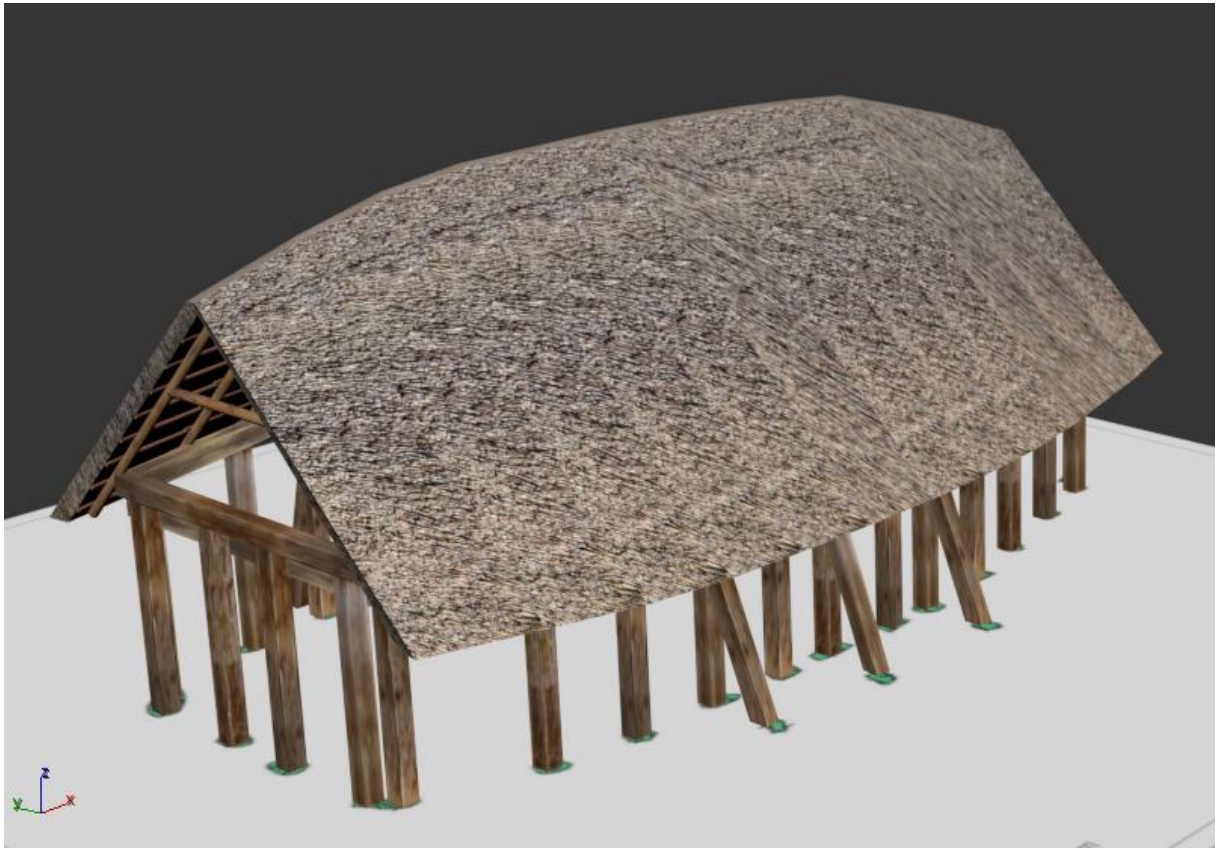


Een schuur in Erve Eme

Verantwoordingsdocument voor een archeologische reconstructie



Koen Zijlstra 408876

HBO Saxion, Bachelor Archeologie

Erve Eme, Patrick Reeuwijk

25-7-2019

Definitief

Voorwoord

Dit verantwoordingsdocument is het resultaat van een afstudeeronderzoek voor de opleiding archeologie van Saxion. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Erve Eme in Zutphen. Dit product is aan de opdrachtgever overhandigd in combinatie met een 3D model.

Ik wil voor het mede mogelijk maken van dit verantwoordingsdocument de volgende mensen bedanken: Jop Brijker, Maarten Sepers, Patrick Reeuwijk en Marco Mulderij, Leo Wolterbeek, Silvan van den Heuvel, Jaap Hogendoorn, Jaap Berens, Daniël Smit en Eric Norde van RAAP Oost. Zij hebben mij, vaak in eigen tijd, te woord gestaan en van onmisbaar advies voorzien.

Ik wens u veel leesplezier.

Koen Zijlstra

Wageningen, 10-7-2019.

Samenvatting

Erve Eme is een openluchtmuseum in Zutphen waar een reconstructie is gemaakt van een vroegmiddeleeuwse nederzetting die in de buurt van het museum is opgegraven. Hier is behoefte aan een nieuw gebouw met open wanden, zodat er overdekt gewerkt kan worden in de buitenlucht. In dit document wordt onderzocht hoe deze historisch accuraat kan worden gebouwd. Het doel van dit onderzoek is het maken van een 3D model en een verantwoordingsdocument voor het reconstrueren van een dergelijke schuur. Hiervoor is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan zo historisch accuraat mogelijk een schuur worden gereconstrueerd, zoals deze tussen 500 en 900 na christus in regio Zutphen kan hebben bestaan?

De historische nederzetting die in Erve Eme is gereconstrueerd, heeft van de Laat-Romeinse tijd tot en met de late Merovingische tijd een constante bewoning gekend. De bewoning bestond uit een paar erven die rond een historische weg gecentreerd lagen. Daarna is de nederzetting nog wel blijven bestaan maar waarschijnlijk naar het noorden verplaatst. Twee gebouwen van deze nederzetting zijn gereconstrueerd in Eme, evenals een komhut gebaseerd op een andere opgraving vlakbij.

Fysieke resten van constructies zijn vrijwel zelden bewaard gebleven, dus archeologische bewijs is beperkt. Om de hoofd- en deelvragen toch zo goed mogelijk te kunnen beantwoorden is een literatuuronderzoek uitgevoerd, zijn opgravingsdata bekeken en zijn verschillende reconstructies in Nederland vergeleken en bezocht. Daarnaast is met een aantal reconstructiespecialisten gesproken. Hieruit bleek dat reconstructies meestal wel theoretisch onderbouwd zijn maar een verantwoording zelden wordt vastgelegd.

Als basis voor de gevraagde reconstructie is een bootvormige plattegrond uit een opgraving in Putten gebruikt, in Zutphen zijn geen geschikte huisplattegronden teruggevonden. Deze voldoet aan de eisen van de opdrachtgever en staat een ontwerp zonder wanden toe omdat er geen bewijs of aanwijzing voor wanden is gevonden. Dit is essentieel omdat hierdoor een historisch accuraat model gemaakt kan worden, zonder wanden. Naast de grondsporen zijn geen andere archeologische resten gevonden die de vorm of functie van het gebouw konden bewijzen. De reconstructie van het gebouw is onderdeel voor onderdeel beredeneerd. Dit is zo goed mogelijk onderbouwd met historische en archeologische kennis uit de literatuur, aangevuld met praktijkkennis van de specialisten. De reconstructie is van de grond af naar boven toe beschreven, beginnende bij de grondsporen. Ook de verschillende houtsoorten en dakbedekkingsmaterialen die in de Middeleeuwen beschikbaar waren, zijn voor de reconstructie onderbouwd.

De resultaten van het onderzoek en de interpretatie zijn in dit document uitgebreid beschreven, maar wat dit uiteindelijk oplevert is het beste te zien in het 3D model dat is bijgevoegd. In 3ds Max is een reconstructiemodel gemaakt op basis van de verantwoording in de tekst. Het doel van het model is het visualiseren van de resultaten die in dit verantwoordingsdocument staan beschreven, het is dus vooral bedoeld als presentatiemiddel. Het model is echter wel volledig op schaal gemaakt en de inhoud en metadata van het 3D bestand zijn expliciet vermeld, zodat gemakkelijk met het model verder kan worden gewerkt.

Het eindresultaat is niet direct toepasbaar voor reconstructies van andere gebouwen, omdat dit onderzoek is gebaseerd op een unieke plattegrond. De onderbouwing en methode van dit onderzoek zijn echter wel bruikbaar als voorbeeld voor toekomstige reconstructieprojecten. Het model gaat fysiek worden nagebouwd in Erve Eme, wanneer en door wie is nog niet bekend.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	5
Hoofdvraag	5
Deelvragen.....	5
Schaalniveaus	5
Leeswijzer	6
2 Onderzoeksmethoden.....	7
2.1 Literatuuronderzoek.....	7
2.2 Veldbezoek en overleg.....	7
2.3 Opgravingsgegevens	8
2.4 Modelleren	8
3 Achtergronden.....	10
Erve Eme.....	10
Buurtschap Eme	10
4 Middeleeuwse constructies.....	13
4.1 Vroegmiddeleeuwse typologieën	13
Odoorn	14
Gasselte	15
Pfostenbau en Ständerbau	15
4.2 Reconstructies in Nederland	16
Amersfoort.....	16
Eindhoven	17
5 Reconstructie	19
5.1 De plattegrond	19
Vorm.....	20
Datering.....	22
Spoordiepte.....	22
5.2 Materiaal	23
Hout versus steen	23
Houtsoorten.....	24
Dakbedekking	24
5.4 Constructie.....	26
Gebintstijlen	28
Buitenstijlen.....	29
Gebintbalken en platen.....	31
Dakconstructie	34
Van dakspoor tot nok.....	35

Dakvoet	37
Dakgevels	38
Dakbedekking	39
Houtbewerking	39
Verbindingen	40
6 3D model	43
6.1 Opbouw	43
6.2 Textures	44
6.3 Metadata	45
7 Discussie	46
8 Conclusie	48
9 Aanbevelingen	50
Bronnenlijst	51
Literatuur	51
Kaartmateriaal	53
Afbeeldingen	53
Internet	53
Bijlage I: Detailafbeeldingen 3D model	54
Bijlage II: Verklarende Woordenlijst	56

1 Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Stichting Erve Eme, een klein openluchtmuseum in Zutphen waar een vroegmiddeleeuws erf is gereconstrueerd. Het erf bestaat momenteel uit twee boerderijen en een aantal werk- en opslagplaatsen. De werkplaats die nu als smidse wordt gebruikt, gaat afgebroken worden. Op dezelfde plaats moet een nieuwe, grotere werkschuur komen met ruimte voor publieksdemonstraties. De opdrachtgever wil dat dit een overkapping wordt zonder wanden, zodat buiten gewerkt kan worden, maar wel beschermd tegen zon en regen. De onderzoeksopdracht is het ontwerpen en visualiseren van dit gebouw door middel van een 3D reconstructie. Daarnaast worden aanbevelingen voor bouwmethoden en gebruik van materiaalsoorten gedaan. Deze worden wetenschappelijk verantwoord op basis van archeologische gegevens.

Het maken van een reconstructie op basis van archeologische sporen is niets nieuws, zoals wordt toegelicht in dit document. Idealiter wordt archeologische kennis gecombineerd met praktische kennis over houtbouw om tot een realistisch ontwerp te komen. De verantwoordelijkheid om een reconstructie te onderbouwen ligt meestal bij de specialisten die zich bezighouden met het ontwerpen en uitvoeren van reconstructies. De overwegingen die hierbij telkens gemaakt worden zijn echter niet altijd vastgelegd en gepubliceerd, waardoor alle onderbouwing en achtergrondinformatie soms bij deze specialisten blijft. Om een reconstructie echt duurzaam en toegankelijk te maken voor toekomstig onderzoek, dient de onderbouwing van een dergelijk ontwerp te worden vastgelegd. Pas dan kan de gecombineerde praktische en theoretische kennis die is toegepast worden bewaard en gedeeld zoals dat met de meeste archeologische onderzoeken gebeurt.

Het doel van dit onderzoek is dus het maken van een 3D model en een verantwoordingsdocument voor het reconstrueren van een schuur, zodat deze historisch accuraat kan worden opgebouwd. Dit wordt in deze beide vormen aan de opdrachtgever gepresenteerd. Het verantwoordingsdocument bevat aanbevelingen over gebruik van materialen, toe te passen bouwconstructies en het beoogde eindresultaat. Het document bevat dus alle achtergrondinformatie, de bronverwijzingen en de verantwoording. Het 3D model is bedoeld als middel om de resultaten te visualiseren, zodat de opdrachtgever een toegankelijke manier heeft om de resultaten te evalueren en te vertonen. De mate van detail is hier ook op aangepast. Het model heeft alleen een visuele functie, terwijl het document de volledige detailbeschrijving bevat. Om het onderzoek in goede banen te leiden en tot het gewenste resultaat te komen zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

Hoofdvraag

- Hoe kan zo historisch accuraat mogelijk een schuur worden gereconstrueerd, zoals deze tussen 500 en 900 na Christus in regio Zutphen kan hebben bestaan?

Deelvragen

1. Hoe zag de nederzetting Eme er uit in de Vroege-Middeleeuwen?
2. Hoe zijn reconstructies elders in Nederland verantwoord?
3. Welke archeologische plattegrond zou als basis voor de reconstructie het huidige aanbod van Erve Eme het beste aanvullen?
4. Welke constructiemethoden kunnen het beste worden toegepast?
5. Wat voor bouwmaterialen kunnen het beste worden gebruikt?
6. Hoe gaat de reconstructie er uiteindelijk uitzien?

