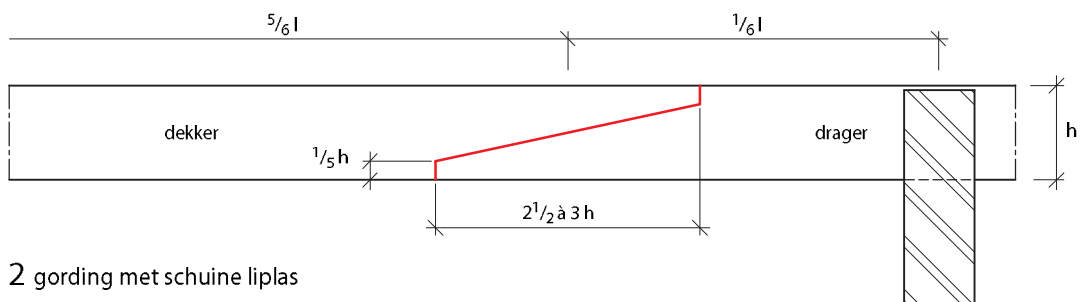
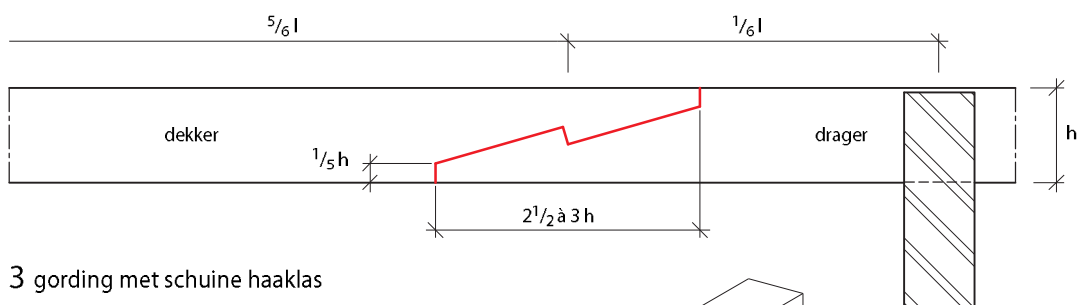


1 kap met gordingen ondersteund door bouwmuren

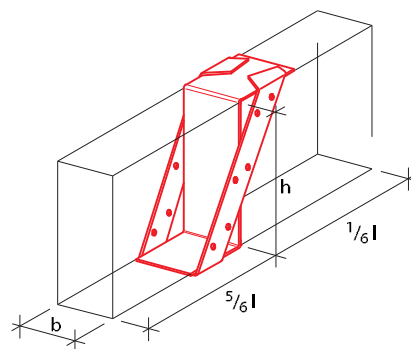


2 gording met schuine liplas

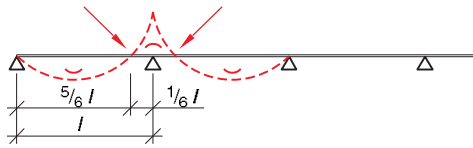


3 gording met schuine haaklas

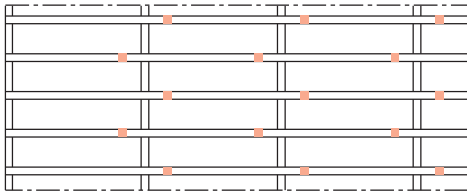
4 gordingschoen



Figuur 3.6 Gordingenkap ondersteund door bouwmuren



1 plaats waar het moment nul is



2 gordingschoenen om en om monteren

Figuur 3.7 Aangegeven plaatsen voor gordinglas

Hart-op-hartafstand gordingen

De hart-op-hartafstand (h.o.h.-afstand) kan bij een gekozen balkafmeting uit de berekening volgen of van tevoren zijn aangenomen door de gegeven daklengte van muurplaat tot nokgording in een aantal velden te verdelen. Als na berekening op sterkte en doorbuiging een h.o.h.-afstand is bepaald, moet wel worden gecontroleerd of dit in verband met de sterkte en stijfheid van het dakbeschot toelaatbaar is. Meestal zijn met de dakplaten vrij grote overspanningen te maken en is de belasting op de gording maatgevend als men binnen redelijke balkafmetingen wil blijven.

Fabrikanten van dakplaten vermelden in hun documentatie de maximale gordingafstand bij een gegeven dakhelling. De onderlinge afstanden tussen de gordingen hoeven niet altijd gelijk te zijn. Een gording is namelijk ook te gebruiken om een knieschot tegen te plaatsen of om plafondhangers aan te bevestigen. In die gevallen wordt de plaats van de gording bepaald door de plaats van het knieschot of het plafond. De plaats van de gording kan ook worden bepaald door de gekozen plaats van een dakvenster of dakkapel, om zodoende een raveling te vermijden.

