



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800**

Orsel, E.D.

### **Citation**

Orsel, E. D. (2020, March 3). *De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/86020>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/86020>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/86020> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Orsel, E.D.

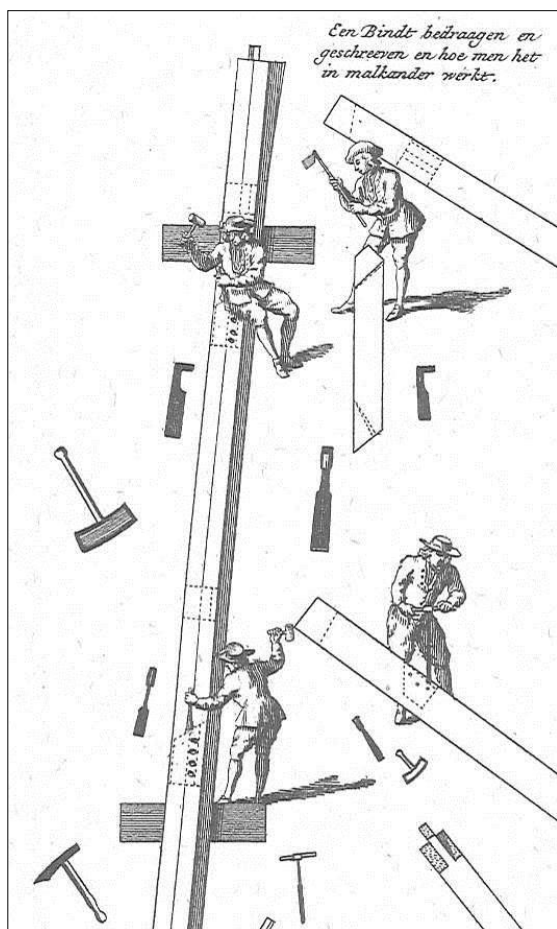
**Title:** De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800

**Issue Date:** 2020-03-03

## 4 TIMMEREN

Na de aanschaf van de materialen voor het geplande bouwwerk begon de timmerman met de vervaardiging van de kapconstructie. Het algemene beeld is dat de werkwijze van de timmerlieden en hun gereedschappen in de onderzoeksperiode grotendeels hetzelfde zijn gebleven. In dit hoofdstuk zal daarom, zoveel mogelijk gebaseerd op lokale gegevens, dit constructieproces voor de Leidse situatie worden onderzocht op basis van de gereedschappen die de timmerman ter beschikking stond, hoe hij de constructie vervaardigde en uiteindelijk plaatste. Bovendien zal worden gekeken welke innovaties in de loop van de tijd in het constructieproces zijn te onderkennen en welke invloed die hebben gehad op de vorm en de uitvoering van de kap. Aangezien gebruikt wordt gemaakt van zowel literatuur, gegevens uit de catalogus en de onderzochte rekeningen en bestekken levert dit een meer algemeen beeld van het timmeren van een kapconstructie, wel gericht op de ordinaire bouwwerken.

### 4.1 Gereedschappen en bewerking



83 Timmermansgereedschappen (Natus et al. 1736)

Voor het vervaardigen van een kapconstructie beschikten de timmerlui over verschillende gereedschappen, elk met hun eigen toepassing. Herman Janse heeft in zijn boek *Van aaks tot zwei* de historische handgereedschappen uit de Nederlandse en Vlaamse bouwwereld zeer uitgebreid behandeld.<sup>673</sup> De beroepen in de bouwwereld waren gericht op de verwerking van één materiaal, bijvoorbeeld natuursteen of hout. Daarnaast was het vanuit het gildestelsel niet toegestaan om werkzaamheden van een ander beroep uit te oefenen. Vanwege deze twee redenen verschilden de gereedschappen per beroep.<sup>674</sup> Het gildebord uit 1648 van de Leidse timmerlieden in de Pieterskerk toont bijlen, zagen, schaven, vijlen boren, beitels, hamers, een nijptang en allerlei pas- en meetinstrumenten (zie afb. 23 en 83). In deze paragraaf worden de belangrijkste timmermansgereedschappen – beknopt – aangestipt. Het doel hiervan is de bewerkingen te behandelen die het constructiehout voor een kapconstructie onderging en welke sporen dit op de kapconstructie kan hebben nagelaten. Er zijn tijdens de hier behandelde periode vrijwel dezelfde technologieën gebruikt. Pas met de industriële revolutie van circa 1850 zou de techniek enorm veranderen.<sup>675</sup> De gebruikte gereedschappen en technieken waren in hoofdlijnen al door de Egyptenaren en Romeinen ontwikkeld.<sup>676</sup>

Ook voor specifiek het middeleeuwse timmerambacht zijn er tot 1850 weinig echte innovaties aan te wijzen. Janse stelde wel dat door verbeterde hardheid van ijzer scherpere rechte beitels mogelijk werden.<sup>677</sup> Deze verbetering werd door Janse rond 1500 gedateerd. De komst van de scherpere beitels wordt duidelijk door het verschijnen van de gehakte rechte telmerken.

<sup>673</sup> Janse 1998. Voor deze paragraaf is ook gebruik gemaakt van andere literatuur, maar dit leverde overeenkomstige informatie op; o.a. Janse 1965; Binding en Nussbaum 1978; Großmann 1986; Binding 1989; Van Hemert 2005 en Zwerger 2015.

<sup>674</sup> Janse 1998, 9.

<sup>675</sup> Janse 1998, 14.

<sup>676</sup> Janse 1998, 48.

<sup>677</sup> Janse 1989, 50 en Janse 1998, 14.

## DE ORDINAIRE KAP

De eerste stap om van een boom bouwhout te maken was het omhalen van de boom. Dit gebeurde in het bos door houthakkers of vellers, die ook de takken er af zaagden en soms de schors grotendeels verwijderden.<sup>678</sup> Meestal werden deze ruwe gevelde bomen verder onbewerkt tot houtvloten samengebonden (afb. 102). De gevelde boom kon echter ook voordat het gevlot werd, of zelfs op het vlot, worden gekantrecht. Dit kantrechten gebeurde echter ook vaak op de werkplaats. Bij het kantrechten werd op de kopse zijde aan de bovenzijde van de stam een vierkant afgetekend, waarbij alle schors en zoveel mogelijk jong spinthout buiten dit vierkant viel. Ditzelfde vierkant werd ook aan de onderzijde afgetekend, waarbij het hart van de boom in het midden lag. De stam werd vervolgens op een paar balkjes of schragen gelegd en vastgezet, waarna er met een smetdraad vier lijnen over de stam werden afgetekend conform de afgetekende vierkanten. Met een beslag- of kerfbijl werd haaks op de stam aan één zijde iedere circa 30 centimeter een reeks kepen ingehakt.<sup>679</sup> Deze werden zo diep ingehakt dat ze net niet de gewenste (afgetekende) doorsnede bereikten. Daarna werd tussen twee lijnen het vlak recht gekapt. De kepen dienden ook om te diep inhappen van de bijl te voorkomen. Deze handelingen werden herhaald voor alle zijden, zodat er uiteindelijk een vrijwel rechthoekige balk was gehakt. In het bestek voor de kap van de Marekerk uit 1645 werd omschreven dat al het constructiehout ‘met de breebijl gereet’ moet worden.<sup>680</sup> Een breebijl, ook bekend als beslagbijl of baardaks, werd gebruikt voor het kantrechten van boomstammen.<sup>681</sup> Dit betekende dat het constructiehout een enigszins ruw behakt oppervlak hield. De haksporen van een oppervlaktebehandeling door een bijl zijn op constructiehout te herkennen aan een niet helemaal vlak, soms zelf enigszins ruw, oppervlak met flauwe uitschulpingen en soms aan de aftekeningen/snedes van het inhakken (afb. 85-89).<sup>682</sup> De snedes worden soms beëindigd door afgescheurde vlakjes die aangeven tot waar de bijl het hout is ingedrongen (afb. 90). Vaak vertonen de snedes een uitwaaiërend patroon, veroorzaakt door de zwaaibeweging met de bijl (afb. 88). Aan de hand van de afgescheurde vlakjes, de bijlsnedes en het patroon kan worden herkend van af welke stahoogte de boom werd bewerkt, wat de richting was van bewerken en of de timmerman de bijl in de rechter- of linkerhand hanteerde.<sup>683</sup> Soms is een beschadiging in de snijkant van de bijl zichtbaar op het oppervlak door op het uitgeschulpte vlak staande ‘ruggetjes’ (afb. 91).<sup>684</sup>



84 Haksporen schoor Breestraat 123, 1393 ±6 jr



85 Haksporen spoor Breestraat 123, 1393 ±6 jr

<sup>678</sup> Großmann 1986, 17 en Janse 1998, 49.

<sup>679</sup> De Vries 2006a. Zie voor de bewerking met de beslagbijl pag. 24-25.

<sup>680</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

<sup>681</sup> Janse 1998, 50, 53, 62 en 154, afb. 75.

<sup>682</sup> Bláha et al. 2008, 128-132. Haksporen zijn bijvoorbeeld aangetroffen op een eiken schoor en vuren spoor van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr, op een eiken spantbeen van Rapenburg 14 uit 1594, op een grenenhouten dekbalk van Lammermarkt 57 van direct na 1611 of op een eiken dekbalk van Aalmarkt 21 uit 1657-1659.

<sup>683</sup> Bláha et al. 2008, 129-130.

<sup>684</sup> Janse 1998, 50.



## TIMMEREN



86 Haksporen Rapenburg 14, 1594



87 Haksporen Lammermarkt 57, direct na 1611



88 Haksporen Lammermarkt 57, direct na 1611



89 Haksporen Aalmarkt 21, 1657-1659



90 Afscheursporen Lammermarkt 57, na 1611



91 Sporen beschadigde bijl, Rapenburg 14, 1594

Naast ruw geveld hout en gekantrechte balken kon voor het maken van de constructie ook gezaagd hout worden vervaardigd of worden aangekocht. Dit hout was door houtzagers met trek-, raam- en kraanzagen in balken, ribben of planken in de gewenste maten gezaagd.<sup>685</sup> Maar ook werd het hout op de werkplaats gezaagd. Meestal zal de te volgen zaagsnede zijn afgetekend met een smetdraad. Een andere indicatie voor de zaagsnede is aangetroffen op de flieringen van Breestraat 99 uit 1458.

---

<sup>685</sup> Janse 1998, 50-51.

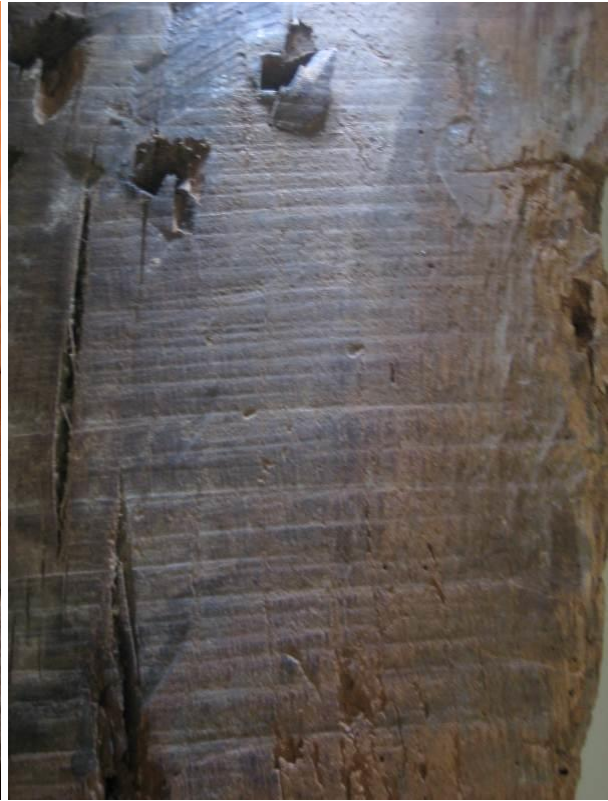


## DE ORDINAIRE KAP

Op een in de lengte door te zagen balk, ten behoeve van twee flieringen, zijn twee parallelle ingekraste lijnen aangetroffen waartussen door moest worden gezaagd. Gezaagd hout laat zich herkennen aan onregelmatig verlopende, enigszins parallelle, groeven op het oppervlak (afb. 92-95).<sup>686</sup>



92 Handzaagsporen Pieterskerkhof 40, 1384



93 Handzaagsporen Hooigracht 67, 1450



94 Handzaagsporen Breestraat 59, 1597



95 Handzaagsporen Aalmarkt 21, 1657-1659

Handgezaagd hout op een schraag laat vaak een driehoekig breukvlakje zien, afkomstig van het breken op het punt waar twee zaagsneden bij elkaar kwamen (afb. 96-97).<sup>687</sup> Met de opkomst van de zaagmolen rond 1600 werd een deel van deze handarbeid overgenomen door een machine.<sup>688</sup> Hierdoor ontstonden zaaglijntjes op een zeer regelmatige afstand parallel van elkaar (afb. 98-99).<sup>689</sup>

<sup>686</sup> Bláha et al. 2008, 132-134. Zaagsporen zijn bijvoorbeeld zichtbaar bij Pieterskerkhof 40 uit 1384, Hooigracht 67 uit 1450, Breestraat 59 uit 1597 en Aalmarkt 21 uit 1657-1659.

<sup>687</sup> Breukvlakken van handzagen zijn bijvoorbeeld op de flieringen van Breestraat 99 uit 1458 of op de krommers van Rapenburg 67 uit 1623 aangetroffen.

<sup>688</sup> Janse 1998, 50.

<sup>689</sup> Zaaglijntjes zijn bijvoorbeeld zichtbaar bij Rapenburg 67 uit 1623 en Rapenburg 12 uit 1724.

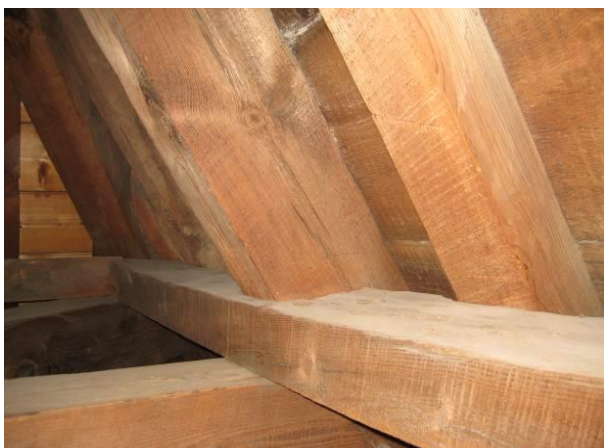
## TIMMEREN



96 Breukvlak handzagen, Breestraat 99, 1458



97 Breukvlak handzagen, Rapenburg 67, 1623



98 Machinale zaagsporen, Rapenburg 67, 1623



99 Machinale zaagsporen, Rapenburg 12, 1724

Veel voorbeelden hebben zowel behakte als gezaagde oppervlakken op één constructieonderdeel (afb. 100-104).<sup>690</sup> Een deel van de verschillende bewerkingsporen is verklaarbaar door de gecombineerde bewerking met een bijl aan de buitenzijde van een stam of gekromd hout, die vervolgens met de zaag werd opgedeeld in dunnere balken geschikt voor de constructie (afb. 106). Ook kwam het voor dat één of meer zijden van met de bijl behakt hout vlak werd uitgevoerd door dit te zagen. Deze vlakke zijde of zijden werden in de te vervaardigen constructie dan de constructiezijde waarop de onderdelen werden afgemeten en gepast.<sup>691</sup> Het was blijkaar voor de timmerman moeilijker construeren vanuit het ruwere behakte hout dan met het vlakke gezaagde hout.