Schaalniveaus

De deelvragen kunnen worden verdeeld over drie verschillende schaalniveaus, het micro-meso- en macroniveau. Het macroniveau is het meest brede niveau, in dit onderzoek is dat de landelijk beschikbare kennis. Niet alle benodigde informatie over vroegmiddeleeuwse bouw kan immers uit lokaal onderzoek worden gehaald. Deelvragen 2, 4 en 5 zullen op dit

niveau worden onderzocht. Deelvragen 1 en 3 betreffen de nederzettingscontext Eme vroeger en nu, dit vormt het mesoniveau. Deelvraag 6 gaat over de geplande reconstructie en is het microniveau van het onderzoek. De resultaten van de andere deelvragen worden ook op het microniveau toegepast om uiteindelijk de hoofdvraag te beantwoorden.

Leeswijzer

Dit verantwoordingsdocument is verdeeld in negen hoofdstukken. Na deze inleiding volgt hoofdstuk twee, hier worden de verschillende onderzoeksmethoden besproken die zijn toegepast gedurende dit afstudeerproject. In hoofdstuk drie wordt kort enige achtergrondinformatie gegeven over de omgeving waar de reconstructie in moet worden geplaatst. Dit is onderverdeeld in een beschrijving van het moderne Erve Eme en de (voor)historische context. In hoofdstuk vier staat meer context, maar nu meer gericht op middeleeuwse nederzettingssporen en moderne reconstructies. In hoofdstuk vijf wordt een interpretatie van de gekozen plattegrond beredeneerd en wordt stap voor stap een reconstructie verantwoordt. De visualisatie hiervan in 3D wordt nog niet besproken, dat gebeurt in hoofdstuk zes. Daar worden het modellerproces en het eindresultaat getoond en toegelicht. Dit wordt opgevolgd door hoofdstuk zeven, waarin het onderzoek wordt geëvalueerd. Een aantal discussiepunten worden uitgelicht zodat eventuele tekortkomingen van dit project helder zijn. In hoofdstuk acht, de conclusie, worden de onderzoeksvragen beantwoord. Dan volgt nog een hoofdstuk met aanbevelingen voor gebruik van de resultaten en eventueel vervolgonderzoek, dit is hoofdstuk negen. Dan volgt de bronnenlijst met alle verwijzingen die in dit document zijn gebruikt op een rij. Verder zijn als bijlagen een aantal afbeeldingen van het 3D model toegevoegd (bijlage 1) en een verklarende woordenlijst (bijlage 2), waarin betekenis van de gebruikte bouwkundige termen wordt gedefinieerd.

2 Onderzoeksmethoden

In dit hoofdstuk zullen de verschillende gebruikte onderzoeksmethoden worden toegelicht. Na de administratieve voorbereiding en overleg met de betrokken partijen is het project gestart met een literatuuronderzoek. Er is gezocht naar contextuele informatie, verdiepende literatuur en een plattegrond waar de reconstructie op is gebaseerd. Daarnaast is een inventariserend en analyserend onderzoek uitgevoerd naar bestaande reconstructies. Meerdere hiervan zijn bezocht en verschillende specialisten in middeleeuwse reconstructies zijn benaderd voor overleg. De verschillende methoden worden hier onder in meer detail uitgelegd.

2.1 Literatuuronderzoek

Deelvraag 1 focust zich op de lokale archeologie. Om deze vraag te beantwoorden is met name een archeologisch rapport gebruikt dat bij aanvang van het onderzoek beschikbaar werd gesteld door de opdrachtgever.¹ De gereconstrueerde nederzetting van Erve Eme is voornamelijk gebaseerd op dit rapport. Via DANS EASY² is nog een aantal aanvullende rapporten verzameld over de archeologie van het zuidoostelijke deel van gemeente Zutphen. De archeologische dienst van gemeente Zutphen is ook nog geraadpleegd over dit onderwerp, maar dit leverde geen nieuwe rapporten op.

Na het verzamelen van achtergrondinformatie is de focus van het literatuuronderzoek gelegd op de interpretatie van huisplattegronden en het bepalen van in de Middeleeuwen beschikbare materiaalsoorten en constructievormen. Om deelvragen 4 en 5 te beantwoorden is gezocht naar boeken, naslagwerken en artikelen over huisplattegronden, bouwmaterialen, houtbouw, bouwkunde en bouwhistorie. Daarnaast werd nog naar archeologische rapporten over vondsten en sporen van vroegmiddeleeuwse gebouwen gezocht. Hiervoor zijn op internet verschillende catalogi van bibliotheken gebruikt om te bepalen waar fysieke bronnen beschikbaar zijn. Met name de bibliotheek van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) leverde veel geschikte resultaten op met verschillende zoektermen.³ Ook via de websites academia.edu en researchgate.net zijn veel bronnen verzameld. Deze zijn via de zoekfunctie van de website zelf gevonden, maar ook via scholar.google.nl. Dit leverde ook nog via een aantal andere websites nieuwe bronnen op. Naast de bibliotheek van de RCE zijn ook de Saxionbibliotheek en de Athenaeumbibliotheek geraadpleegd, eerst online en daarna ter plaatse.⁴ Tijdens deze fase van het literatuuronderzoek zijn ook verwijzingen in de literatuur gebruikt om aanvullende publicaties te vinden en zo veel mogelijk naar originele bronnen te kunnen verwijzen.

2.2 Veldbezoek en overleg

Voor het beantwoorden van deelvraag 2 is het verantwoordingsproces achter de reconstructies vergeleken en onderzocht welke praktische kennis kan bijdragen aan een realistisch model. Hiervoor is contact gezocht met specialisten die ervaring hebben met het ontwerpen en bouwen van reconstructies van gebouwen. Er is met Leo Wolterbeek, Silvan van den Heuvel en Jaap Hogendoorn gesproken. Dhr. Wolterbeek is betrokken geweest bij de bouw in van vroegmiddeleeuwse reconstructies in Amersfoort, Alphen aan de Rijn, Vlaardingen en Zutphen en heeft daarnaast veel reconstructies gebouwd uit andere perioden. Dhr. van den Heuvel heeft ook reconstructiewerk gedaan in Zutphen en Dhr. Hogendoorn heeft in Alphen aan de Rijn gewerkt als reconstructiecoördinator. Alleen van de reconstructies van vroegmiddeleeuwse gebouwen is een vergelijking gemaakt, maar reconstructies uit andere perioden zijn ook gebruikt om de eigenschappen en veroudering

¹ Bouwmeester 2000.

² <https://easy.dans.knaw.nl/ui/home>.

³ De catalogus is online te raadplegen via <http://cultureelerfgoed.adlibsoft.com/search.aspx>.

⁴ <https://search.saxionbibliotheek.nl/>; <https://www.bibliotheekdeventer.nl/wise-apps/catalog/5700/search/>.

van materialen te vergelijken. De natuurlijke eigenschappen van materialen zullen immers altijd hetzelfde zijn geweest. De meest relevante vroegmiddeleeuwse reconstructies bevinden zich in park Schothorst in Amersfoort en het 'preHistorisch dorp' te Eindhoven. Deze zijn bezocht en gefotografeerd, om een beter beeld te krijgen van hoe een reconstructie er op ware grootte uit kan komen te zien en hoe deze door weer en wind wordt beïnvloed. Verder zijn natuurlijk ook de reeds bestaande reconstructies op Erve Eme bekeken, dit heeft ook een bijdrage geleverd aan het beantwoorden van deelvraag 3.

2.3 Opgravingsgegevens

De belangrijkste bron voor een reconstructie is de archeologische plattegrond, deze vormt het enige harde bewijs voor de vorm van het specifieke gebouw dat wordt gereconstrueerd. De literatuur is een aanvulling en onderbouwt de interpretatie van deze plattegrond. In de eerste instantie was het de bedoeling uit de lokale opgravingsdata een plattegrond te kiezen die als basis kon dienen voor de reconstructie. De hoeveelheid vroegmiddeleeuwse plattegronden uit Zutphen bleek echter te beperkt om er een te vinden die voldeed aan de eisen. In overleg met de opdrachtgever is besloten in een bredere omgeving te zoeken door contact op te nemen met verschillende archeologen. Aan de hand van de wensen van de opdrachtgever zijn eisen bepaald waar de plattegrond aan moest voldoen. Hiermee kon gericht worden gezocht naar een plattegrond die paste binnen het aanbod van Erve Eme en daarmee deelvraag 3 kon beantwoorden. De volgende voorwaarden zijn hiervoor opgesteld:

- De plattegrond komt uit de buurt van Zutphen of in ieder geval een gebied met overeenkomende huizenbouwcultuur.
- De plattegrond is grofweg 6 bij 10 meter maar een afwijking tot 2 meter in beide richtingen is nog toegestaan.
- De plattegrond is gedateerd binnen de Merovingische en Karolingische tijd, van 500 tot 900 AD.
- De plattegrond is compleet genoeg om een interpretatie van te kunnen vormen.

Van de gekozen plattegrond zijn zo veel mogelijk opgravingsgegevens verzameld die zouden kunnen helpen bij de interpretatie, maar omdat deze nog niet zijn gepubliceerd tijdens dit onderzoek konden ze alleen bij de uitvoerder, RAAP Oost, worden bekeken. Daardoor kan ook niet worden verwezen naar een publicatie, de meeste informatie is via persoonlijke communicatie verkregen. Coupetekeningen waren niet beschikbaar, alleen de allesporenkaart, spoordieptes en coupefoto's zijn gebruikt in dit onderzoek.

2.4 Modelleren

Om de resultaten van de interpretatie en het overige onderzoek toonbaar te maken voor de opdrachtgever en de uitvoerders van de fysieke reconstructie, worden de resultaten gevisualiseerd door middel van een 3D model. Hiermee wordt deelvraag 6 beantwoord. Het zichtbaar maken van de resultaten van het onderzoek zorgt ervoor dat het eindresultaat overzichtelijk kan worden gepresenteerd en gedeeld. Voor het garanderen van de kwaliteit van 3D reconstructies zijn twee richtlijnen opgesteld die bepalen waar een model aan moet voldoen en hoe deze moet worden uitgevoerd. De eerste is de *London Charter*, waarin algemene regels staan beschreven voor wanneer een 3D model kan worden toegepast en hoe deze moet worden uitgevoerd, inclusief bronnenonderzoek en documentatie van het proces.⁵ Deze richtlijn is opgesteld met onder andere als doel dat er aanvullende richtlijnen op kunnen worden gebaseerd die in meer detail aansturen hoe 3D modellen moeten worden uitgevoerd en verantwoord. Dit is ook gebeurd in de vorm van de *Seville Principles*. De regels komen overeen, maar de *Seville Principles* is een aanvulling en maakt de toepassing van de *London Charter* specifiek gericht op archeologie.⁶ Om deze redenen is ervoor gekozen de *Seville Principles* aan te houden bij het reconstrueren. De *London Charter* wordt

⁵ Denard 2009, 5-11.

⁶ <http://sevilleprinciples.com/>.

dan via deze principes ook toegepast omdat deze punten in de *Seville Principles* zijn verwerkt.

De principes richten zich op multidisciplinair onderzoek, doelgerichte visualisatie, historische en archeologische bewijsvoering, een efficiënte toepassing, een transparante verantwoording en gestructureerde evaluatie.⁷ Dit betekent voor dit onderzoek dat het doel van de reconstructie van te voren bepaald moet zijn, beslissingen expliciet moeten worden vermeld en onderbouwd met multidisciplinair bewijsmateriaal en dat het model uitgebreid beschreven moet worden zodat duidelijk is waar deze uit is opgebouwd zodat deze kan worden hergebruikt.

Het 3D model is gemaakt in het programma 3ds Max van Autodesk.⁸ Er is voor 3ds Max gekozen omdat dit programma vanuit Saxion het beste wordt ondersteund. Voor het vak MAP3D van Saxion is 3ds Max de standaard, dus hier is ook al eerder mee gewerkt. Verschillende afbeeldingen die zijn gebruikt voor de *textures* zijn geoptimaliseerd in Adobe Photoshop. De metadata van het 3D model zijn beschreven in bijlage I.

⁷ <http://sevilleprinciples.com/>.

⁸ <https://www.autodesk.nl/products/3ds-max/overview>.

3 Achtergronden

Vóór het reconstrueren moet onder andere worden gekeken naar de context waarin het gebouw komt te staan. De reconstructie moet zowel visueel als praktisch passen binnen het huidige Erve Eme. Het gebruik bepaalt voor een deel de vorm en dit is afhankelijk van de rol die het nieuwe gebouw krijgt in het museum. Het verhaal dat in dit museum wordt verteld is weer gebaseerd op een historische nederzetting, dus kennis van de lokale historie is ook nodig om de nieuwe plannen in de juiste context te plaatsen. Als eerste wordt daarom in dit hoofdstuk wat informatie gegeven over het moderne erf en de huidige reconstructies en daarna volgt de geschiedenis van de historische nederzetting.