Verankering

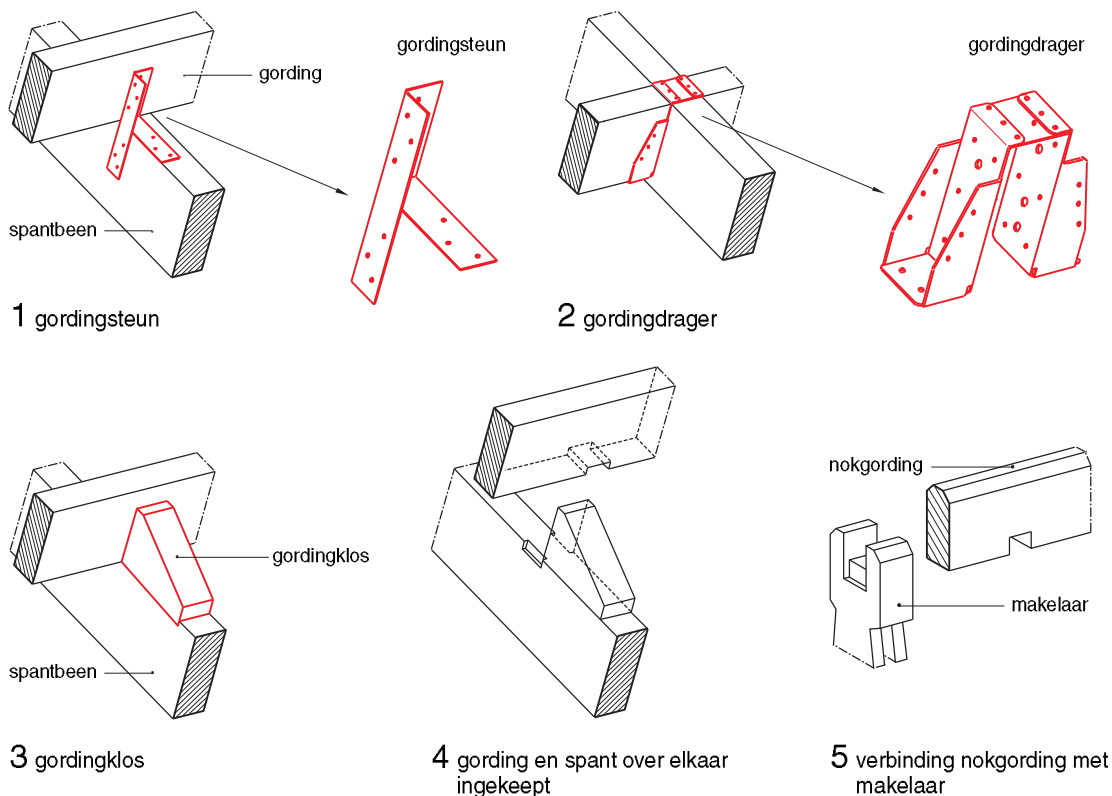
Als de gordingen door een spant worden ondersteund, maakt men de verbinding tussen het spant en de gording met linkse en rechtse gordingsteunen, figuur 3.8-1, en speciale

nokgordingsteunen voor de nokgording. Dubbele gordingdragers zijn een oplossing om de gordingen in hetzelfde vlak te verwerken als het spant, figuur 3.8-2.

De traditionele ondersteuning van een gording op het spant bestaat uit een gordingklos, figuur 3.8-3. Vaak werden ook het spant en de gording over elkaar ingekeept, figuur 3.8-4. De vermeende sterkte die men hieraan ontleende, beperkte zich voornamelijk tot een wat grotere stabiliteit in de opbouwphase van het dak. Na het aanbrengen van het dakbeschot is immers een schijfvormig element ontstaan dat weinig of geen vervorming meer toelaat. Zeker vanaf het moment dat men plaatmateriaal als dakbeschot ging toepassen, hebben de arbeidsintensieve inkepingen van het spant en de gording uitsluitend een verzwakking van de doorsnede en daarmee een minder sterke constructie tot gevolg. De nokgording werd met een zogenaamde loef- en voorloefverbinding aan het verticale deel van het spant, de makelaar, verbonden. De makelaar werd afgeschuind om plaats te maken voor het dakbeschot, figuur 3.8-5.

Bij de topgevels is het type verankering afhankelijk van de bouwmethode en van het feit of er wel of geen overstekken worden toegepast. Bij stapelbouw is in het verleden veel gebruikgemaakt van *haakankers*. Het opgaande werk werd op dezelfde manier met de gordingen verbonden als bij een houten verdiepingsbalklaag. Omdat de kans op uitwijken van de muren hier gering is en het verbindend oppervlak zeer klein, kunnen vraagtekens worden gezet bij het werkelijk nut van deze verankering. Zeker bij een dak met overstekken bestaat er altijd een reële kans van opwaaien van het dak. *Opwaaiankers (muurplaatankers)* zijn hier een betere oplossing. In paragraaf 3.3.4 wordt dit verder uitgewerkt, figuur 3.23.

Bij stapelbouw in grote (lijm)blokken is het praktischer de gordingen bij de eindoplegging met *balkdragers* te verbinden, waardoor versnippering van de blokken kan worden voorkomen. Bij gietbouw en prefab-beton kan men voor dezelfde oplossing kiezen.



Figuur 3.8 Verankeringen

3.3.2 Sporenkap

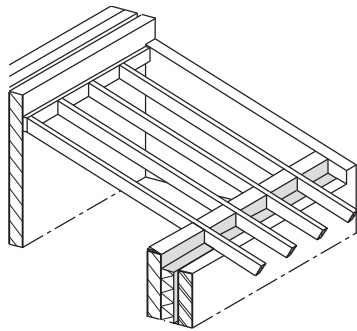
Bij een sporenkap bestaat de draagconstructie uit een *balklaag* waarvan de balken in de dakhelling van de dakvoet naar de nok lopen. Omdat ze gunstiger worden belast en over het algemeen op geringere afstand van elkaar liggen dan gordingen, zijn de houtafmetingen van sporen kleiner dan die van gordingen. Vooral bij een lessenaarsdak vertoont de sporenkap sterke overeenkomsten met een *plattendakbalklaag*, figuur 3.9-1. Als de sporen over de muur heen lopen, is op eenvoudige wijze een overstek te maken met goede bevestigingsmogelijkheden voor de goot. Wel moet men er rekening mee houden dat deze wijze van construeren koudebruggen en geluidlekken kan veroorzaken.