Op basis van de gedocumenteerde voorbeelden lijkt er vanaf begin 17<sup>de</sup> eeuw langzamerhand strakker, rechthoekiger bewerkt hout toegepast te zijn.<sup>692</sup> De strak bewerkte onderdelen hadden echter nog deels ruwer bewerkte en/of afgeronde kanten, wellicht om zo veel mogelijk van het beschikbare constructiehout te kunnen toepassen. Later werd het constructiehout zeer strak, meskant, vierzijdig gezaagd (afb. 105).<sup>693</sup> Dit sluit aan bij wat in het handboek van Poley uit 1770 stond over dat kapconstructies moesten worden gemaakt van ‘greenen hout, alle vierkant bezaagd’.<sup>694</sup>

<sup>690</sup> Voorbeelden van behakte en gezaagde zijn de eikenhouten constructiedelen van Hooigracht 67 uit 1450, Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472, Nieuwsteeg 17 uit 1592, Rapenburg 14, voor en achter, uit 1594 en Oude Rijn 25, voor en achter, uit 1599 en de grenenhouten constructiedelen van Morsstraat 32, Nieuwe Beestenmarkt 9 en Oude Singel 100, alle drie van direct na 1611.

<sup>691</sup> Voorbeelden van behakt hout met gezaagde constructiezijde zijn Nieuwe Beestenmarkt 9, Lammermarkt 57 en Oude Singel 100 van direct na 1611, Pieterskerkgracht 9 van 1620 en Aalmarkt 21 van 1657-1659.

<sup>692</sup> Voorbeelden van strakker, rechthoekiger bewerkt hout zijn Pieterskerkgracht 9 uit 1620, Rapenburg 67 uit 1623, Rapenburg 29 uit 1664, Papengracht 6 uit 1668 en Oude Vest 159 uit 1681.

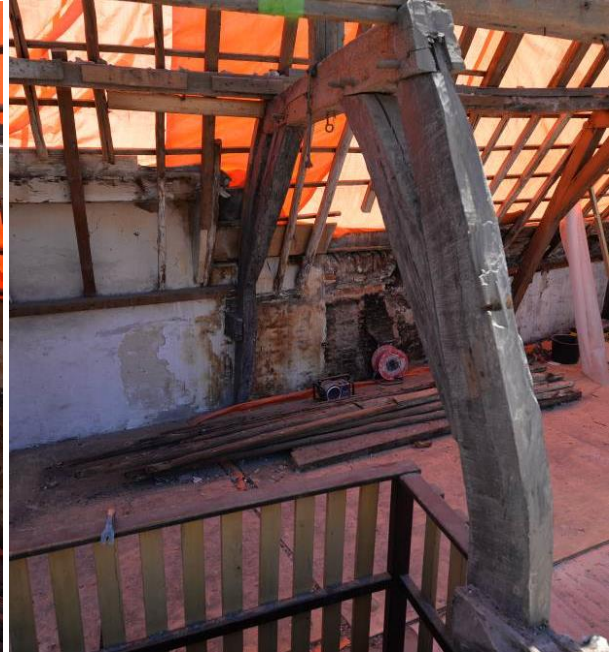
<sup>693</sup> Voorbeelden van vierzijdig strak gezaagd hout zijn Rapenburg 12 uit 1724, Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Rapenburg 65 uit 1749 en Rapenburg 67 uit 1760. Ook in Amsterdam is dit zeer strak gezaagd hout bekend,



## DE ORDINAIRE KAP



100 Behakt constructiehout, Nieuwsteeg 17, 1592



101 Gezaagd constructiehout, Nieuwsteeg 17, 1592



102 Afgerond en schors, Lammermarkt 57, na 1611



103 Gezaagde kant, Lammermarkt 57, na 1611



104 Behakt en gezaagd, Pieterskerkgracht 9, 1620



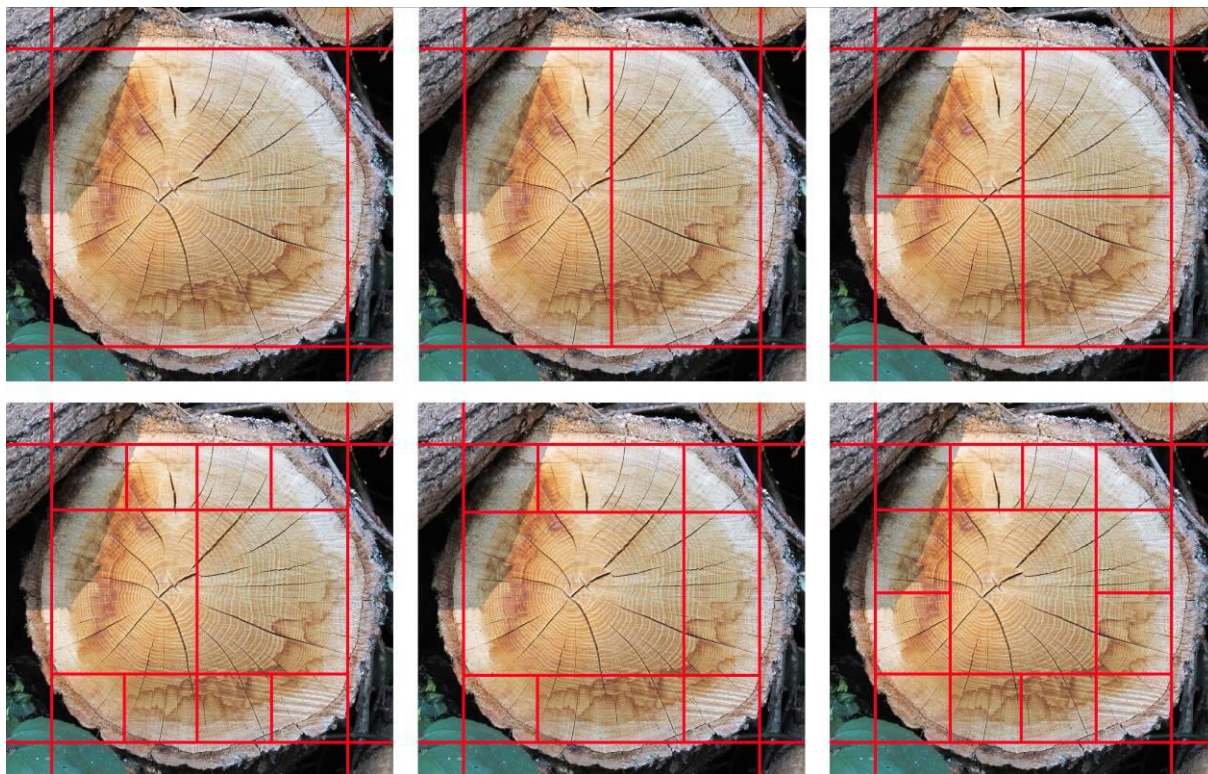
105 Meskant machinaal gezaagd, Rapenburg 65, 1749

onder andere bij Keizersgracht 794 uit ca. 1675; Van Tussenbroek 2009, 120-121 en Van Tussenbroek 2012, 113 en 183.

<sup>694</sup> De Vries 2008, 224.



## TIMMEREN



106 Voorbeelden van mogelijke opdeling van een stam door bijl en/of zaag

De opkomst van dit strakker bewerkte hout hing samen met de al eerder behandelde opkomst van de houtzaagmolenindustrie in de 17<sup>de</sup> eeuw. De latere voorbeelden van meskant gezaagd hout zullen bovendien waarschijnlijk beïnvloed zijn door een ruim aanbod van gezaagd bouwhout, zoals eerder besproken. Een behakt oppervlak kwam echter nog lang voor. Zo werd de kap van Aalmarkt 21 uit 1657-1659 opgetrokken met eikenhout dat zowel sporen vertoont van bijlslagen als van zagen (afb. 89 en 95).

Gezaagd hout, waarschijnlijk handgezaagd, werd soms niet strak genoeg bevonden en werd daarom nageschaafd.<sup>695</sup> Het schaven kan met een bijl of met schaaf zijn uitgevoerd.<sup>696</sup> Zo stond in het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort dat voor de vlieringvloer rondhout en vloerdelen moesten worden geschaafd: ‘Die revelaers schoen te schaven ende de delen aen beyde de zijden schoen te schaven’.<sup>697</sup> In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 moesten de zichtbare vloerbalken aan drie zijden (de zichtzijden) worden geschaafd. Het hout van de kap moest met de gerfschaaf worden behandeld, om ‘het rouwe af te schaaven’.<sup>698</sup> Een gerfschaaf was een rond afgewerkte blokschaaf om het oppervlak min of meer vlak te maken.<sup>699</sup> Deze bewerking van een gerfschaaf is nog waarneembaar in de constructie en laat zich herkennen aan de zeer flauwe uitschulpingen in de lengterichting op de balken van de kap (afb. 107-108). Deze zijn minder zichtbaar dan de uitschulpingen als gevolg van een beslagbijl. In hetzelfde bestek stond de ‘dakkapel bekleden met [...] vuure deelen, van binnen geschaaft’. Hier werd dus wel een vlak geschaafd oppervlak van de binnenbekleding gewenst. Over het algemeen werd echter in bestekken de bewerking van het constructiehout niet beschreven. Dit werd of aan de timmerman overgelaten of volgens de gangbare praktijk. Wel stond in het bestek uiteraard de algemene verwijzing ‘naer den eysch’ of ‘zo ’t behoort’.<sup>700</sup>

<sup>695</sup> Gedocumenteerde voorbeelden van na geschaafd, gezaagd hout zijn Rapenburg 14, achter, uit 1594, Rapenburg 29 uit 1664, Papengracht 6 uit 1668, Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 en Stille Mare 4 uit 1830.

<sup>696</sup> Janse 1998, 58-60 en Bláha et al. 2008, 134.

<sup>697</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlpoort, 1593.

<sup>698</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>699</sup> Janse 1998, 58, 75 en 163, afb. 105.

<sup>700</sup> Zie ook Gerritsen 2006, 86.

## DE ORDINAIRE KAP



107 Sporen gerfschaaf, Hooglandskerkgracht, 1738



108 Schaafsporen Rapenburg 29, 1664

Naast bijlen, zagen en schaven om het constructiehout te bewerken beschikte de timmerman over boren, beitels, vijlen en aftekengereedschap (afb. 23 en 83). Verbindingen, zoals pennen, pengaten, kepen enzovoort werden afgeschreven, door het inkrassen van lijnen met een scherp voorwerp, als een ritsmes of een priem, met behulp van winkelhaak, passer en duimstok.<sup>701</sup> De dunne afschrijf- of aftekenlijntjes op de constructieonderdelen ter plaatse van de verbindingen zijn vaak nog te herkennen (afb. 109-111). Een bijzondere aftekening werd aangetroffen bij het Weeshuis, Hooglandsekerkgracht 21 uit 1774. De pengaten van de verbindingen werden afgetekend met potloodlijnen. Dit is een vroege gedateerde toepassing van het gebruik van een potlood voor het afschrijven van verbindingen.<sup>702</sup>



109 Breesstraat 123, 1393 ±6 jr



110 Pieterskerkgracht 9, 1498



111 Oude Vest 159, 1681

<sup>701</sup> Janse 1998, 53-61. Aftekeningen met krijt of iets anders zijn niet waargenomen.

<sup>702</sup> Dirks en Kessels 2012; potloden kwamen voor sinds de 17<sup>de</sup> eeuw, na de ontdekking van grafiet in het midden van de 16<sup>de</sup> eeuw. In 1795 werd patent verkregen op het 'moderne' potlood.



## TIMMEREN

Een pen of keep werd gezaagd en vervolgens afgewerkt met beitel, vijl of schaaf. Voor een pengat werd binnen de aftekening een reeks gaten geboord met een avegaar of lepelboor tot de gewenste diepte (afb. 112-113). Vervolgens werd het gat opgehakt met een kruisbijl en/of beitel.<sup>703</sup> De nagelgaten voor gesmede (taps en vierkante) nagels en toonagels werden voorgeboord met een omslagboor (afb. 114-115).<sup>704</sup> Een omslagboor is een C-vormige zwengel met aan de bovenzijde een ronde knop die om een spil draait en aan de onderzijde een (vast) boorijzer.<sup>705</sup>



112 Hooglandsekerkgracht 21, 1466-1472



113 Aalmarkt 11, 1455-1456 (d), voorgehakte gaten<sup>706</sup>



114 Voorgeboord nagelgat, Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)



115 Fout geboord nagelgat, Rapenburg 67, 1623

### 4.2 Construeren

Na alle voorbereiding kon de kapconstructie worden vervaardigd. Het historische constructieproces en eventuele ontwikkelingen daarin zijn bestudeerd op basis van literatuur, de onderzochte Leidse rekeningen en bestekken en de onderzochte kapconstructies. De rekeningen en bestekken gingen over het algemeen niet zozeer over het constructieproces. Het werd bij aangenomen werk blijkbaar aan de aannemer overgelaten hoe hij de spantconstructies vervaardigde. Wel uitgebreid omschreven in de bestekken werd de kwaliteit van de constructie, die moest voldoen aan de algemene eis, en de aard van de verbindingen. Dit laatste had te maken met de deugdelijkheid van de constructie.

### Termen

Kapconstructies hadden vele verschillende onderdelen. De huidige benamingen werden in het verleden voor een deel ook gehanteerd, maar sommige gebruikte termen zijn voor ons soms niet meer geheel duidelijk. Voor de Leidse historische terminologie voor onderdelen van kapconstructies en hun uitvoering zijn de onderzochte rekeningen en bestekken een lokale en temporene bron. Een dak werd in de Vestmeestersrekeningen een 'Cappe' genoemd.<sup>707</sup>

<sup>703</sup> Janse 1998, 51 en 52.

<sup>704</sup> Bijvoorbeeld Aalmarkt 11, 1455-1456 (d), Morsstraat 32, direct na 1611 en Rapenburg 67, 1623.

<sup>705</sup> Janse 1998, 55 en 56.

<sup>706</sup> Foto BAAC, Geert Oldemenger.

<sup>707</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.



In de rekeningen van de Pieterskerk uit 1407 en 1409 waren spanten ‘ghespannen’ en in die van het Catharinagasthuis werd de constructie van een af te breken huis een ‘spannaedze’ genoemd.<sup>708</sup> In de bestekken kwamen als gevolg van de gedetailleerde omschrijvingen veel meer termen voor.<sup>709</sup> Alle constructiedelen en hun uitvoering werden genoemd, om voor de aannemer duidelijk te maken hoe de constructie diende te worden uitgevoerd. Een kapconstructie was een ‘spannaets/spannasie’ (herberg buiten de Zijpoort, 1593, Rapenburg 69, late 16<sup>de</sup> eeuw of Rapenburg 31, 1664) of een ‘cap/kap’ (huis Hogerbeets Rapenburg, 1592, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 31, 1664 of Hooglandsekerkgracht 23, 1738) of ‘dack’ (herberg buiten de Zijlpoort, 1593).<sup>710</sup> Deze constructies bestonden in het algemeen uit ‘(kap)binten’ of ‘gebinten’, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen de onderste en die daar bovenop stonden. De onderste spanten waren ‘flierbinten’ en die daarop stonden waren ‘schaarbinten’. Hiermee werden spanten bedoeld, meestal dekbalkspanten. Bij Rapenburg 31 uit 1664 en Hooglandsekerkgracht 23 was voor het bovenste spant sprake van ‘spruyten’, dit waren driehoekspanten.<sup>711</sup> Deze kwamen ook voor bij het Rijnlandhuis uit 1597, maar daar werden ze omschreven als ‘schaerbint met zijn span daer op tot de nock’ of als ‘scaerspan met een balckgen’ (driehoekspan met spantbalk).<sup>712</sup> De spanten (‘gebinten’) bestonden uit ‘stijlen’, ‘binten’ en ‘karbeels/kerbeels’, respectievelijk spantbenen, (dek-)balken en korbeels. Dat de (onderste) spantbenen gekromd moesten zijn, werd duidelijk gemaakt door ‘cromme stijlen, boechstijlen, buychstijlen of boochstijlen’. Als ze recht waren werd volstaan met ‘stijl’, een enkele keer met ‘rechte stijl’. Mede omdat ze vanaf 1593 dateren was in alle onderzochte bestekken sprake van een nokgording: ‘nock’ of ‘ock’. Deze werd gedragen door, de al genoemde, driehoekspanten of door nokstijlen: ‘stijlen’, ‘manders’ of ‘maeckelaers’. Over de constructie lagen flieringen of gordingen: ‘fliringen’ of ‘gordinghen’.