Erve Eme

Erve Eme is een openluchtmuseum waar een vroegmiddeleeuwse nederzetting is gereconstrueerd. Deze nederzetting is aangetroffen bij een archeologische opgraving vlakbij de huidige locatie van Erve Eme (zie afbeelding 1). Deze nederzetting is in meerdere fases onderzocht door gemeente Zutphen en BAAC. De resultaten hiervan zijn in het jaar 2000 gepubliceerd. Plattegronden 32 en 13 uit dit rapport zijn als bron gebruikt voor de reconstructies van respectievelijk het woonhuis en het bijgebouw op Erve Eme.⁹ In de nabije omgeving zijn nog meerdere archeologische opgravingen gedaan die ook sporen en vondsten opleverden uit de Vroege-Middeleeuwen waar nog aanvullende informatie uit gehaald kon worden over de historische nederzetting. Zo is ook een komhut op Erve Eme gereconstrueerd op basis van een andere opgraving in de buurt.¹⁰ De datering van de reconstructies volgend wordt nu de periode van ongeveer 450 tot 700 uitgebeeld.¹¹ Met de toevoeging van een nieuwere plattegrond kan dit eventueel worden uitgebreid tot 900, maar er zijn voorlopig geen plannen om andere periodes dan de Vroege-Middeleeuwen te vertonen.

Erve Eme is niet dagelijks open als museum, maar richt zich vooral op georganiseerde evenementen. Het is een unieke locatie voor feestjes, workshops, demonstraties, themamarkten en andere evenementen. Er worden ook educatieve programma's georganiseerd voor basis- en middelbaar onderwijs. Verder heeft de locatie ook een wetenschappelijke waarde. Doordat zo getrouw mogelijk het vroegmiddeleeuwse leven wordt nagebootst kunnen nieuwe inzichten worden verkregen over de leefbaarheid van reconstructies en het leven in de Vroege-Middeleeuwen in het algemeen. Vraagstukken die met gemiddeld archeologisch onderzoek niet kunnen worden beantwoord kunnen wel worden onderzocht door middel van archeologische experimenten. Door hypothesen op te stellen en vervolgens middeleeuwse omstandigheden na te bootsen kan worden getest hoe men toen waarschijnlijk bepaalde problemen oploste. Wanneer van te voren bepaalde onzekerheden bestaan over de vorm of uitvoering van een reconstructie, kan in de praktijk alsnog blijken wat de meest praktische vorm is. Sommige vragen kunnen ook pas na langdurig gebruik worden beantwoord, bijvoorbeeld hoe lang bepaalde bouwmaterialen meegaan. Zowel het primaire doel van de reconstructie als deze mogelijkheid tot nieuwe bevindingen zullen een rol spelen in de ontwikkeling van een nieuw ontwerp.

Buurtschap Eme

De historische nederzetting Eme bevond zich op een rivierduin ongeveer 500 meter ten oosten van het moderne Erve Eme, op een terrein met de toponiemen 'Ooyerhoek' en 'Laakse veld'.¹² Op dit terrein is sprake van bewoningcontinuïteit van de Laat-Romeinse tijd tot en met de late Merovingische tijd, maar er zijn grondsporen gevonden van tijdelijke bewoning vanaf 2500 v.Chr. en de nederzetting heeft zich in de Karolingische tijd nog verder

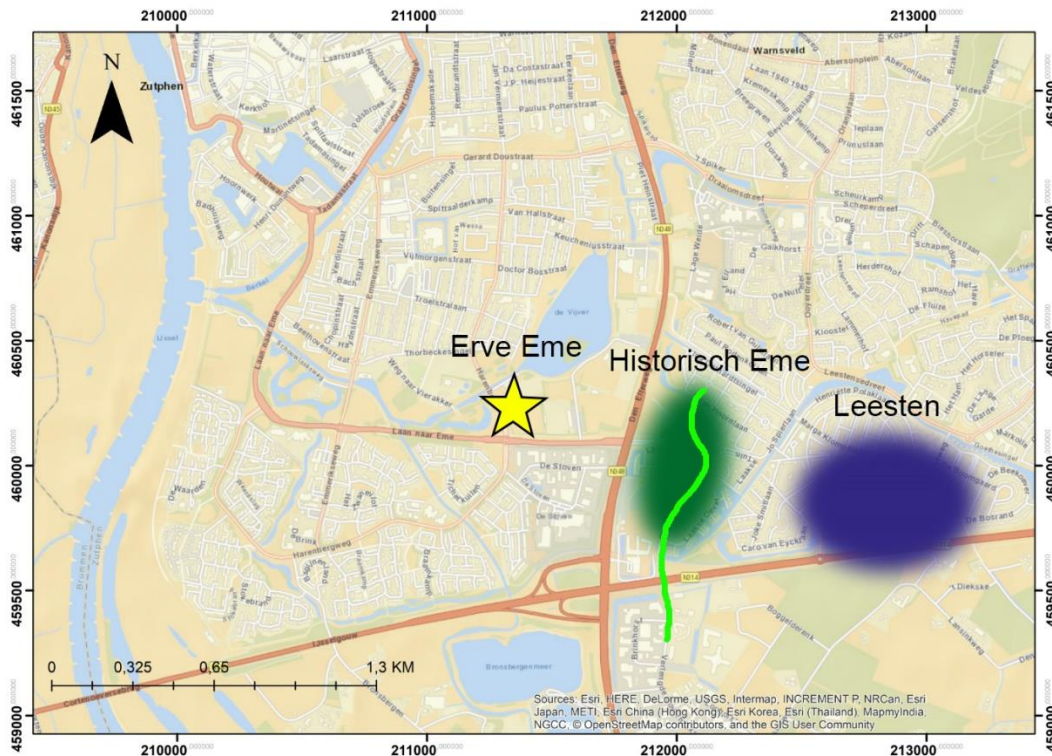
⁹ Bouwmeester 2000, 25-26, 28,33.

¹⁰ Groothedde 2007, 13-17.

¹¹ Bouwmeester 2000, 92,93; Groothedde 2007, 24; pers.com. Patrick Reeuwijk.

¹² Bouwmeester 2000, 11.

ontwikkeld tot een buurtschap van meerdere erven.¹³ De Merovingische nederzetting is ontstaan langs de huidige Ooyerhoekse weg (zie afbeelding 1). In de Karolingische tijd verplaatsten de erven zich meer naar het noorden onder invloed van toenemende Karolingische invloed vanuit het groeiende Zutphen. Het buurtschap kwam in handen van de Karolingische koningen, totdat het in de elfde eeuw meer en meer kerkelijk bezit werd.¹⁴



Afbeelding 1 Locaties van het moderne Erve Eme en het vroegmiddeleeuwse Eme en Leesten. De Ooyerhoekse weg, waar Eme langs ontstaan is, is in lichtgroen aangegeven.

De meeste informatie over de nederzetting Eme in de Vroege-Middeleeuwen komt uit de opgravingen van BAAC en gemeente Zutphen. Deze hebben naast een grote hoeveelheid huisplattegronden ook een paar bijgebouwen opgeleverd en een paar hutkommen, spiekers, waterputten en afvalkuilen.¹⁵ De resultaten kunnen worden verdeeld in verschillende bewoningsfasen met gemiddeld drie erven. Rond 600 n. Chr. bereikte de nederzetting hier een hoogtepunt en bestond deze uit vier tot vijf erven.¹⁶ Op basis van alle opgravingsresultaten wordt geconcludeerd dat Eme vooral een zelfvoorzienende agrarische nederzetting was.

Ten oosten van de nederzetting Eme was waarschijnlijk nog een nederzetting, genaamd Leesten, gelegen. Deze bevond zich op een hoger deel in het landschap dat nu de Leestense enk heet (zie afbeelding 1). Deze nederzetting bestond vanaf de Karolingische tijd, maar het terrein is eerder ook in fasen gebruikt en bewoond geweest vanaf het Mesolithicum tot en met de Romeinse tijd.¹⁷ De Looërenk, die weer ten westen van de Leestense enk ligt, hoorde ook bij de het buurtschap Leesten. Hier vond in de Vroege-Middeleeuwen geen bewoning, maar houtskoolproductie plaats. Leesten ontwikkelde zich als buurtschap tegelijk met Eme, maar behield meer onafhankelijkheid.

¹³ *Ibidem*, 12,91.

¹⁴ Bouwmeester, H.M.P./H.A.F. Fermin/M. Groothedde 2008, 282,372-379.

¹⁵ Bouwmeester 2000, 39-41.

¹⁶ *Ibidem*, 95.

¹⁷ Bouwmeester, H.M.P./H.A.F. Fermin/M. Groothedde 2008, 9-12,85.

Direct aangrenzend aan het terrein van het moderne Erve Eme zijn nog een aantal kleine opgravingen gedaan die grondsporen opleverden uit het Vroeg-Mesolithicum tot en met de achtste eeuw. Hier is echter niets aangetroffen dat wijst op vaste bewoning binnen deze periodes.¹⁸ De enige vroegmiddeleeuwse sporen hier zijn van een houtskoolmeiler en een structuur van vier paalgaten, geïnterpreteerd als een hooimijt. Het moderne erf ligt zelf ook nog direct bovenop een terrein met een zeer hoge archeologische verwachting en direct aangrenzend ten zuiden ligt een beschermd AMK-terrein dat nu als voetbalveld wordt gebruikt.¹⁹

¹⁸ Fermin, H.A.C./M. Groothedde 2005, 5; Fermin 2014, 17; Fermin 2017, 18,21.

¹⁹ Archeologische verwachtingskaart Zutphen.

4 Middeleeuwse constructies

Het is belangrijk de context te weten waarin verschillende technologische toepassingen zullen worden overwogen, voordat een reconstructie wordt beredeneerd op basis van een specifieke huisplattegrond. Het is nuttig zowel de plattegrond als andere archeologische en historische bronnen in een chronologisch kader te plaatsen. De significantie van bepaalde kenmerken van een plattegrond worden pas duidelijk als deze met andere plattegronden kan worden vergeleken. In dit hoofdstuk worden daarom algemene ontwikkelingen rondom huisplattegronden besproken. Verder kan de achtergrondinformatie helpen bij het onderbouwen van historisch verantwoorde keuzes. In dit hoofdstuk zal ook een aantal andere reconstructies in Nederland worden behandeld. Hiermee is onderzocht wat er bij het maken van een reconstructie komt kijken en hoe fysieke reconstructies kunnen worden uitgevoerd.

4.1 Vroegmiddeleeuwse typologieën

De huisplattegrond is het enige harde bewijs en de directe bron voor de reconstructie. Daarom is het van belang te analyseren hoe plattegronden zijn ontwikkeld gedurende de Middeleeuwen en hoe deze zijn verspreid door Nederland. Opeenvolgende constructievormen kunnen worden samengevoegd in een typologie, waarmee de ontwikkelingen overzichtelijk kunnen worden geanalyseerd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat een bepaalde bouwwijze steeds door een andere werd opgevolgd, zodat plattegronden chronologisch kunnen worden verdeeld. Huizen werden immers gebouwd volgens tradities, waardoor nieuwe methoden en technieken langzaam werden overgenomen en de ontwikkeling van de huizenbouwtechniek geleidelijk verliep.²⁰ Zonder al te veel in te gaan op de interpretatie van de verschillende typen wordt hier een overzicht gegeven van de belangrijkste ontwikkelingen.

Een typologie die op heel Nederland toepasbaar is bestaat niet, omdat plattegronden door heel Nederland verschillen. Verschillende regio's ondervonden wel vergelijkbare ontwikkelingen, maar specifieke gebouwtypes zijn meestal plaatsgebonden. In de jaren tachtig heeft H.T. Waterbolk een typologie opgesteld die een basis heeft gevormd voor onderzoek in heel Nederland maar volledig is ontwikkeld op basis van plattegronden van de Drentse zandgronden.²¹ Op basis van de Drentse typologie heeft C. Huijts in 1992 een bouwkundige typologie uitgebracht, waarin elk van de typen die Waterbolk beschrijft zijn gereconstrueerd.²² Dit werk is de meest complete poging om een typologie van plattegronden te reconstrueren en wordt vaak als basis gebruikt voor verdere discussies in verschillende navolgende reconstructiepogingen. Waterbolk heeft inmiddels een vernieuwde versie van zijn typologie gepubliceerd.²³ De algemene ontwikkelingen zijn niet veel veranderd, de typologie is vooral uitgebreid met verschillende lokale vormen.

De typologie van Waterbolk en Huijts omvat plattegronden vanaf de midden Bronstijd tot de volle Middeleeuwen. Huijts gebruikt alle typen binnen deze periode om te beredeneren welke ontwikkelingen op lange termijn hebben plaatsgevonden die bepalend zijn voor hoe reconstructies eruitzien. Op deze manier kan een reconstructie beter worden onderbouwd dan wanneer een enkele plattegrond onafhankelijk wordt bekeken. Het werk van Huijts is in het volgende hoofdstuk als bron voor vergelijkingen gebruikt. Voor nu volstaat een overzicht van de belangrijkste plattegrondtypen die worden onderscheiden, zodat hier in het vervolg naar kan worden verwezen. Hieronder worden de typen Odoorn en Gasselte besproken, deze zijn het meest relevant omdat ze alle ontwikkelingen in Oost-Nederland omvatten

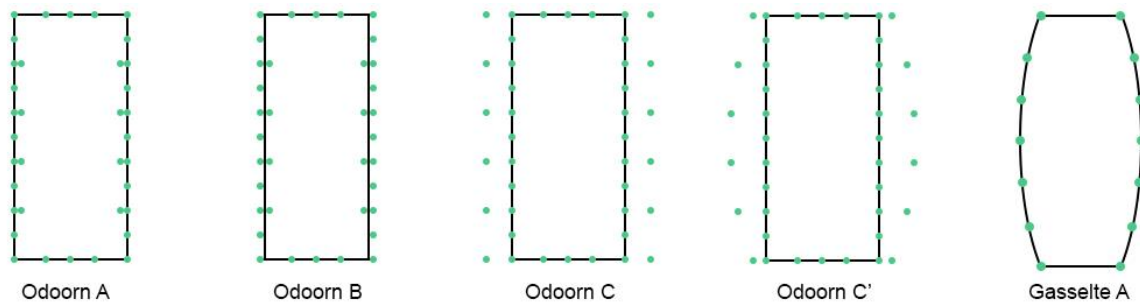
²⁰ Dijkstra 2011, 191-193.