Bij een zadeldak lopen de sporen van de twee dakvlakken tegenover elkaar. Hierdoor zijn ze bij de nok ook met elkaar te verbinden. In principe heeft men dan allemaal kleine spantjes gemaakt, de zogenaamde *sporensantjes*, figuur 3.9-2. Bij de dakvoet lopen de sporen tegen de muurplaat of, in geval van een overstek, over de muurplaat heen. Ook hier is extra aandacht voor thermische

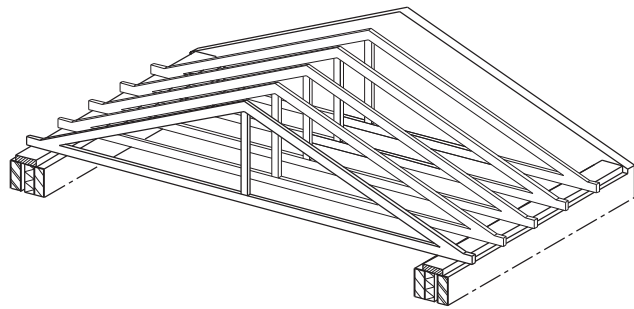
en geluidsisolatie noodzakelijk. Bij een grote daklengte kan het nodig zijn om de sporen te ondersteunen door gordingen om de balkafmeting van de sporen te beperken, figuur 3.9-3.

De keuze tussen een sporen- en gordingenkap kan behalve door de dakvorm en de plaats van de dragende wanden ook worden ingegeven door het type dakplaat of door de te kiezen afwerking aan de binnenzijde. Het type dakbedekking kan op zich weer bepalend zijn voor het type dakplaat. Bij een gordingenkap zijn er relatief weinig bevestigingspunten voor een binnenbetimmering, waardoor nog een extra regelwerk noodzakelijk kan worden. Bij een sporenkap is een binnenbetimmering aan te brengen zonder extra voorzieningen.

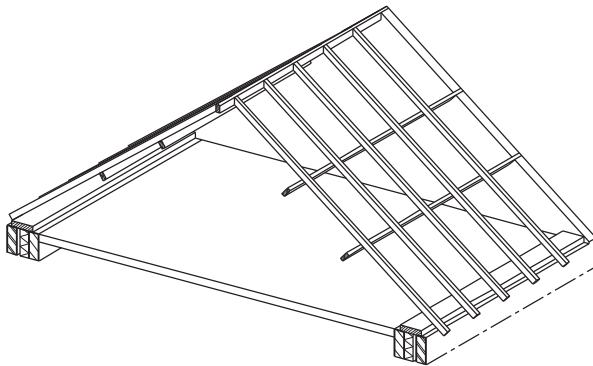
Voor het uitvoeren van een dak zonder dakbeschot, een zogenaamd *onbeschoten dak*, dat met riet, pannen of leien wordt gedekt, zijn horizontale bevestigingslatten nodig. Dit houdt automatisch in dat de latten een ondersteuning krijgen in de richting van de daklengte, wat inhoudt dat er sporen nodig zijn, figuur 3.9-4.



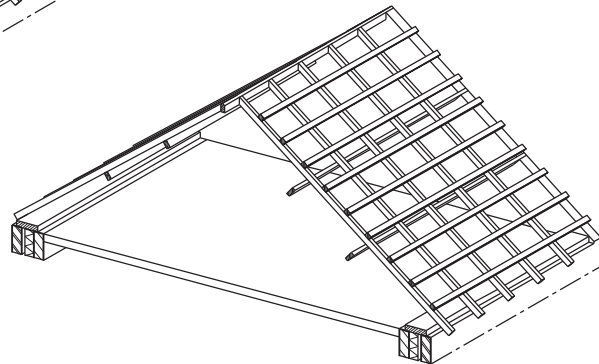
1 lessenaarsdak met sporenkap



2 sporensantjes



3 sporenkap ondersteund door gordingen



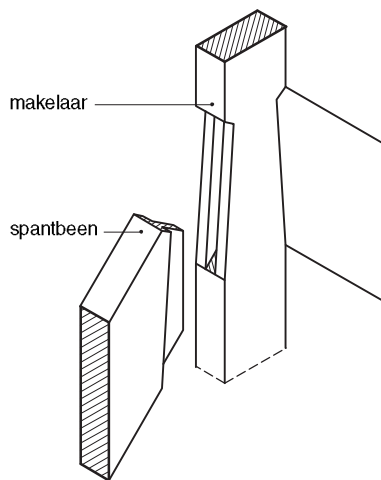
4 onbeschoten sporenkap

Figuur 3.9 Sporenkap**3.3.3 Spanten**

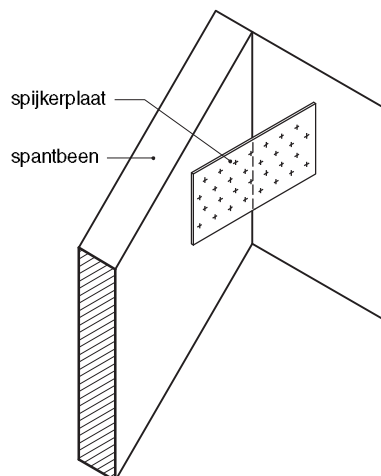
Het vervaardigen van traditionele houten spanten vergt veel arbeid. De verbindingen zijn gebaseerd op het principe van *pen-en-gatverbindingen* en *overkepingen*, figuur 3.10-1. Deze verbindingen kunnen de krachten overbrengen als ze goed sluitend zijn. Het goed sluitend maken vraagt een grote vakbekwaamheid. Voor deze verbindingen moet op verschillende plaatsen materiaal worden weggenomen, wat een wezenlijke verzwakking van het desbetreffende onderdeel inhoudt.

