelinghuis is ontworpen door Karelse Aptroot Architecten en is gerealiseerd in 2004. (leeftijd 11 maanden) De gevel en dakbedekking zijn gemaakt van Western Red Cedar bevelsiding. Bevelsiding zijn rabatdelen met een sponning aan de onderkant. Deze zijn met schroeven vastgezet. Het hout ziet er strak uit en is egaal vergrijsd. Aan de noordkant zitten er onder de bomen wat groene algen.

Scheuren en zichtbare aantastingen zijn niet waargenomen. De bevelsiding van het tweelinghuis te houtgehagen is kwartiers gezaagd, breedte 95 mm dikte van 6 tot 16 mm.



figuur 6.13: Tweelinghuis, Houtgehage

Resultaten

Uit de metingen blijkt dat de zuidkant van de gebouwen altijd een lager vochtgehalte heeft. Dit is ook logisch omdat dit de zonkant is, en het hout aan deze kant sneller kan drogen. In de vochtmetingen zijn ook de verschillende dakhellingen gemeten, hieruit blijkt dat een steiler dak ook lager vochtgehalte heeft, en dat deze in de gevels nog iets lager is. De vochtgehaltenes van de houten

Doorsnede boomstam verklaard met zaagmogelijkheden en vervorming

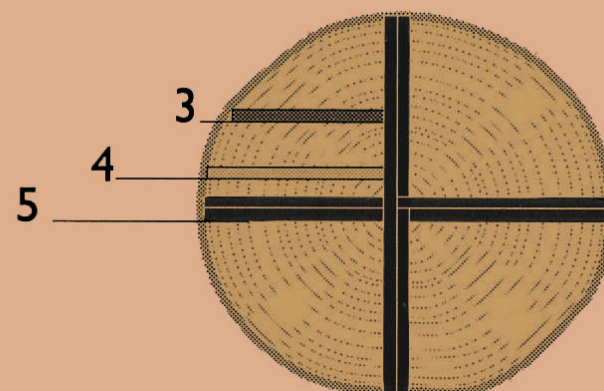
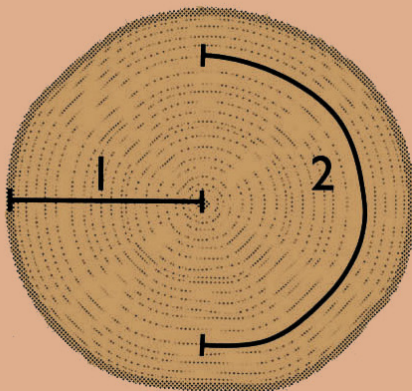
1: radiale richting

2: tangentele richting

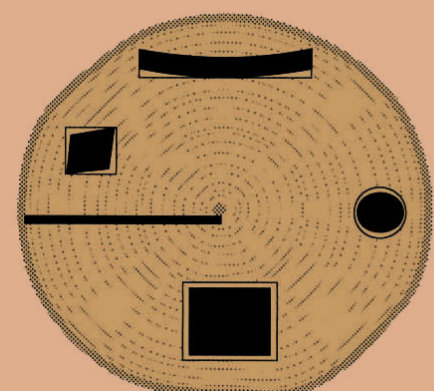
3: kwartiers gezaagd hout: jaarringen loodrecht op het zaagvlak

4: half kwartiers gezaagd hout

5: dosse: jaarringen onder een hoek van 60 tot 45 graden op het zaagvlak



Door zwellen en krimpen kunnen gezaagde delen uit een stam 'werken': die werking is hier versterkt weergegeven, het kwartiers gezaagd hout (links in midden) ondergaat de minste vervorming.



Bron: Hilde de Haan, Hout in Nederland

planken waren over het algemeen vrij laag. De gemeten waarden lagen grotendeels tussen de 8 en 15% waar hout een maximaal vochtpercentage mag hebben van 20%. Er zijn geen natte plekken waargenomen op droge planken, en binnen een plank waren er nauwelijks plaatsen die een afwijkend hoger vochtpercentage hadden. Doordat het twee dagen voor de meting nog behoorlijk geregend had, kan gezegd worden dat het toegepaste hout mits goed geventileerd in alle gevallen snel zijn vocht weer afgeeft. Op sommige plekken in de schaduw en of op het noorden werden algen (groenkleuring) aangetroffen. Het hout was op deze plekken niet veel vochtiger, maar deze zouden op den duur vocht vast kunnen houden. Hierdoor zou het vochtgehalte zo hoog worden dat schimmelaantasting mogelijk is. Verstandig is het daarom om deze algen te verwijderen. Scheuren zijn er niet geconstateerd. Dit betekent dat het hout inderdaad niet gescheurd is, of dat de scheuren niet openstaan doordat het hout nog vocht bevat. Bij thermisch gemodificeerd hout (plato) is bekend dat kwasten uit het hout kunnen vallen, uit de bezochte projecten is dit niet gebleken.

Conclusie

Van alle geïnspecteerde daken was het hout nog in goede staat, enkel bij de Multifunctionele schuur met een Western Red Cedar dak, waren enkele planken krom getrokken. Dit was ook het oudste dak (7 jaar), maar dit hoeft verder geen probleem te zijn. Wel wordt aanbevolen om de bevestiging van de planken daarom te schroeven of nagelen in plaats van de toegepaste klemmetjes. Western Red Cedar heeft zich in Amerika al bewezen als dakbedekking. In Nederland lijkt deze houtsoort ook goed te gebruiken te zijn als dakbedekking. Bij de andere drie projecten is het natuurlijk de vraag hoe ze er over vijf, tien of vijftien jaar uitzien. Maar tot nu toe zien ze er goed uit en zijn er geen scheuren en/of losse kwasten aangetroffen. Alles wijst er daarom op dat een houten dak wel degelijk tot de mogelijkheden behoort.

Mogelijkheden bekleding

De mogelijkheden om onbehandeld Nederlands eiken en lariks toe te passen op het dak zijn nog steeds aanwezig, al is eiken als bekleding wel een dure variant en lariks gevoelig voor krom trekken. Nederlands vuren is minder gevoelig voor krom trekken en een goedkopere houtsoort. Door deze te platoniseren krijgt deze een hogere duurzaamheidsklasse en kan deze goed op het dak toegepast worden. Nieuw is de mogelijkheid om populieren te platoniseren. Populierenhout heeft veel goede eigenschappen, enkel de duurzaamheidsklasse is heel slecht. Als deze door platoniseren ook een betere duurzaamheidsklasse krijgt, is dit ook een heel goede bekleding voor VillaNL geworden. Als alternatief zou het dak van VillaNL met het zeer duurzame Western Red Cedar uitgevoerd kunnen worden.

Literatuurlijst:

Natuurlijk bouwen met hout, Peter Fraanje

Hout in Nederland, Hilde de Haan

Stichting Houtresearch (www.shr.nl)

Algemene Vereniging Inlands Hout (www.avih.nl)

Bomengids (www.bomengids.nl)





System

System

Om een bouwsysteem te ontwikkelen moeten alle mogelijkheden onderzocht worden. Iedere oplossing heeft daarbij zijn voor- en zijn nadelen. De vorderingen in het proces maken van bepaalde oplossingen de beste. Door het proces telkens vanaf begin tot een volgende stap door te lopen ontstaat een reeks van beste oplossingen die samen het systeem kenmerken.

Om dit proces en het systeem van VillaNL te verantwoorden en te verklaren zullen de gemaakte mogelijkheden en genomen keuzes, in dit hoofdstuk op een zo logisch mogelijke wijze behandeld worden.

Toepassingen

VillaNL is geen opzichzelfstaand gebouw, het is een bouwsysteem voor het maken van meerdere gebouwen. De eisen die daarom aan VillaNL gesteld worden zijn afhankelijk van de toepassingen waarvoor het gebruikt gaat worden. Er zijn verschillende toepassingen mogelijk, belangrijk is dat deze afgebakend worden. Door dit te doen ontstaat een bouwsysteem gebaseerd op relevante toepassingen, dat enkel voldoet aan de eisen waar het voor gebruikt gaat worden. De zwakte van veel systemen is namelijk dat ze overal voor gebruikt kunnen worden, waardoor ze niet meer aantrekkelijk zijn, en juist nergens meer voor gebruikt worden.

Als eerste zal er een onderscheid gemaakt moeten worden tussen tijdelijke gebouwen, die makkelijk verplaatsbaar zijn, en gebouwen bestemd voor een langere periode. VillaNL zal eenvoudig op te bouwen worden, en tot beperkte mate goed demontabel zijn. De gebouwen zijn niet verplaatsbaar, en zullen bij een locatiewijziging afgebroken en opnieuw opgebouwd moeten worden. Hierbij zal een massieve betonnen vloer opnieuw aangebracht moeten worden. Het systeem wil dus

niet concurreren met bestaande demontabele systemen. Het doel van VillaNL is om een architectonisch goed beeld te creëren op, of onder de prijs van bestaande systemen. Elk gebouw dat kan dienen voor een lange periode, kan dit ook voor een korte. Voor VillaNL is dit alleen geen uitgangspunt. Door de lage stichtingskosten kan gedacht worden aan een minimale gebruiksduur van 3 jaar.

Om een overzicht te krijgen in de grote diversiteit van alle mogelijke gebouwtypen, moeten eerst de gebruiksfuncties, volgens het bouwbesluit, die niet in het toepassingsgebied van VillaNL liggen uitgesloten worden. De overgebleven gebruiksfuncties worden hierdoor snel overzichtelijk en kunnen verder onderverdeeld en geselecteerd worden.

Gebruiksfunctie	Mogelijkheid
Woonfunctie	Nee
Bijeenkomstfunctie	Ja
Celfunctie	Nee
Gezondheidsfunctie	Nee
Industriefunctie	Ja
Kantoorfunctie	Nee
Logiesfunctie	Nee
Onderwijsfunctie	Nee
Sportfunctie	Ja
Winkelfunctie	Nee
Overige gebruiksfunctie	Ja

figuur 7.1: Mogelijke gebruiksfuncties

Gebruiksfunctie	Mogelijkheid
Bijeenkomstfunctie	Paviljoen
	Expositieruimte
	Informatiepost
	Aula (begraafplaats)
	Jeugdhonk (padvinders)
	Drinkgelegenheid
	Pannenkoekenhuis
	Portiersloge
	Keet
	Kantine
Industriefunctie	Werkplaats
Sportfunctie	Kleedlokaal
Overige gebruiksfuncties	Vakantiehuisje
	Kinderboerderij
	Garage
	Carpoort
	Opslagruimte
	Picknickhuisje
	Bijgebouw landelijk gebied
	Bijgebouw t.b.v. recreatie (pretpark dierentuin)
	Toiletruimte
	Kiosk

figuur 7.2: Toepassingsmogelijkheden

In de tabel hierboven staan vervolgens per gebruiksfunctie de toepassingsmogelijkheden voor VillaNL aangegeven. Het systeem kan ook voor andere toepassingen gebruikt worden. Deze vallen alleen niet binnen de doelgroep, daarom zal daar met de ontwikkelen van het systeem geen rekening mee worden gehouden.

Wensen

Iedere toepassing heeft eigen wensen voor het gebruik. Om het systeem niet complexer en duurder te maken dan nodig is, is het belangrijk welke van de opties waardevolle toevoegingen zijn. Opties die waarschijnlijk niet of weinig toegepast worden kunnen dan vervallen.