Omdat van een aantal bestekken ook de kapconstructie nog is bewaard en gedocumenteerd kan worden geconcludeerd dat het hedendaagse gangbare terminologische onderscheid tussen fliering (balk gelegen in het horizontale vlak van dekbalk) en gording (balk gelegen in het schuine vlak van dakhelling) niet wordt bevestigd door de Leidse historische bestekstermen ‘fliering’ en ‘gording’. Zo hebben Breestraat 59, het Rijnlandhuis, uit 1597, Aalmarkt 21, de Waag, uit 1658 en Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 zowel flieringen als gordingen, terwijl in het bestek enkel sprake was van ‘gordinge’.<sup>713</sup> Rapenburg 25 uit 1654 heeft flieringen, terwijl deze in het bestek ‘gordinge’ werden genoemd.<sup>714</sup> Hetzelfde geldt voor Rapenburg 29 (31) uit 1664.<sup>715</sup> Ook tegenwoordig worden de termen nog regelmatig verwisseld.

De verschillende onderdelen werden in de lengterichting geschoord door ‘windbanden’, tegenwoordig windschoren genoemd. Bij de kap van de Bibliotheca Thysiana uit 1654 was bovendien sprake van ‘jachtschoor’, dit was waarschijnlijk een windverband over de daksporen.<sup>716</sup> In vrijwel alle voorbeelden was sprake van muurplaten, ‘muerplaten, muyrplaeten’.<sup>717</sup> Deze lagen soms op een borstwering, ‘burstweringe’ en dan was er sprake van blokkeels, ‘blockkeels’. De constructie werd overspannen, ‘spannen of spanning’, met daksporen, ‘capravens, sparren, revelaers, steyntgetgens, ribben of rubben’.<sup>718</sup> Daarop kwamen panlatten, ‘latten’ of beschot van planken, ‘delen’.

<sup>708</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409 en St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.

<sup>709</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken.

<sup>710</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16<sup>de</sup> eeuw, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>711</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>712</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>713</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597, Waag, Aalmarkt 21, 1658 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>714</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.

<sup>715</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.

<sup>716</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654. Helaas is de dakdrager van Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, vervangen, zodat dit niet kan worden gecontroleerd, zie catalogusblad Rapenburg 25, 1654.

<sup>717</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16<sup>de</sup> eeuw, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664, Hof Meermansburg, 1680-1685 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

Een enkele keer was sprake van hoeken in het dakvlak en werden er hoek- of kilkepers toegepast: ‘slaepers’ of ‘huc- of huykepers’. Het schuin daar tegen aanbevestigen of stuiken werd omschreven als ‘hayen’ of ‘haessenen’.<sup>719</sup> Naast de opbouw van de constructie werden in de bestekken ook de verbindingen tussen de onderdelen omschreven. Deze termen komen overeen met de huidige, bijvoorbeeld ‘met pennen in die gaten gewrocht’. Dit wordt verder besproken bij het gedeelte over de verbindingen.

Historische rekeningen en bestekken verhalen over hoe kapconstructies moesten worden uitgevoerd. De gebruikte terminologie geeft inzicht in de constructieve opbouw van spanten. Aangezien er geen significante verschillen in de omschrijving zijn waar te nemen in de Leidse voorbeelden vanaf eind 16<sup>de</sup> eeuw tot begin 18<sup>de</sup> eeuw, zal ook de constructie in deze tijd niet wezenlijk zijn gewijzigd. Datzelfde geldt voor de gebruikte terminologie. In het algemeen was de terminologie overeenkomstig met het tegenwoordige taalgebruik. In verschillende bestekken uit dezelfde tijd werden soms voor eenzelfde onderdeel een andere benaming toegepast, bijvoorbeeld: ‘capravens, sparren, revelaers, ribben of rubben’. Tegenwoordig wordt een meer dwingende keuze in benaming gemaakt; in dit geval voor daksporen. In dezelfde lijn ligt het historische gebruik van fliering of gording, tegenwoordig duidelijk andere kaponderdelen, vroeger dus terminologisch door elkaar gebruikt. Een duidelijk verschil in de benaming ligt in de term spant besloten, hetgeen in de bestekken genoemd werd als ‘gebint’. Volgens Janse heeft deze terminologische wijziging in de 17<sup>de</sup> eeuw plaats gevonden.<sup>720</sup>

### Werkplaats

De voorbereidingen van de constructie vonden veelal niet plaats op de bouwplaats, maar op een werkplaats, die soms ver van de bouwplaats verwijderd kon zijn.<sup>721</sup> De werkplaats kon van een timmerman zelf zijn of gemeenschappelijk.<sup>722</sup> Dit laatste blijkt uit het bestek voor de kapconstructies van de Marekerk in 1645.<sup>723</sup> Hiervoor moest de bewerking van het hout verplicht plaatsvinden op de stadstimmerwerf.<sup>724</sup> De stad schreef wel vaker voor dat het werk door de aannemer op de stadstimmerwerf moest worden gemaakt, zoals bij het timmerwerk van de Waag in 1658 of bij het timmerwerk van de Hogewoerdsbinnenpoort in 1671.<sup>725</sup> Op de werf werden dan de materialen van stadswege verstrekt. Het voorschrijven van de vervaardiging op de stadstimmerwerf kan voortkomen uit de geschiktheid als plek voor het maken van grote constructies, maar wellicht ook omdat er dan toezicht was. De werkplaats kon ook een willekeurig terrein zijn, dat tijdelijk als zodanig werd ingericht.<sup>726</sup> Zo werd bij de aanbesteding van de koepel en toren van de Marekerk in 1647 bepaald dat het terrein van de stadsvolmolen buiten de Morspoort als werkplaats zou dienen.<sup>727</sup> Een werkplaats lijkt dus een niet overdekt werkterrein te zijn geweest.

De werkplaats stond ook bekend als ‘winkel’.<sup>728</sup> In het timmerliedengilde-register was een aantal keren sprake van een (timmermans)winkel.<sup>729</sup> In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond dat de aannemer op de werkplaats, ‘winkel’ genaamd, zelf het bier moest leveren.<sup>730</sup>

<sup>718</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16<sup>de</sup> eeuw, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664, Hof Meermansburg, 1680-1685 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>719</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593 en Rijnlandhuis, 1597.

<sup>720</sup> Janse 1989, 376.

<sup>721</sup> Janse 1965, 107; Großmann 1986, 18 en Binding 1989, 78.

<sup>722</sup> Großmann 1986, 18.

<sup>723</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

<sup>724</sup> Steenmeijer 2005, 175.

<sup>725</sup> Van Oerle 1975, 394 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.

<sup>726</sup> Großmann 1986, 18.

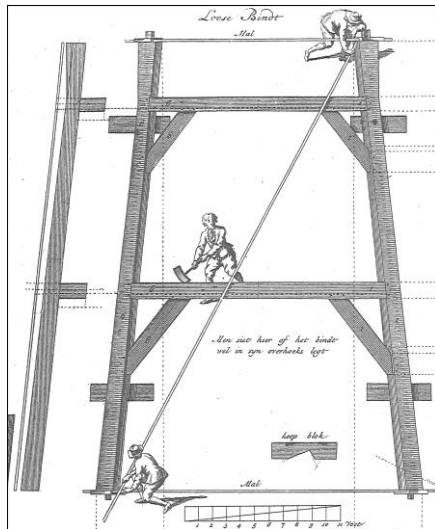
<sup>727</sup> Steenmeijer 2005, 176.

<sup>728</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738; Baar 1986, 12 en Van Oerle 1975, 394.

<sup>729</sup> ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1115 register van het afleggen van de gildeprouwen, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778.

<sup>730</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

## Uitzetten



116 Uitzetten volgens een mal (Natus et al. 1736)

De kapconstructie werd door de timmerman vervaardigd via een uitslag die op de grond van de werkplaats was uitgezet.<sup>731</sup> Op basis van deze hoofdvorm werd op de werkplaats constructiehout gemeten, gezaagd en bewerkt tot onder meer spantonderdelen, die in de uitslag tot spant werden samengesteld.<sup>732</sup> Ook werd gewerkt met een mal, zoals zichtbaar en genoemd op afbeeldingen in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 (afb. 116).<sup>733</sup> Het eerste vervaardigde spant kan ook als mal hebben gediend, waarop de andere spanten werden afgestapt.<sup>734</sup> De basismaat van de uitslag of mal wordt in de historische bestekken aangehaald als spanroef, ‘nae den eysch, alsoe ’t spanroef wijsen sal’.<sup>735</sup> Volgens de omschrijving moest de lengte van balken in de kapconstructie van deze ‘spanroef’ worden afgeleid. Hierbij ging het om het herleiden van de balklengte aan een basismaat van de uitzetting of hoofdvorm.<sup>736</sup>

Het uitzetten werd ook genoemd in de aanbesteding uit 1464 van de kap van het Gravensteen en in de aanbesteding uit 1465 van drie muurtorens.<sup>737</sup> Hierin werd bepaald dat de kapconstructie op de maat en ‘steek’ moest worden geconstrueerd. Met de ‘steek’ werd hoogstwaarschijnlijk de schuinite of dakhelling bedoeld.<sup>738</sup> Van beide termen kan worden afgeleid dat bij het construeren allereerst de basis en vervolgens de hoofdvorm van het dak werd uitgezet. De constructie werd binnen deze hoofdvorm vervaardigd en daaraan ontleend. De maatvoering hierbij was in Leiden, tot de Franse periode, de Rijnlandse voet als lengtemaat.<sup>739</sup>

Een constructieonderdeel kreeg vaak over de lengte een kerflijn in het midden, de zogenaamde richtslag (afb. 117-118).<sup>740</sup> Deze lijn werd gebruikt voor de verdere aftekening. Zoals al eerder genoemd ging het aftekenen met een ritsmes, een priem of ander scherp voorwerp, langs een rei of winkelhaak of langs een zweep voor hoeken.<sup>741</sup> Een andere constructielijn die vaak wordt aangetroffen in Leidse kappen is een horizontale kraslijn over de dekbalken die de onderzijde van de flieringen (of gordingen) markeerde (afb. 119). Het lijkt erop dat binnen de uitslag van de gehele kap eerst de positie van de longitudinale elementen als muurplaten, flieringen (of gordingen) en eventuele nok (of nokgording) werd vastgelegd. Een voorbeeld van sporen van dit uitzetwerk van de timmerman zijn de verticale, horizontale en schuine (haaks op en parallel aan de hellingshoek van het dak) kraslijnen op de spantbenen, aansluitend op de hoek van de flieringen van Aalmarkt 11 (1455-1456 d) (afb. 120).<sup>742</sup> Vervolgens werden dan de spanten geconstrueerd op basis van de uitslag en de vastgelegde posities van de muurplaten, de flieringen (of gordingen) en de eventuele nok (of nokgording).

<sup>731</sup> Van Prooije 1984, 64; Großmann 1986, 18 en King 2007, 106.

<sup>732</sup> Janse 1965, 107 en Großmann 1986, 18.

<sup>733</sup> Natus et al. 1736, afb. I.

<sup>734</sup> Bláha 2008, 145.

<sup>735</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.

<sup>736</sup> De Vries 2009, 35-36 en De Vries 2010, 140-141.

<sup>737</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.

<sup>738</sup> De ‘steek’ is ook bekend van de timmermansproef uit Hoorn; De Vries 2009, 34-35.

<sup>739</sup> Een Rijnlandse roede is 3,767 meter (= 12 voet). Een Rijnlandse voet is 31,4 centimeter (= 12 duim). Een Rijnlandse duim is 2,61 centimeter (= 12 lijn) en een Rijnlandse lijn is 0,21 centimeter.

<sup>740</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogheemraadschap\\_van\\_Rijnland](https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogheemraadschap_van_Rijnland). Gecontroleerd 2019-10-06. Zie ook Berends 2017.

<sup>741</sup> Janse 1998, 61.

<sup>742</sup> Janse 1998, 55 en 61.

<sup>743</sup> Orsel 2016.

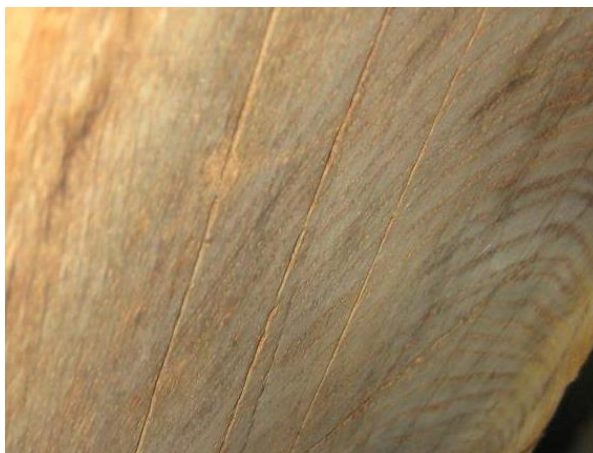


## TIMMEREN

Soms lagen de voorzijden van de spantonderdelen, met hun vaak verschillende formaten, verschoven, maar dan werden ze geconstrueerd op basis van de richtslag. Ook konden de onderdelen met één (voor)zijde in hetzelfde vlak liggen. Dit staat bekend als een constructievlak.<sup>743</sup>



117 Richtslag + kraslijnen Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)



118 Idem Hooglandsekerkgracht. 21, 1466 ±6 jr



119 Kraslijn fliering, Breestraat 95, 1405-1411



120 Uitzetlijnen, Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

### Verbindingen

In het samenstel van de verschillende onderdelen van de kapconstructie waren de verbindingen van cruciaal belang. Solide verbindingen werkten mee aan een stijve en stabiele constructie.<sup>744</sup> In de onderzochte constructies is een bepaald aantal verbindingen waar te nemen, waardoor duidelijk wordt welke verbindingen met de toenmalige stand van constructieve kennis en mogelijkheden toepasbaar bleken.<sup>745</sup> Op basis van hun ervaring pasten de timmerlieden verschillende verbindingen toe voor bepaalde oplossingen, die inspeelden op specifieke druk, trek of andere krachten. Deze krachten werden vooral veroorzaakt door de massa van de constructie en de dakdrager en -bedekking en de daarop uitgeoefende krachten door regen, sneeuw en wind. Hieronder zal worden ingegaan op welk type verbindingen in het algemeen in de loop van de tijd zijn toegepast in de onderzochte constructies, aangevuld met gegevens uit de onderzochte rekeningen en bestekken.

Om een goed sluitende, solide en sterke verbinding te verkrijgen, was een vakkundige uitvoering van groot belang, zoals ook blijkt uit algemene voorwaarden hierover in de onderzochte bestekken. Zo stond bijvoorbeeld in het bestek voor het huis aan het Rapenburg uit 1592: 'Alle dit voors. werck werckelic te wercken ende sluyten ende glat vastnagelen ende spijkeren als 't hoirt'.<sup>746</sup>

<sup>743</sup> Janse 1965, 107 en Großmann 1986, 24.

<sup>744</sup> Zwenger 2015, 100.

<sup>745</sup> Zwenger 2015, 134.

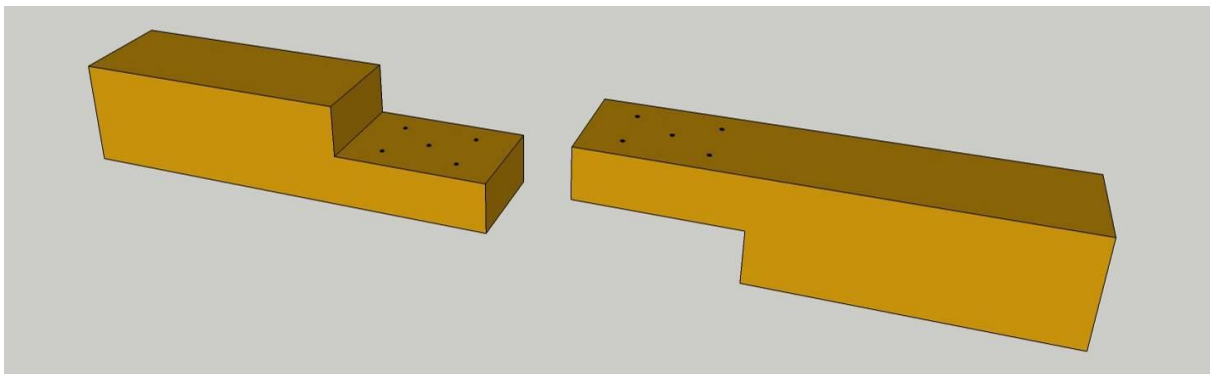
<sup>746</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.