Bij het vervaardigen van moderne spanten maakt men gebruik van zomin mogelijk materiaal en/of van hulpmiddelen om plaatselijke verzwakking tegen te gaan en op arbeid te besparen, figuur 3.10-2. Anders gezegd, er wordt een zo sterk mogelijk spant gemaakt tegen een zo laag mogelijke prijs.

Tegenwoordig zijn de *kapruimten* veel kleiner dan vroeger. Dit is onder andere het gevolg van een gewijzigde verhouding tussen de kosten voor materiaal en arbeid. Om hoge ruimten te creëren, worden tegenwoordig de muren hoger opgemet-



1 traditionele spantverbinding



2 moderne spantverbinding

Figuur 3.10 Traditionele versus moderne spantverbinding

seld en de daken minder steil gemaakt. Hierdoor heeft een bouwwerk een minder ingewikkelde kapconstructie. Vroeger waren de daken steiler, waardoor er minder stenen nodig waren om het gebouw een grotere inhoud te geven. Ook de toepassing van minder afsluitende dakbedekking maakte een steiler dak noodzakelijk.

Traditionele spanten

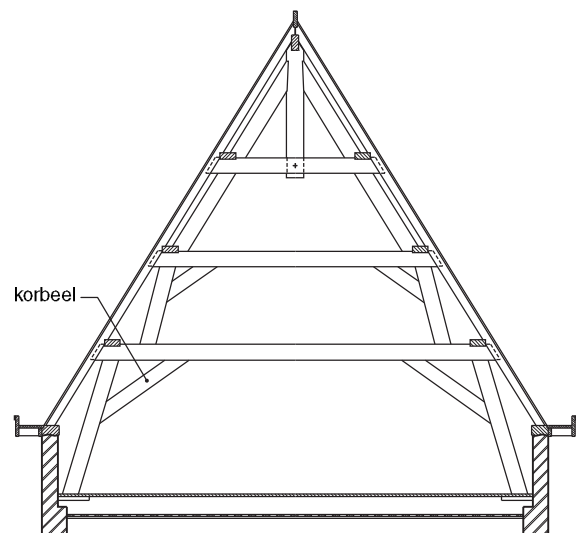
De volgende eenvoudige houten spantvormen worden in de huidige woningbouw nog toegepast:

- ◆ steekspant;
- ◆ Hollands spant;
- ◆ spijkerspant;
- ◆ wandspant.

Een in het verleden veel toegepaste spantvorm is het *verbeterd Hollands spant*, figuur 3.12-3.

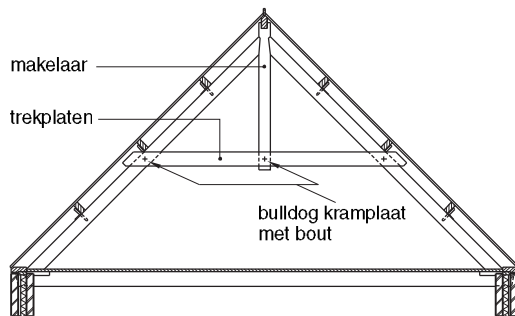
◆ Steekspant

Het steekspant bestaat in zijn meest oorspronkelijke vorm uit twee spantbenen en een kapbalk. De spantbenen werden over elkaar ingekeept. In de hiermee ontstane gaffel rust de nokgording. De kapbalk zorgt ervoor dat de spantbenen niet kunnen uitwijken en functioneert bovendien ook als zolderbalk. Om ruimte te creëren voor de onderste gording of muurplaat staat het spantbeen steiler dan de dakhelling. Volgens dit principe werden voor hoge kappen ook wel meerdere van deze constructies op elkaar gezet en ontstond het *jukken- of bokspant*. De onderliggende trapeziumvormige spanten moesten dan tegen vervorming wel van schoren (korbeels) worden voorzien, figuur 3.11.

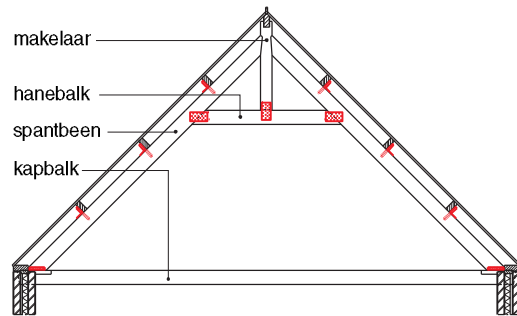
**Figuur 3.11** Jukken- of bokspant

◆ Hollands spant

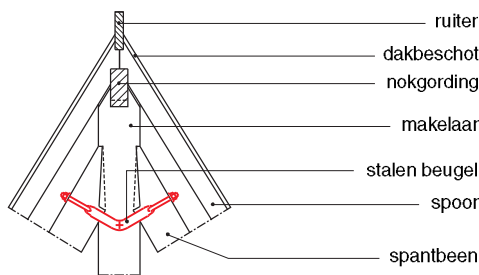
Een verbeterde variant op het steekspant is het Hollands spant. Als een spant een grotere ruimte moet overspannen, worden de spantbenen langer en daarmee gevoeliger voor buiging. Om het spant meer vormvast te maken, worden de spantbenen op een bepaalde hoogte met elkaar verbonden door trekplaten (dubbel) of een hanenbalk (enkel). De vrije hoogte onder de trekplaten of hanenbalk moet minimaal 2300 mm zijn. Om de hanenbalk of trekplaten een extra ophangpunt te geven, kan ook nog een