Wensen:	Bijeenkomstfunctie	Paviljoen	Expositieruimte	Informatiepost	Aula (begraafplaats)	Jeugdhonk (padvinders)	Drinkgelegenheid	Pannenkoekenhuis	Portiersloge	Keet	Kantine	Industriefunctie	Werkplaats	Sportfunctie	Kleedlokaal	Overige gebruiksfuncties	Vakantiehuisje	Kinderboerderij	Garage	Carpoort	Opslagruimte	Picknickhuisje	Bijgebouw landelijk gebied	Bijgebouw t.b.v. recreatie	Toiletruimte	Kiosk
Mogelijke schakeling		X	X		X	X	X	X			X		X		X		X	X			X			X	X	
Kolomvrije ruimte		X	X		X	X	X	X			X		X		X		X							X		
Geïsoleerde versie		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X									X
Verdieping voor opslag				X		X				X			X				X	X	X		X					X
Enkel overkapping																			X		X	X				
Latere uitbreiding		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X		X	X			X					
Vensters in zijgevel		X	X		X	X	X	X	X		X						X									

figuur 7.3: Matrix met wensen

Mogelijke schakeling:

Principe van VillaNL is dat door schakeling grotere en bredere ruimtes gecreëerd kunnen worden, uit de bovenstaande tabel blijkt dat dit voor veel toepassingen ook gewenst is.

Kolomvrije ruimte:

Voor grotere ruimten is vaak een kolomvrije ruimte gewenst. Bijna alle toepassingen waar een schakeling gewenst is, willen daarom graag een kolomvrije ruimte. Om het systeem aantrekkelijk te maken voor toepassingen die gebaat zijn met een grote ruimte, moet er daarom een variant komen waarbin minder kolommen nodig zijn in de ruimte.

Geïsoleerde versie:

Voor de gebouwen die als functie bijeenkomstfunctie hebben, is een geïsoleerde versie van het systeem erg gewenst. Bij de gebouwen in de overige gebruiksfuncties heeft bijna geen een geïsoleerd systeem nodig. Omdat een geïsoleerde versie een stuk duurder is dan een ongeïsoleerde versie, en onnodig wanneer dit geen eis is, zullen beide varianten er moeten komen. Dit kan door het aanbieden van geïsoleerde en ongeïsoleerde elementen. Of door een ongeïsoleerde versie aan te bieden met de mogelijkheid tot na-isoleren. In

beide gevallen zullen de elementen, voor de eenvoud van het systeem hetzelfde moeten blijven. Hier moet dus bij het ontwerpen van de ongeïsoleerde versie rekening mee worden gehouden.

Verdieping voor opslag:

Op de verdieping zal door de geringe hoogte waarschijnlijk geen of weinig verblijfsgebied gecreëerd kunnen worden. De verdieping van het systeem is dus niet bestemd voor een verblijfsruimte. Voor plaatselijke opslag kan deze wel geschikt zijn. Voor een aantal toepassingen is deze mogelijkheid een gewenste optie. In het systeem moet dus gekeken worden of deze verdiepingsvloer makkelijk gecreëerd kan worden.

Enkel overkapping:

De mogelijkheid om een enkele overkapping, dus een dak zonder zijgevelelementen te gebruiken is in een paar gevallen gewenst. Bijvoorbeeld bij de carpoort, het picknickhuisje en het bijgebouw voor landelijk gebied. Om het systeem meer vrijheid te geven moet deze mogelijkheid daarom ook meegenomen worden. Ook zou dit bij alle gebouwen als uitstek, voor bijvoorbeeld een overdekt terras toegepast kunnen worden. In deze gevallen worden dus dakelementen toegepast zonder gevel-

elementen, en kunnen de gevelelementen dus niet dragend zijn. Dit toont aan dat het principe van VillaNL, met zijn lostaande constructie van gevelelementen ook gewenst is. In de houtskeletbouw zit de draagconstructie wel in het gevelelement.

Latere uitbreiding:

Regelmatig gebeurt het dat een gebouw te klein wordt en dat deze later uitgebreid wordt. Bij veel toepassingen van VillaNL is dit ook mogelijk. VillaNL is een flexibel systeem het is goed om dit ook flexibel te houden, ook wanneer er in een later stadium een wijzigingen komt. Het systeem wordt daarom zo ontworpen dat wanneer er een schakeling bijkomt, gevelelementen verwijderd, nieuwe modules aangebracht en bestaand gevelelementen opnieuw geplaatst kunnen worden.

Vensters in zijgevel:

Bij een groot aantal toepassingen is een venster in de zijgevel gewenst. Door gevelelementen te creëren met en zonder venster kan hier makkelijk aan voldaan worden. De gebruiker kan zelf bepalen waar hij de elementen met vensters wil hebben.

Verkenning

Om de grote van de modules te bepalen moet gekeken worden naar de wensen, de mogelijkheden en de kosten. Dit zijn de volgende punten:

- constructieve mogelijkheden
- veelgevraagde modulebreedte
- oppervlakte-prijs verhouding

Constructieve mogelijkheden:

De constructieve mogelijkheden bepalen de maximale breedte van de modules. Deze breedte moet, om de types bruikbaar en gangbaar te houden, enkel aan de zijkanten kolommen bevatten en in het midden kolomvrij blijven. Om de maximale modulebreedte niet te duur te maken moet gebruik gemaakt worden van houten balken in plaats van gelamineerde liggers. De maximaal toepasbare lengte van houten balken is 7,5 meter. Bij een zware belasting zal deze korter worden. Bij deze grote lengte is er geen mogelijkheid meer voor

een verdiepingvloer. Omdat de breedste module de laagste dakhoogte heeft, hoeft dit niets uit te maken.

Veelgevraagde modulebreedte:

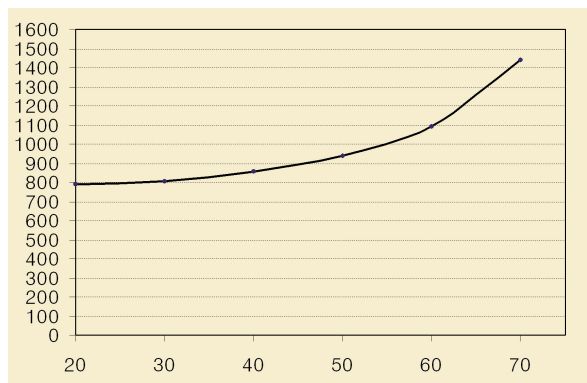
Uit de tabel van figuur 7.4 valt te lezen dat een modulebreedte tussen de 3 en 8 meter veelgevraagd is. De smalste module zal tussen de 3 en 4 meter komen te liggen. De maximale module kan maximaal 7,5 meter breed worden, dit komt in de buurt van de veelgevraagde maximale grote van 8 meter. Of deze 7,5 meter ook echt gehaald wordt hangt ook af van de mogelijkheden die de maximale hellingshoek geeft.

Oppervlakte prijsverhouding:

Doordat hetzelfde dakelementen onder verschillende hellingshoeken wordt toegepast worden de smalle modules per vierkante meter duurder dan de brede modules. Dit komt doordat de prijs van het dak hetzelfde blijft, terwijl de vierkante meters minder worden. Wanneer de vierkante meterprijs van de smalste module te duur wordt, zal deze in de praktijk niet toegepast gaan worden. Daarom wordt er gekeken wat er in prijsverhouding mogelijk is in de verschillende dakhellingen. Voor deze berekening zijn alle onderdelen inclusief vloer meegenomen. De kosten voor de elementen zijn gebaseerd op de huidige opzet, en berekend naar

Functie		Gewenste modulebreedte in meters											
Bijeenkomstfunctie		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Paviljoen												
	Expositieruimte												
	Informatiepost												
	Aula (begraafplaats)												
	Jeugdthonk (padvinders)												
	Drinkgelegenheid												
	Pannenkoekenhuis												
	Portiersloge												
	Keet												
	Kantine												
Industriefunctie													
	Werkplaats												
Sportfunctie													
	Kleedlokaal												
Overige gebruiksfuncties													
	Vakantiehuisje												
	Kinderboerderij												
	Garage												
	Carpoort												
	Opslagruimte												
	Picknickhuisje												
	Bijgebouw landelijk gebied												
	Bijgebouw t.b.v. recreatie												
	Toiletruimte												
	Kiosk												

figuur 7.4: Gewenste modulebreedtes



figuur 7.5: *Prijs per vierkante meter per dakhelling*

het in de werkplaats maken van de elementen. Dat de elementen goedkoper kunnen worden door een grotere productie is niet meegenomen in de kosten. Voor de gemiddelde vierkante meterprijs zijn 3 modules achter elkaar geplaatst, dit lijkt vrij normaal voor het systeem. Wanneer er meer modules achter elkaar geplaatst worden, zal de vierkante meter prijs dalen, doordat er nog steeds 2 kopgevels toegepast worden.

De smalste module van VillaNL zal waarschijnlijk tussen de 3 en de 4 meter komen te liggen. Omdat 3,6 meter een veelgebruikte modulaire maat is, wordt deze aangenomen voor de smalle module. Een hellingshoek van 60 graden lijkt maximaal voor de daken, deze wordt daarom toegepast bij deze smalste module. Als basis wordt de module met het dak onder een hellingshoek van 30 graden beschouwd. De gemiddelde kosten van deze module komen per vierkante meter uit op 830 euro. Voor een dakhelling van 60 graden komen deze kosten uit op 1100 euro per vierkante meter. Dit is een stijging van ongeveer 30 procent dit lijkt aanvaardbaar. Zoals in de bovenstaande grafiek te zien is stijgen de kosten sneller bij een hogere helling. Zo lijkt 60 graden ook de maximale hellingshoek omdat bij 65 graden, de vierkante meter prijs al 1220 euro is. Dit is een stijging van meer dan 45 procent. Deze is dan niet meer aantrekkelijk om toe te passen.

Stramienbepaling

Om een logisch stramien voor het bouwsysteem te maken, wordt er naar verschillende onderdelen gekeken, deze worden hierna behandeld.

Modulaire maten:

De basismoduul van 1 decimeter (100 mm) is een internationale eenheid van lengte, die als fundamentele maatsprong bij gebouwen of delen daarvan wordt gebruikt. Deze basismoduul wordt 1 M genoemd. Voor het ontwerpen van gebouwen wordt de multimoduul van 3 M (300 mm) als referentiestelsel gebruikt. Ontwerplijnen liggen in het hart van de basismoduul. Systeemmaten van VillaNL zullen altijd in de basismoduul van 1 M moeten vallen.

Stramienbepaling diepte:

De vloer van de gebouwtjes kan bestaan uit een gestorte betonvloer een (geïsoleerde) kanaalplaatvloer of een houten balklaag. Bij de gestorte betonvloer is de stramienbepaling niet van belang, minimale maat hierbij is 1 M. Bij toepassing van een geïsoleerde kanaalplaatvloer, of een dergelijk geprefabriceerde vloer, is deze wel van belang. De breedte van deze vloeren heeft standaard een modulaire maat van 1200 mm of een veelvoud daarvan. Wanneer dit in het systeem niet uitkomt, zullen er pasplaten besteld moeten worden die duurder zijn dan de standaard platen. In het slechtste geval zal er aan de platen gehakt moeten worden, wat een nog zwaardere kostenpost voor het gebouw zal opleveren. De oplegging van de platen zal logischerwijs aan de kant komen waar ook de dakelementen hun oplegging hebben. Dit zal in veel gevallen ook de kant zijn met de minste overspanning. Voor de diepte van de gebouwen wil dit zeggen, dat deze in dezelfde maat als de breedte van de kanaalplaatvloeren moet vallen. De zijgevelelementen vallen hier dus in de modulaire maat van 1200 mm. De module-breedte van het systeem is hiervan minder afhankelijk omdat de lengte van de kanaalplaat te verkrijgen is in de basismoduul van 1 M. Bij de houten balklaag maakt de elementbreedte van de zijgevels niet uit omdat de hart op hart afstand van de balken eenvoudig aan te passen is. De houten balken zijn verkrijgbaar met een lengte vanaf 1800 mm oplopend met 300 mm tot een maximale lengte van 7800 mm. Deze valt dus in een moduulmaat van 3 M, wel is

deze lengte eenvoudig te veranderen door zagen.