## DE ORDINAIRE KAP

In het bestek voor de kap van de Marekerk stond: ‘Alle de voors werck als voore verhaelt wel ende werckelyck te wercken tot prijs van mrs hun drie verstaende gelyck sulcks werck is vereijsschende, alle pennen, gaeten, tanden, vough, ofte andere vergaederings dicht gewrocht, [...] ende volgens het besteck volcomentlyck opgemaect ende voltrocken hebben gelyck sulcks werck is vereijsschende, alle pennen, gaeten, tanden, vough, ofte andere vergaederings dicht gewrocht met hout ende yserwerck over al wel te verseecken, ende te sluiten soo met houte nagels, spijckers, bouten anckers, ende houwvasten, alles ten genougen vande heeren besteeders’.<sup>747</sup> Als laatste voorbeeld het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738: ‘Dit alles wel en meesterlijk in den anderen te werken, zoals zulk werk behoord’ en ‘Den aanneemer zal al dit werk goed en deeglijk moeten maaken, tot genougen van de besteeders of die zij desweegen zullen gelasten het opzigt te hebben’.<sup>748</sup> Ook in de timmermansproeven werd voorgeschreven dat de verbindingen goed sluitend moesten worden gemaakt.<sup>749</sup>

De spanten van de Leidse kapconstructies werden geconstrueerd met een beperkt aantal verbindingstypen. Het meest toegepast werden de pen-en gatverbinding, de vernagelde koude verbinding, de gelipte verbinding, de gekepte verbinding en de lasverbinding, met allerlei variaties als hielen/borsten/tanden, loeven en zwaluwstaarten (afb. 121-132).<sup>750</sup> De oudere kapconstructies kenmerken zich door een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen die waren vastgezet met (veel) houten nagels (afb. 126). De pen- en gatverbinding was een zeer stijve verbinding geschikt voor het opnemen van trekkrachten. Een nadeel was dat deze verbinding arbeidsintensief was. Het aantal pen- en gatverbindingen binnen de kapconstructie nam dan ook in de loop van de tijd langzamerhand af ten gunste van eenvoudiger te vervaardigen vernagelde koude verbindingen. Dit fenomeen is bij de onderzochte kapconstructies waarneembaar bij de bevestiging van het korbeel met het spantbeen en bij de bevestiging van de windschoren met het spantbeen en/of fliering. Ook in de onderzochte bestekken kwam de combinatie van beide verbindingswijzen voor. In het bestek voor het huis aan het Rapenburg voor R. Hogerbeets uit 1592 was sprake van ‘die kerbeels boven met pennen in die gaten gewrocht ende gesloten mit sluytnagels ende onderan gespijckert’.<sup>751</sup> De krachten waren in de verbinding tussen korbeel en spantbeen blijkbaar niet groot en vaak ging het om drukkrachten vanuit de stabiliteit. Daarbij stonden de spantbenen bovendien in een trekbalg gepend. Dit vormde een redelijk stijf geheel met de gepende verbindingen in de dekbalken, waardoor een gepende verbinding tussen korbeel en spantbeen blijkbaar niet noodzakelijk was.

### *Verbindingstypen:*



121 Lasverbinding

<sup>747</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

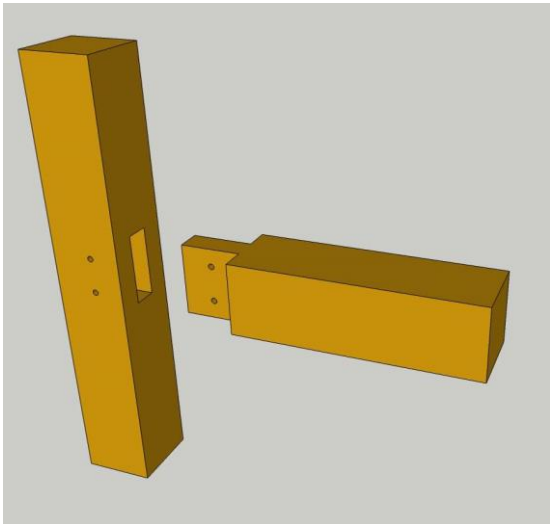
<sup>748</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>749</sup> De Vries 2009, 34-35.

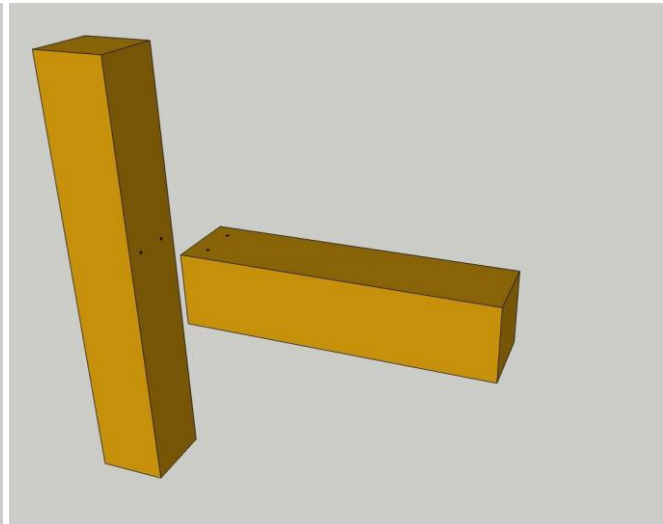
<sup>750</sup> Zie voor verbindingstypen Berends 1996, 91-109.

<sup>751</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.

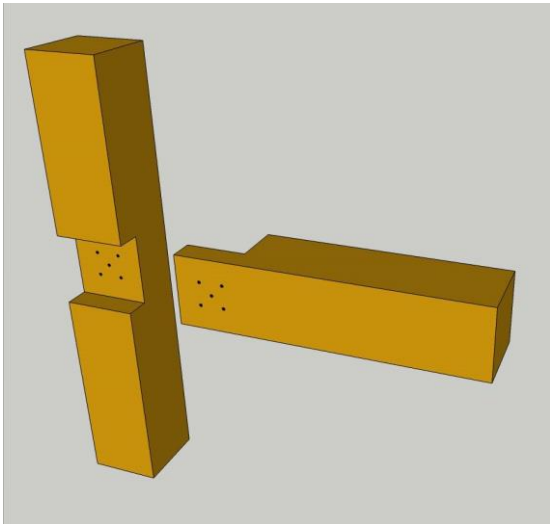
# TIMMEREN



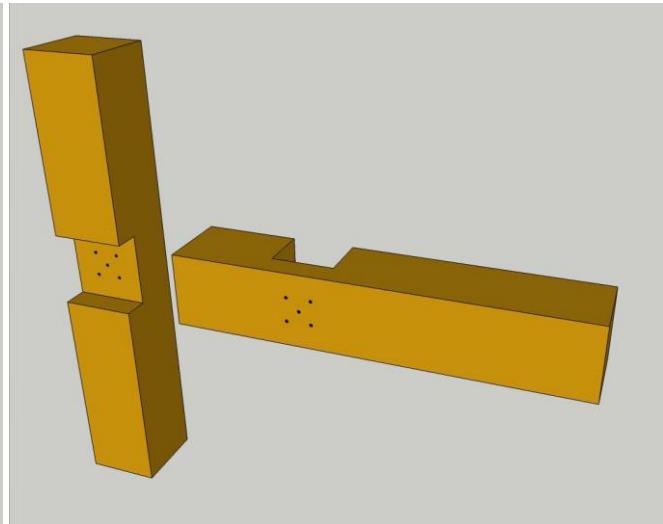
122 Pen-en gatverbinding



123 Vernagelde koude verbinding

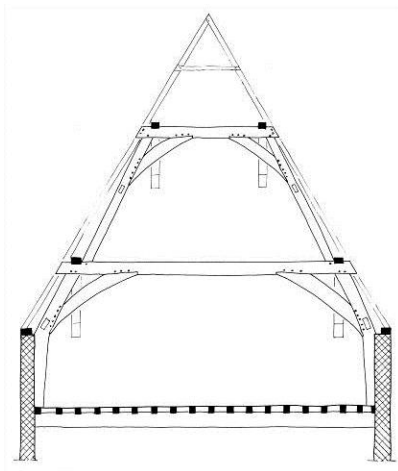


124 Gelipte verbinding

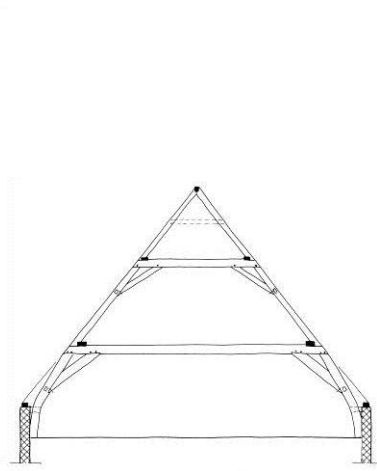


125 Gekepte verbinding

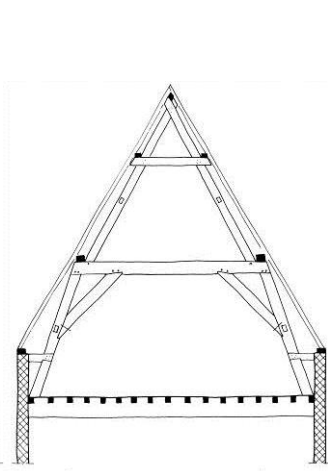
*Tekeningen voorbeelden verbindingen in spanten (afb.126-128)*



126 Breestraat 123, 1393 ± 6 jr



127 Pieterskerkgracht 9, 1543



128 Rapenburg 29, 1664



## DE ORDINAIRE KAP

Voorbeelden verbindingstypen (afb. 129-132):



129 Pen en gat en lip, Hooglandsekerk, schip, 1393



130 Pen en gat, Breestraat 95, 1405-1411



131 Pen en gat en koud, Haarlemmerstraat 224, 1612



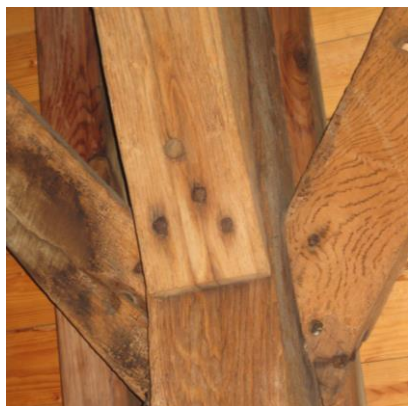
132 Keep, Donkersteeg 5, 1602

Een overgangsvorm is de vernagelde, geheel vlakke verbinding van korbeel en spantbeen van Breestraat 161 uit 1435  $\pm$ 6 jr uitgevoerd met gesmede nagels én een houten nagel (afb. 133). Voor de verbinding van het spantbeen met de dekbalk en van het korbeel met de dekbalk bleef de voor opname van trekrachten geschiktere pen- en gatverbinding toegepast. Wel nam in de loop van de 15<sup>de</sup> en 16<sup>de</sup> eeuw het aantal toegepaste houten nagels duidelijk af. Zo heeft de in omvang vergelijkbare constructie van Breestraat 123 uit 1393  $\pm$ 6 jr nog vijf nagels per verbinding in het onderste spant, Breestraat 161 uit 1435  $\pm$ 6 jr vier nagels en Hooigracht 67 uit 1450 nog maar twee nagels. Twee nagels of zelfs één nagel bij de verbindingen werd vanaf het einde van de 16<sup>de</sup> eeuw de algemene norm. De pen- en gatverbinding werd in de bestekken veel genoemd, bij de aansluiting van de spantbenen en dekbalken, bij de korbeels en bij de nokstijlen. Soms werden de windschoren ook in de flieringen/gordingen gepend, zoals stond in het bestek van het Rijnlandhuis uit 1597: ‘Noch zal men de wintbanden op het een eynde met pennen ende gaten wercken inde twee eerste gordingen ende houte nagels sluijten ende onder aen stijlen wel vast spijkeren’ (afb. 134).<sup>752</sup>

<sup>752</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

## TIMMEREN

In de bestekken van een herberg buiten de Zijlpoort uit 1593, de Marekerk uit 1645 en de Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond daarbij dat sommige pen- en gatverbindingen met een tand (hiel met borst) moesten worden uitgevoerd, respectievelijk: ‘die kerbeels met pennen ende gaten ende tanden wercken’, ‘onder op een tandt’ en ‘kapbinten met karbeels, van onderen en van boven met pennen en gaaten in malkanderen gewerkt en van onderen en booven op een tand gezet en met goede greene nagels opgeslooten’ (afb. 135).<sup>753</sup>



133 Breestraat 161, 1435 ±6 jr



134 Breestraat 59, 1597



135 Hooglandsekerkgracht 23, 1738

Een andere vereenvoudiging om te besparen op arbeid, was het achterwege laten van borsten/hielen in de pen- en gatverbinding van de korbeels en deze vlak uit te voeren (afb. 130). Het oudste voorbeeld hiervan is te vinden in Langebrug 55 uit 1400 ±6 jr. Soms hadden spantbenen en korbeels een verticaal vlakje bij een vlakke pen- en gatverbinding met de dekbalk, met Haarlemmerstraat 224 uit 1480 als vroegste voorbeeld (afb. 136). De oorzaak hiervan was het uitzetten en vervaardigen van de pen. Soms werd ook de verbinding tussen spantbeen en dekbalk schuin oplopend uitgevoerd. De kapconstructie van Oude Singel 114 en 116 van direct na 1616 is hiervan het vroegste voorbeeld (afb. 135).

Opvallend is dat het daarbij altijd gaat om een grenenhouten dekbalk, soms in combinatie met een gekromd eiken spantbeen, soms een recht grenen spantbeen. Mogelijk was de schuine verbinding in grenenhout beter te maken of werd deze sterker geacht. Door de vervaardiging van een schuine verbinding lijkt een iets grotere aansluitende verbinding te ontstaan. Een duidelijke voorkeur voor deze schuine verbinding is echter niet geconstateerd.<sup>754</sup>

Bijzondere pen- en gatverbindingen zijn aangetroffen bij Hooglandsekerkgracht 21 uit 1737, Nieuwe Rijn 10 uit 1785 en de Waag, Aalmarkt 21, uit 1657-1659. Bij Hooglandsekerkgracht 21 en Nieuwe Rijn 10 werden de verbindingen met het spantbeen en de dekbalk uitgevoerd met een borst, terwijl deze verbindingen normaal vlak of oplopend waren geconstrueerd (afb. 137). Bij Aalmarkt 21, de Waag, zijn spantbeen en dekbalk verbonden met een getande pen- en gatverbinding, vermoedelijk bedoeld voor een steviger constructie bij een grote overspanning waar geen middenondersteuning mogelijk was (afb. 138 en 392). De architect Pieter Post heeft daarvoor ook gekozen voor een constructie in extra zware dimensies.



136 Breestraat 66, 1570



137 Hooglandsekerkgracht 21, 1737



138 Aalmarkt 21, 1657-1659

<sup>753</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlpoort, 1593, Marekerk 1645 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>754</sup> Vergelijk bijvoorbeeld Breestraat 31 uit 1742 en Rapenburg 65 uit 1749.



## DE ORDINAIRE KAP

Pen- en gatverbindingen werden ook vervangen door gelipte of gekepte verbindingen, die met gesmede nagels gezeurd waren. Deze ontwikkeling is bijvoorbeeld zichtbaar bij het blokkeel. Het blokkeel werd bij de oudere voorbeelden gepend, terwijl later het blokkeel gelipt werd en vastgezet met gesmede nagels. Vaak werd een gelipte verbinding wel ingelaten en bijvoorbeeld bij de blokkeels uitgevoerd met een (halve) zwaluwstaartverbinding om de trekkrachten beter te kunnen opnemen (afb. 139). De verbinding van blokkeel met spantbeen en muurplaat werd soms in de bestekken nader omschreven. In het bestek voor het huis voor R. Hogerbeets uit 1592 werd de muurplaat gewoon op de blokkeels gespijkerd: 'muerplaten op die blockeels wel vast gespijckert'.<sup>755</sup> In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 moesten de muurplaten echter met een voorloef op de blokkeels worden bevestigd: 'inlegeren met een voorloich van een duijm diep, van gelijcken de muijrlaten opte blockeels'.<sup>756</sup> In datzelfde bestek moesten de blokkeels met een halfhoutse lipverbinding met zwaluwstaart aan het kromme spantbeen worden bevestigd: 'de blockeels met een verdecken swaluwstaert anderhalven duijm diep inde boochstijlen gewrocht'.<sup>757</sup> In het bestek voor het huis voor Hogerbeets uit 1592 en in dat uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort stond dat de blokkeels aan de spantbenen moesten worden gelipt: 'die blockeels in die boochstijlen inlaeten'.<sup>758</sup> De verbinding van blokkeel met spantbeen en muurplaat was van belang omdat de muurplaat, onder last van naar buiten gerichte horizontale krachten als gevolg van het dakschild (daksporen en/of dakbeschot en de dakbedekking), kon afschuiven.