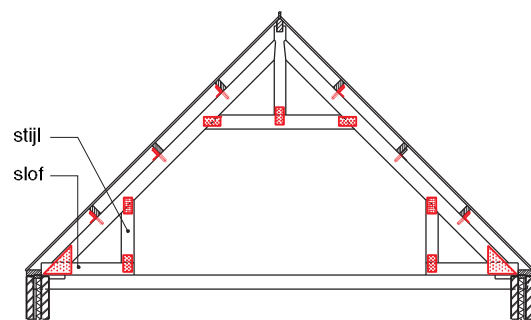
1 Hollands spant



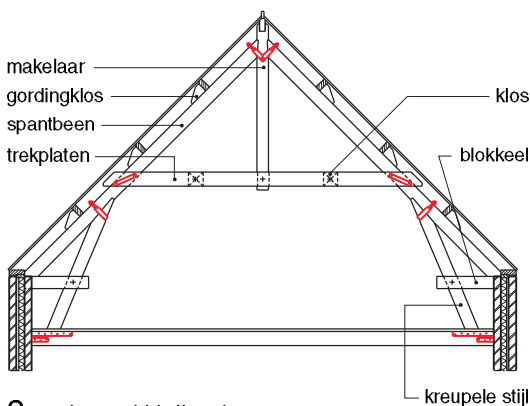
1 modern steekspant



2 traditionele nokconstructie



2 modern steekspant met stijlen

Figuur 3.13 Modern steekspant

3 verbeterd Hollands spant

Figuur 3.12 Traditioneel Hollands spant

makelaar worden toegepast, figuur 3.12-1. Vroeger was deze makelaar tevens belangrijk voor het verbinden van de spantbenen en het dragen van de nokgording, figuur 3.12-2.

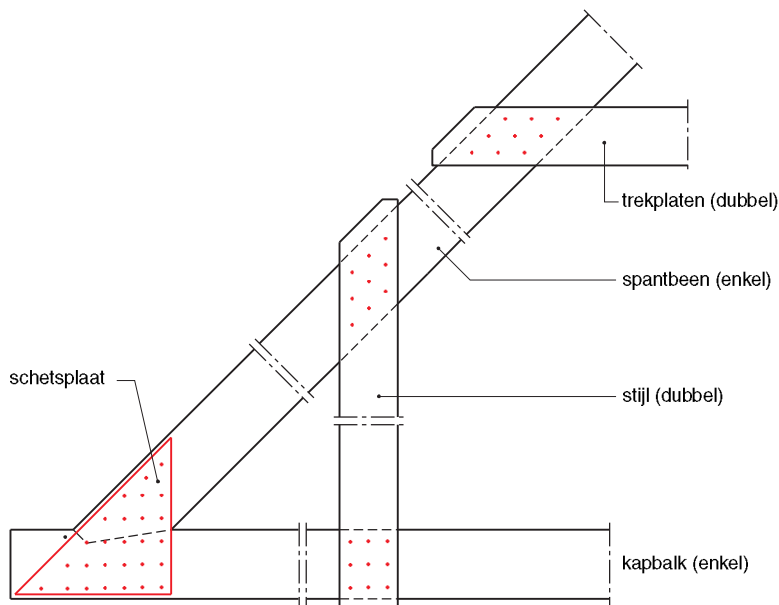
Bij een modern steekspant worden de spantbenen ondersteund door stijlen. De stijlen worden ook horizontaal met de spantbenen verbonden om zo een stijve hoek te maken. Op deze manier zijn er ook meer mogelijkheden om het spant aan de vloer te bevestigen, figuur 3.13.

◆ *Spijkerspant*

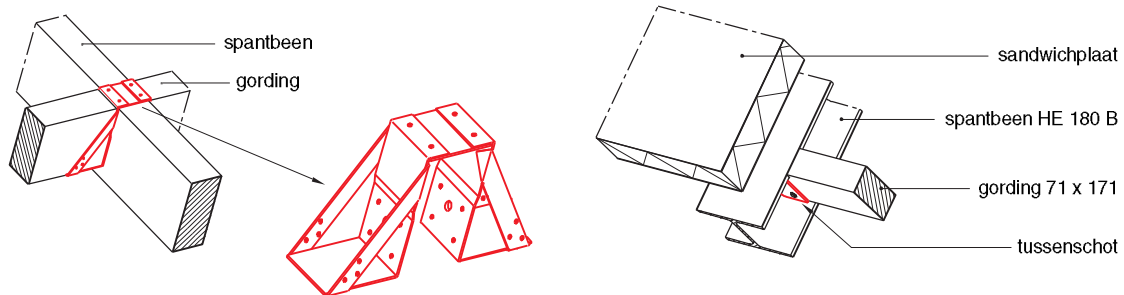
Het spijkerspant valt het beste te plaatsen binnen de houtskeletbouw. Het principe ervan is gebaseerd op het met behulp van draadnagels aan elkaar verbinden van relatief dunne houten delen, figuur 3.14.