²¹ Waterbolk 1980; Waterbolk 2009.

²² Huijts 1992.

²³ Waterbolk 2009.

gedurende de zesde tot de veertiende eeuw.²⁴ De ontwikkelingen na Gasselte worden ook beschreven, omdat deze in de volle Middeleeuwen al begonnen en helpen bij het verklaren van de vorm van Odoorn en Gasselte. De relevante plattegrondvormen zijn weergegeven in afbeelding 2.



Afbeelding 2 'Ideaalvorm' van de relevante plattegrondtypen.

Odoorn

Het Odoorn type is onderverdeeld in drie hoofdvormen, Odoorn A, B en C. Alle Odoorn typen bestaan uit dubbele rijen stijen, maar er zijn kleine verschillen die een belangrijke ontwikkeling aangeven. Bij Odoorn A kan een rij als wandconstructie worden geïnterpreteerd met een extra rij stijen binnen de wand, waardoor de plattegrond driebeukig is. Bij Odoorn B liggen de wanden aan beide kanten tussen twee rijen stijen in en bij Odoorn C liggen de wanden op de binnenste rijen en is dus sprake van een rij stijen buiten de wanden (zie afbeelding 2).²⁵ Voordat Odoorn C overgaat in het type Gasselte is ook nog een variant Odoorn C' te onderscheiden. Waar Odoorn A tot en met C rechthoekig waren, begint bij type C' een boortvorm te ontstaan doordat de buitenste rij grondsporen in een boog loopt (zie afbeelding 2). Odoorn-typen zijn voornamelijk gevonden in Groningen, Drenthe, Overijssel en Noord-Gelderland. Er zijn echter ook overeenkomende plattegronden ontdekt van Noord-Holland tot aan Westfalen in Duitsland, hoewel in West- en Midden-Nederland niet precies dezelfde typologie kan worden toegepast.²⁶ In het westen hebben de huistypen zich ook ontwikkeld van driebeukig naar éénbeukig met binnen en buitenstijen, maar de constructies waren over het algemeen iets kleiner en de ingangen lagen op andere plekken.²⁷

De datering van deze typen overlappen elkaar enigszins, maar ze volgen elkaar in principe op als steeds betere versies van dezelfde vorm. Type A en B dateren uit de zesde en zevende eeuw, type C komt voor in de achtste eeuw en de variant C' in de negende eeuw.²⁸ In West- en Midden-Nederland komen éénbeukige constructies met buitenstijen al in de achtste eeuw veel voor, wat er op wijst dat deze trend mogelijk vanuit hier verspreid is.²⁹

Sommige plattegronden die in Zutphen zijn opgegraven lijken onder de typen Odoorn A en B te vallen. De grootste reconstructie in Erve Eme is gebaseerd op een plattegrond van het type Peelo B - Eursinge, plattegrond 32. Dit is de voorganger van Odoorn A in de typologie van Waterbolk en Huijts.³⁰ Boortvormen zijn niet bekend in Zutphen, de sites die tot nu toe zijn onderzocht zijn hier te oud voor.

²⁴ Huijts 1992, bijlage 2.

²⁵ Huijts 1992, 139,149.

²⁶ Dijkstra 2011, 194-196; Waterbolk 2009, 94.

²⁷ *Ibidem*, 208.

²⁸ *Ibidem*, bijlage 2; Waterbolk 2009, 94.

²⁹ *Ibidem*, 219-222.

³⁰ Bouwmeester 2000, 28.

Gasselte

De opvolger van type Odoorn is Gasselte, onderverdeeld in een type A en B met ook nog een variatie B'. Beide typen zijn volledig bootvormig, ook de binnenste rij grondsporen is nu niet meer recht zoals bij Odoorn C'. Bij Gasselte A lijkt de buitenste rij grondsporen te zijn verdwenen (zie afbeelding 2) maar bij Gasselte B zijn weer twee parallelle rijen zichtbaar. Vanaf Gasselte A worden de grondsporen duidelijk steeds groter, wat wijst op de toepassing van dikkere balken. Dit is nodig omdat de omvang van de plattegronden ook steeds meer toeneemt.³¹ Bij type A zijn de paalgaten al meer dan 25cm in diameter. Gasselte-plattegronden zijn voornamelijk gevonden in Drenthe, maar ook door heel Groningen en Friesland zijn Gasselte typen aangetroffen.³² In West- en Midden-Nederland komen vergelijkbare lokale varianten voor.³³ In Midden-Nederland is de bootvorm het vroegst aanwezig, bij Kootwijk zijn bootvormige plattegronden gevonden uit de tweede helft van de zevende eeuw.³⁴ In het westen zijn ze vanaf de achtste eeuw aanwezig en komen ze gelijktijdig voor met rechthoekige vormen.³⁵

Het echte Gasselte A type zoals die in Oost-Nederland is gevonden dateert uit de negende en tiende eeuw en overlapt dus met Odoorn C'. Gasselte B komt voor in de elfde tot de veertiende eeuw.³⁶ Op basis van deze dateringen is het goed mogelijk dat de bootvorm vanuit Midden-Nederland is verspreid, net als de ontwikkelingen die bij Odoorn zijn waargenomen. De plaatselijke verschillen in datering zijn belangrijk voor het zoeken en interpreteren van een plattegrond en het plaatsen van de reconstructie die hieruit komt in een lokale context. Zoals eerder genoemd zijn nog geen bootvormen opgegraven in Zutphen. De hieraan voorafgaande typen zijn wel aangetroffen, dus als ooit een recenter deel van Eme wordt opgegraven bestaat er zeker een kans dat hier bootvormige plattegronden zullen worden ontdekt.

Pfostenbau en Ständerbau

Na de Gasselte-vorm ontwikkelde de boerderij door tot een meer moderne, rechthoekige vorm. Men ging de houten constructies op stenen funderingen bouwen, waardoor in de grond geen of minder restanten achterbleven. Deze funderingen hoefden niet ingegraven te zijn, deze bestonden vaak uit lage stenen platformen die poeren worden genoemd. In het Duits wordt voor deze methode de term *ständerbau* gebruikt, terwijl de oude manier met ingegraven stijlen *pfostenbau* wordt genoemd. Deze ontwikkeling lijkt minder relevant omdat een plattegrond met grondsporen wordt gebruikt voor de reconstructie, maar de overgang moet grote implicaties hebben gehad voor gebouwwormen in het algemeen. Het is dus een belangrijke schakel in het begrijpen van de ontwikkeling van bepaalde elementen in een constructie. De specifieke elementen zullen in een volgend hoofdstuk besproken worden, maar om dit beter in context te kunnen plaatsen wordt hier kort vermeld waar en wanneer deze ontwikkelingen plaatsvonden.

Vanaf de prehistorie zijn al voorbeelden bekend van vormen van *ständerbau*, en *pfostenbau* is hier en daar ook nog toegepast tot laat in de Nieuwe tijd.³⁷ Een onmiddellijke overgang is er dus niet, maar er is een duidelijke verschuiving in de meest voorkomende methode gedurende de Middeleeuwen. Vanaf de negende eeuw komt in Nederland al een aantal constructies op funderingen voor, niet alleen om de levensduur van constructies te verhogen maar ook om een stevige basis te creëren in drassige gronden.³⁸ In de twaalfde en dertiende eeuw worden grondsporen door heel Nederland steeds minder diep en komen op meerdere

³¹ Huijts 1992, 163,175.

³² Scheele, E.E./R.M. Rollingswier 2015, 3.

³³ Dijkstra 2011, 208.

³⁴ Huijts 1992, 163,165.

³⁵ Dijkstra, 206-207.

³⁶ Waterbolk 2009, 94.

³⁷ Zimmermann 1998, 82,134.

³⁸ van Hemert 2005, 73.

plekken vormen van *ständerbau* voor, ook op droge gronden.³⁹ In de eeuwen daarna wordt bouwen op poeren de algemene norm. Over Eme is nog niks bekend uit deze periode, hier zijn geen lokale voorbeelden van opgegraven.

4.2 Reconstructies in Nederland

Het vormgeven van een reconstructie op basis van een plattegrond met beperkt bewijsmateriaal is geen exacte wetenschap. Dit is een extra stap die niet vaak in het archeologische onderzoeksproces wordt opgenomen. Er is dan ook geen standaard methode voor beschikbaar. Het aantal reconstructies dat niet alleen op papier bestaat maar ook één op één is nagebouwd is nog meer beperkt, zeker wanneer alleen naar vroegmiddeleeuwse gebouwen wordt gekeken. Deze zeldzame gevallen zijn daarom erg waardevol als referentie voor het toepassen van de juiste methodiek om van een plattegrond een reconstructie te maken die praktisch uitvoerbaar is. Daarnaast laten deze fysieke reconstructies zien wat weersomstandigheden en gebruik door de jaren heen doen met de toegepaste materialen. Reconstructies zijn dus een bron voor zowel constructievormen als de duurzaamheid van materialen

Hoewel er een verscheidenheid aan reconstructies bestaat in Nederland, zijn maar een beperkt aantal hiervan gebaseerd op plattegronden uit de Vroege-Middeleeuwen. In Amersfoort, Alphen aan de Rijn, Eindhoven, Vlaardingen en Zutphen staan reconstructies die binnen deze periode vallen.⁴⁰ Verschillende specialisten die hebben meegewerkt aan deze reconstructies zijn benaderd, om te achterhalen hoe het interpretatie- en verantwoordingsproces voor deze reconstructies is verlopen. Uit deze gesprekken kan worden geconcludeerd dat de verantwoording eigenlijk nooit wordt vastgelegd en de interpretatie vooral in mondeling overleg ontstaat. Om toch zo veel mogelijk bruikbare informatie te verzamelen zijn de reconstructies in Amersfoort en Eindhoven bezocht. Deze komen wat datering en vorm betreft het meest overeen met de reconstructie van dit onderzoek. De constructies zijn geanalyseerd en gefotografeerd en er is achtergrondinformatie verzameld. Met name de foto's zullen in het volgende hoofdstuk als referentiemateriaal worden gebruikt, maar hieronder worden de bezochte reconstructies alvast besproken.

Amersfoort

De reconstructies in Amersfoort bestaan uit twee grotere gebouwen, omringd door een aantal kleine opslagplaatsen en andere bijgebouwtjes. Het hoofdgebouw (zie afbeelding 3) is gebouwd in 1987 en 1988 en is gebaseerd op een huisplattegrond uit Dorestad (Wijk bij Duurstede) die in 1969 is opgegraven.⁴¹ Het is nog steeds in gebruik als stal, evenementenlocatie en zelfs overnachtingsplek en is daarmee de langst bestaande vroegmiddeleeuwse reconstructie van Nederland.⁴² Van alle reconstructies die bekeken zijn lijkt de plattegrond die hier gebruikt is het meest op de gekozen plattegrond voor dit onderzoek. Hoewel het gebouw in Amersfoort wat groter is, vertoont de vorm van de reconstructie die in het volgende hoofdstuk wordt beredeneerd veel overeenkomsten.

³⁹ Zimmermann 1998, 100, 117, 118.

⁴⁰ <https://www.archeon.nl/nl/ontdek-archeon/archeon-vanuit-de-lucht.html>; <https://erve-eme.com/>; <https://www.hetgroenehuisamersfoort.nl/middeleeuws-erf>; <https://www.prehistorischdorp.nl/nl>; https://www.vlaardingen1018.nl/Verhalen/Educatief_Archeologisch_Erf; <http://woudenbeek.nl/over-ons.html>.

⁴¹ van der Velde 1995, 4-6.

⁴² Pers.com. Jaap Berens.



Afbeelding 3 Links het bootvormige hoofdgebouw in Amersfoort. Rechts het bijgebouw. Deze heeft een vergelijkbare vorm, maar is volledig rechthoekig.