Een heel enkele keer werd in plaats van een gepende verbinding een gelipte verbinding toegepast vanwege een te geringe houtmaat (afb. 140-141).<sup>759</sup> Het toepassen van een gepende of gelipte verbinding is ook waargenomen bij de sporenparen, zoals wordt behandeld in de paragraaf over de dakdrager. De eikenhouten sporenparen/gespannen waren bijna altijd uitgevoerd met gepende verbindingen terwijl naaldhouten sporenparen altijd een gelipte verbinding kregen. Het onderscheid is vermoedelijk verklaarbaar door de zwaardere maat van de eiken sporen, maar mogelijk ook door de betere bewerkbaarheid van het compactere eiken.



139 Rapenburg 12, 1724



140 Pieterskerkhof 40, 1384



141 Rapenburg 14, 1594

<sup>755</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.

<sup>756</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>757</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>758</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592 en Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.

<sup>759</sup> Voorbeelden zijn de gelipte verbindingen van spantbeen en dekbalk bij Pieterkerkhof 40 uit 1384 en Rapenburg 14 uit 1594. Bij Rapenburg 14 zijn beide verbindingen van het korbeel zelfs als een vernagelde vlakke koude verbinding uitgevoerd. Buiten de catalogus valt het voorbeeld van Oude Rijn 20 uit 1598-1600 (a en d), zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO. Deze verbinding lijkt veelvuldiger voor te komen in de jongere (met name 17<sup>de</sup>-eeuwse) kappen ten noorden van Leiden en is bijvoorbeeld bekend uit Haarlem, Amsterdam en Edam; respectievelijk vriendelijke mededeling Maarten Enderman, Van Tussenbroek 2012, 77 en Boschma-Aarnoudse 2007, 78 en 157-159.

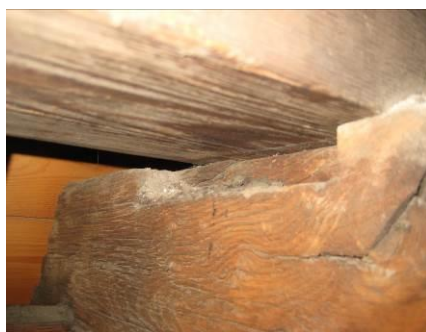


## TIMMEREN

De verbinding van de fliering (of gording) op de spanten moest longitudinale (langsgerichte) trek- en duwkrachten opnemen en transversale (dwarsgerichte) schuif- en drukkrachten als gevolg van belastingen op en van het dakvlak. Voor het opvangen van deze laatste krachten in de oudere kapconstructies, werd de fliering (of gording) ingelaten in de dekbalk, soms met een (schuin verlopende) voorloef en vastgezet met een houten of gesmede nagel (afb. 142-144). De verbinding met een voerloef in de dekbalk ingelaten fliering werd omschreven in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597: ‘de gordingen opte binten inlegeren met een voorloich van een duim diep’.<sup>760</sup> In kapconstructies op huizen vanaf het einde van de 16<sup>de</sup> eeuw was in het algemeen de fliering niet meer ingelaten, maar koud vernageld op de dekbalk, met een houten of gesmede nagel. Waarschijnlijk werd er door de timmerman vanuit gegaan dat de fliering voor afschuiven werd tegenhouden door het spant dat de nok droeg of dat de vernagelde spijkerde verbinding sterk genoeg was zodat kon worden bespaard op de arbeidsintensievere ingelaten verbinding. Flieringen of gordingen op schuingeplaatste spantbenen bleven vaak nog wel deels ingelaten.



142 Pieterskerkhof 40, 1384



143 Breestraat 161, 1435 ±6 jr



144 Vlietweg 70-72, 1638

In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 werd ook een las als verbindingswijze genoemd: ‘de gordingen over malcanderen lassen’.<sup>761</sup> De lasverbinding diende om korte balken tot een balk van een grotere lengte te kunnen samenstellen (afb. 121). Al eerder is ingegaan op het feit dat het constructiehout in Leiden importhout is. Vanwege het transport met vloten was de maximale balklengte circa twaalf tot 15 meter.<sup>762</sup> De verbindingen waren schuine lassen in het horizontale vlak, vooral van toepassing bij de longitudinaal geplaatste flieringen, gordingen en nokgordingen.<sup>763</sup> Meestal betroffen het schuine lassen, vernageld met gesmede nagels, zoals Groenesteeg 14 uit 1608 (afb. 145). De schuine liplas van Nieuwe Rijn 13 uit 1557 is uitgevoerd met rechte borsten (afb. 146). Soms was de vernageling niet alleen met gesmede nagels uitgevoerd, maar een combinatie van gesmede en vaak één houten nagel, zoals bij Nieuwe Rijn 13 uit 1557. Een bijzondere las komt voor in de dek- en trekbal van de brede kapconstructie van Haven 36-38 uit 1645 en de verlengde dekbalk van Hooglandsekerkgracht 3 uit de 18<sup>de</sup> eeuw (afb. 147). Hier werden met gesmede nagels gezekerde schuine haaklassen toegepast, aangezien deze balken ook trekkrachten moesten kunnen opnemen. In de Engelse literatuur wordt de las in horizontale elementen vaak geduid als element waar de volgorde van het oprichten van de constructie kan worden afgelezen.<sup>764</sup> De lasverbinding, ‘scarf’, was dan aanwezig in de buurt van een gebint of spant.<sup>765</sup>

In enkele onderzochte kapconstructies is geconstateerd dat in alle longitudinale elementen ongeveer op dezelfde positie een las aanwezig is. Mogelijk hing dit samen met het opbouwen van de kap in delen en werd per bouwlaag eerst een gedeelte van de spanten opgericht, met daarop de flieringen/gordingen.

<sup>760</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>761</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>762</sup> Eißing 2009, 192.

<sup>763</sup> Berends 1996, 95-96.

<sup>764</sup> Harris 2013, 12-13.

<sup>765</sup> Bij de inventarisatie van de Leidse kapconstructies was dit geen element van onderzoek. Op basis van de bekende bouwhistorische gegevens zijn in Leiden hiervoor geen duidelijke aanwijzingen gevonden. De las als verlenging van horizontale elementen bij het oprichten van de constructie lijkt praktisch en voorstelbaar en is een onderwerp voor nader onderzoek.

## DE ORDINAIRE KAP

Vervolgens volgden de rest van de spanten en tot slot het andere (of volgende) deel van de flieringen/gordingen. Wellicht kan van de richting van de schuine van de las de oprichtingsrichting van de kap worden afgeleid. Ook kon dit te maken hebben met een verlenging in relatie tot een (tijdelijke) bouwstop. De lussen van alle flieringen en/of gordingen lagen dan vrijwel in één vlak naast de spanten.



145 Groenesteeg 14, 1608



146 Nieuwe Rijn 13, 1557



147 Haven 36-38, 1645

Een koude verbinding werd in de onderzochte kapconstructies in het algemeen vastgezet met gesmede nagels. In het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort werd dit ‘gespijckert’ of ‘wel vast naegelen’ genoemd.<sup>766</sup> Zoals al eerder aangegeven, moesten de gaten hiervoor worden voorgeboord. De verbinding kon ook worden gezeurd met een gesmede spiebout, moerbout of een anker als strip, strop of beugel. Deze verbindingselementen zijn al eerder behandeld bij de paragraaf over ijzer. Verbindingen met gesmede nagels, spiebouten en ankers kwamen al bij 14<sup>de</sup>-eeuwse kapconstructies voor en de moerbout verscheen in Leiden vanaf het begin van de 18<sup>de</sup> eeuw (afb. 68, 73, 79 en 81-82).

Over het algemeen kan geconstateerd worden dat de verbindingen in de loop van de tijd steeds eenvoudiger werden uitgevoerd om te besparen op arbeid. Er is geen relatie geconstateerd tussen de soort verbinding en de overgang van het constructiehout van eiken naar grenen. De timmerman bleef dezelfde verbindingen toepassen in eiken als in grenen. Een verschijnsel dat alleen in grenenhout voorkwam was de iets schuin oplopende verbinding van spantbeen en dekbalk, om zodoende een iets grotere overlap in de verbinding te realiseren.

Bij afspraken tussen opdrachtgever en aannemer wordt duidelijk dat verschillende soorten verbindingen werden voorgeschreven, in tegenstelling tot de constructie of de vervaardiging van die verbinding die volgens de geldende norm moesten worden vervaardigd. Dat de soorten verbindingen zo uitgebreid in de bestekken omschreven stonden, leidt tot de conclusie dat voor een bepaalde verbinding in een constructie het verbindingstype niet standaard was. De opdrachtgever of ontwerper/bestekschrijver moest bepalen welke verbinding waar werd toegepast. Soms werden in het bestek de verbindingwijze wel in het midden gelaten en werden bepalingen opgenomen dat de constructie stevig in elkaar moest zitten volgens de geldende norm en praktijk, bijvoorbeeld in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597: ‘sommige rechte stijlen moeten an die schaerbinten gewrocht worden na den eijsch vant werck’.<sup>767</sup> Overigens werd alleen het type verbinding omschreven. De uitvoering daarvan was blijkbaar algemeen gangbare praktijk, hoewel de verbinding ook moest worden gemaakt volgens de geldende normen en bepalingen.

### Telmerken

Op kapconstructies konden merken worden aangebracht die te maken hadden met de montage van de constructie. Ten behoeve van de assemblage van de vele verschillende constructieonderdelen werden, voordat de kant en klare constructie op de werkplaats weer uit elkaar ging, alle delen door de timmerman voorzien van een zogenaamd telmerk, ook wel bekend als plaats- of stelmerk (afb. 83 en 116).<sup>768</sup>

<sup>766</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlpoort, 1593.

<sup>767</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

<sup>768</sup> Janse 1965, 107; Janse 1989, 28-61; Janse 1990a en Großmann 1986, 24.

## TIMMEREN

Dit was nodig om nu de vele verschillende onderdelen op hun, vanwege de handmatig vervaardigde houtverbindingen, enige juiste positie te kunnen assembleren. Deze merken zijn te vinden in de buurt van de houtverbindingen en werden aangebracht met een scherp voorwerp zoals een haalmes, priem, beitel of zaag. Ze zijn ongeveer twee tot tien centimeter groot.<sup>769</sup>

Het telmerksysteem nummerde elk spant en bij toepassing van sporenparen deze ook. Zo stond bijvoorbeeld op het eerste spant één streep: / en op het tweede spant twee strepen: //. Vrijwel altijd werd er onderscheid tussen de ene en andere zijde van het spant aangebracht, door middel van een zogenaamd richtingsteken. Als onderscheid kon bijvoorbeeld een extra teken als richtingsteken zijn toegevoegd; bij het eerste spant / aan de ene zijde en /◇ aan de andere. Bij het tweede spant werd het dan // en //◇ (afb. 148-149). Zodoende konden de gelijke onderdelen van één spant, bijvoorbeeld de korbeels, niet worden verwisseld. Complexe telmerksystemen zoals toegepast bij grote kapconstructies, bijvoorbeeld op kerken, zijn bij het onderzoek naar kappen op Leidse huizen niet aangetroffen, omdat het relatief beperkte aantal spanten en de beperkte omvang van de constructie dat niet vereiste.



148 en 149 Telmerken // en // met zogenaamd visje, ◇, als richtingsteken; Breestraat 95, 1405-1411

De globale ontwikkeling van Nederlandse telmerken ving aan in de middeleeuwen met de zogenaamde gesneden, gehaalde of gekraste merken die werden aangebracht met een ritsmesje of een scherp voorwerp als een priem.<sup>770</sup> In de 15<sup>de</sup> en 16<sup>de</sup> eeuw kwamen telmerken voor die met een zaag werden aangebracht.<sup>771</sup> In het laatste kwart van de 15<sup>de</sup> eeuw kwam vanuit Vlaanderen het telmerksysteem met gehakte merken.<sup>772</sup> Het aanbrengen van de telmerken gebeurde over het algemeen heel systematisch. De merken werden in de buurt van de verbindingen aangebracht en vaak op dezelfde (zicht)zijde van een spant. Meestal was dit eveneens de zijde waarop de verbindingen werden afgeschreven, de zogenaamde constructiezijde. Ook konden de telmerken in de binnendriehoek tussen dekbalk, spantbeen en korbeel worden geplaatst, wat vaker het geval was bij de oudere constructies.

De ontwikkeling van de toegepaste telmerksorten in Leiden is afleesbaar aan de gedocumenteerde kapconstructies en kwam in grote lijnen overeen met de algemene ontwikkeling van telmerken in Nederland (fig. 7).<sup>773</sup> In de oudste kapconstructies zijn gesneden merken aangetroffen. Dit was een met een scherp voorwerp, bijvoorbeeld een haalmes of priem, ingesneden telmerk. Dit type merk wordt ook wel als een gehaald of gekrast merk aangeduid.

<sup>769</sup> Orsel 2009f, 1120.

<sup>770</sup> Janse 1989, 29.

<sup>771</sup> Janse 1989, 46.

<sup>772</sup> Janse 1989, 50. Volgens Janse hing dit samen met de verbeterde ijzerkwaliteit. Ook andere voorbeelden zoals merken aangebracht met een passer, krijt of potlood zijn bekend, maar worden hier verder niet behandeld omdat deze merken in de onderzochte kapconstructies niet zijn aangetroffen.

<sup>773</sup> Janse 1989, 28-61; Janse 1990b en De Vries 2003, 2100-2103. Bepaalde typen merken zijn in Leiden niet aangetroffen, zoals Vlaamse merken (Janse 1989, 34), gehakte gaatjes (Janse 1989, 34-35), stoeltjesmerken (Janse 1989, 39), andere merken (Janse 1989, 41-44), cirkels (Janse 1989, 44), Arabische cijfers (Janse 1989, 54) en rood krijt en verf (Janse 1989, 55-56). Ook zijn (nog) geen voorbeelden bekend van het vroegste systeem van doornummeren van spanten en sporen (De Vries 2003, 2100-2102).