◆ *Wandspant*

In veel gevallen speelt een spant een overheersende rol in de ruimte waarin het zich bevindt. Dit komt vooral omdat het onder de gordingen uitsteekt, waardoor het dakvlak uiterlijk wordt gebroken. Als het spant uit meer dan alleen spantbenen bestaat, wordt het ook als een soort afscheiding ervaren. Het spant splitst de ruimte dan als het ware in twee delen op.

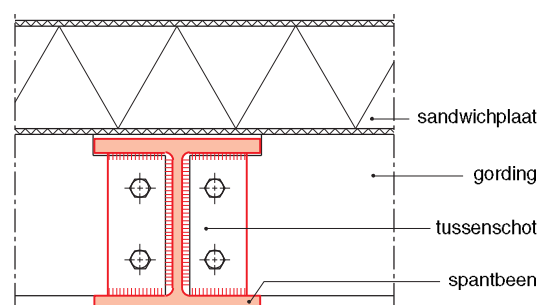


Figuur 3.14 Verbindingen spijkerspant



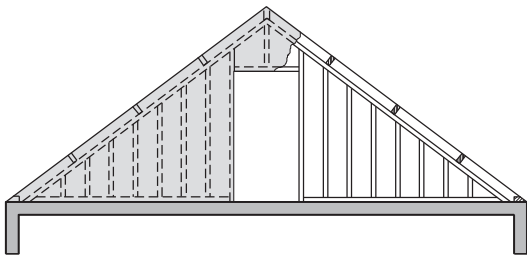
Figuur 3.15 Spantbeen en gordingen in hetzelfde vlak

Het is ook mogelijk dat de vrije doorgangshoogte te beperkt wordt. Dit ruimteprobleem is gedeeltelijk op te lossen door het spantbeen in één vlak te brengen met de gordingen, figuur 3.15. Hiervoor kan men gebruikmaken van dubbele balkdragers die over het spantbeen hangen. De bovenkant van het spantbeen ligt dan in hetzelfde vlak als de bovenkant van de gordingen. Een bijkomend voordeel is dat men de gordingen niet hoeft te lassen, doordat ze tussen de spanten liggen. Dit verhoogt tevens de stabiliteit. Bij stalen spanten is het ook goed mogelijk om op een dergelijke manier wat hoogte te winnen. Als de spantbenen van HE-profielen zijn gemaakt, kunnen de gordingen daar gemakkelijk in liggen, figuur 3.16.



Figuur 3.16 Houten gordingen in stalen spantbeen

Vaak is de zolderruimte ter plaatse van het spant werkelijk opgesplitst in twee vertrekken. Het spant is dan gebruikt om er een scheidingwand aan te bevestigen, figuur 3.17. De constructie bestaat dan meestal uit ribben die verticaal tussen de spantbenen en de vloer zijn aangebracht. De ribben hebben dezelfde maat als de dikte van



Figuur 3.17 Wandspant

het spanthout. Over het geheel komt dan een afwerking van plaatmateriaal.

Op ongeveer gelijke wijze is dit in de nieuwbouwfase uit te voeren. Volgens het principe van de houtskeletbouw wordt daarbij een soort prefab-wand gemaakt die een scheidende en dragende functie heeft.

Als wordt gekozen voor een stijve afwerking zoals gipsvezelplaat, kunnen de ribben kleinere afmetingen krijgen. Bij het vervaardigen van de wand worden de spantbenen en de hanenbalk als uitgangspunt genomen. Als men de gordingen tussen de wanden laat vallen, hoeven er later geen openingen tussen gordingen en spant meer te worden afgewerkt. De hoogte van de onderkant van de hanenbalk is belangrijk omdat hier een montage binnendeurkozijn onder moet kunnen. De plaats van de overige ribben wordt bepaald door de standaardmaat van de gipsvezelplaat. Ook op vloerhoogte en rondom de opening voor het deurkozijn moet een rib zitten.

Spantverbindingen

Om enig inzicht te krijgen in het principe van spantverbindingen, wordt het steekspant hier nader uitgewerkt en wordt er een vergelijking gemaakt met moderne verbindingen.

De verbinding tussen het spantbeen en de makelaar maakte men vroeger met een pen-en-gatverbinding, figuur 3.18-1. Om afschuiven van de verbinding tegen te gaan, werd er ook nog een *tand* toegepast. Deze zeer bewerkelijke verbinding moest heel goed passend zijn om voldoende sterkte te geven. Later werd de verbinding uitgevoerd in combinatie met stalen beugels die de krachten op de verschillende onderdelen overbrachten. De pen kreeg meer de functie van wisselpen: hij moest het verschuiven van de twee delen ten opzichte van elkaar

voorkomen. De tand tegen het afschuiven bleef gehandhaafd, figuur 3.18-2.

De eenvoudigste verbinding is die met een *spijkerplaat*. Hierbij komt de overdracht van krachten voor een groot deel voor rekening van de verbindingsmiddelen. De te verbinden onderdelen moeten zo goed mogelijk op elkaar aansluiten. Een goede tussenoplossing is het gebruik van spijkerplaten in combinatie met een tand of hiel, figuur 3.18-3. Het gebruik van spijkerplaten heeft de volgende voordelen:

- hout verzwakt nauwelijks als men niet te dikke nagels gebruikt;
- aanbrengen kost minder arbeid;
- sterkte verbinding is door berekening te bepalen.