Om vanuit de plattegrond een goed onderbouw model te ontwerpen is voor het hoofdgebouw in Amersfoort een team van archeologen samengesteld dat meerdere malen bij elkaar is gekomen om te discussiëren over de algemene vorm en verschillende details van het gebouw. Hun bevindingen zijn toentertijd opgetekend en nadat een keuze is gemaakt uit verschillende opties is hieruit een definitief ontwerp gekomen dat gebruikt is voor het uitvoeren van de reconstructie. Het ontwerpproces is een paar jaar later onderzocht door een student aan de Universiteit van Amsterdam, E. van der Velde. Deze heeft een beschrijving van de discussies met originele bouwtekeningen samengevoegd in een scriptie.⁴³ Op deze manier zijn de ontwerptekeningen nu beschikbaar. De betrokken archeologen zijn hier vaak zelf als bron vermeld, omdat geen schriftelijke documentatie is bijgehouden. Uit aantekeningen en persoonlijke mededelingen wordt wel enigszins duidelijk dat onder andere reconstructies uit het buitenland zijn vergeleken. Verder is de verantwoording vooral op de deskundigheid van de archeologen gebaseerd, omdat ten tijde van het overleg geen bronnen zijn gedocumenteerd.

Eindhoven

De reconstructies in Eindhoven staan in een openluchtmuseum waar de prehistorie tot en met de Late-Middeleeuwen worden uitgebeeld. Twee bootvormige gebouwen met twee rechthoekige bijgebouwen vormen samen het vroegmiddeleeuwse deel van het museum. Het hoofdgebouw hier is gebaseerd op een Brabantse plattegrond uit de tiende eeuw (zie afbeelding 4). Hiernaast staat een bootvormig bijgebouw met open wanden aan twee kanten. Het hoofdgebouw komt sterk overeen met het Gasselte B type dat in Noordoost-Nederland voorkomt. Het verschilt echter qua vorm en formaat van de reconstructie die in dit document wordt ontworpen, nog meer dan het gebouw in Amersfoort. Het bijgebouw is meer geschikt voor vergelijking. Hoewel deze wat kleiner is dan de vorm die in het volgende hoofdstuk onderzocht wordt, is de open constructie in een bootvorm wel interessant om te bestuderen.

Het achterliggende beslissingsproces dat heeft geleid tot deze gebouwen is niet zo goed gedocumenteerd als in Amersfoort, dus het bewijs voor de toegepaste constructies kan niet worden overgenomen. Mochten andere bronnen toch leiden tot een reconstructie met een vergelijkbare vorm, dan kunnen deze gebouwen in Eindhoven wel worden gebruikt als bewijs dat dit een uitvoerbaar ontwerp is. Dit geldt overigens alleen voor de gebouwen die met authentiek materiaal zijn gemaakt, de rechthoekige bijgebouwen hier worden bijvoorbeeld op sommige punten bij elkaar gehouden met moderne metalen pinnen.

⁴³ van der Velde 1995, 4-6.



Afbeelding 4 Links het vroegmiddeleeuwse hoofdgebouw in Eindhoven, rechts het bootvormige bijgebouw.

De rest van de reconstructies in het museum kunnen niet als bron worden gebruikt voor de interpretatie van een plattegrond omdat ze niet binnen de relevante periode vallen. Ze leveren echter wel wat informatie op over hoe lang materialen meegaan. De meeste gebouwen staan nog stevig overeind maar hier en daar zijn reparaties nodig geweest. Hieruit is niet alleen op te maken hoe lang een originele constructie meegaat, maar zo blijkt ook dat reparaties gemakkelijk uit te voeren waren. Dit kan zonder verdere problemen de levensduur van een constructie met minstens een paar jaar verlengen. Verschillende soorten dakbedekkingsmaterialen die hier zijn toegepast vormen ook bewijs voor de effectiviteit van elke variant. Zo zijn de meeste daken van riet of stro gemaakt, maar is ook gespleten hout (dakspanen) als dakbedekking toegepast. Al deze materialen lijken tot nu toe hun werk te doen. Het grootste dakspaandak staan hier sinds 2006, een aantal rieten daken is nog ouder.⁴⁴ De tijd zal moeten leren welke dakbedekking het duurzaamst is.

⁴⁴ <https://www.prehistorischdorp.nl/nl/organisatie>

5 Reconstructie

In dit hoofdstuk wordt het vormgeven van de reconstructie van de tweedimensionale plattegrond tot driedimensionale interpretatie doorlopen. In dit proces wordt de verzamelde informatie op microniveau toegepast. Bij elke stap wordt beredeneerd welke vorm het meest waarschijnlijk is en waar mogelijk worden deze beslissingen onderbouwd met archeologische en historische bronnen of kennis uit de reconstructiebouw. Als eerste wordt hier de huisplattegrond behandeld die de basis vormt voor de reconstructie, dan worden de mogelijke bouwmaterialen besproken en dan wordt alle eerder behandelde informatie toegepast om een reconstructiemodel te beredeneren.

5.1 De plattegrond

Voor het uitvoeren van een reconstructie is eerst een onderwerp nodig. In Nederland worden zelden tot nooit complete huizen of gebouwen opgegraven. Daarom is archeologisch bewijs vinden voor hoe deze constructies eruit zagen eigenlijk onmogelijk. Over het algemeen zijn alleen grondsporen overgebleven van ingegraven palen. Op sommige plekken zijn nog resten van hout teruggevonden, vooral in terpen waar het hout snel is afgedekt en vochtig is gebleven. Zelfs hier zijn echter geen hele constructies teruggevonden, alleen de lagere delen.⁴⁵ Om een verantwoorde reconstructie te kunnen maken, moet dus ook gebruik worden gemaakt van andere bronnen en kan met het beperkte bewijs een interpretatie worden beredeneerd. Hierbij moet echter worden geprobeerd vanuit een vroegmiddeleeuws perspectief te redeneren, zonder moderne vooroordelen over hoe een gebouw er uit hoort te zien en welke eisen er aan werden gesteld.

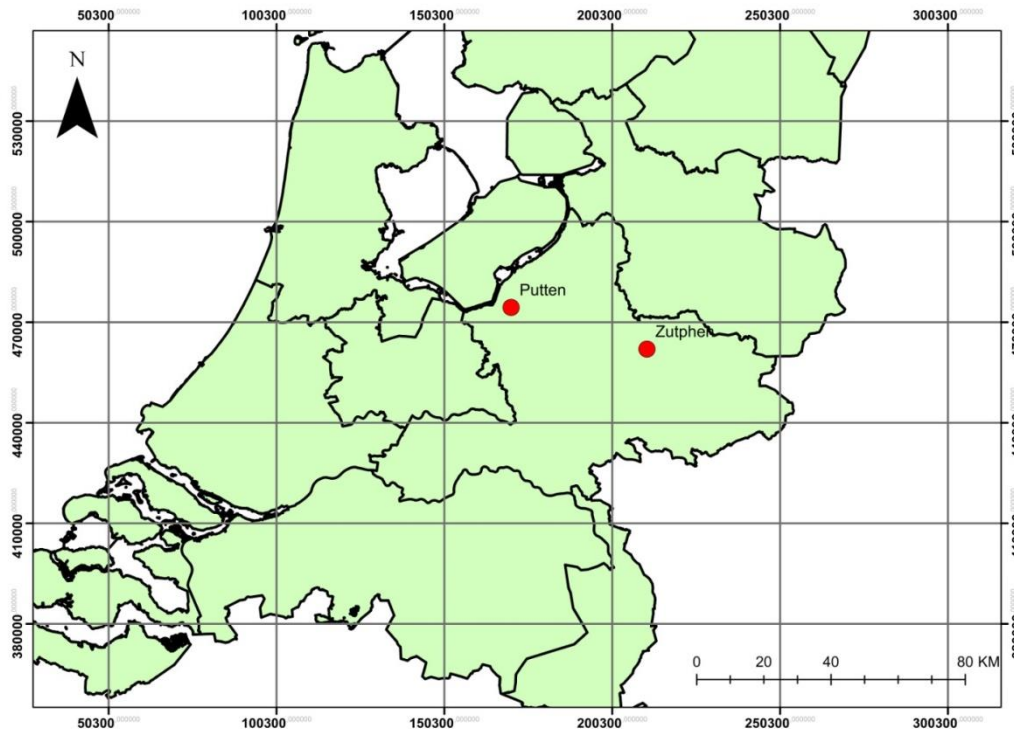
De aanleiding van dit onderzoek zorgt voor een risico in het interpretatieproces. In een normaal archeologisch onderzoek wordt een plattegrond gevonden, geïnterpreteerd en kan eventueel een reconstructie worden gemaakt. Nu is er al een beoogd resultaat, dus moet er een plattegrond worden gezocht die een interpretatie toelaat die aansluit bij het gewenste gebruik van de reconstructie. Dit brengt het risico met zich mee dat door het focussen op een gewenst resultaat de interpretatie bevooroordeeld wordt uitgevoerd en zo mogelijk niet het meest wetenschappelijk verantwoorde resultaat wordt bereikt. Bij het kiezen en interpreteren van de plattegrond is daarom telkens de overweging gemaakt of het beoogde resultaat in strijd is met de meest logische interpretatie. Tijdens het beredeneren is steeds voorrang gegeven aan de optie met het meeste bewijs, zodat toch een goed resultaat is ontstaan. Het voordeel van de constructievorm die behandeld wordt is dat de draagconstructie onafhankelijk van de wandopvulling bestaat, zodat het weglaten van een wand eigenlijk geen invloed heeft op de rest van de constructie. Dit beperkt de accuraatheid van de reconstructie dus eigenlijk niet. Een werkschuur zonder wanden is op zich geen rare gebouwworm, uit middeleeuwse illustraties blijkt dat werkruimtes met (gedeeltelijk) open wanden wel voorkwamen.⁴⁶

Binnen de gemeente Zutphen is geen geschikte plattegrond gevonden. De enige vroegmiddeleeuwse plattegronden uit de directe omgeving zijn gedocumenteerd in het BAAC rapport waar de huidige reconstructies in Zutphen ook op gebaseerd zijn. De site die in dit rapport behandeld wordt, bevatte nog een paar plattegronden die ongeveer de geschikte afmetingen hadden. De enige structuur die compleet genoeg was voor een reconstructie was echter reeds gebruikt voor het bestaande bijgebouw van Erve Eme. Daarom is binnen een breder gebied verder gezocht en een opgraving in Putten heeft uiteindelijk het gewenste resultaat opgeleverd (zie afbeelding 5). De opgraving, met projectcode PURI4, is eind 2018 uitgevoerd door RAAP Oost en heeft een groot aantal vrijwel complete bootvormige structuren opgeleverd. Deze zijn grotendeels afkomstig uit de volle Middeleeuwen, maar één

⁴⁵ Het best bewaarde voorbeeld hiervan is een nederzetting opgegraven in Ezinge, waar tot een meter hoge houtconstructies zijn aangetroffen, zie van Giffen 1936.

⁴⁶ van Tyghem 1966, 106,122,199.

plattegrond komt uit de vroegste fase van deze site en voldoet aan alle eisen. Deze dateert ongeveer in de tweede helft van de achtste eeuw, heeft een afmeting van elf bij vijf meter en lijkt zo goed als compleet te zijn. Bovendien is de bootvorm een interessante aanvulling voor Erve Eme, hiermee kunnen weer nieuwe verhalen worden verteld. Deze voordelen hebben ertoe geleid dat deze plattegrond is gekozen voor de reconstructie. De opgraving moet nog uitgewerkt worden ten tijde van dit onderzoek, dus sommige informatie kan hier nog niet getoond worden.



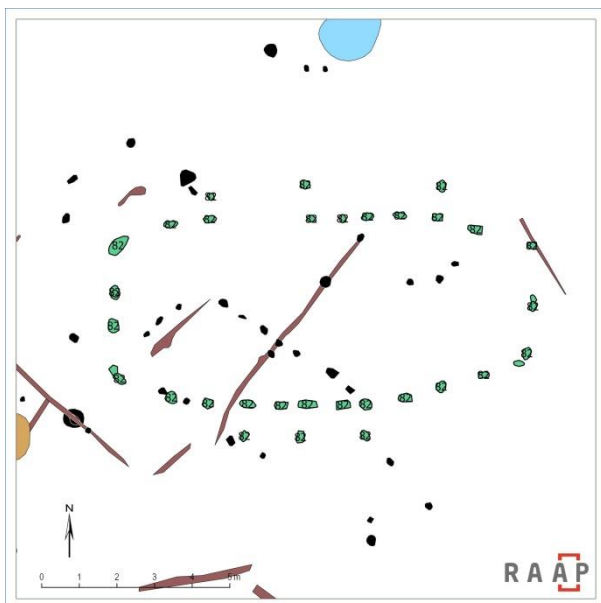
Afbeelding 5 Ligging van Putten en Zutphen in Nederland.

Om onderscheid te maken tussen het beschrijven van de plattegrond hier en het verantwoorden van een reconstructie in paragraaf 5.3 wordt nu nog alleen over grondsporen gesproken. Bij het vormen van een reconstructie worden pas de stijlen en hun relatie met de grondsporen behandeld en vanaf daar wordt de rest van de constructie beredeneerd. Eerst komt alleen de vorm van de plattegrond in tweedimensionaal opzicht aan bod, dan volgt de overige relevante informatie die de opgraving heeft opgeleverd.