## DE ORDINAIRE KAP

Merk	Richtings-Teken	Voorbeeld merk II	Jaar												
			1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750				
Gesneden	Visje Extra	// – //◇	[Blue bar from 1350 to 1500]												
Gesneden	Gebroken Alle	// – <<	[Blue bar from 1400 to 1450]												
Gesneden	Gebroken Een	// – /<	[Blue bar from 1450 to 1500]												
Gesneden	Gebroken Extra	// – //<	[Blue bar from 1450 to 1500]												
Gesneden en gehakt	Vershillend	// – ((	[Blue bar from 1450 to 1550]												
Gezaagd	V-vorm Extra	II – IIV	[Blue bar from 1450 to 1500]												
Gehakt	Halve maan	II – ((	[Blue bar from 1500 to 1750]												
Gehakt	Ovaal	II – 00	[Blue bar from 1600 to 1700]												
Gehakt	Lang-kort	II – 11	[Blue bar from 1600 to 1650]												
Gehakt	Dun-dik	II – II	[Blue bar from 1600 to 1650]												
Gehakt	Rond nummerend	I – II	[Blue bar from 1650 to 1750]												
Gehakt	Geen	II – II	[Blue bar from 1650 to 1700]												
Gehakt Verborgen	-	II	[Blue bar from 1650 to 1750]												

Fig. 7 Telmerksorten in Leiden

Gesneden telmerken zijn in Leiden aangetoond tussen 1347 (Breestraat 113) en 1517 (Breestraat 121) (afb. 150). Dit oudere type merk werd in de tweede helft van de 16<sup>de</sup> eeuw langzamerhand afgewisseld door gehakte telmerken.<sup>774</sup> Dit zijn met een rechte of halfronde beitel ingehakte merken. De oudste toepassingen van gehakte telmerken in Leiden zijn gehakte halvemaaanvormige merken in combinatie met gesneden merken en betreffen Pieterskerkhof 6 (het Gravensteen) uit 1463 en Steenshuur 11 uit 1488-1500. In de kap van Pieterskerkgracht 9 uit 1498 komen voor het eerst gehakte rechte telmerken voor, wel in combinatie met gesneden merken (afb. 152). In de overgangperiode tussen gesneden en gehakte merken werden in Leiden, in zeldzame gevallen, ook gezaagde merken toegepast, met Haarlemmerstraat 224 uit 1480 als voorbeeld uit de catalogus (afb. 151).<sup>775</sup>



150 Breestraat 113, 1347, gesneden    151 Haarl.straat 224, 1480, gezaagd    152 Pieterskerkgracht 9, 1498, gehakt

<sup>774</sup> Janse 1989, 50; De Vries 1992, 27 en De Vries 1993, 64. Vroege voorbeelden van gehakte merken zijn aangetroffen in Vianen uit 1464 (d) en Utrecht, Duitse huis uit 1474 (d); De Vries 1992, 27 en De Vries 1993, 64. Een genoemd voorbeeld van gehakte telmerken uit Leiden, Haarlemmerstraat 174 (1479 d) blijkt onjuist; De Vries 1992, 31. De gehakte merken staan op het later toegevoegde bovenste gedeelte van het spant.

<sup>775</sup> Een ander voorbeeld buiten de catalogus zijn de gezaagde telmerken in de kap van Haarlemmerstraat 174 uit 1479 (d), zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

Per type telmerk, gesneden, gezaagd of gehakt, is er bovendien een ontwikkeling in het bijbehorende richtingsteken waarneembaar. De oudste gesneden telmerken hebben als richtingsteken een extra bijgeplaatst zogenaamd visje. Dit is een ingesneden visje of ruitvorm:  $\diamond$ . Het visje kwam voor tussen 1347 (Breestraat 113) en 1463 (Pieterskerkhof 6) (afb. 153). Een daaropvolgende vorm van richtingsteken bij gesneden merken is het zogenaamde gebroken merk:  $<$ . Hierbij staat aan de ene kant van het spant een recht merk en aan de andere kant een haakvormig merk, bijvoorbeeld telmerk 1: / en  $<$ . In de toepassing van het gesneden gebroken richtingsmerk is een variatie vastgesteld. De overstaande telmerken konden alle een gebroken richtingsmerk zijn, bijvoorbeeld telmerk 2: // en  $<<$ . Dit lijkt de oudste vorm en kwam voor rond 1400, met Langebrug 55 uit 1400  $\pm$  6 jr en Hooglandsekerkgracht 14 van circa 1400-1500 als voorbeelden (afb. 154). Ook kon één van de merken zijn uitgevoerd als gebroken richtingsmerk; bijvoorbeeld telmerk 2: // en  $<$ . Gesneden telmerken met één gebroken richtingsteken werden toegepast tussen 1435  $\pm$  6 jr (Breestraat 161) en 1458 (Breestraat 99) (afb. 155). Tot slot kon het gebroken richtingsteken een extra bijgeplaatst merk zijn, net als het visje; bijvoorbeeld telmerk 2: // en  $//<$ . De toepassing van een extra toegevoegd gebroken richtingsteken is vastgesteld rond 1460; voorbeelden zijn Steenshuur 11 uit 1460-1466, Nieuwe Rijn 10 uit 1461  $\pm$  5 jr en Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466  $\pm$  6 jr (afb. 156). Bij de gezaagde merken is geconstateerd dat het richtingsteken werd toegevoegd; bijvoorbeeld telmerk 2: // en  $//<$ . Maar aangezien er slechts twee voorbeelden van de zeldzame gezaagde merken zijn gedocumenteerd, is er geen vergelijkingsmateriaal.

Gehakte telmerken vertonen veel variatie in de uitvoering.<sup>776</sup> Halvemaanvormige merken kwamen gedurende de toepassing van gehakte merken (1500-1800) veelvuldig voor als richtingsmerken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – ((. Het oudste voorbeeld is Breestraat 109 uit 1500 en het jongste Rapenburg 67 uit 1760 (afb. 157). Het ovale merk, ingehakt door twee slagen met een halfronde beitel (guts), als richtingsteken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – 00, kwam voor van 1570 (Breestraat 66) tot 1668 (Rapenburg 6) (afb. 158). Rond 1600 was er kort een toepassing van gecombineerde lange en korte rechte merken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – II, voorbeelden zijn Botermarkt 11 uit 1594, Nieuwe Rijn 28 uit 1598 en Oude Singel 114 en 116 uit 1616. Ook kwamen dan dikke en dunne rechte gehakte merken voor, bijvoorbeeld telmerk 2; II – II, aangetroffen bij Oude Rijn 19 uit 1603 (afb. 159-160). Rond of door nummeren, waarbij de gehakte telmerken per spant doornummeren kwam eveneens voor, bijvoorbeeld spant één met telmerken I en II en spant twee met telmerk III en IIII, enzovoort. Het oudste voorbeeld van rondnummeren is Steenshuur 14 uit 1614-1624 en het jongste Breestraat 19 uit 1791.

Soms is in de aangebrachte telmerken geen logisch nummerend systeem te herkennen en lijken de merken meer bedoeld als plaats- of duidingsmerken die de plaats van de bij elkaar horende spantonderdelen duiden.<sup>777</sup> Vaak zijn bij het onderzoek geen telmerken aangetroffen, wat voor kwam vanaf het begin van de 17<sup>de</sup> eeuw.<sup>778</sup> Ook Janse had dit geconstateerd.<sup>779</sup> Volgens hem zou de overgang van eikenhout naar grenenhout een oorzaak hiervoor kunnen zijn, omdat het merken van grenenhout moeizamer zou gaan en dit het verdwijnen van het merken in de hand zou hebben gewerkt. Dit is te betwijfelen aangezien de toen gebruikelijke gehakte merken makkelijker in het zachtere naaldhout waren aan te brengen. Volgens Janse zou de oorzaak ook kunnen liggen in de opkomst van de nokgording en het daarmee samenhangende verdwijnen van sporenparen en dientengevolge de noodzaak tot het merken van de losse daksporen (kepers). De opkomst van de nokgording is echter eerder te dateren en de spanten bleven daarna gemerkt met gehakte merken. Een alternatieve verklaring zou kunnen zijn dat het verdwijnen van de telmerken samenhangt met de optredende vereenvoudiging van de spantconstructies en zijn verbindingen en de standaardisering van de houtmaat door de opkomende zaagindustrie.<sup>780</sup>

<sup>776</sup> Gehakte merken hadden een grote variatie, vaak eenmalig voorkomend. De behandeling van gehakte merken is daarom hier beperkt tot de hoofdlijn van voorkomen en kenmerken.

<sup>777</sup> In Amsterdam komt dit ook voor; Derksen 2010, 106.

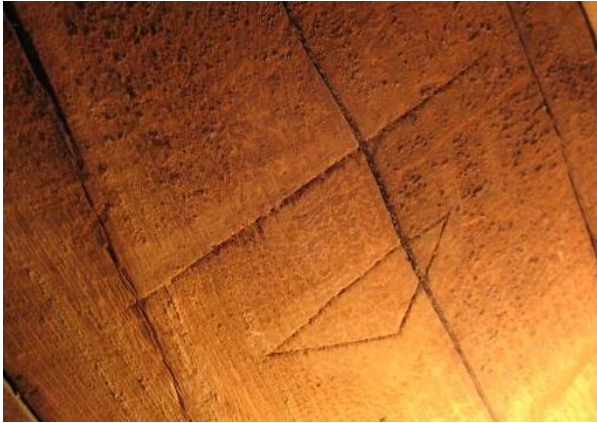
<sup>778</sup> De Vries 2008, 224.

<sup>779</sup> Janse 1989, 50 en 56.

<sup>780</sup> De Vries 2008, 224.

## DE ORDINAIRE KAP

Hierdoor lijken onderdelen zelfs uitwisselbaar. Ook zouden de merken kunnen zijn aangebracht met een materiaal, bijvoorbeeld krijt, wat nu niet meer zichtbaar is.<sup>781</sup> Een andere mogelijkheid is dat merken in de verbindingen werden aangebracht. Eenmaal in elkaar gezet zijn de merken niet zichtbaar.<sup>782</sup> Slechts als er spantonderdelen ontbreken of de spanten uit elkaar worden genomen komen deze verborgen merken aan het licht. Bij de gedocumenteerde constructies is daarvan in Leiden één voorbeeld aangetroffen: Breestraat 84 uit 1672-1674.<sup>783</sup>



153 Breestraat 113, 1347, merk 1 met visje; /◇



154 Hooglandsekerkgracht 14, 1400-1500, merk 2; <<



155 Breestraat 161, 1435 ±6 jr, merk 1; <



156 Steenshuur 11, 1460-66, merk 2 en extra merk; //<



157 Rapenburg 67, 1760, merk 4; (((((



158 Rapenburg 6, 1668, merk 8; 00000000

<sup>781</sup> Janse 1989, 55.

<sup>782</sup> Verborgen merken zijn ook in Amsterdam aangetroffen in de 17<sup>de</sup> eeuw; Derksen 2010, 106.

<sup>783</sup> Andere Leidse voorbeelden van verborgen merken, die niet in de catalogus zijn opgenomen, zijn Haarlemmerstraat 254 uit 1603 (d), het achterhuis van Nieuwe Rijn 28 uit 1598 (d), Herensteeg 13 uit de 17<sup>de</sup>-19<sup>de</sup> eeuw en Langebrug 63 uit het einde van de 19<sup>de</sup> eeuw (a). Zie voor de voorbeelden de dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO.



## TIMMEREN



159 Oude Rijn 19, 1603, merk 1; dik I



160 Oude Rijn 19, 1603, merk 3; dun I I I

Op spantonderdelen konden de merken ook aangebracht zijn om bepaalde onderdelen op elkaar aan te laten sluiten. Dit konden (tel)merken zijn die over twee onderdelen doorlopen, zogenaamde paringsmerken. Zo werden enkele gehaalde telmerken van Breestraat 99 (1458) doorlopend over het spantbeen en het koud aansluitende korbeel aangebracht (afb. 161). Ook de gehakte telmerken van Haven 42 uit 1645 werden dusdanig aangebracht dat ze doorliepen over de dekbalk en het ingepende korbeel (afb. 162). Een ander soort paringsmerken vormden identieke merken ter weerszijden van een lasverbinding in laterale spantonderdelen als flieringen en/of gordingen, om de positie van de twee aansluitende delen te kunnen bepalen. Een voorbeeld van een dergelijk paringsmerk komt voor in de fliering van Oude Singel 186 (direct na 1611, a) (afb. 163).<sup>784</sup>



161 Breestraat 99, 1458



162 Haven 42, 1645



163 Oude Singel 186, na 1611 (a)

### 4.3 Assemblage

Na het construeren en prefabriceren van de kapconstructie volgde de assemblage, waarbij de constructie werd samengesteld tot de definitieve vorm op een gebouw. Het assembleren vond plaats op de bouwplaats en volgens een bepaalde bouwvolgorde. Om inzicht te krijgen in het assemblageproces is gebruik gemaakt van gegevens uit literatuur, historische bronnen als de onderzochte rekeningen en bestekken en de kapconstructie zelf.

#### Bouwplaats

In de dichtbebouwde Leidse binnenstad was het vaak onmogelijk een werkplaats op of vlakbij de bouwplaats in te richten. Na het transport van het hout van de werkplaats naar de bouwplaats, moest het hout op, of tijdelijk op straat voor, de krappe bouwplaats zodanig worden neergelegd dat de assemblage logisch en spoedig kon verlopen.<sup>785</sup> Ook hier waren de telmerken nuttig en aan de hand daarvan konden de samenhangende onderdelen bij elkaar worden gestapeld, zoals een afbeelding in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 laat zien (afb. 165).<sup>786</sup>

<sup>784</sup> Oude Singel 186 is niet opgenomen in de catalogus; zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

<sup>785</sup> Großmann 1986, 29-35.

<sup>786</sup> Natrus et al. 1736, afb. I.

Aangezien vrijwel alle huizen zij aan zij werden gebouwd, was er meestal geen plaats voor steigers aan de zijden van het gebouw. Enkel de voor- en achterzijde leenden zich daarvoor, als daar voldoende ruimte was. Bij de Leidse huizen met hun dunne bakstenen muren konden constructief gezien nauwelijks ‘vliegende steigers’ worden toegepast.<sup>787</sup> Een dergelijke steiger lag op in de muur en maakte constructief gebruik van de inklemming. Bij dunne muren was deze inklemming onvoldoende. Het bestek van de kap van de Marekerk in 1645 geeft enig inzicht in het assemblageproces.<sup>788</sup> De aannemer moest, na het vervaardigen van de constructie op de stadstimmerwerf, het transport regelen van de werkplaats naar de bouwplaats: ‘t werck by de wercke te voeren’.<sup>789</sup> Tevens moest de aannemer het werk steigeren om de kap op te richten en goed vast te zetten: ‘te besteygeren, te rechten, met hout ende yserwerck over al wel te verseecken, ende te sluiten soo met houte nagels, spijkers, bouten, anckers, ende houwvasten’.

### **Bouwvolgorde**

Bij het opbouwen van een dak op een bouwwerk werkten in de onderzoeksperiode timmerlieden en metselaars in onderlinge afstemming op hetzelfde moment op de bouwplaats. Uit de bewaarde 15<sup>de</sup>-eeuwse rekeningen met betrekking tot de metsel- en timmerlieden van de Pieterskerk (1407), het Catharinagasthuis (1454) en het Gravensteen (1463-1465) kan worden geconcludeerd dat in de 15<sup>de</sup> eeuw geen scheiding in tijd bestond tussen metselwerk en timmerwerk, maar dat dit tegelijkertijd en dus op elkaar afgestemd werd opgetrokken.<sup>790</sup> De timmerlieden konden nog lang met de afbouw bezig zijn, als de metselaars al lang klaar waren. Ditzelfde werd ook door Goeree in zijn bouwkundige boek uit 1681 aangegeven: ‘dit moetmen in zoodanigen orden en vervolg aantasten dat al de verscheiden handwerken, tot den huisbouw behoorende, elkander in de hand werken, en alzoo te gelijk bouwen’.<sup>791</sup> Uit de aanbestedingen blijkt duidelijk de afwisseling van metselwerk en timmerwerk. Bij de Marekerk moesten eerst de kapitelen worden geplaatst. Daarna kon de timmerman de balken plaatsen. Tot slot kon de metselaar deze balken aanmetselen en dus vastzetten.<sup>792</sup> De aannemer moest zelf voor de kosten opdraaien als bij het ophijswerk de kapitelen zouden worden beschadigd: ‘de aennemer sal gehouden wesen int opwinden van de binten, ende int stellen van de kap te letten dat hij de kapitalen niet beschadigt, ofte indien daer enige quetsinge ofte schaede aen werde gedaen, sal tselve t synen kosten moeten helpen ende repareren, sonder tegenseggen’. Ook de gegevens van de bouw van het Meermansburghof, Oude Vest 159, in 1680-1685 bieden inzicht in de werkvolgorde tussen metselwerk en timmerwerk.<sup>793</sup> In 1680 speelde de meester metselaar de leidende rol. Hij nam op zich voor een bepaalde datum gereed te zijn, om vervolgens de timmerman en de steenhouwer gelegenheid te geven hun werk af te maken.<sup>794</sup> Uit het timmerbestek uit 1684 blijkt dat het timmerwerk diende te volgen na het fundament en het optrekken van muurwerk: ‘op de alreets geleijde fondamenten en opgetrocken muir’. Als vervolgens de metselaar, die blijkbaar nog muurwerk moest optrekken, moest wachten omdat het timmerwerk niet op tijd klaar was, zou op de aanneemsom van het timmerwerk als boete een bedrag worden ingehouden: ‘nogtans, dat indien door mijn ongereetheyt t’enigen tijden, de metselaer int minste naer mij mogte wagten met sijn werck [...], en dat daer door de besteders ijetwes meer als de drie hondertsestig guldens, dat de somme is van zijn aenneming, soude moeten betalen, dat ick soo veel dat sal bedragen, [...] van mijne voors. bedongen penningen sal laten afhouden, en soo veel minder ontfangen’. Hieruit wordt duidelijk dat in 1684 eerst het opgaande muurwerk tot een bepaalde hoogte werd opgetrokken, waarop vervolgens het timmerwerk werd afgerond.