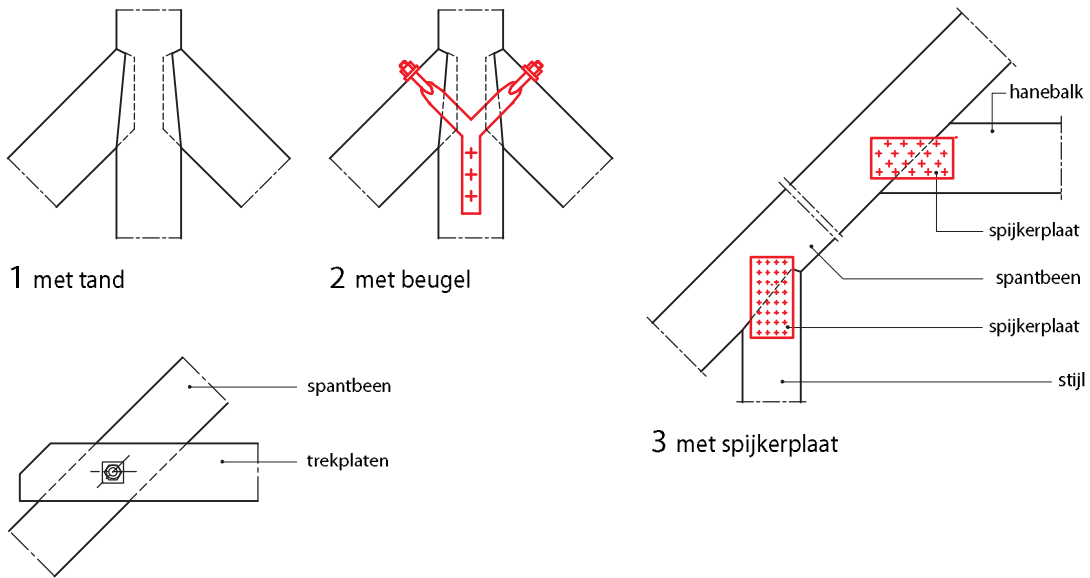
Als nadeel is aan te merken dat het minder fraai is als de verbindingen met spijkerplaten in het zicht komen.

Als het spant geheel met spijkerplaten wordt uitgevoerd, kiest men voor gelijkwerkende verbindingen. In plaats van trekplaten wordt dan een hanenbalk gebruikt. De spijkerplaat komt symmetrisch over de naad van de verbinding tussen hanenbalk en spantbeen. Om de verbinding extra sterkte te geven, kan dubbelzijdig worden gewerkt, waarbij het spijkerpatroon verspringend is.

Als men voor trekplaten kiest, worden er *kramplaten* of *ringdeuvels* gebruikt in combinatie met een bout en volgplaten als verbindingsmiddel, figuur 3.18-4. De verbinding tussen de makelaar en de hanenbalk of trekplaten is op dezelfde manier te maken.

Als er een makelaar wordt toepast, kan hierin de nokgording rusten. Werkt men zonder makelaar, dan wordt er een nokgordingdrager gebruikt, figuur 3.19.

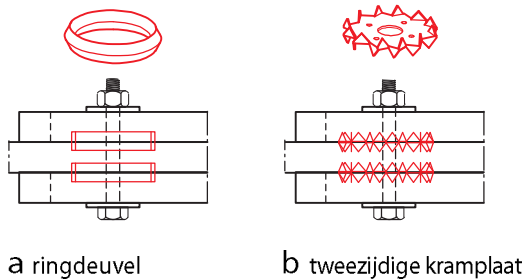
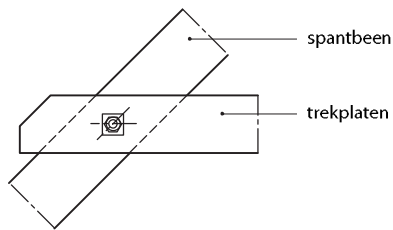
De verbinding tussen de vloer en het spantbeen moet zo worden uitgevoerd, dat het spantbeen niet kan uitwijken. Dit is mogelijk door het spantbeen tegen de verankerde muurplaat te laten steunen of het spantbeen met een balkdrager op de vloer vast te zetten.



1 met tand

2 met beugel

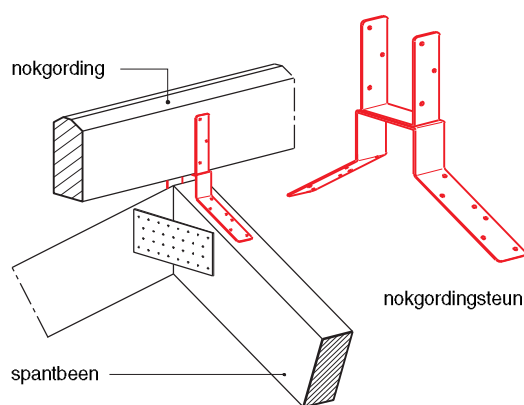
3 met spijkerplaat



a ringdeuvel

b tweezijdige kramplaat

4 met kramplaten en ringdeuvels

Figuur 3.18 Spantverbindingen**Figuur 3.19** Nokgordingdrager

Spijkerverbindingen

Voor spijkerverbindingen gelden de volgende regels:

- altijd dun op dik spijkeren;
- lengte draadnagel is minimaal tweemaal kleinste houtdikte;
- dunne nagels hechten beter dan dikke (hout splijt minder);
- indrijven kop verzwakt hout;
- nagels moeten niet te dicht op kant worden geplaatst, zeker niet bij kopkant;
- draadnagels moeten zoveel mogelijk verspringend worden geplaatst;
- als dubbelzijdig wordt gewerkt, moeten nagels niet in zelfde houtdraad worden geplaatst.