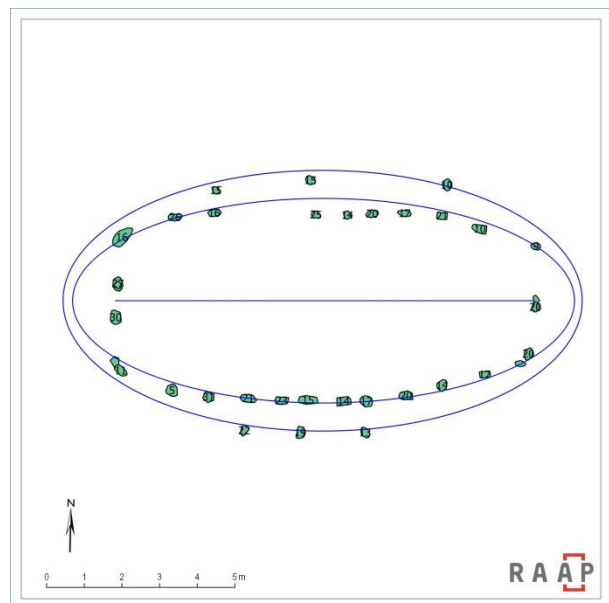
Vorm

De plattegrond is oost-west georiënteerd, zoals goed te zien is op afbeelding 6 en 7. Twee gebogen rijen grondsporen lopen over een lengte van elf meter en worden bij de korte einden verbonden door een rij die dwars op de lengterichting staat. Op het breedste punt is de plattegrond vijf meter breed tussen de lange rijen, en zeven meter tussen de buitenste sporen. Op de korte einden is de plattegrond slechts een ruime drie meter breed. Op de hoeken liggen twee sporen dicht bij elkaar, in de noordwesthoek is dit één groter spoor maar waarschijnlijk zijn dit twee samengevoegde kuilen geweest. In de noordoosthoek lijkt een spoor te ontbreken, de overige hoeken hebben er wel twee op dezelfde positie. Op de uiteinden liggen de twee sporen in het midden, aan de oostkant liggen deze dicht bij elkaar dan aan de westkant. Langs de rijen sporen aan de noord en zuidkant liggen zes losse sporen, drie aan elke kant. De twee lange rijen sporen lijken enigszins symmetrisch, de sporen liggen steeds op dezelfde afstanden. In de noordelijke sporenrij zit echter een grote onderbreking van zo'n 2,5 meter, waardoor deze rij twee sporen minder heeft dan de zuidelijke rij.

Er is nog een aantal opvallende kenmerken waarmee de vorm afwijkt van een 'ideale' plattegrond. De grondsporen mogen dan over het algemeen een spiegelbeeld hebben, de vorm is niet symmetrisch te noemen. Ten eerste volgen de sporenrijen niet een perfecte ellips. De zuidelijke rij sporen loopt in een redelijke nette boog, zoals zichtbaar wordt wanneer een ellips over de plattegrond wordt getekend (zie afbeelding 7). De noordelijke rij blijkt echter in het midden wat rechter te lopen. Dit blijkt bij meer plattegronden op de opgraving het geval te zijn, het ligt dus waarschijnlijk niet aan verstoorde of gemiste sporen of een documentatiefout. Toch zijn er elders in Nederland ook veel plattegronden gevonden die uit hele precieze ellipsen bestaan, een voor de binnenste palenrij en een voor de buitenste. Dit lijkt te suggereren dat voor het bouwen een ellipsvorm werd uitgezet met behulp van geometrische principes, om elke stijl heel precies te plaatsen.⁴⁷ In dat geval moet er een reden zijn waarom een zijde zo recht is. Het feit dat de meeste asymmetrische plattegronden rechter zijn aan de noordkant lijkt ook te wijzen op een bewuste aanpassing.⁴⁸ Andersom komt echter ook voor, dus er kan worden getwijfeld aan de waarde van deze observatie. De plattegrond is verder vrij onregelmatig, wat het minder aannemelijk maakt dat voor het bouwen nauwkeurig vaste punten zijn uitgezet.



Afbeelding 6 Uitsnede van de gedigitaliseerde allesporenkaart. In groen de plattegrond, duidelijk zichtbaar doorsneden door een andere structuur. Kaart gemaakt door RAAP oost.



Afbeelding 7 De asymmetrie van de plattegrond is goed zichtbaar wanneer een ellips over de rijen sporen wordt getrokken. Kaart gemaakt door RAAP oost.

Een andere afwijking die de plattegrond asymmetrisch maakt is de locatie van de buitenste grondsporen. Aan beide kanten zijn dit er drie, maar slechts in één geval liggen er twee precies tegenover elkaar. In een verder symmetrische constructie zou het logischer zijn als deze buitenste sporen ook elkaars spiegelbeeld vormden om de constructie zo evenwichtig mogelijk te houden. Deze asymmetrie kan zijn veroorzaakt door het ontbreken van sporen, ondiepe sporen kunnen zijn gemist tijdens het opgraven. Volgens de projectleider van de opgraving waren de sporen echter allemaal goed zichtbaar en is het dus onwaarschijnlijk dat er sporen volledig zijn gemist.⁴⁹ Op de allesporenkaart is ook te zien dat er geen andere grondsporen zijn gevonden die mogelijk toch bij deze structuur horen (zie afbeelding 7). Er is nog wel een aantal sporen van een andere structuur te zien, maar daar waar in deze plattegrond sporen lijken te ontbreken zijn ook geen andere sporen aanwezig. Waarom deze

⁴⁷ Heidinga 1987, 49.

⁴⁸ Huijts 1992, 185.

⁴⁹ Pers.com. Eric Norde.

asymmetrie optreedt kan dus moeilijk worden bepaald, de functie van de verschillende elementen speelt hierin ook een bepalende rol. Later in dit hoofdstuk wordt besproken wat de implicaties van de asymmetrie zijn voor de vorm van de constructie.

Wanneer de plattegrond uit Putten wordt vergeleken met de typologie van Waterbolk en Huijts lijkt deze het meest te passen bij type Odoorn C', een overgangsvorm tussen Odoorn C en Gasselte A.⁵⁰ Dit type heeft nog wel de buitenstijlen van Odoorn C, maar is ook al enigszins bootvormig. De datering van de plattegrond van eind achtste eeuw komt enigszins overeen met dit type. Dit wordt in de volgende paragraaf verder toegelicht.

Datering

De opgegraven nederzetting in Putten is gedateerd in de tweede helft van de achtste eeuw tot het begin van de tiende eeuw. De bewoning verplaatst zich gedurende deze periode van oost naar west, van een hoger naar een steeds lager gelegen deel van het landschap. De grondsporen van de plattegrond hebben geen dateerbaar vondstmateriaal opgeleverd, dus voor de datering kan alleen worden gekeken naar de plaats binnen nederzetting. De gekozen plattegrond bevindt zich in het uiterste zuidoosten van de opgraving op een relatief hoog gelegen locatie, omgeven door sporen uit de beginfase van de nederzetting.

Waarschijnlijk dateert de plattegrond dus uit de tweede helft van de achtste eeuw, maar een nauwkeurige datering kan dus niet worden gegeven. Als de opgraving is uitgewerkt worden de dateringen mogelijk specifieker maar dit heeft verder waarschijnlijk geen invloed op de interpretatie.

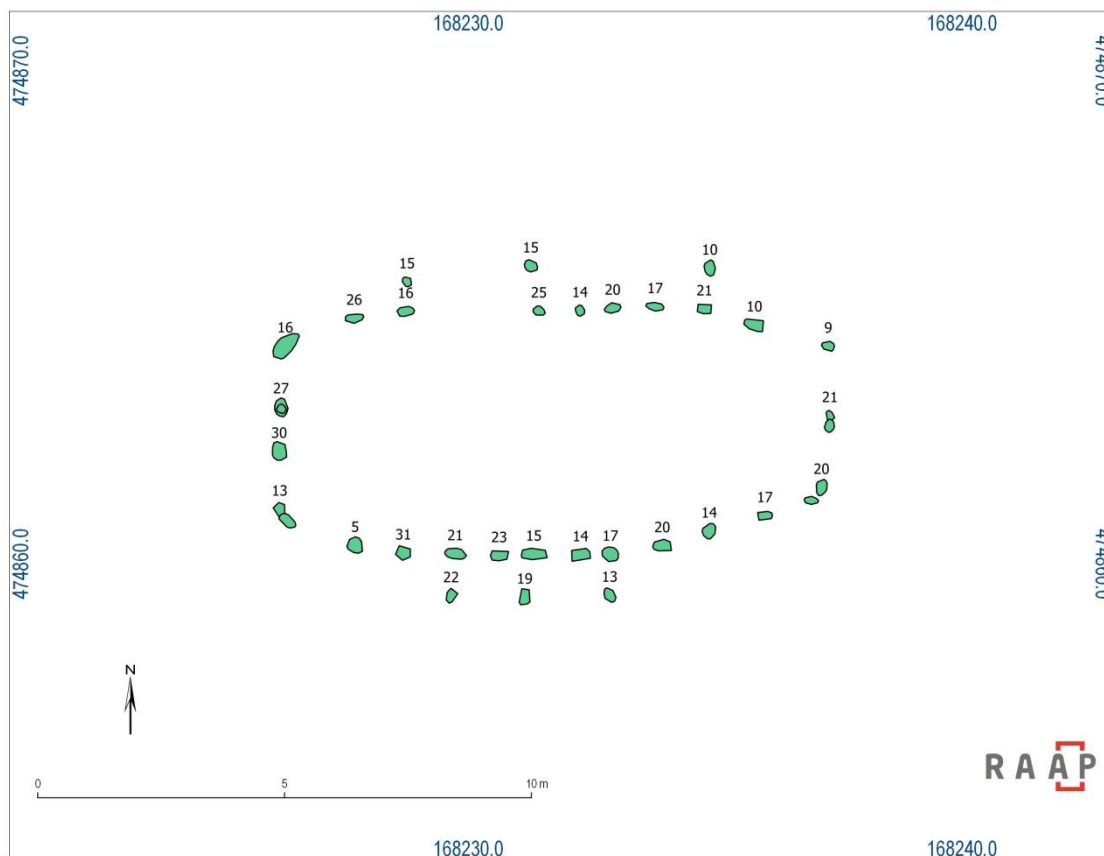
Het type Odoorn C komt in Drenthe voor in de achtste eeuw, het overgangstype Odoorn C' dateert uit de negende eeuw. Zoals in hoofdstuk 4 al werd besproken, kwam de bootvorm in Midden-Nederland echter al iets eerder voor. Daarvan uitgaande sluit de datering van de plattegrond toch goed aan op de ontwikkeling die bij Odoorn C' wordt waargenomen.

Spoordiepte

De diepte van de grondsporen kan ook als bron worden gebruikt voor de interpretatie van de plattegrond. In afbeelding 8 is de diepte van elk spoor in centimeters aangegeven. Zoals zal blijken heeft dit invloed op verschillende elementen van de constructie en zal hier vaak naar worden verwezen. Bij de interpretatie moet echter wel rekening worden gehouden met het verschil tussen het opgravingsvlak en het maaiveld uit de Middeleeuwen, dat nu verdwenen is. Het opgravingsvlak waarin de spoordieptes zijn gedocumenteerd ligt zo'n veertig centimeter lager dan het oorspronkelijke maaiveld, wat betekent dat de grondsporen dus ongeveer veertig centimeter dieper waren dan nu is aangegeven.⁵¹ Sporen die minder dan veertig centimeter diep waren zullen daarom volledig zijn verdwenen. Dit zou de asymmetrie kunnen verklaren, mogelijk zijn een aantal buitenste sporen op deze manier verdwenen. Dit is echter onmogelijk aan te tonen. Een absolute diepte van de sporen kan niet op de centimeter nauwkeurig worden gegeven, omdat de hoogte van het middeleeuwse maaiveld niet exact kan worden bepaald.

⁵⁰ Huijts 1992, 157-160.

⁵¹ Pers.com. Eric Norde.



Abbeelding 8 De plattegrond met spoordieptes. Kaart gemaakt door RAAP Oost.

5.2 Materiaal

Om op basis van de grondsporen bovengrondse elementen te onderbouwen moet ook worden bepaald uit welke bouwmaterialen deze elementen bestaan. Verschillende materialen hebben verschillende eigenschappen en dat kan invloed hebben op hoe stevig een constructie kan zijn. Uit steen zijn hele andere vormen te bouwen dan uit hout en ook voor de dakbedekking bestaan verschillende opties die de vorm van het dak bepalen. De gebruikte bouwmaterialen bepalen naast vorm ook de textuur en uiterlijk en zullen dus een belangrijke invloed hebben op het eindresultaat. Hieronder wordt besproken welke materialen beschikbaar waren in de Vroege-Middeleeuwen en welke het meest geschikt waren voor de bouw.

Hout versus steen

Zeker tot in de volle Middeleeuwen is houtbouw de standaard geweest. Baksteen werd in Nederland door de Romeinen toegepast, bijvoorbeeld in grote openbare gebouwen en militaire bouwwerken.⁵² In de landelijke nederzetting was bouwhout echter veel gemakkelijker te verkrijgen. Dankzij een eeuwenoude houtbouwtraditie beschikte men bovendien over de kennis om met relatief gemak stevige constructies te bouwen. Uit de aanwezigheid van grondsporen blijkt ook dat in de Vroege-Middeleeuwen veel gebouwen nog werden gebouwd met ingegraven stijlen. Hoewel deze inmiddels zijn vergaan hebben ze verkleuringen in de grond achtergelaten die bewijzen dat met houten constructies werd gewerkt. Zoals in het vorige hoofdstuk is besproken ging men pas in de Volle- en Late-Middeleeuwen over op *ständerbau* en werd baksteen ook veel gebruikt. In dit geval kan worden aangenomen dat met hout werd gebouwd, omdat de reconstructie op een plattegrond met losse grondsporen wordt gebaseerd.