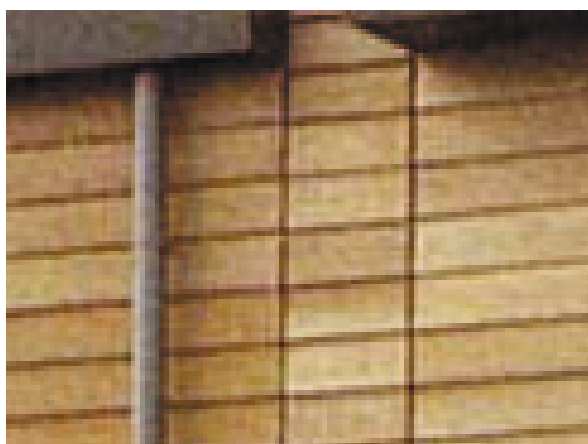
Elementgrote:

De (zij)gevel- en dakelementen zijn bepalend voor de vergroting in de diepte van het gebouw. Daarom is het gunstig als deze systeemmaat voor de koppeling een modulaire maat van 1200 mm heeft. De aspecten kosten, ontwerp vrijheid en vervoer spelen hierbij een belangrijke rol. Deze drie zullen in goede verhouding met elkaar moeten staan. Het toepassen van smalle elementen geeft een grote ontwerp vrijheid, maar maakt de elementen erg duur en de montage arbeidsintensief. Grote elementen zullen relatief goedkoper zijn, en minder arbeidsintensief, maar leveren weer beperkingen in de ontwerp vrijheid. Voor de minimale elementgrote is geen beperking, al zou 1200 mm erg logisch zijn. De maximale elementgrote heeft wel beperkingen, deze zijn afhankelijk van het transport. Voor normaal transport per vrachtwagen is deze in de breedte maximaal 2,5 meter, in de hoogte maximaal 4,0 meter en de diepte is deze maximaal 16 meter.

Wandelementen zijn in verband met de (beglase)de kozijnen en gevelbekleding niet vlak te vervoeren, het transport hiervan dient daarom verticaal te geschieden. De bruto hoogte hiervoor is 4,0 meter, hier gaat de trailer nog vanaf, netto kan er dus op een maximale hoogte voor gevelelementen van 3,5 meter gerekend worden. De breedte zou hier theoretisch kunnen oplopen tot 16 meter. Dakelementen worden meestal vlak getransporteerd, dit komt door hun horizontale draagrichting en doordat deze elementen meestal langer dan 3,5 meter zijn. De maximale breedte van deze elementen is daarom afhankelijk van de transportbreedte, deze is 2,5 meter. Voor de dakelementen wordt daarom gekozen voor een breedte van 2 x 1,2 is 2,4 meter. De lengte van de dakelementen zal afhankelijk zijn van de nader te bepalen module-breedtes.

Wandelementen hebben een directe verwantschap met dakelementen. VillaNL bestaat uit in de fabriek vervaardigde elementen. Om kwaliteit te waarborgen en de montage op de bouwplaats te

beperken, moet de arbeidsgang zo veel mogelijk van bouwplaats naar fabriek verplaatst worden. Daarom zullen de elementen zoveel mogelijk geprefabriceerde zijn, en dus ook al voorzien zijn van een gevelbekleding. Bij de onderlinge koppeling van elementen zal daarom een onderbreking in de bekleding komen. Ook als de afwerking op de bouwplaats doorgezet wordt in hetzelfde materiaal is deze koppeling te zien, door de ontstane naden.



figuur 7.6: *Naden bij een elementverbinding*

Omdat de dakelementen van VillaNL doorlopen in gevelelementen wil je dat deze onderbreking er bij beide hetzelfde uitzien. De breedte van een gevelelement is in daarom even breed als die van een dakelement, en krijgt daarom ook een breedte van 2,4 meter. Hierdoor vinden de koppelingen van gevel – en dakelementen plaat in dezelfde lijn. Verder lijkt een systeemmaat van 2,4 meter in de diepte een redelijk verhouding tussen kosten (breed element) en gebruiksgemak (smal element).

Opbouw

Vervolgens zal besproken worden, hoe de onderdelen als draagconstructie, gevel- en dakelementen en onderlinge aansluitingen er uit zien.

Draagconstructie

Door de zelfstandige draagconstructie onderscheidt VillaNL zich van bestaande houtskeletbouwsystemen, waarin de draagconstructie zich in de elementen bevindt. Nadeel hiervan is dat niet alle functies in één element zitten, maar er twee aparte onderdelen voor draagconstructie en

gevelbekleding nodig zijn. Voordelen hiervan zijn dat de opbouw van de houten constructie, dat specialistisch werk is, in één of twee dagen kan gebeuren. De gevel- en dakelementen kunnen vervolgens door een willekeurige aannemer eenvoudig gemonteerd worden. Door toepassing van de zelfstandige draagconstructie kunnen gebouwen met een groot overstek of andere die enkel een dak nodig hebben kunnen worden gemaakt. Een uitbreiding kan eenvoudig plaatsvinden door extra kolommen aan te brengen. Doordat er geen dragende wanden zijn is een bouwwerk vrij indeelbaar. Hierdoor kan deze naar eigen zeggen ingedeeld en veranderd worden, zonder dat er constructief iets gewijzigd hoeft te worden. Voor de draagconstructie worden eikenhouten balken toegepast van 200 x 200 mm. Eikenhout wordt toegepast omdat het sterk is en een hoge duurzaamheid heeft. De constructie zal gemaakt en geplaatst worden door Assink hout. Zij doen dit op traditionele manier met pen- en gatverbindingen en korbelen. De korbelen zijn de schuine balken in de foto hieronder, zij zorgen voor een grotere stevigheid in de constructie, en een extra steunpunt voor de balken.

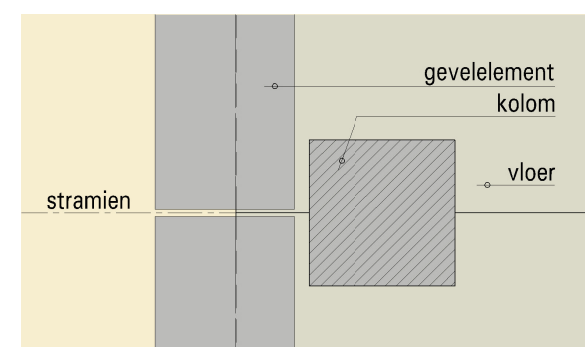


figuur 7.7: *Traditionele houtconstructie*

Om de kosten te drukken is het goed dat de houten kolommen of spanten in de diepte een grote afstand hebben, om zo kolommen of spanten uit te kunnen sparen. Met de huidige houtconstructie 200 x 200 mm kunnen de kolommen in de diepte op een maat van 3,6 meter geplaatst worden. Dit is niet logisch omdat de elementen 2,4 meter zijn. Hierdoor zijn er 3 elementen nodig om 2 stramien te vullen. De grote ontwerpvrijheid die gecreëerd was met de flexibele 2,4 meter van de elementen komt hierdoor te vervallen, door de niet flexibele 7,2 meter. Mogelijkheid in dit geval is om extra gevel- en dakelementen van 1,2 meter te maken, om niet aan de 7,2 meter verbonden te hoeven zijn. Dit is allemaal nogal omslachtig en maakt het systeem er niet beter op. Wanneer de toegepaste dakelementen gordingdozen zijn is deze mogelijkheid helemaal niet aanwezig, omdat deze aan de zijkanten opgelegd moeten worden. Om het systeem eenvoudig te houden worden de kolommen net als de gevels in de diepte op een afstand van 2,4 meter gezet. Voordeel hiervan is dat de gevel- en misschien dakelementen aan de kolommen of spanten bevestigd kunnen worden, en dat er meer mogelijkheden zijn voor een verdiepingvloer. De constructiebalken kunnen hierdoor ook lichter geconstrueerd worden. Het plaatsen van de kolommen gebeurt doorgaans met het midden van de kolom op de stramien. De vloer en gevel- en dakelementen lopen door hun modulaire opbouw van stramien tot stramien.

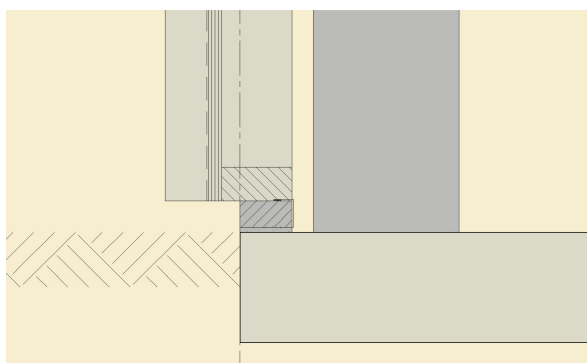
Gevelelementen

De gevelelementen worden in de houtskeletbouw altijd op een onderliggende stelregel bevestigd



figuur 7.8: *Gebruikelijke aansluitingen op stramien*

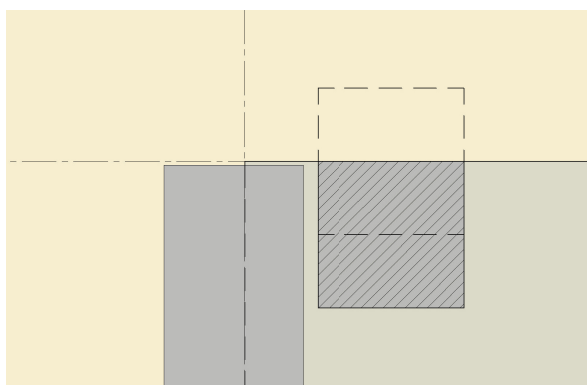
Het eenvoudigst is om deze stelregel op hoogte te stellen en vervolgens te monteren op de betonnen ondergrond. Zoals in het hoofdstuk houtskeletbouw is uitgelegd, moet tussen de koude betonnen ondergrond en de stelregel een waterdichting komen tegen optrekkend vocht. En tussen stelregel en gevelelement een dichtingsband, om deze aansluiting luchtdicht te krijgen. In onderstaand detail is de mogelijke aansluiting van VillaNL te zien.



figuur 7.9: Aansluiting gevelelement op stelregel

Op dit detail staat de kolom achter het gevelelement. In veel gevallen is het ook mogelijk om de kolom tussen de elementen te zetten. Doordat hout zelf ook isolerend is levert dit geen grote koude brug op. Het feit dat een groot gedeelte van de kolom dan in de gevel zou zitten, levert een groot voordeel op. Dit zou in VillaNL alleen andere problemen met zich meebrengen:

1: Over de kolommen in VillaNL loopt een balk, om de kolommen onderling te koppelen. Door de gevelelementen tussen de kolommen te plaatsen moeten de elementen lager dan deze balk worden, en moet de gevelbekleding ter plaatse van deze



figuur 7.10: Kolom terug in kopgevel

balk later aangebracht worden.