<sup>787</sup> Janse 1965, 99.

<sup>788</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

<sup>789</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645 en Steenmeijer 2005, 175-176.

<sup>790</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465. Helaas zijn er geen jongere rekeningen met uitgebreide gegevens beschikbaar, zodat over latere perioden weinig bekend is over de omvang van bouwplannen.

<sup>791</sup> Goeree 1681, 144.

<sup>792</sup> Steenmeijer 2005, 175.

<sup>793</sup> Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685.

<sup>794</sup> Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685.

Hierop moest de metselaar wachten, voordat hij zijn metselwerk kon afmaken.<sup>795</sup>

Een vergelijkbare voorwaarde met boeteclausule over het ophouden van de metselaar door de timmerman kwam voor in het bestek van de Bibliotheca Thysiana uit 1654: ‘Den aennemer sal maecken dat den metselaer naer hem niet en comt te wachten op pene dat hij van yder dach die den metselaer wacht sal verbeuren 2 gulden’.<sup>796</sup> Ook in het bestek voor de bouw van de Waag was iets dergelijks opgenomen: ‘Den aennemer sal mede gehouden sijn in het werck van de metselaer, steenhouwer ofte leydeckers, soo deselfde in het werck yetswes souden moogen vereysschen ofte van noode hebben om haerluyder werck een voortgang soude mogen hebben’.<sup>797</sup> Dat timmerman en metselaar moesten samenwerken, blijkt bij de herbouw van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738: ‘En de nieuwe binten weeder te leggen met de metselaar’.<sup>798</sup>

Het realiseren van het dak was het laatste onderdeel van het bouwen van het casco. Uit de historische bronnen, literatuur en aanwijzingen in de onderzochte kapconstructies is de logische en ideale gang van zaken rond de assemblage van de kapconstructie in hoofdlijn af te leiden (afb. 169).<sup>799</sup> Voordat de bouwploeg aan het optrekken van de kap toekwam, moest het gebouw voldoende hoog zijn opgetrokken. Dit betekende dat er een werkvloer gereed moest zijn waarop de kap kon worden geassembleerd.<sup>800</sup> Het ligt voor de hand dat dit de zoldervloer was. Het gebouw moest dus zover klaar zijn dat de vloerbalken van de zoldervloer in het opgaande muurwerk konden worden opgelegd. Over de balken werden de planken van de zoldervloer aangebracht.

Uit de aangetroffen bouwsporen bij contemporaine spantbenen en borstweringen blijkt dat eerst de spanten werden geplaatst en daarna de borstwering er omheen werd gemetseld.<sup>801</sup> Dit blijkt uit het feit dat de spantbenen vaak, deels, in het muurwerk van de borstwering staan en het muurwerk er omheen is opgetrokken (afb. 29). De vloerbalken en de spantbenen vormden constructief één geheel omdat de spantbenen ingepend stonden in die balken. Aangezien deze pen-en-gatverbinding al op de grond was vervaardigd, kon dit niet later zijn aangebracht en moet de conclusie zijn dat de spanten eerst werden gezet en dan pas de borstwering werd gemetseld. Uit dezelfde sporen, maar dan rond de muurplaten, flieringen, gordingen en bij de vroege kappen met de muurstijltjes blijkt ook dat de voorgevel na het plaatsen van de houtconstructie werd opgemetseld.

Het lijkt onwaarschijnlijk dat gehele spanten op de begane grond werden samengesteld. Eenvoudiger was het de losse delen per spant naar boven te dragen via een trap of steiger en bijvoorbeeld de grote delen zoals dekbalken en spantbenen naar de zolder te hijsen.<sup>802</sup> Hiervoor zullen handlieden, hijswielen, takels en windassen zijn gebruikt, eventueel aangevuld met paarden voor extra trekkracht.<sup>803</sup> Zeker voor het oprichten van grote spantconstructies zal dit materieel zijn gebruikt, zoals een afbeelding in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 weergeeft (afb. 164).<sup>804</sup>

<sup>795</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685. Dit is vergelijkbaar met de regelmatige constatering bij bouwhistorisch onderzoek dat de verdiepingsvloerplanken iets in het muurwerk zijn ingelaten, hetgeen erop wijst dat eerst de planken werden aangebracht en vervolgens verder werd gemetseld.

<sup>796</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.

<sup>797</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.

<sup>798</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

<sup>799</sup> Van Prooije 1984, 64: het oprichten van de spanten bij boerderijen is vergelijkbaar met dat van woonhuizen en ging als volgt: de spanten werden op de grond in elkaar gezet. De spantpoten werden opgehesen, zodat ze op de muurplaat lagen. De spanten hingen ondersteboven. Vanaf deze positie werden ze opgehesen en met een lat tijdelijk afgeschoord.

<sup>800</sup> Großmann 1986, 32.

<sup>801</sup> Geconstateerde voorbeelden zijn Nieuwstraat 15 (1434 ±6 jr), Hooglandsekerkgracht 21 (1466-1472), Haarlemmerstraat 224 (1480), Nieuwe Rijn 13 (1557), Vijfde Binnenvestgracht 7 (1588), Nieuwsteeg 17 (1592), Oude Rijn 25 (1599), Donkersteeg 9-11 (1601 +2 jr), Oude Rijn 19 (1603), Groenesteeg 14 (1608), Donkersteeg 9-11 (1609 ±6 jr), Haarlemmerstraat 224 (1612), Oude Singel 114 en 116 (direct na 1616), Doezastraat 2 (1632), Haven 36-38 (1645), Haven 42 (1645), Rapenburg 6 (1668) en Nieuwe Rijn 10 (1785). Ook komt het voor dat er al een opgaande zijgevel van een buurpand stond waardoor het spantbeen niet in de muur kon worden opgenomen. Haven 42 (1645) is hiervan een voorbeeld, met aan de ene zijde spantbenen in de eigen borstwering en aan de overzijde spantbenen voor het opgaande muurwerk.

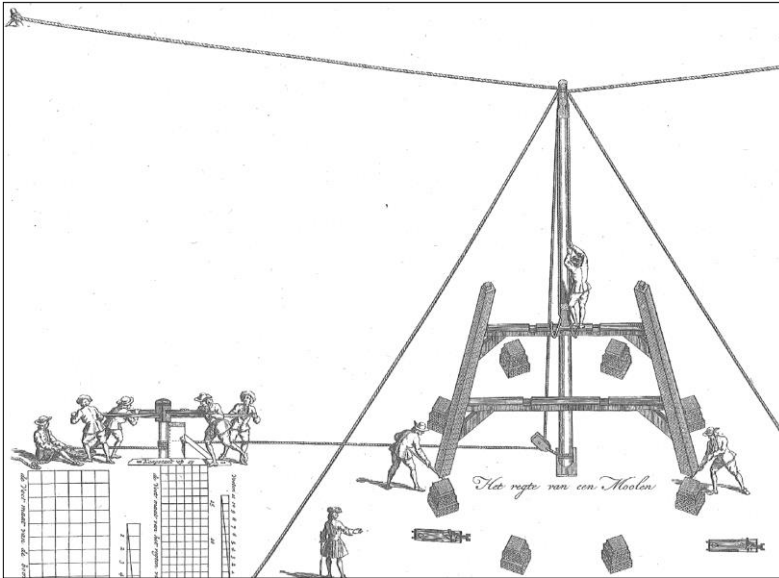
<sup>802</sup> Janse 1965, 107.

<sup>803</sup> Janse 1965, 103.

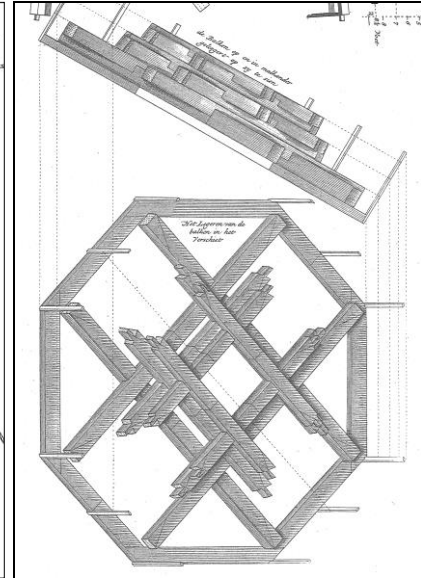
<sup>804</sup> Natrus et al. 1736, afb. II.



## DE ORDINAIRE KAP



164 Het oprichten van een gebint (Natus et al. 1736)



165 Geordende stapel onderdelen (Natus et al. 1736)

Een dergelijk ‘wintgereedschap’ (takel-/hijswerktuig) van de stad werd ter beschikking gesteld bij de bouw van de Marekerk in 1645 om de kap op te richten: ‘sal mede van deser steede wege geleverd werden het windtgereedschap, omme de voorss: binten ende de kap te rechten’.<sup>805</sup> De aannemer moest dit materieel wel zelf aan- en af voeren. Dat gebeurde ook bij de bouw van de Waag in 1658, samen met het steiger materiaal.<sup>806</sup> Voor de aanvullende bouwwerkzaamheden aan de Boterhal moest de aannemer zelf het windgereedschap en steiger materiaal leveren.<sup>807</sup> Grote tredradkranen zullen waarschijnlijk niet zijn toegepast bij het bouwen van kappen op huizen. Ze waren wel bekend in Leiden. In 1399 werd namelijk Harman van Aken betaald om in de Pieterskerk ‘den craen te versetten’. En in 1417 werd Jan die Backer naar Amsterdam gestuurd om een kraan te bekijken en na te maken.<sup>808</sup> In de rekeningen voor de Pieterskerk uit 1407 werd ook een hijswerktuig genoemd: ‘van een balke dair men een gote of maecte dat hout mede op te winden’.<sup>809</sup>

Indien de kapconstructie was geconstrueerd met stapelspanten, werden in eerste instantie alleen de onderste spanten aangevoerd. Dit aanvoeren zal systematisch zijn gegaan in de volgorde van de telmerken, waarbij zal zijn begonnen met het achterste (of voorste) spant met bijvoorbeeld telmerk III (bij drie spanten). Dit spant werd in elkaar gepast en vlak op de zoldervloer neergelegd. Om een spant compleet in elkaar te zetten gebruikte de timmerman toogijzers of toognagels.<sup>810</sup> Dit is een taps toelopende ijzeren pen die in de voorgeboorde nagelgaten van de pen en gatverbindingen werd gestoken om de verbinding in elkaar te trekken en tijdelijk te zekeren. Als de spanten uiteindelijk goed gesteld waren, werden de toogijzers vervangen door iets taps toelopende houten nagels, die definitief werden aangedreven.<sup>811</sup> Bij enkele 18<sup>de</sup>-eeuwse grenenhouten constructies waren bij de pen-en-gatverbinding wigjes aangebracht.<sup>812</sup> Deze dienden vermoedelijk om de verbinding of de houten nagel klemvast vast te zetten en te voorkomen dat de verbinding los raakte.

<sup>805</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

<sup>806</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.

<sup>807</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.

<sup>808</sup> Janse 1965, 102.

<sup>809</sup> Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.

<sup>810</sup> Janse 1998, 87.

<sup>811</sup> Janse 1965, 108.

<sup>812</sup> Orsel 2015. Recent is ook een wigje aangetroffen in de kap van Herengracht 13 uit 1661 (a). Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

## TIMMEREN

Het spant werd zo neergelegd dat het vervolgens eenvoudig kon worden opgericht, naar voren. Dan werd het opvolgende spant (in dit voorbeeld met telmerk II) aangevoerd, in elkaar gezet en ook neergelegd, eventueel op de eerdere. Ten slotte hetzelfde voor het voorste spant (telmerk I). Dan volgde het oprichten van de spanten, te beginnen met spant met telmerk I, dan spant II en spant III. De spanten werden tijdelijk afgeschoord. Hiervan zijn vermoedelijke sporen aangetroffen in de kap Rapenburg 29 (1664) (afb. 166-168). Deze manier van stapsgewijs in elkaar zetten, neerleggen en dan oprichten kon eventueel ook anders, waarbij de spanten nadat ze in elkaar waren gezet, direct werden opgericht. De spanten werden één voor één zo neergelegd dat ze met het constructievlak naar boven lagen, in de volgorde zoals de merken aangaven. Indien er strijkspanten waren, werd het laatste spant in tegengestelde richting gelegd. Hiervan staat dus het constructievlak aan een andere zijde dan de andere spanten.<sup>813</sup>



166 Rapenburg 29, 1664, nagelgaten in spantbalk van mogelijke tijdelijke afschoring (links)

167 Rapenburg 29, 1664, nagels in vloerdelen van mogelijke tijdelijke afschoring (midden)

167 Rapenburg 29, 1664, reconstructie positie mogelijke schoor tussen spantbalk en zoldervloer (rechts)

Als de spanten eenmaal waren opgericht, werden de flieringen of gordingen aangebracht, tegelijk met de gepende windschoren.<sup>814</sup> Als de windschoren boven en onder vernageld waren, konden ze na het leggen van de flieringen of gordingen worden aangebracht. De kap kon ook in gedeelten worden opgericht, door middel van lussen in flieringen/gordingen (afb. 145-146).<sup>815</sup> De flieringen waren meestal bovenop de dekbalkspanten vernageld, met een houten of gesmede nagel (afb. 142). Bij de vroege kappen werden de flieringen nog ingelaten in de dekbalken, soms met voorloeven (afb. 143-144).<sup>816</sup> Vervolgens werden de topgevels en eventuele borstweringen opgemetseld. In de borstweringen werden de blokkeels, die achter in de spantbenen werden gepend, of tegen de zijkant werden bevestigd, meegemetseld. Op de borstweringen kwamen de muurplaten te liggen, die werden bevestigd aan de blokkeels. Bij het optrekken van de topgevels, tot even boven dekbalkniveau, werden de flieringen of gordingen in het muurwerk meegemetseld en door middel van gesmede ankers daarmee verbonden (afb. 70-74). In dit stadium waren de onderste spanten zowel in lengte- als in dwarsrichting stabiel opgesteld.