⁵² Haalebos 2000, 20-26; <https://www.thermenmuseum.nl/het-museum/over-het-thermenmuseum/>.

Houtsoorten

Men gebruikte voor de draagconstructie waarschijnlijk het type hout dat het sterkst was, oftewel het beste bestand tegen buig-, trek-, en drukkrachten. De gebruikte soort hout moet echter ook gemakkelijk verkrijgbaar zijn geweest in het Eme van de Vroege-Middeleeuwen. Er zijn meerdere inheemse houtsoorten in Zutphen beschikbaar geweest. Import vanuit elders in Nederland en zelfs Scandinavië gebeurde later in de Middeleeuwen wel, maar voor zover bekend nog niet in de Vroege-Middeleeuwen.⁵³

Pollenmonsters van opgravingen in de omgeving geven direct bewijs voor welke soorten in verschillende perioden hebben gegroeid. Uit monsters van verschillende grondlagen blijkt dat de samenstelling door de eeuwen heen verandert, dus er is gericht gekeken naar pollen uit de Karolingische tijd. Hieruit blijkt dat linde, iep, berk, eik, hazelaar, els, es en wilg in de omgeving voorkomen in deze periode.⁵⁴ Nog een aanwijzing voor een aanwezige soort zijn een groot aantal houtskoolmeilers die op de Looërenk zijn aangetroffen. Het onderzochte houtskool dateert uit de achtste of negende eeuw en is allemaal van eikenhout.⁵⁵ De aanwezigheid van eik is dus aantoonbaar met zowel pollen als macroresten. Van de inheemse soorten wordt eikenhout bovendien het meest toegepast voor grote constructies, vanwege de stevigheid en duurzaamheid.⁵⁶

Dakbedekking

De draagconstructie bestond over het algemeen volledig uit hout, maar voor de rest van het gebouw konden ook andere materialen gebruikt worden. Misschien wel het belangrijkste onderdeel na de draagconstructie is de dakbedekking. Deze moet bescherming bieden tegen weer en wind, en dus geschikt zijn om regen op te vangen en af te voeren. Bovendien moet het goed op het dak blijven zitten en zo lang mogelijk meegaan. Ook voor deze opties geldt dat het gebruikte materiaal vrij goed beschikbaar moet zijn geweest zodat de gemiddelde bewoner van Eme het zich kon veroorloven.

Een aantal typen dakbedekking dat in de Middeleeuwen reeds konden worden toegepast zijn daklei, dakpannen, houten dakspanen, zoden (heide of gras), riet, stro of andere plantenstengels. Dakpannen en leisteentegels gaan uiteraard langer mee, maar het maken van pannen vergt een lang productieproces. Leisteentegel is in Oost-Nederland niet uit de natuur te halen en was dus moeilijk te verkrijgen. Dakpannen en daklei zijn bovendien significant zwaarder en vereisen een zwaardere draagconstructie die meer hout verbruikt. De duurzaamheid weegt hier niet tegenop omdat andere delen van het gebouw sneller vergaan en de lange levensduur van deze materialen dus niet kan worden benut. Bovendien zouden dakpannen of lei bewaard moeten zijn gebleven. Ook als een groot deel werd hergebruikt moet er iets achter zijn gebleven, maar dit is niet het geval. Een dakbedekking van organisch materiaal lijkt dus waarschijnlijker. Riet en stro zijn bovendien wél gemakkelijk uit de natuur te verkrijgen en kan ook zijn gecultiveerd. Andere plantensoorten met vergelijkbare eigenschappen zijn helmgras, rus, zegge, zuring, varens, vlas, zeggras en heide.⁵⁷ Deze verschillende soorten wegen ongeveer evenveel als stro en riet en kunnen op een zelfde dakhelling worden aangelegd, maar de beschikbaarheid verschilt per regio. Dakspanen wegen iets minder en staan een iets steilere dakhelling toe.⁵⁸ Deze verschillen zijn echter niet overtuigend groot. De eigenschappen van organische materialen lijken erg veel overeen te komen en zullen daarom hieronder in meer detail worden behandeld, zodat de meest optimale dakbedekking kan worden gekozen.

⁵³ McCaig, I./B. Ridout 2012, 38.

⁵⁴ Bouwmeester, H.M.P./H.A.F. Fermin/M. Groothedde 2008, 426.

⁵⁵ *Ibidem*, 280.

⁵⁶ McCaig, I./B. Ridout 2012, 38.

⁵⁷ Postma 2015, 135.

⁵⁸ van Hemert 2005, 164.

Gras- of heidezoden zijn in de Middeleeuwen als dakbedekking maar ook zelfs als wand toegepast, zo blijkt uit verschillende opgravingen en historische voorbeelden.⁵⁹ De verspreiding van dit gebruik bleef echter beperkt tot gebieden waar bouwhout en zoetwaterplanten zoals riet schaars waren. In Nederland zijn in de noordelijke kweldergebieden resten van zodenhuizen opgegraven, maar in andere vrijwel boomloze gebieden zoals IJsseland en de Schotse eilanden is dit materiaal tot in de Nieuwe tijd nog veelvuldig toegepast.⁶⁰ Afhankelijk van de grondsoort konden graszoden erg geschikt zijn als dakbedekking, zo blijkt ook uit een reconstructie van een zodenhuis in Firdgum. Door middel van een archeologisch experiment is hier de waterdoorlatendheid van zoden getest en zo is ontdekt dat regenwater niet verder dan 16 centimeter doordringt wanneer kleiige graszoden worden gebruikt.⁶¹ Langs de IJssel bij Zutphen moeten ook vergelijkbare zoden kunnen zijn verzameld. Uit meer bosrijke omgevingen zijn echter geen archeologische of historische voorbeelden bekend van het gebruik van graszoden.

Dakspanen konden ook zijn toegepast, houten stammen kunnen redelijk eenvoudig worden gespleten tot plankjes.⁶² Een dak van dakspanen kan steiler gelegd worden, waardoor het langer meegaat en het kan een stuk dunner zijn, waardoor het minder weegt. De toepassing van dakspanen is vooral in het buitenland bekend en dan met name in Engeland en Duitsland, waar men nog veel meer met hout bouwde en waar constructies soms volledig uit hout bestonden.⁶³

Er is geen archeologisch bewijs van rieten of strooien daken gevonden, maar uit analyse van historische panden met strooien of rieten daken blijkt dat over het algemeen materiaal wordt gebruikt dat in de omgeving beschikbaar is. In Engeland overheersen hierdoor bijvoorbeeld vormen van stro als dakbedekking. Dit werd hier zelfs specifiek gekweekt om zo hoog mogelijk te groeien, zodat het meer geschikt was voor het dekken van daken.⁶⁴ Het eerder genoemde pollenonderzoek laat zien dat het aandeel graansoorten gedurende de Middeleeuwen sterk toenam, wat er op wijst dat stro in ieder geval wel beschikbaar was als dakbedekkingsmateriaal.⁶⁵ Deze graanteelt was echter gericht op consumptie want uit de pollenanalyse blijkt het in de Karolingische tijd vooral om rogge te gaan.⁶⁶ Rogge heeft een relatief stevige stengel en groeide in de Middeleeuwen hoger dan tegenwoordig, maar het werd nooit zo stevig of hoog als riet.⁶⁷ Het is aannemelijk dat langs de rivier in de omgeving van Zutphen ook nattere gronden aanwezig waren waardoor riet ook voldoende beschikbaar moet zijn geweest. Dekriet is het beste type voor dakbedekking en kan nog langer worden dan het Engelse *wheat reed*, ideaal is 180 cm.⁶⁸ Bladriet is van mindere kwaliteit, maar kan ook worden gebruikt. Dulleriet (lisdodde) is een lichtere soort, maar ook van mindere kwaliteit.⁶⁹ De houterigheid van waterriet maakt het steviger, maar ook zwaarder waardoor het minder steil gelegd kan worden zonder dat het van het dak glijdt. Hierdoor houdt het meer water vast en gaat het toch ongeveer even lang mee als stro.⁷⁰ Bij riet of stro treedt een slijtage op van hoogstens een paar cm per jaar, afhankelijk van de kwaliteit van het materiaal, klimaat, helling en onderhoud kan dit ook veel minder zijn. De stengels overlappen elkaar zodat het dak nog goed blijft totdat ergens de bevestigingen van de bossen bloot komen te liggen. Deze bevestigingen bestaan meestal uit plantenstengels of houten

⁵⁹ Dijkstra, J./J.A.W. Nicolay 2008, 55-62.

⁶⁰ Postma 2015, 27,33.

⁶¹ *Ibidem*, 126.

⁶² <https://www.youtube.com/watch?v=UZA1J8RHltY>

⁶³ de Koning et al. 2011, 433.

⁶⁴ Moir, J./J. Letts 1999, 96-98,131.

⁶⁵ Bouwmeester, H.M.P./H.A.F. Fermin/M. Groothedde 2008, 434-435.

⁶⁶ *Ibidem*, 435.

⁶⁷ Wood, C./A. Henry 2013, 331-332.

⁶⁸ Weijs 1990.

⁶⁹ *Ibidem*.

⁷⁰ Moir, J./J. Letts 1999, 94-95.

klemmen die wegrotten als ze niet meer door de bedekking worden beschermd.⁷¹ Het deel van de stengels dat nog niet is weggerot valt dan van het dak af. De duurzaamheid van deze dakbedekking is dus ook afhankelijk van de lengte van de stengels tot de bevestiging, lange stengels zijn ideaal. Al deze verschillende factoren zorgen voor sterk wisselende levensduur, een rieten dak kan van tien tot wel honderd jaar meegaan.⁷²

De verschillen in gewicht, duurzaamheid en beschikbaarheid zijn hier zodanig klein dat meerdere opties nog mogelijk blijven. Zowel dakspanen als riet en stro konden in theorie uit de omgeving worden verkregen en waren geschikt voor dakbedekking. Op de vorm van de constructie hebben ze bovendien weinig impact, omdat ze een vergelijkbare helling toestaan en ongeveer evenveel wegen. De verschillen in duurzaamheid zijn per materiaal te variabel om de materiaalsoorten onderling te vergelijken. Verschillende studies wijzen erop dat een gebouw überhaupt maar 20 tot 25 jaar meeging.⁷³ Alle drie de soorten dakbedekking hebben de potentie om langer dan 25 jaar mee te gaan, dus hier kan ook geen conclusie uit worden getrokken. Een voorkeur voor een materiaal kan daarom alleen worden uitgesproken op basis van bouwhistorische traditie. Hier is riet voor Nederland de standaard, dus dit materiaal krijgt een lichte voorkeur. De voor- en nadelen van elk materiaaltype worden in tabel 1 tegen elkaar afgewogen.

Tabel 1 De voor- en nadelen van elk materiaaltype.

Materiaalsoort	Dakspanen	Stro	Riet
Gewicht	+	-	-
Duurzaamheid	+	+	+
Beschikbaarheid	+	+	+
Historisch bekend	-	+	++

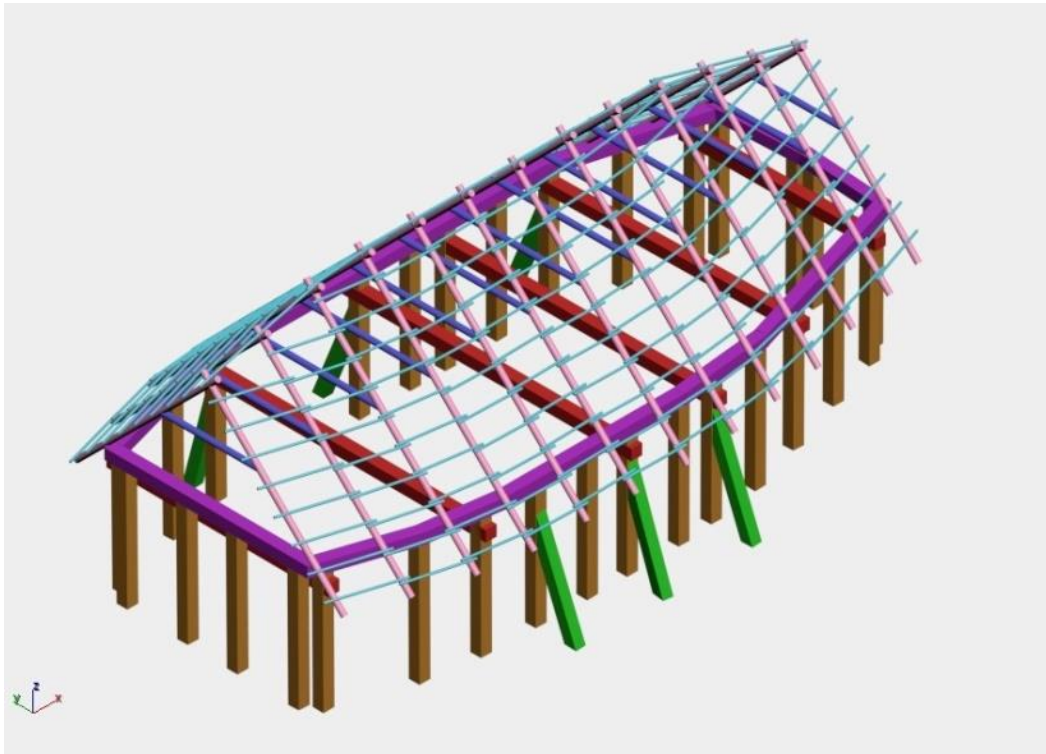
5.4 Constructie

Hiervoor is al besproken welke materialen er kunnen zijn toegepast, maar ook welke informatie uit de plattegrond kan worden gehaald, welke typologieën er bestaan voor plattegronden en hoe eerdere reconstructies in Nederland de tijd hebben doorstaan. Wanneer deze informatie wordt gecombineerd kan een zo verantwoord mogelijke interpretatie worden beredeneerd van de gekozen plattegrond, tot een compleet beeld ontstaat van hoe het gebouw er uit heeft kunnen zien. De visualisatie van het resultaat volgt in het volgende hoofdstuk, maar hier zullen ook al een aantal constructievormen worden geïllustreerd. De verschillende soorten houtverbindingen die nodig zijn worden aan het eind van dit hoofdstuk ook beschreven. In afbeelding 9 wordt een aantal bouwkundige termen aangeduid, deze zullen in dit hoofdstuk veel gebruikt worden. In bijlage II worden deze en andere termen in meer detail uitgelegd.