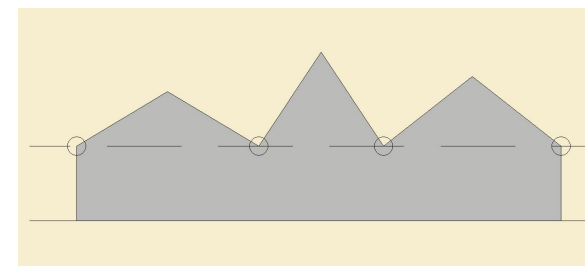
2: Doordat VillaNL opgebouwd is met pen- en gatverbindingen, en in de aansluitingen tussen kolom en balk ook korbelen toegepast worden, levert dit problemen op met het plaatsen van de gevelelementen.

3: Doorgaans staat het midden van de kolom op het stramien, zie de stippellijn in figuur 7.10. In de kopgevel is dit echter een probleem. Omdat de vloeren, gevel- en dakelementen tot het stramien lopen is het niet handig om het midden van de kolom op het stramien te zetten. Hierdoor zou de gevellijn verplaatst moeten worden, en vloer, gevel- en dakelementen op deze plaats verlengd moeten worden. Veel eenvoudiger en goedkoper is het om in de kopgevels de kolom 100 mm naar binnen te zetten, waardoor deze ook op het stramien eindigt net als vloer en elementen. Dit is de laatste reden dat de gevelelementen niet tussen de kolommen geplaatst kunnen worden. Ter plaatse van de kopgevels zouden dan namelijk smallere elementen geplaatst moeten worden. Dit zou extra gevelelementen betekenen, en het streven was juist om te werken met één gevelelement.

Tussen elementen en kolom is verder nog een kleine ruimte open gelaten. Deze ruimte kan dienen als stelruimte, en is er zodat er tegen de elementen een mogelijke binnengevelbekleding geplaatst kan worden.

Opbouw elementen:

De opbouw van de gevel- en dakelementen is hetzelfde. Beide hebben net als in de houtskeletbouw een houten raamwerk van stijlen en regels. Tussen deze regels kan isolatie geplaatst worden. Om de elementen dicht te maken wordt er een multiplex of ander plaatmateriaal aan de buitenzijde van het element geplaatst, deze zorgt tevens voor de langstabiliteit van de elementen. Over deze beplating komt vervolgens een waterkerende laag, en een gevelbekleding. Omdat deze bekleding van hout is, en dus goed moet kunnen ventileren komen er tussen de waterdichte laag en gevelbekleding dikke spouwlaten voor een goede ventilatie.



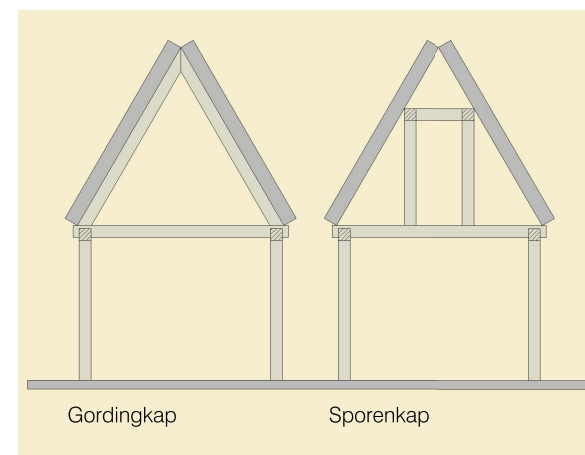
figuur 7.11: Draaipunten op gelijke hoogte

Aansluiting gevel- en dakelementen

Belangrijkste aansluiting van het systeem is de aansluiting tussen gevel- en dakelementen. Dit moet een heel flexibele aansluiting zijn omdat je de dakelementen onder verschillende hellingshoeken moet kunnen plaatsen, terwijl het principe van de details hetzelfde blijft. Om ook nog een strak architectonisch goed beeld te creëren is het belangrijk dat de draaipunten van het dak op dezelfde hoogte liggen. Zie de stippellijn in de figuur 7.11. Wanneer dit niet zo is zal de schakeling van twee verschillende modules er raar uitzien, omdat deze niet op dezelfde hoogte eindigen.

Dakelementen

Voor de aansluiting van gevel- en dakelement zijn meerdere mogelijkheden. Onderscheid hierin kan gemaakt worden tussen een aansluiting met een gordingdoos of een aansluiting met een sporen-doos, zie de figuur hieronder. Doordat in deze gevallen de constructies er anders uitzien, heeft dit ook gevolgen voor de aansluitingen. Wel blijft in de verschillende aansluitingen de plaats en opbouw van het gevelelement ongeveer gelijk.



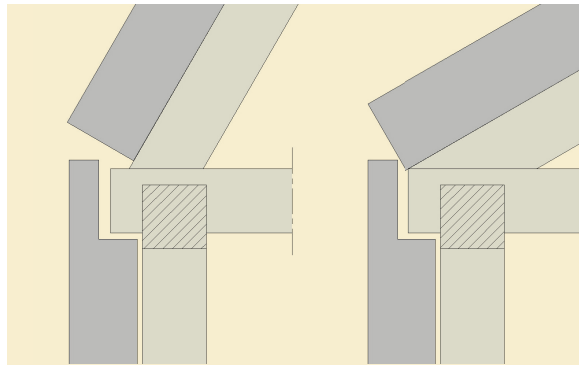
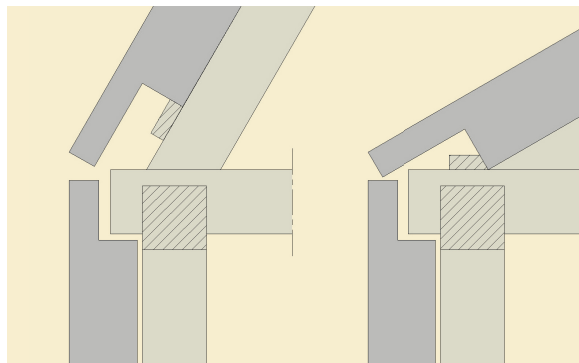
figuur 7.12: Constructie gording- en sporenkap

Plaatsing gevelelement:

Doordat er in de constructie gewerkt wordt met pen- en gatverbindingen moet de trekbal over de kolommen iets doorlopen. Dit komt omdat er achter het gat in deze balk genoeg vlees moet zitten voor een stevige verbinding, als dit niet gebeurt zal de pen van de kolom, de balk op deze plek doen splijten. Doordat de trekbal iets uitsteekt zal het gevelelement hier op aangepast moeten worden, zie figuur 7.13 tot en met 7.16. Tot onder de trekbal loopt het raamwerk van stijlen en regels. De spouwlaten hebben in dit geval een uitstek en lopen voor de trekbal langs. Er kan ook voor gekozen worden om een gevelelement toe te passen waar het raamwerk en de gevelbekleding tot gelijke hoogte lopen. Gevolg hiervan is dat de gevelelementen, en daarbij ook de dakelementen, meer naar buiten komen te liggen. Er komt dan een grotere ruimte tussen gevelelement en kolommen waardoor de kolommen hinderlijker in de ruimte komen te staan. Daarnaast heeft iedere module heeft zijn eigen constructie. Bij een schakeling van modules zullen de daken op elkaar aangesloten worden. Als het dak verder naar buiten komt te liggen, zal er meer ruimte nodig zijn voor een schakeling. Tussen de naast elkaar liggende kolommen van verschillende modules zal hierdoor een extra grote ruimte onstaan, terwijl deze ruimte zo minimaal mogelijk gehouden moet worden. De mogelijkheid om het gevelelement zo dichtmogelijk bij de kolom te plaatsen is daarom het beste.

Gordingdoos:

De gordingdoos rust met zijn zijkanten op het onderliggende spant. Door de bevestiging op het spant kan het element vrij verschuiven, dit maakt de aansluiting met de gevel onder de verschillende hoeken wat eenvoudiger. In figuur 7.13 is een gordingdoos te zien zonder uitstek van de dakbekleding. Hierdoor loopt de onderkant van het element gelijk met de onderkant van het spant. Doordat het dooselement nergens op kan rusten is dit een lastige bevestiging. Hierdoor zal tijdens het stellen en bevestigen van het element, de hijskraan deze op zijn plaats moeten houden. Iets

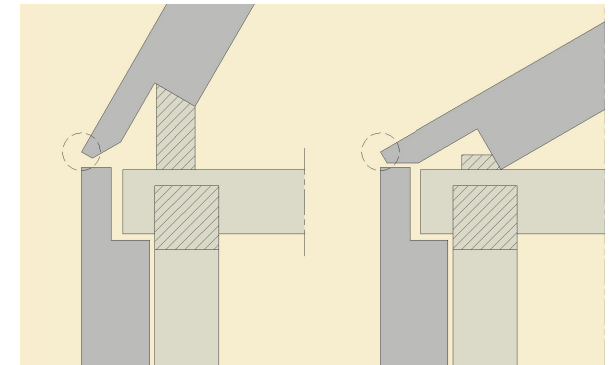
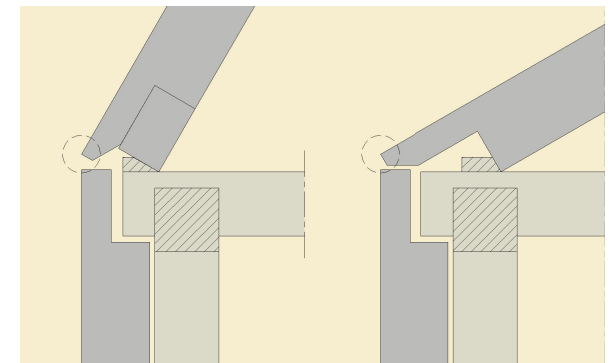
figuur 7.13: **Aansluiting met gordingdoos**figuur 7.14: **Aansluiting met gordingdoos**

dat erg prijzig is.

Doordat de dakelementen van hout gemaakt worden, en een gevelbekleding hebben, zijn deze een stuk dikker en zwaarder dan sandwichelementen. Hierdoor wordt in de steile dakhelling de afschuiving te groot en kunnen de elementen niet bevestigd worden. Variant van deze aansluiting is in figuur 7.14 te zien. Het raamwerk van het element stopt hier eerder, terwijl de spouwlaten en dakbekleding doorloopt. Hierdoor kunnen de elementen op klossen gelegd worden. Deze gaan de afschuiving van het element tegen. Bij het plaatsen kunnen deze elementen eenvoudiger op hun plek gelegd worden.