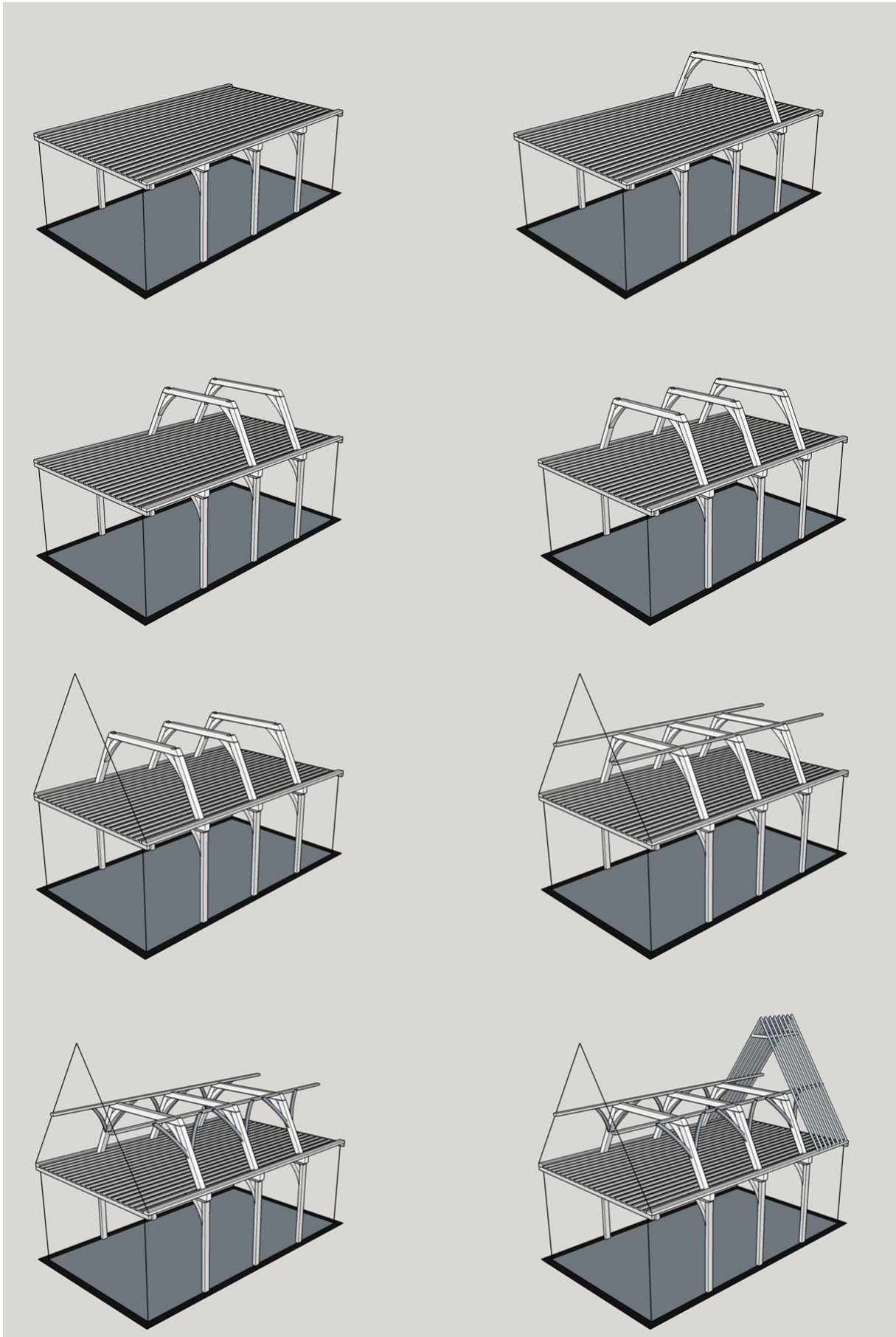
<sup>813</sup> Janse 1965, 108.

<sup>814</sup> Goeree 1681, 145.

<sup>815</sup> Zie hiervoor de paragraaf Verbindingen.

<sup>816</sup> Zie hiervoor de paragraaf Verbindingen.

DE ORDINAIRE KAP





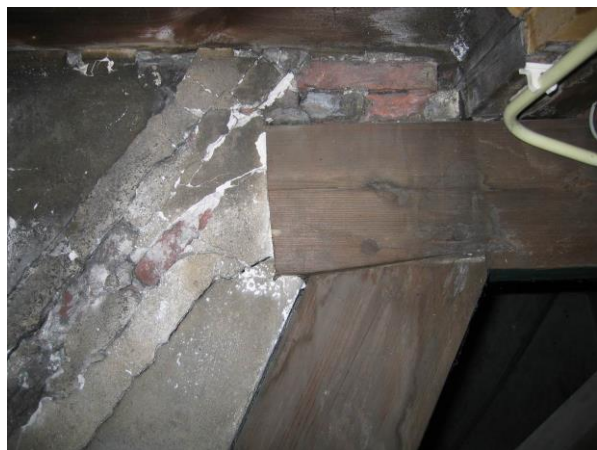
## TIMMEREN

Bij een stapelspantconstructie was het noodzakelijk een tweede werkvloer te leggen.<sup>817</sup> In Leiden was dit (later) over het algemeen een (fliering-)vloer op zogenaamde hangbalken.<sup>818</sup> Bij de vroege kappen lijkt de werkvloer tijdelijk te zijn geweest en weer te zijn verwijderd. Deze is tot nu toe namelijk nergens meer aangetroffen. Op de werkvloer herhaalde zich de werkwijze van aanvoeren, samenstellen en oprichten van de spanten zoals beschreven voor de zolder. Als de topgevels tenslotte geheel waren opgemetseld, stonden de bovenste spanten ook stabiel.<sup>819</sup> Als de gehele draagconstructie van spanten en flieringen of gordingen en eventueel een nokgording stond en de gevels waren opgemetseld, dan werden de dakdragers en -bedekking aangebracht.<sup>820</sup> Windverbanden over de sporen zijn niet frequent aangetroffen in Leiden. Als ze voorkomen, dan waren ze aan de binnenzijde aangebracht en tegen de sporen genageld met gesmede nagels. Traditie was en is nog vaak om het bereiken van het hoogste punt van het dak te vieren.<sup>821</sup>

Het gereedschap van de timmerman bij deze assemblageklus bestond voornamelijk uit hamer en schietlood. Een hamer voor het aanslaan van houten en gesmede nagels en het schietlood voor het oprichten van de spanten. Als het goed ging, zouden zaag, beitel en boor niet meer nodig zijn, omdat alles reeds op de grond was geprefabriceerd. Vermoedelijk werd hier en daar dit gereedschap toch nog wel degelijk ter hand genomen voor aanpassingen en bijvoorbeeld het noodzakelijke voorboren voor gesmede nagels. Duidelijke sporen van het gebruik van de zaag tijdens de assemblage zijn bij verschillende kapconstructies aangetroffen aan de uiteinden van de dekbalken. De uiteinden van de dekbalken werden blijkbaar pas in de juiste vorm afgezaagd als de daksporen werden geplaatst (afb. 170). Wellicht gaf, tijdens het oprichten, dit uiteinde tijdelijke stevigheid aan de kwetsbare pen-en-gatverbinding in de dekbalk. Bij Hooglandsekerkgracht 21 (1737) hadden alle dekbalken een schuin uiteinde globaal in de hellingshoek van de kap, terwijl de dekbalk waarop een gemetselde dakkapel aansloot het uiteinde niet was afgezaagd (afb. 171).



170 Rapenburg 12, 1724, deels bijgezaagde dekbalk



171 Hooglandsekerkgracht 21, 1737

In de onderzochte constructies zijn diverse stel-oplossingen aangetroffen bij aansluitingen die bij de uiteindelijke assemblage nodig waren om de constructie stabiel en degelijk op te stellen. Dit duidt op wat ruimere stel mogelijkheden bij de assemblage, anders dan de goed sluitende pen- en gatverbindingen. Enkele sporenparen van Breestraat 95 (1405-1411) hebben uitvulklosjes tussen daksporen en fliering (afb. 172). Deze klosjes waren bedoeld om de verschillende formaten daksporen op één lijn te krijgen om zodoende een vlakke drager voor de dakbedekking te krijgen en daarmee een vlak dak.

<sup>817</sup> Janse 1965, 108 en Van Prooije 1984, 64; een tijdelijke geïmproviseerde zoldervloer. Spanten vervulden dus ook een rol bij het assembleren van een kap; Eißing 2009, 200.

<sup>818</sup> Orsel 2008.

<sup>819</sup> Bij een kap met een nokgording moest, na het aanbrengen van de flieringen of gordingen, eerst het spant ter ondersteuning van de nokgording worden geplaatst. Als een flieringspant gecombineerd was met een nokspant tot een driehoek- of schaarspant, dan moest de nokgording tegelijk met de flieringen of gordingen worden geplaatst.

<sup>820</sup> Goeree 1681, 145 en Janse 1965, 108.

<sup>821</sup> Goeree 1681, 145 en Van Prooije 1984, 64.

## DE ORDINAIRE KAP

Een ander voorbeeld is Breestraat 99 (1458) waar bij één van de spanten een uitvulplaatje tussen een dakspoor en de dekbalk waarop het dakspoor staat was aangebracht (afb. 173). Aalmarkt 11 (1455-1456 d) heeft een uitvulklosje tussen de fliering en de keep in de dekbalk (afb. 174). De klosjes en plaatjes voor het uitvullen en uitvlakken maken het assemblagewerk van de timmerman nog steeds afleesbaar en beleefbaar.



172 Breestraat 95, 1405-1411



173 Breestraat 99, 1458



174 Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

### 4.4 Samenvatting Timmeren

Na de voorbereiding en aankoop van materiaal kon de nieuwe kapconstructie daadwerkelijk worden vervaardigd, volgens de geldende norm en praktijk of een bestek. Het gereedschap van de timmerman voor het bewerken van hout is vanaf de middeleeuwen tot omstreeks 1850 grotendeels onveranderd gebleven en bestond uit aftekenmateriaal, beitels, bijlen, boren, hamers, schaven, vijlen en zagen. Hiermee kon de timmerman de kapconstructie vormgeven en de delen daarvan tot de juiste omvang, afmeting en afwerking bewerken en de verbindingen (pre)fabriceren. De gelijkblijvende vorm van het timmermansgereedschap zal niet van invloed zijn geweest bij veranderingen van vormen of uitvoering van de kapconstructie. Het gereedschap liet kenmerkende bewerkingsporen achter op het constructiehout, waardoor het werken van de timmerman afleesbaar is. Het behakken met een bijl, of het handmatig of machinaal zagen, laat zich duidelijk onderscheiden. De opkomst van de houtzaagmolenindustrie in de 17<sup>de</sup> eeuw leidde tot machinaal gezaagd hout, waardoor kon worden bespaard op de arbeid van de timmerman. In eerste instantie kwam dan constructiehout met zowel machinaal gezaagde als behakte zijden voor. Vanaf de 18<sup>de</sup> eeuw was het hout meestal zeer strak, meskant, gezaagd.

Het vervaardigen van constructies vond meestal niet plaats op de (in de binnenstad krappe) bouwplaats, maar op een werkplaats van de timmerman, of op een gemeenschappelijke of tijdelijke werkplaats, ook bekend als 'winkel'. In de onderzochte periode veranderde het constructieproces niet. Op basis van een op de grond liggende of uitgezette uitslag of mal werden de spanten gemaakt, waarbij binnen de hoofdvorm de positie van de longitudinale elementen als muurplaten, flieringen (of gordingen) en eventuele nok (of nokgording) als eerste werden uitgezet. Vervolgens werd op basis van de uitslag het constructiehout gemeten, gezaagd en bewerkt tot spantonderdelen, die tot transversale spanten werden samengesteld. Om een stijve, stabiele en deugdelijke constructie in transversale en longitudinale richting te realiseren, moesten solide, goed sluitende en sterke verbindingen worden vervaardigd. De keuze voor een bepaalde verbinding werd bepaald door het krachtenspel van en op het dak en de constructieve kennis en kunde. Bij aangenomen werk bepaalde de opdrachtgever, of diens ontwerper/bestekschrijver meestal welke typen verbindingen moesten worden toegepast. Dit blijkt uit de uitgebreide omschrijvingen in de bestekken van vooral de verbindingstypes, of het werd voorgeschreven dat deze stevig moest worden geconstrueerd.

De Leidse kapconstructies werden geconstrueerd met pen- en gatverbindingen, koude vernagelde verbindingen, gekepte en gelipte verbindingen. De oudere 14<sup>de</sup>- en vroeg 15<sup>de</sup>-eeuwse kapconstructies kenmerken zich door een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen met (veel) houten nagels.

## TIMMEREN

Deze stijve pen- en gatverbinding was geschikt voor het opnemen van trek- en drukkrachten, maar was tevens arbeidsintensief om te maken. In de loop van de 15<sup>de</sup> en 16<sup>de</sup> eeuw werden de verbindingen steeds eenvoudiger uitgevoerd om te besparen op arbeid, bijvoorbeeld door het achterwege laten van borsten/hielen of minder houten en meer gesmede nagels te gebruiken. Waar het krachtenspel het toeliet, werd de pen- en gatverbinding vervangen door de eenvoudige vernageling of door gelipte of gekepte verbindingen, eventueel met een (halve) zwaluwstaartverbinding om trekkrachten op te kunnen nemen. De koude, gelipte of gekepte verbinding werd vastgezet met gesmede nagels, maar kon ook worden gezekerd met een gesmede spiebout, beugel of stropanker. Vanaf het begin van de 18<sup>de</sup> eeuw kwam ook de gesmede moerbout in zwang. In de oudere kapconstructies was voor het opnemen van longitudinale en transversale krachten de fliering (of gording) ingelaten in de dekbalk, soms met een (schuinverlopende) voorloef. Vanaf het eind van de 16<sup>de</sup> eeuw werd hiervan afgezien en werd de fliering koud vernageld op de dekbalk. Met een lipplasverbinding werden lange balken samengesteld, zoals de longitudinaal geplaatste flieringen, gordingen en nokgordingen.

De keuze voor een bepaalde verbinding was niet bepaald door de houtsoort. Zo is bij de overgang van eikenhout naar grenenhout geen wijziging in de verbindingstypen vastgesteld. Wel kan de beschikbare houtmaat van invloed zijn geweest op de gekozen verbinding. Door een geringe houtmaat moest bijvoorbeeld soms worden afgezien van een pen- en gatverbinding en worden gekozen voor een lipverbinding.

Na het vervaardigen en het passen van de verbindingen werden de spantonderdelen van de kant en klare constructie ten behoeve van een geordende logistiek voor transport en assemblage meestal voorzien van telmerken. Hierna werd de constructie uit elkaar gehaald en in kleine delen als een bouw pakket naar de bouwplaats getransporteerd. De telmerken werden aangebracht om de verschillende onderdelen met hun unieke handvervaardigde verbindingen op de bouwplaats weer in elkaar te kunnen passen. Het aanbrengen van de merken gebeurde systematisch, vaak stonden zij aan dezelfde zijde als waar ook de verbindingen werden afgeschreven, de zogenaamde constructiezijde. Maar er was veel variatie en soms ontbrak een logisch nummeringssysteem en lijken de merken meer bedoeld als plaats- of duidingsmerken.

Telmerken hebben een herkenbare ontwikkeling doorgemaakt. De Leidse ontwikkeling komt in grote lijnen overeen met de algemene ontwikkeling van telmerken. De telmerken in kappen van Leidse huizen waren in eerste instantie aangebracht met een haal- of ritsmesje of een priem. Rond 1480 werden telmerken ook aangebracht met een zaag, vanaf de tweede helft van de 15<sup>de</sup> eeuw met een halfronde beitel en vanaf het einde van de 15<sup>de</sup> eeuw kwam daar de rechte beitel bij. Voor het merken treed dus wel een verandering op van het gereedschap dat de timmerman hanteerde. Per type telmerk is globaal een ontwikkeling in het bijbehorende richtingsteken waarneembaar, waarmee de positie links of rechts van gelijke onderdelen per spant werd geduïd. Tot even na het midden van de 15<sup>de</sup> eeuw kon bij de gesneden merken een visje of ruitvorm als richtingsteken zijn toegepast. Rond 1400 kwamen ook gebroken merken voor, die tot ongeveer het einde van de 15<sup>de</sup> eeuw werden toegepast. Bij de gehakte telmerken (circa 1500-1800) werden veel varianten toegepast om onderscheid tussen links en rechts te maken. Het meest gangbaar was de halve-maanvorm, gevolgd door het ovaal. Vanaf het begin van de 17<sup>de</sup> eeuw kwam het voor dat er geen telmerken op een zichtzijde van het hout werden aangebracht. Soms waren deze onzichtbaar verborgen in de verbinding. Ook konden ze geheel ontbreken, wat waarschijnlijk samenhangt met de optredende vereenvoudiging van de constructie, inclusief de verbindingen, de standaardisering van de houtmaat door de opkomende zaagindustrie of later niet meer zichtbare merkmethode.

Na aanvoer op de bouwplaats werden de onderdelen van de constructie aan de hand van de telmerken op de zoldervloer samengesteld tot spanten en op plaatsingsvolgorde gelegd. Met handkracht en een hijsinstallatie werden de spanten en de flieringen/gordingen gefaseerd geplaatst, in afstemming met de metselaars die het opgaande muurwerk opmetten. Bij uitvoering met stapelspanen kwam er een tweede (tijdelijke) werkvloer op de onderste spanten en werden de assemblagewerkzaamheden herhaald. Vervolgens werden de sporen geplaatst, met als laatste daarop de latten en dan de dakbedekking en daarmee was het huis afgedekt met een nieuw dak.



## DE ORDINAIRE KAP