Voor de sterkte van houten delen kan in het algemeen worden gesteld dat twee dunne delen sterker zijn dan één dik deel. Daarnaast geldt dat het verbinden met draadnagels veel effectiever is bij dunne delen. Het ligt dus voor de hand om een spijkerspant zoveel mogelijk samen te stellen uit dunne delen. Men moet proberen om op een knooppunt drie delen bij elkaar te laten komen, waarbij het middelste deel de grootste dikte heeft.

Bij een aantal knooppunten komen maar twee delen bij elkaar. Op deze plaatsen kan worden gewerkt met zogenaamde *schetsplaten*, figuur 3.13. Dit zijn plaatjes triplex die aan beide zijden van de verbinding worden aangebracht. Met een

bepaald (van tevoren berekend) nagelpatroon kunnen hiermee zeer sterke verbindingen worden gemaakt. Voor de overdracht van krachten is triplex een ideaal materiaal. Het is naar alle kanten even sterk en het splijt niet, ook al worden de nagels dicht bij de rand geplaatst. Ook het indrijven van de draadnagels veroorzaakt weinig verzwakking.

Spijkerverbindingen worden bij voorkeur met een spijkerapparaat gemaakt. Hierbij is de slagkracht te regelen, waardoor de nagels op de juiste diepte komen te zitten. De nagels zijn voorzien van een lijmlaag die tijdens het inbrengen smelt door de wrijving. Hierdoor gaat de nagel gemakkelijker in het hout. De lijm geeft daarnaast een extra hechting.

Spijkerspanten zijn door hun geringe eigen gewicht geschikt voor grotere overspanningen.

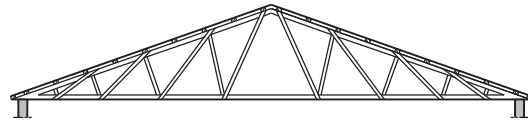
Moderne houten spanten

Constructies van moderne houten spanten zijn gebaseerd op een optimaal materiaalgebruik, dat wil zeggen, op een zo groot mogelijke sterkte bij een minimum aan materiaal. Dit kan worden bereikt door het gebruik van kwalitatief hoogwaardige materialen, genormeerde berekeningsmethoden en geavanceerde productietechnieken. Er zijn twee groepen moderne houten spanten:

- 1 vakwerkspanten;
- 2 gelijmde spanten.

1 Vakwerkspanten

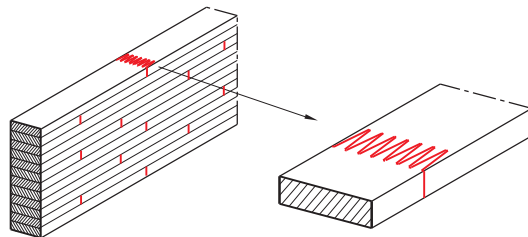
Vakwerkspanten zijn in principe opgebouwd uit betrekkelijk lichte onderdelen. De compositie van deze onderdelen is zodanig, dat er een optimale verdeling van de optredende krachten plaatsvindt. Door de afmetingen van de samenstellende onderdelen zo klein mogelijk te houden, blijft het eigen gewicht beperkt, wat grotere overspanningen mogelijk maakt. De onderlinge verbindingen kunnen worden genageld, gelijmd of met ringdeuvels of kramplaten worden gemaakt. Door de vormgeving enigszins tegengesteld te maken aan het doorbuigingspatroon kan nog aan sterkte worden gewonnen, figuur 3.20.



Figuur 3.20 Vakwerkspant

2 Gelijmde spanten

Volwand gelijmde spanten, ook wel gelamineerde spanten genoemd, zijn opgebouwd uit dunne delen van hoogwaardig hout. De stuiknaden van deze delen zijn voorzien van vingerlassen en komen zoveel mogelijk verspringend in het spant, figuur 3.21. Bij de verlijming kan, door gebruik te maken van dunne delen, het spant een gebogen vorm krijgen. Na uitharding van de lijm is het spant dan vormvast. Door deze werkwijze is het mogelijk het spant op de juiste plaats ook de gewenste sterkte te geven. Dergelijke spanten worden veelal gemaakt volgens het principe van het *driescharnierspant*, wat betekent dat er geen moment in de knooppunten komt.



Figuur 3.21 Stuiknaden met vingerlassen

►► **Zie deel 3 *Draagstructuur*, hoofdstukken 4, 5 en 6, voor een uitgebreidere bespreking van moderne spanten**

3.3.4 Muurplaat en windverband

Uit het oogpunt van veiligheid moet het dak worden bevestigd aan de onderliggende constructie. Het opgaand werk ontleent weer stabiliteit aan het dakvlak. Samengevat: het dak moet worden verankerd tegen opwaaien, de onderliggende wanden mogen niet uitwijken en het dak mag niet vervormen.

Verankering tegen opwaaien

Uitgaande van een gordingkap moet het dak worden verankerd bij de topgevels en bij de dakvoet. Bij de topgevels kan gebruik worden gemaakt van haakankers om het uitwijken van de muren te voorkomen, figuur 3.22. Tegen het op-