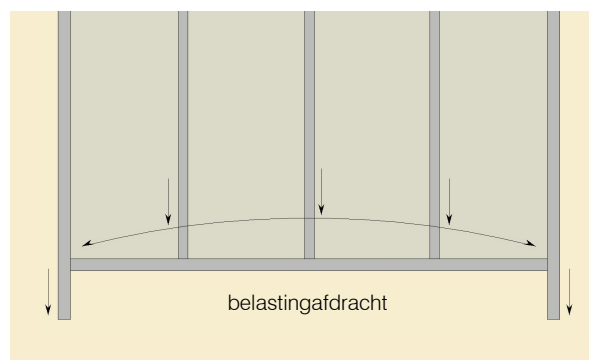
Sporendoos:

Bij de sporendoos worden de elementen aan de onder- en bovenkant opgelegd. De mogelijkheid om een dakelement toe te passen waarvan onderkant raamwerk en onderkant gevelbekleding gelijk liggen (als figuur 7.13), is bij de sporendoos uitgesloten. Dit omdat deze elementen opgelegd moet worden, en dat in dit geval niet mogelijk is. De oplegging gebeurt meestal op een muurplaat.

figuur 7.15: **Aansluiting met sporendoos**figuur 7.16: **Aansluiting met sporendoos**

In figuur 7.15 is de mogelijkheid te zien met uitstekende gevelbekleding. Het nadeel van het feit dat het draaipunt (de ronde stippellijn) in de gevel ligt, is dat er in de variant met een steile dakhelling een enorme muurplaat toegepast moet worden. Normaal bepaald de oplegging van het dakelement op de muurplaat, het dakeinde, in VillaNL is dit niet mogelijk. Dit komt doordat het draaipunt van het dak in de gevellijn moet liggen. De muurplaat in de steile oplossing is erg duur, en maakt het systeem niet eenvoudiger. Om het verschil in muurplaten kleiner te maken, moet de gevellijn naar binnen gelegd worden, of het dakelement per dakhelling worden aangepast. De gevellijn ligt al ver naar binnen, in het nog verder naar binnen verplaatsen, zit dus niet de oplossing. Het aanpassen van het dakelement is nog wel een mogelijkheid. Door de sporen in de steile variant verder door te laten lopen, kan hier de muurplaat minder hoog worden. Om voor de verschillende dakhellingen toch hetzelfde dakelement toe te kunnen passen, zal dan bij de minder steile hellingen een gedeelte van de sporen afgezaagd moeten worden. Om zaagproblemen te voorkomen, kan dit al in de fabriek

gebeuren. Omdat de draagkrachten ten plaatse van de trekbalken en kolommen afgedragen worden, is het een mogelijkheid om het element zo te maken dat deze enkel belastingafdracht geeft in de hoeken ten plaatse van trekbalk en kolom. Hierdoor hoeft er aan minder sporen gezaagd te worden, namelijk alleen die in de hoeken. In plaats van een muurplaat te maken over de hele lengte voldoen nu muurplaat-klossen ten plaatse van de krachtenafdracht. Dit scheelt veel hout en zaagwerk. Zie het dakelement in figuur 7.17.

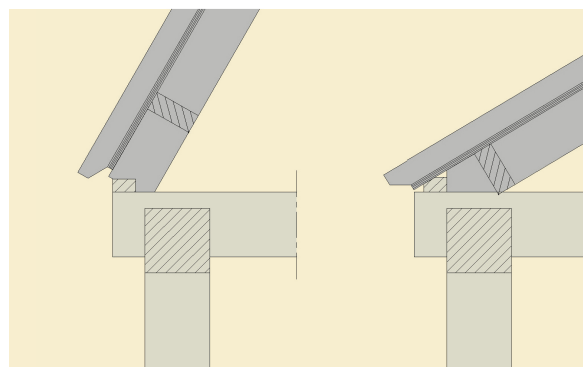


figuur 7.17: **Belastingafdracht dakelement**

Doordat de sporenkap aan de onder- en bovenkant opgelegd worden, kunnen de elementen aan de bovenkant ook tegen elkaar opgelegd worden. De sporendozen zijn dan in de nok met elkaar verbonden door een scharnier, hierdoor ontstaat de scharnierkap. Doordat deze kap werkt als een vaste driehoek zijn er geen momenten in nok, enkel drukkrachten. Hierdoor hoeven er in de nok geen extra constructieve maatregelen getroffen te worden. De houten dakconstructie kan daardoor verdwijnen. Dit scheelt veel hout, en is dus goedkoper. Door één hijshandeling kunnen nu twee elementen op hun plaats gezet worden. Doordat de elementen al aangepast zijn aan de dakhelling, kunnen ze heel eenvoudig op hun plaats gezet en bevestigd worden. Door toepassing van een scharnierkap worden de krachten in de dakvoet wel groter, maar deze kunnen opgevangen worden door de toegepaste trekbalken. Deze laatst besproken mogelijkheid lijkt daarom ook de beste, en wordt toegepast voor het systeem van VillaNL.

Aansluiting:

Om voor iedere variant een goede aansluiting te krijgen, moet in de fabriek voor iedere hoek een ander gedeelte van de sporen afgezaagd worden. Om de elementen op de bouwplaats eenvoudig te plaatsen kunnen deze op een klos gezet worden. Deze klos vangt de afschuiving van de scharnierkap op, en zorgt ervoor dat de elementen bij plaatsen direct op de goede plaats staan. Deze methode is in figuur 7.18 te zien.



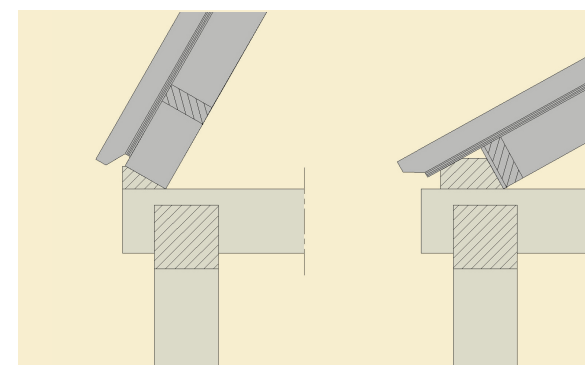
figuur 7.18: **Aansluiting dakelement op klossen**

Deze methode leek bij aanvang een goede methode, ook omdat dit principe vaak in de houtbouw wordt toegepast, zie figuur 7.19. Nadeel van deze methode is dat het houtgedeelte dat afgezaagd moet worden nogal bewerkelijk is. Omdat dit pas gebeurt als de dakelementen in elkaar zitten, is een eenvoudigere afkorting gewenst. Hierdoor is uiteindelijk de oplossing van figuur 7.20 ontstaan. In deze oplossing hoeft enkel een recht gedeelte van de sporen afgezaagd te worden. Dit is een stuk eenvoudiger. De bewerking zit hem nu voornamelijk in de muurplaat-klossen. Omdat deze ook in de fabriek worden gemaakt is dat niet



figuur 7.19: **Spoor met sponning**

erg. Bij het goed instellen van de schaafmachine kan de balk in één keer op de juiste afmetingen geschaafd worden. Vervolgens kunnen er met de afkortzaag uit deze geschaafde balk klossen gehaald worden. Hierdoor zijn alle muurplaat-klossen precies gelijk. Door de muurplaat-klossen op de juiste plek op de constructie te bevestigen, kunnen de dakelementen eenvoudig vanaf de vrachtwagen direct op hun plaats worden gehesen en geassembleerd. Doordat het stelwerk al met de muurplaat-klos is gedaan, hoeft het dakelement enkel geplaatst en bevestigd te worden, dit scheelt tijd en stelwerk.



figuur 7.20: **Aansl. dakelement op muurplaat-klossen**

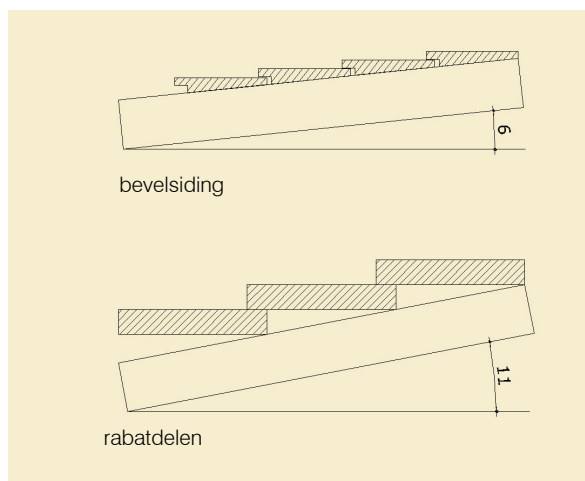
Gevel- en dakbekleding

De gevel- en dakbekleding van VillaNL wordt gemaakt van Nederlands hout. Na het onderzoek van hoofdstuk 6, is besloten om hiervoor geplato-niseerd vuren toe te passen. In een later stadium is het de bedoeling dat de klant zelf de mogelijkheid krijgt om te kiezen uit verschillende houten bekledingen. De principes van het systeem blijven in deze gevallen gelijk. Voor de bekledingswijze is gekozen voor smalle bevelding. Dit zijn rabatdelen met een sponning aan de onderkant. Deze zijn ook in het tweelinghuis te Houtgehage toegepast en zien er strak uit. Voor de bekledingswijze kan in andere varianten ook voor een ander systeem gekozen worden

Dakhelling

Nu de aansluiting tussen dakelement en constructie bekend is, is het ook bekend dat deze geen beperkingen oplevert voor de hellingshoeken waaronder de dakelementen toegepast worden.

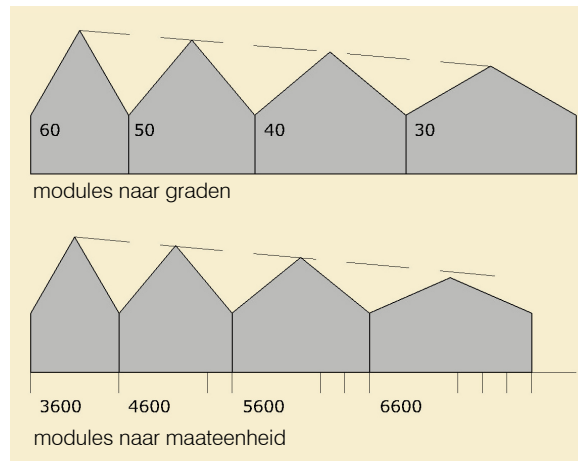
De minimale en maximale hellingshoek worden door andere factoren bepaald. Door de kostenindicatie van de verschillende hellingshoeken, is de maximale hellingshoek 60 graden. Na het houtonderzoek van hoofdstuk 6 is gebleken dat flauwe dakhellingen minder snel vocht afstaan dan steile dakhellingen. De minimale dakhelling is daarom afhankelijk van de technische eigenschappen van hout. Uit het boek Roof Construction Manual van Eberhard Schunck blijkt dat hout een minimale hellingshoek van 19 graden moet hebben. Dit is de minimale helling waaronder regenwater kan afwateren, en het hout kan drogen. Voor de dakbekleding is gekozen deze toe te passen in bevelsiding, deze is in de figuur hieronder te zien. Bevelsiding ligt onder een hoek van 6 graden ten opzichte van het dakvlak. Voor bevelsiding is dus de minimale hellingshoek van het dak $19 + 6$ is 25 graden. Omdat het ook mogelijk is het dak met een andere bekleding te bedekken moet hier ook rekening mee worden gehouden. Standaard rabatdelen liggen 11 graden ten opzichte van het dakvlak. Voor rabatdelen is dus de hellingshoek minimaal 30 graden. Deze 30 graden wordt daarom als minimale hellingshoek aangehouden voor VillaNL.



figuur 7.21: *Hellingshoek dakbekleding*

Modulebreedte

De modulebreedte wordt bepaald door de combinatie van modulaire maatvoering en esthetiek. Voor de breedte van de modules is een modulaire maat van 300 mm wenselijk. Dit omdat dit een



figuur 7.22: *Modulevergroting naar hoek en naar maat*

ontwerpmaat is en er daardoor veel systemen en materialen in deze maateenheid geleverd worden. Voor het esthetische beeld is het belangrijk dat de hellingshoeken gelijk oplopen, omdat het anders lijkt of modules niet in het systeem horen. In de bovenstaande figuur is dit verduidelijkt met een stippellijn. Wanneer modules verbreedt worden, door de hellingshoek met een gelijkblijvend aantal graden te verminderen, ontstaat er een mooie lijn in de daknokken. Wanneer modules verbreedt worden met steeds een zelfde maateenheid is te zien dat vooral de laatste module esthetisch niet in het rijtje past.

De eerste gewenste maat voor de modulebreedte ligt tussen de 3 en 4 meter. Omdat 3,6 meter een modulaire maat is, wordt deze aangenomen voor de smalste module. Daarnaast wordt voor deze module een dakhelling van ongeveer 60 graden aangenomen. Een eis voor VillaNL is dat de klant kan kiezen uit vier verschillende modules. Na het tekenen van de verschillende modules blijkt dat wanneer er uitgegaan wordt van een maximale hellingshoek van 60 graden, en deze steeds met 10 graden verminderd, de modulebreedte in een maat van 300 mm ligt. De ontstane dakhellingen zijn in deze mogelijkheid 60, 50, 40 en 30 graden. De bijbehorende modulebreedtes zijn in dit geval, 3,6 meter, 4,5 meter, 5,4 meter en 6 meter. Het verschil in de modules is drie maal 0,9 meter en in het laatste geval 0,6 meter. Deze verschillen leveren een grote ontwerprijheid op. De breedste module is in dit geval 6,0 meter. Wanneer dit niet genoeg

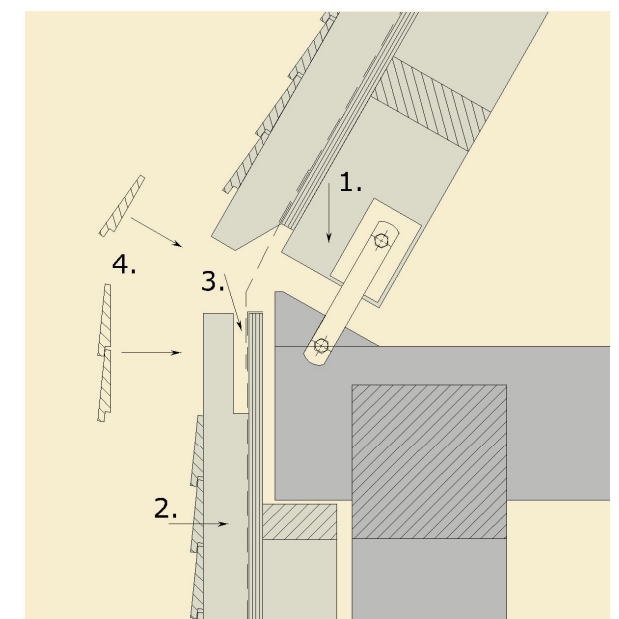
is kunnen er types geschakeld worden en een ruimte van $2 \times 3,6$ is 7,2 meter gecreëerd worden. Vanaf deze maat is de vergroting altijd maximaal 0,9 meter.

Systeem

Nu bekend is hoe de belangrijkste aansluitingen van gevel- en dakelementen er uitzien, en onder welke hoeken deze staan, kunnen deze en andere aansluitingen verder ontwikkeld worden voor het systeem van VillaNL. In de meeste gevallen zit de moeilijkheid hiervan in het waterdicht krijgen van alle losse elementen onderling.

Aansluiting gevel- en dakelementen

Omdat hout niet waterdicht is, is het belangrijk dat er een goede waterdichting wordt toegepast. Deze waterdichting zit onder de bekleding en spouwlaten, zodat de rest van de constructie altijd droog blijft. De waterdichte laag wordt dus ook in de fabriek al aangebracht. Belangrijk is dat deze onderling een goede overlap krijgt. Om deze overlap te maken moet er na het bevestigen van het gevel- en dakelement nog ruimte aanwezig zijn om de folies over elkaar heen te leggen. Daardoor zullen er enkele delen gevelbekleding op de elementen ontbreken, die in het werk aangebracht moeten worden, nadat de folies over elkaar heen

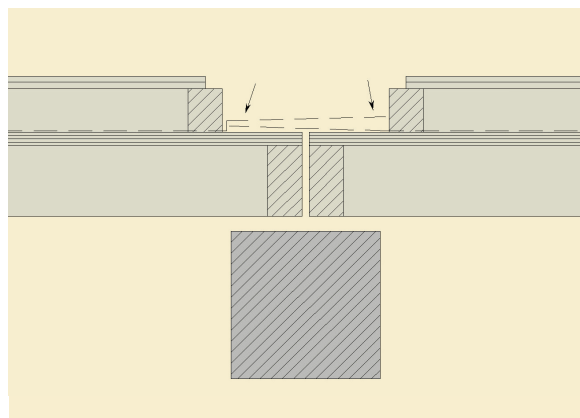


figuur 7.23: *Aansluiting dak- en gevelement*

zijn gelegd. Door een sponning in de spouwlaten van het gevelelementen te maken kan de folie van het dakelement daar in gelegd worden, Zie figuur 7.23. Opbouw is dan als volgt: Eerst wordt het dakelement geplaatst op de muurplaat-klossen, doordat deze de afschuiving van de dakelementen opvangen staan de elementen gelijk stevig bij plaatsen. Wel moet er nog een verbinding komen tegen opwaaiing van de dakelementen. Door klossen en een anker tegen de dragende sporen en de constructie te schroeven is het dakelement hier tegen beschermd (1). Daarna kan het gevelelement geplaatst worden (2). Dit wordt gedaan op een stelregel die al op de betonnen vloer is bevestigd. Het element moet nu alleen nog aan de bovenkant bevestigd worden. Dit wordt gedaan in de hoeken tegen de trek balken van de constructie. Vervolgens wordt de waterkerende folie van het dakelement in het gevelelement gelegd (3). Het water dat over de waterkerende laag van het dakelement loopt, wordt nu via de waterkerende laag van het gevelelement naar beneden afgevoerd. Als laatste wordt de ontbrekende gevel- en dakbekleding aangebracht (4). Doordat er nog iets geschoven kan worden met deze bekleding kan er een strakke lijn in de bekleding gerealiseerd worden.

Stelruimte:

Het regelwerk en de beplating van de elementen onderling kan tegen elkaar lopen. Omdat hout nooit helemaal recht is, is er een stelruimte van 10 mm tussen de elementen gecreëerd. Dit lijkt veel, maar deze ruimte kan beter iets te groot aangehouden worden. Aan de binnenzijde van VillaNL is de naad te zien waar elementen tegen elkaar liggen. Als door houtvervorming, op sommige plekken de elementen strak tegen elkaar liggen, en op andere plekken een naad zichtbaar is, is dit zeer storend. Beter kan dan gekozen worden om overal een naad te laten zien. Dit kan door een iets groter stelruimte te kiezen, zodat de elementen nergens strak tegen elkaar liggen. Als afwerking van het regelwerk dat in het zicht ligt, wordt een vellingrandje aangebracht. Dit wil zeggen dat de

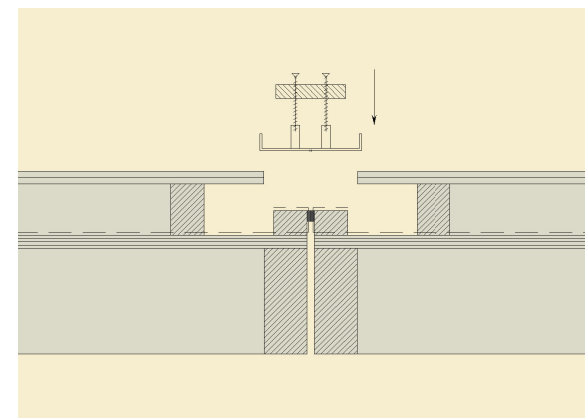


figuur 7.24: Aansluiting gevelelementen onderling

scherpe hoeken van het hout worden geschaafd. Dit geeft de elementen een veel grotere uitstraling.

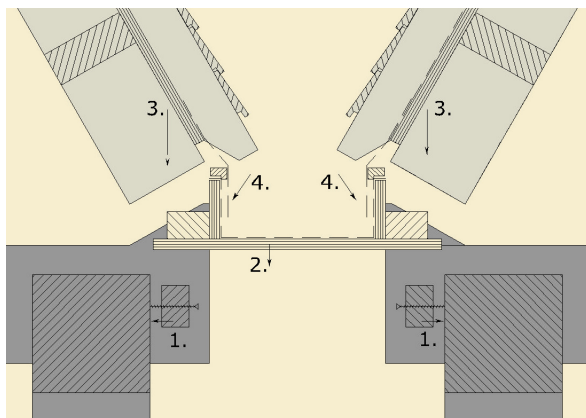
Aansluiting elementen onderling

In de aansluiting van elementen onderling moet er een overlap van de waterkerende laag plaats vinden. Daarom is de gevelbekleding smaller dan het element, zodat de overlap gemaakt kan worden, zie figuur 7.24. De open ruimte die daardoor in de gevelbekleding ontstaat moet daarna gedicht worden. Deze dichting kan gebeuren met passtukken van dezelfde gevelbekleding. Deze moet dan nadat de folies over elkaar heen gelegd zijn, in het werk aangebracht worden. Omdat de bekleding van de gevelelementen doorlopen in die van de dakelementen is het belangrijk dat deze hetzelfde is. In de gevel is het eenvoudig om de passtukken hout aan te brengen, dit geldt niet voor het dak, dit is lastig bereikbaar. Het is daarom niet wenselijk om bij iedere koppeling van het dak passtukken bekleding aan te moeten brengen. Daarom is gekozen om de bekleding iets door te laten lopen, en hier tussen een enkele lat dwars op de bekleding te bevestigen. Voor de gevel wordt deze aansluiting daarom ook op deze manier uitgevoerd. Ook het over elkaar heen leggen van de waterkerende folies is in het dak een probleem. Om de folies in de nok over elkaar heen te leggen moeten eerst de elementen op de constructie geplaatst worden. Als dan de folies over elkaar heen gelegd moeten worden, zitten deze waarschijnlijk al vast tussen de elementen. Daarom is gekozen om de dakelementen ieder een eigen waterafvoer te



figuur 7.25: Aansluiting dakelementen onderling

geven, dit is in figuur 7.25 te zien. De waterkerende laag is met de stippellijn aangegeven. Bij de koppeling van de elementen loopt deze waterkerende laag omhoog. Tussen de elementen zit een dichtingsband waardoor er geen lucht en water doorheen kan komen. Op de opstaande rand van de dakelementen wordt vervolgens een aluminium profiel bevestigd. Dit profiel heeft een dubbele functie. Het verzorgt de stijfheid in de koppeling van de elementen onderling, en het werkt als een gootje doordat het, het water opvangt dat anders tussen de gevelbekleding kan komen. Op het aluminium profiel zitten schroefdroppen zodat de lat die hierop geschroefd wordt nooit in het water van het gootje kan komen te liggen. Om niet al het water uit het gootjes op het hout van het gevelelementen te laten vallen, worden daarom de aluminium profielen in de gevelelementen doorgezet. Omdat de opstaande rand waterkerende folie van het dakelement lastig te vouwen is, stopt deze voordat ze de overlap in het gevelelement moet maken. Onder deze waterkerende laag zit met een overlap een hoogwaardige waterkerende kunststof folie. Deze folie heeft geen opstaande rand en kan daarom wel eenvoudig in het gevelelement gevouwen worden. Doordat hier de onderlinge overlap in de dakvoet zit, en niet in de daknok, kan men er met het plaatsen van het element gemakkelijk bij. Doordat ieder dakelement zijn eigen waterafvoer verzorgd, zijn de dakelementen altijd waterdicht, ook wanneer het dakelement een uitstek van een gebouw is, bijvoorbeeld bij een overdekt terras.

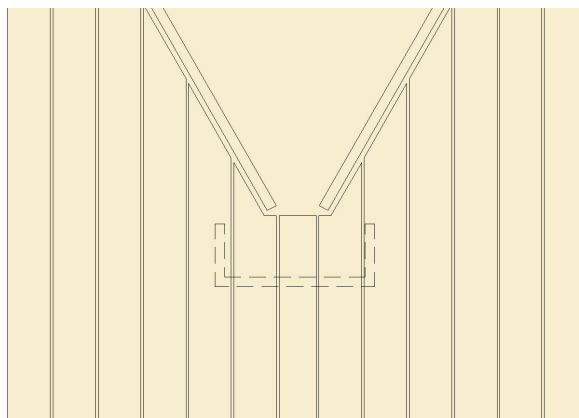


figuur 7.26: Aansluiting schakeling

Aansluiting schakeling

Voor de schakeling van modules is het de bedoeling dat de aansluiting van het dakelement op de constructie er hetzelfde uitziet als bij een eindgevel, zie detail 7.26. De afstand die tussen de modules komt wordt nu bepaald door de grote van de zakgoot. Deze mag niet te smal worden, omdat men er nog bij moet komen, en omdat het de waterafvoer verzorgd van twee dakelementen. Omdat de dakelementen onder verschillende hellingshoeken komen te staan, is het het eenvoudigst om de dakgoot aan de constructie te bevestigen. Door de zakgoot onder de dakelementen te plaatsen kunnen deze dichter op elkaar komen te staan. Doordat bij een eindgevel het onderste deel bekleding van het dakelement ontbreekt, om de waterkerende laag door te zetten, ontbreekt deze ook bij een aansluiting met een goot. Door deze bekleding bij een goot niet aan te brengen ontstaat er meer ruimte. Omdat op de hoeken van de elementen een afdeklaf als afwerking komt, dus ook in de kopgevel, is het niet te zien dat dit stukje bekleding bij een schakeling mist.

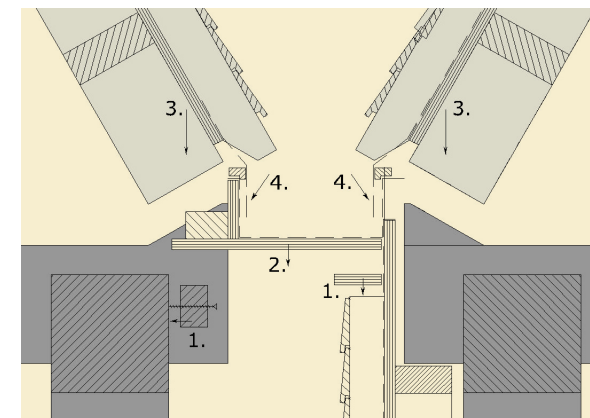
Om de afstand tussen de verschillende modules te bepalen, moet gekeken worden naar het ongunstigste geval. Dit is die bij een toepassing van twee dakelementen onder de steilste helling, omdat er dan het minste ruimte tussen de dakelementen zit. Als er vervolgens 300 mm ruimte tussen de modules gelaten wordt zit er in dit geval 160 mm ruimte tussen de elementen ter plaatse van de bekleding. Ter plaatse van de sporen is dit 130 mm, maar deze zitten alleen om de 600 mm, dus dat is niet



figuur 7.27: Goot achter gevelbekleding

erg. Door de gootbodem gelijk te leggen met de bovenkant van constructie kunnen de zijstukken van de goot tegen de muurplaat-klossen geplaatst worden. Omdat dit niet genoeg is moeten er extra regels bij komen om de zijanten tegenaan te bevestigen. Doordat de goot aan de constructie vastzit, kan deze bevestigd worden voordat de dakelementen geplaatst worden. Dit maakt het bevestigen van de goot eenvoudig omdat er geen dakelementen in de weg zitten. Volgorde van plaatsing is dan: Het plaatsen van regels tegen de constructie (1). Het plaatsen van de gootbodem en de zijwanden (2). De goot wordt zo over de hele lengte in één keer gemaakt. Vervolgens kan deze met een lange strook hoogwaardige waterkerende kunststof folie waterdicht gemaakt worden. Deze folie wordt op de bovenkant van de gootwanden bevestigd, dit gebeurt met een lat. Daarna kunnen de dakelementen geplaatst worden (3). En de overlappende waterkerende folies in de goot gelegd worden. De lat die op de gootwand bevestigd is, zorgt er daarbij voor dat het water niet door zijn capillaire werking tussen de waterkerende lagen omhoog kan kruipen, en zo in de constructie terecht komt. Doordat de goot lager ligt, loopt de gevelbekleding hier voor langs. Door het gebruik van afdekplaten lijkt het alsof het dak verder doorloopt, en is er bijna geen goot tussen de modules zichtbaar, zie figuur 7.27.

Het is mogelijk om naast een binnenruimte een buitenruimte te maken. Het kan dan wenselijk zijn hier ook een goot tussen te laten lopen. Mogelijkheid is er dan in het systeem om de goot met een



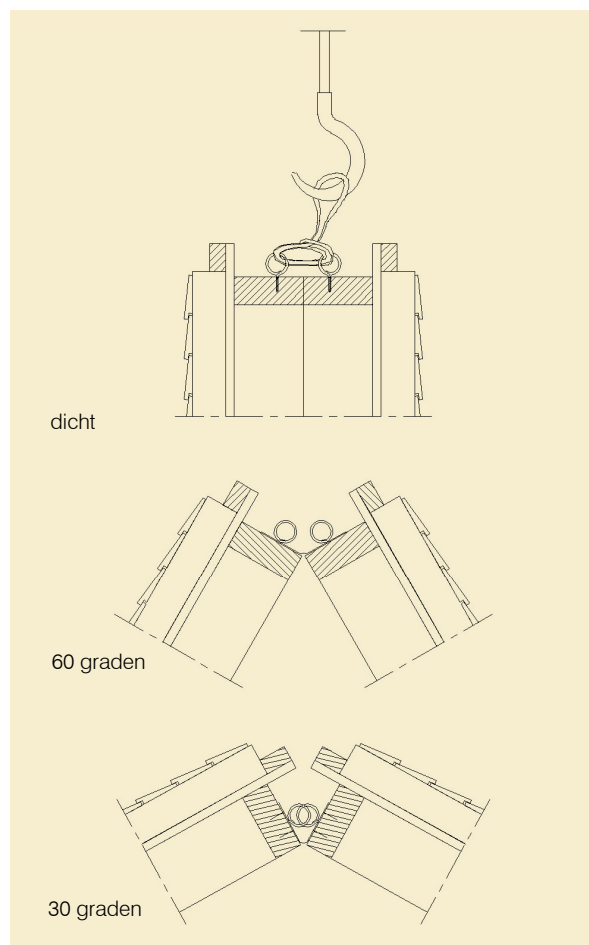
figuur 7.28: Aansluiting schakeling met gevel

gevelement toe te passen. Daarvoor moet eerst het gevelement geplaatst worden, daarna kan de goot gemaakt worden. Om de goot op het gevelement te plaatsen moet er eerst een gedeelte van de spouwlaten afgezaagd worden. Doordat aan de bovenkant van de gevelementen twee lagen gevelbekleding mist om de waterkerende laag in een eindgevel door te leggen, hoeven ze bij een goot met gevelement er niet afgehaald te worden. De diepte van de inkeping in de sporen om de waterkerende laag te laten doorlopen is aangepast op de zaaghoogte van het gevelement bij een goot. Hier hoeven namelijk alleen de uitkeping van de sporen afgezaagd te worden. Vervolgens wordt er op de sporen een stevige lat bevestigd. Daarna kunnen goot en dakelementen geplaatst worden, zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven.

Aansluiting daknok

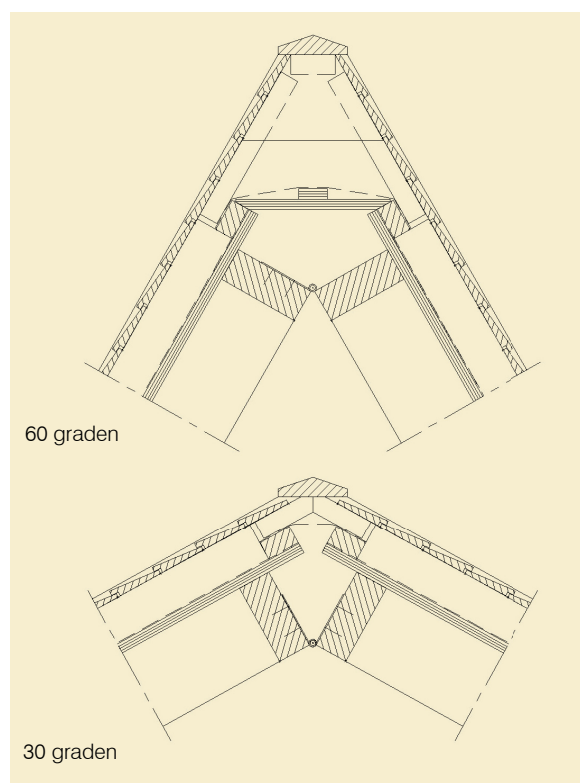
Voor de daknok aansluiting is het prettig als deze bij plaatsing direct gereed is. Doordat dezelfde scharnierkap in verschillende dakhellingen toegepast kan worden is dit niet mogelijk. Daarbij komt dat de scharnierkap in de nok omhoog gehesen moet worden, wanneer in opengeklapte positie het dak dicht is, kunnen hijsmiddelen niet meer verwijderd worden. Omdat er spouwlaten onder het hout als bekleding moeten komen voor een goede ventilatie, en omdat er gebruik gemaakt wordt van houtskeletbouwelementen, zijn de dakelementen een stuk dikker dan sandwichpanelen. Daarom sluiten de dakelementen nooit zo mooi aan als

sandwichpanelen, en zullen er geprefabriceerde kappen in de nok geplaatst moeten worden. Door de hijsmiddelen in het dak is het ook niet mogelijk om de waterkerende laag door te laten lopen in beide dakelementen. Daarbij zou deze folie lang genoeg moeten zijn voor een dichte scharnierkap. In de flauwe helling zou hierdoor een te grote flap folie in de nok komen. In de figuur hieronder is de scharnierkap in de verschillende hellingen te zien. Op deze manier zal de scharnierkap geplaatst moeten worden. Zoals te zien, zit er veel verschil in de grootste en kleinste dakhelling, hier zullen dus verschillende kappen voor gemaakt moeten worden. Om eerst het dak waterdicht te maken kan een multiplex plaat met daarop een waterkerende kunststof folie aangebracht worden. Op de plaat zal een opvulling moeten komen om de folie een afschot te geven. Deze folie kan geplaatst worden als alle dakelementen staan, om zo in één keer het hele dak waterdicht te krijgen. De prefab



figuur 7.29: Scharnierkap dicht, onder 60 en 30 graden

kap kan in de fabriek gemaakt worden zodat deze op de bouwplaats eenvoudig bevestigd kan worden. Eerst kan de bekleding op latten bevestigd worden, als dit gedaan is kunnen deze dakdelen door middel van multiplexplaten, die naar de verschillende hoeken gezaagd zijn, bevestigd worden. Mogelijkheid is om in de nok een scherpe hoek te creëren. De aansluiting van de afdeklatten zal dan in de nok ook een scherpe aansluiting moeten krijgen, omdat het lastig is dit strak in het werk te realiseren, wordt aangeraden om in de nok ook een afdeklatten te gebruiken. Zo is de nok overal gelijk, en kunnen hieronder eenvoudiger de afdeklatten van de dakelementen bevestigd worden. Omdat in de goot ook geen scherpe hoek gerealiseerd kan worden, ziet het er voor het beeld goed uit. Beide aansluitingen hebben nu ongeveer 100 mm tussen een scherpe hoek zitten. De afdeklatten is voor de eenvoud in alle gevallen gelijk gehouden. Wanneer de prefab kappen bevestigd zijn, kan deze afdeklatten over de lengte van het hele dak aangebracht worden. De prefab kappen kunnen eenvoudig op de bovenste latten van de dakelementen geschroefd worden, er is 10 mm stelruimte



figuur 7.30: Scharnierkap dicht, onder 60 en 30 graden

aangehouden, zodat er bij bevestiging nog iets met de kappen geschoven kan worden. Als de kappen bevestigd zijn, kunnen op de schroeven de laatste bekleding aangebracht worden.

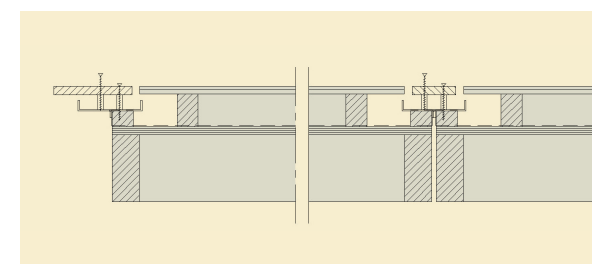
Kopgevels

Omdat bij een aansluiting van twee dakelementen een aluminium profiel het water opvangt dat anders tussen de elementen kan komen, gebeurt dit ook bij de kopgevel. De afdeklatten die hierop bevestigd wordt zal dan ook in de kopgevel bevestigd worden. Hierdoor ontstaat er in de kopgevel een rechte lijn gevelbekleding. Wanneer de afdeklatten in de kop iets breder wordt, kan hier ook nog goed de kopgevelbekleding of kozijn onder bevestigd worden, zie figuur 7.31.

VillaNL heeft een strak ontwerp door zijn zelfde en doorlopende gevel- en dakelementen. Hierdoor zijn er ook weinig mogelijkheden in deze gevels. De vrijheid van het ontwerp ligt bij VillaNL in de kopgevel. Deze kan naar eigen wens ingedeeld worden, Helemaal bekleed, dus dicht, of heel open met veel glas of een combinatie hiervan.

Dichte gevel:

De bekleding in een dichte gevel is eenvoudig. Deze wordt tegen een regelwerk bevestigd onder de stellat. Het regelwerk in de nok van de kopgevel zal in het werk gemaakt worden, omdat daardoor kleine verschillen in de hoek van het dak eenvoudig op te vangen zijn. Doordat er op dit moment al een waterdicht gebouw staat, en er weersonafhankelijk gebouwd kan worden, is dit niet erg. Onder de trekbal kan wel een regelwerk in de fabriek gemaakt worden. Omdat deze heel verschillend kan zijn, en minder toegepast wordt, hoeven hier geen standaard elementen voor te

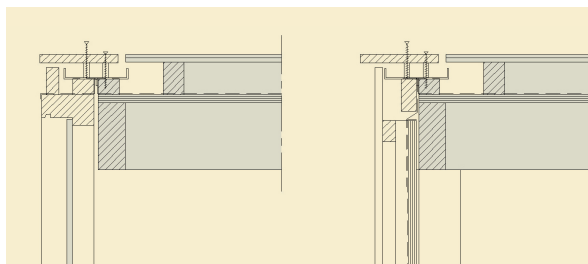


figuur 7.31: Aansluiting kopgevel en koppeling

komen. De fabriek kan dit wel op aanvraag prefabriceren. Om de kopgevel waterdicht te krijgen zal op de bouwplaats een waterkerende laag aangebracht moeten worden. Daarna kan de gevelbekleding bevestigd worden. In de zijgevels zit deze bekleding in horizontale richting. Door de kopgevels te bekleden in verticale richting, ontstaat er een gevarieerd beeld en krijgen de kopgevels een eigen karakter. Hierbij komt dat er met het bekleden in verticale richting, niet gelet hoeft te worden of de gevelbekleding op de zelfde hoogte zit als de zijgevels.

Kopgevelopeningen:

Voor de kozijnen in de kopgevels zijn twee mogelijkheden. De kozijnen en ook het glas voor de constructie laten lopen, of tussen de constructie. In eerste instantie lijkt de tweede mogelijkheid de beste, omdat er dan niet tegen de constructie aangekeken wordt. Omdat VillaNL een dikke houten constructie heeft, moet er dan heel erg in kaders gewerkt worden, wat minder fraai is, en de vrijheid van de kopgevel beperkt. Om niet in kaders te werken, en een sterke eenheid en strak beeld met de zijgevels te creëren moeten de kozijnen zo dicht mogelijk tegen de afwerklát komen. In dit geval is de constructie wel te zien. Maar dit levert ook een heldere en eerlijke uitstraling op. Als referentie hiervoor, kan gekeken worden naar de schuur in Haarlem van Onix architecten. In deze schuur is ook een strakke lijn tussen de kopgevel en zijgeel gecreëerd. Dat de constructie achter het glas in zicht is, is bij deze schuur helemaal niet erg. In VillaNL willen we daarom dit zelfde principe toepassen. Waarbij ook een combinatie van een dichte en open kopgevel mogelijk is. In de getekende details is een kozijn met glas te zien. In plaats van



figuur 7.32: *kopgevel met kozijn en bekleding*



figuur 7.33: *kopgevel met kozijn en bekleding*

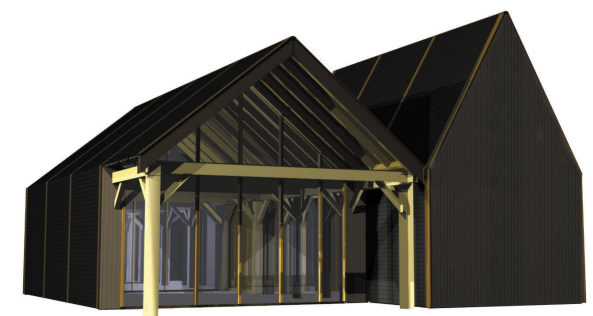
dit glas kan ook een deur in het kozijn geplaatst worden, zodat dit aan de wensen van de gebruiker aangepast kan worden.

Gevelopeningen

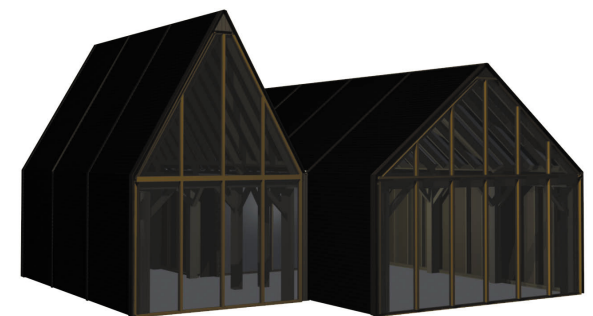
Ook kan het een wens zijn om een opening in een zijgevelelement te krijgen. Dit behoort ook tot de mogelijkheden van VillaNL. Om deze kozijnen het zijgevelbeeld zo min mogelijk te laten verstoren liggen stijlen en dorpels dan achter de gevelbekleding. Deze details, en alle andere details worden in de bijgeleverde handleiding nog eens helder uitgelegd.

Resultaten

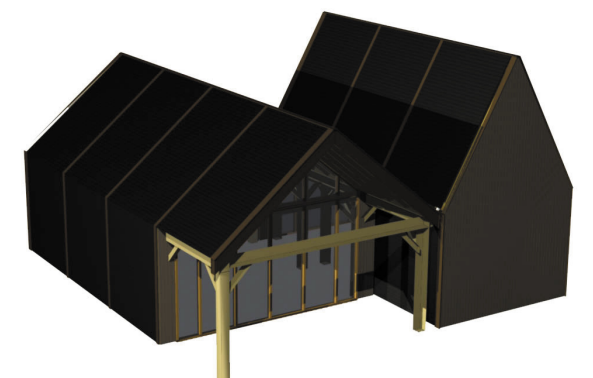
Nu het bouwsysteem van VillaNL in elkaar zit, en de diverse ontwerpkeuzes genomen zijn, is in de volgende afbeeldingen één van de vele mogelijkheden van VillaNL in 3D te zien.



figuur 7.34: *Uitstek en gesloten gevel VillaNL*



figuur 7.35: *Open gevels VillaNL*



figuur 7.36: *Bouwsysteem VillaNL*

Literatuurlijst:

Hogere Bouwkunde, Jellema

Roof Construction Manual, Eberhard Schunck

The Craft of modular Post & Beam, James Mitchell

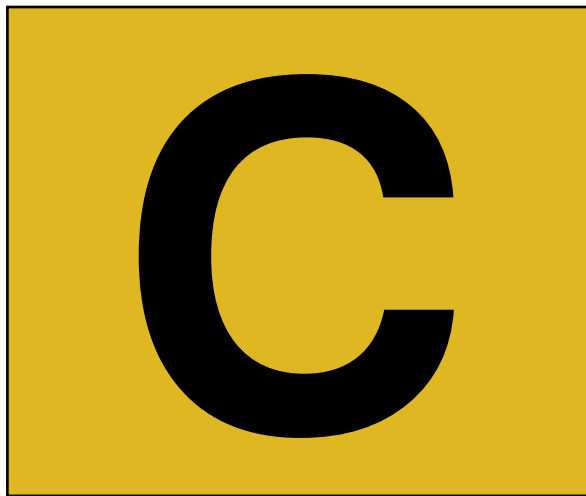
Building the Timber Frame House, Tedd Benson

Transport en logistiek Nedeland (www.tln.nl)

Bouwkosten online (www.bouwkosten-online.nl)

Prijs en materiaal (www.hetbouwhuis.com)





Conclusie

Conclusie

Het ontwikkelen van een bouwsysteem kost tijd en energie. Dit komt doordat er in plaats van op project-niveau op procesniveau gewerkt moet worden. Bij ieder knooppunt moet niet alleen aan een goede aansluiting tussen de verschillende onderdelen gedacht worden, maar ook aan alle andere mogelijkheden die het systeem biedt. Belangrijkste van een goed systeem is dat het logisch is. Daarom is het essentieel dat de aansluitingen er in alle mogelijkheden hetzelfde uitzien. Of een element nu rechtdoor loopt, of de hoek omgaat, of een uitstek van een gebouw vormt, maatvoering en aansluiting moeten gelijk blijven. Het verschil in dakhellingen met een gelijkblijvend dakelement maakt het daarbij niet eenvoudiger.

Daarnaast betreft het een bouwsysteem zonder opdrachtgever, de ontwikkeling hiervan gebeurt daarom in de eigen tijd. Dit komt de snelheid van het proces niet altijd ten goede. Of er een mogelijkheid is om de constructie lichter te dimensioneren is daarom nog niet bekend, en niet in het onderzoek meegenomen. Een definitieve prijs kan er daardoor momenteel nog niet aan het systeem gegeven worden.

Wel is er inmiddels een belangstellende partij, zij willen VillaNL toepassen als een Bed and Breakfast. De eerste ontwerpen hiervoor zijn al gemaakt. De principes van het systeem van VillaNL zijn klaar, maar de ontwikkeling zal nog verder gaan. In de loop van het vervolgtraject zal misschien blijken dat er kleine onregelmatigheden zijn, en dat er aanpassingen moeten komen. Dit is niet erg, deze kunnen in het systeem worden verwerkt. Belangrijk is dat de grote lijnen goed vast staan, en de moeilijkste problemen opgelost zijn. Wanneer er maatvoering gewijzigd moet worden hoeft dit voor de gemaakte keuzes geen problemen op te leveren. Dit verslag zal hierbij een goed naslag werk zijn, om te zien door welke reden voor welke oplossing is gekozen.