⁷¹ Wood, C./A. Henry 2013, 340.

⁷² Moir, J./J. Letts 1999, 96-98.

⁷³ Postma 2015, 133.



Afbeelding 9 Overzicht van de in de tekst genoemde constructie elementen:

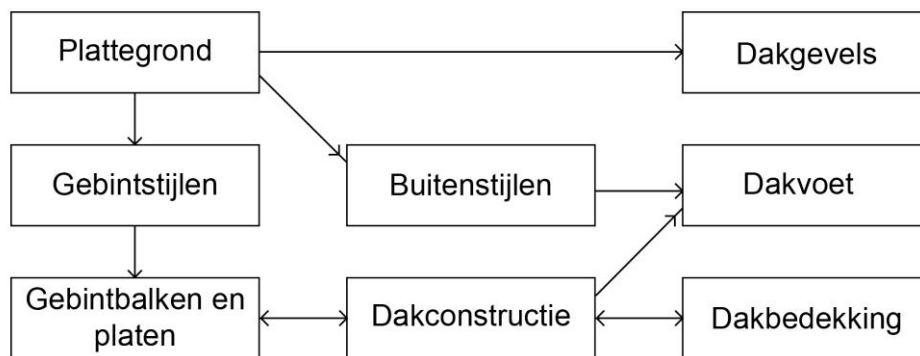
- **Bruin:** gebintstijlen
- **Groen:** buitenstijlen
- **Rood:** gebintbalken
- **Paars:** gebintplaten
- **Roze:** daksporen
- **Donkerblauw:** haanhouten
- **Lichtblauw:** rietlatten

De interpretatie wordt van de grond naar boven toe beredeneerd, zoals een constructie ook wordt opgebouwd. De plattegrond levert het enige 'harde' bewijs voor de interpretatie, want andere archeologische restanten zijn er in dit geval niet. Vanaf de grondsporen kan worden beredeneerd wat er in de grond stond ingegraven en vanaf daar weer hoe dit verder aan elkaar verbonden was. Zo beïnvloedt elke beslissing een volgende (zie afbeelding 10). De verschillende onderdelen van de reconstructie zijn daardoor steeds meer afhankelijk van de juistheid van eerdere interpretatiestappen. Een goede interpretatie van de plattegrond is dus essentieel. Om dit proces controleerbaar te maken heeft Huijts voor zijn interpretaties een aantal basisprincipes gespecificeerd die telkens worden gevolgd.⁷⁴ Deze zijn voor dit onderzoek herzien waardoor voor dit onderzoek de volgende punten worden gevolgd:

- De constructie volgt de grondsporen. Het is zeker dat op een plek van een spoor iets gestaan heeft.
- Het is niet zeker dat alle sporen zijn aangetroffen. Deze kunnen zijn verstoord of niet gedocumenteerd. Afwezigheid van bewijs is geen bewijs van afwezigheid.
- Er moet worden uitgegaan van recht hout. Het is mogelijk dat een balk in de grond rechtop staat maar boven de grond afbuigt, hier kan echter geen rekening mee worden gehouden omdat dit afhankelijk is van lokaal beschikbare vormen van hout. Hierbij moet wel worden benadrukt dat de reconstructie in dit onderzoek een theoretisch ontwerp is, in de praktijk konden talloze variaties en geïmproviseerde oplossingen en verbeteringen zijn toegepast.

⁷⁴ Huijts 1992, 21.

- Er is voor een constructie niet meer materiaal gebruikt dan nodig was. Hout en andere grondstoffen kostten tijd en moeite om te verzamelen. Men zal in normale gevallen hebben gekozen voor een bouwvorm die zo veel mogelijk materiaal bespaarde.
- Men zal ook niet meer werk willen hebben moeten doen dan nodig is, tenzij hier een goede reden voor was. Als deze niet kan worden gevonden is de minst complexe constructie dus het meest waarschijnlijk.
- Stijlen die langer zijn moeten ook dieper zijn ingegraven. De spoordiepte is echter alleen onderling relatief, absolute diepteverschillen zijn niet zeker door het verdwijnen van het originele maaiveld.
- De technologische kwaliteit is voor hele gebouw hetzelfde. Als in een deel van de constructie technologische innovaties zijn toegepast, mag worden aangenomen dat die kennis ook voor de rest van de constructie is gebruikt.
- Gebouwen zullen traditiegetrouw zijn uitgevoerd tenzij er een goede reden was voor plotselinge verandering, bijvoorbeeld een innovatie met grote praktische voordelen.



Afbeelding 10 De interpretatie die in dit hoofdstuk wordt besproken verloopt volgens een bepaald beslissingsproces. Elke keuze beïnvloedt de vorm van een volgend constructieonderdeel, totdat de gehele constructie compleet is.

Gebintstijlen

De vorm van de stijlenrijen is het eerste gegeven dat uit de plattegrond kan worden gehaald, hiermee ontstaat het begin van een reconstructie. Met de plattegrond en opgravingsgegevens kunnen de locatie, diepte, vorm en oriëntatie van de stijlen worden bepaald. Op elk spoor staat een stijl, maar niet elk spoor ziet er hetzelfde uit. Ze variëren in omvang, vorm en diepte. Dit betekent echter niet dat de stijlen ook allemaal verschillende afmetingen hebben. De kleine verschillen in omvang en diepte tussen de grondsporen lijkt voor een groot deel vrij willekeurig en er lijkt ook geen sterke samenhang tussen omvang en diepte. Het is waarschijnlijker dat de stijlen dezelfde dikte en hoogte hadden, omdat ze over het algemeen dezelfde functie vervulden en ongeveer dezelfde krachten droegen. Op deze manier konden ze bovenop een egaal vlak dragen, dit gebeurde niet letterlijk maar liet wel de ruimte voor een onafhankelijke dakconstructie.

De grondsporen zijn ontstaan doordat paalkuilen werden gegraven waar de stijlen in konden worden gezet. De palen konden ook nog verder de grond is geheid zijn, zodat het spoor van de paalkern dieper gaat dan het spoor van de kuil. Soms kan zo'n paalkern worden herkend binnen een spoor, in dat geval is zeker hoe dik de stijl echt was, hoe diep deze is ingegraven et cetera.

Bij de plattegrond uit Putten is echter geen kern te onderscheiden, er kan dus niet met zekerheid worden gezegd welk deel van het spoor kuil was en welk deel paal. Verder is een groot deel van elk spoor verdwenen, omdat het opgravingsvlak een stuk lager ligt dan het maaiveld in de Vroege-Middeleeuwen. Dit is vaak het geval, er wordt geschat dat in Putten

het vlak ongeveer veertig centimeter lager lag dan het middeleeuwse maaiveld.⁷⁵ Dit betekent dat alle grondsporen eigenlijk veertig centimeter dieper waren en een groot deel aan de bovenkant ontbreekt. Met name de paalkuil is groter geweest aan de bovenkant. De paal zelf is echter over de gehele diepte even dik, afgezien een eventueel enigszins aangepunte onderkant. Het is mogelijk dat de paalkuil niet dieper was dan veertig centimeter en dat de paal verder de grond in is geheid. In dat geval bestaat het resterende spoor nu volledig uit paalkern. Dit alles in overweging nemend, kan worden gesteld dat de maximale dikte van de stijlen gelijk is aan de diameter van het kleinste spoor. Een stijl kan immers niet dikker zijn geweest dan het spoor dat het achterlaat. Dit komt neer op een dikte van twintig centimeter. Veel dunner kunnen de palen ook niet geweest zijn, Huijts gaat uit van een gemiddelde balkdikte van vijftien tot twintig centimeter voor de Oodoortypen.⁷⁶ Voor het reconstructiemodel wordt daarom de maximale dikte aangehouden. De liggende balken die aan de stijlen zijn verbonden zullen een vergelijkbare dikte hebben, deze moeten immers een zo groot mogelijke draagkracht hebben gehad. Ze zullen niet veel dikker dan de stijlen zijn geweest, dat zou het gewicht dat de stijlen dragen weer onnodig verhogen.

Wat de hoogte van de stijlen betreft is spoordiepte de enige aanwijzing. Hier kan echter geen absolute hoogte uit worden afgeleid, omdat stijlen ook dieper konden zijn ingegraven dan nodig was. De hoogte moet dus worden beredeneerd vanuit praktische overweging. Als het gebouw gebruikt werd als woon- of werkruimte, was het handig als men recht op kon staan. Hoe hoger de constructie echter, hoe meer hout er werd verbruikt dus de stijlen zullen niet hoger zijn geweest dan nodig was. De gemiddelde Nederlander was in de Middeleeuwen iets kleiner dan nu, dus stahoogte kon al worden bereikt met stijlen onder de twee meter.⁷⁷ Zoals later blijkt moeten er echter ook nog gebintplaten en gebintbalken aan de stijlen komen. Om hier ruimte voor te houden wordt voorlopig een stijlhoogte van twee meter gehandhaafd.

Zoals eerder is opgemerkt liggen de grondsporen vrij onregelmatig, ook ten opzichte van elkaar. Dit betekent dat de stijlen ook op wisselende afstanden staan. Dit kan enigszins worden gecorrigeerd door op de grotere sporen de stijlen iets meer naar een kant te plaatsen, maar dan nog zullen de portaalspanten soms wat scheef staan. Dit kan wijzen op een slordige uitvoering, maar het kan ook bewust zijn gedaan. Het scheef plaatsen van een aantal portaalspanten kan stabiliteit in de lengterichting geven en een schorend element uitsparen. Met andere woorden, als de stijlenparen eenmaal tot een geheel zijn gekoppeld zal de constructie zo minder snel omvallen.

In plaats van rechte balken als dragende stijlen kunnen ook gevorkte stijlen zijn toegepast. Een natuurlijk gevormde vork is erg sterk en afschuiven van liggers is vrijwel uitgesloten. Natuurlijk gevorkte staanders worden tegenwoordig vaak gezien als primitief en daarom vooral gebruikt in prehistorische reconstructies. Bouwhistorisch onderzoek heeft echter uitgewezen dat deze tot 1800 n. Chr. nog werden toegepast.⁷⁸ Net als met gebogen balken kan er echter niet van worden uitgegaan dat ze een constructief essentiële rol spelen, omdat de constructie dan afhankelijk wordt van specifieke vormen van hout. Men moet hetzelfde doel ook hebben kunnen bereiken zonder toevallige groeivormen.

Buitenstijlen

De zes buitenstijlen die ook bij de plattegrond horen hadden waarschijnlijk een andere functie dan de stijlen in de twee lange rijen. Terwijl deze stijlenrijen de primaire dragende functie moeten hebben gehad, zijn er voor de buitenstijlen twee opties over. Mogelijk ondersteunden ze de dakvoet via een dakvoetplaat of direct aan de grondsporen, die dan een eind over de dragende stijlenrij heen staken. Het is wel opmerkelijk dat de buitenstijlen op slechts een paar plekken voorkomen en qua formaat niet onder lijken te doen voor de

⁷⁵ Pers.com. Eric Norde.

⁷⁶ Huijts 1992, 163.

⁷⁷ *Ibidem*, 23.

⁷⁸ Zimmermann 1998, 34-40.

gebintstijlen. Dakvoetdragers zouden over de gehele lengte voor moeten komen om een eventuele dakvoetplaat te kunnen ondersteunen.

Het is ook goed mogelijk dat de buitenstijlen schuin naar binnen stonden en een schorende functie hadden. Ze vingen dan de zijwaartse krachten van de gebintstijlen op. Er is hier sprake van een staand dak, omdat geen grondsporen in het midden van de plattegrond zijn gevonden en er dus geen nokstijlen zijn toegepast. Dit zorgt voor naar buiten gerichte krachten waar de sporen op de draagconstructie rusten. Schorende buitenstijlen konden deze krachten opvangen en de gebinten tot een meer stijve constructie maken. In moderne houtbouw zijn de schorende elementen veel kleiner en worden ze in de hoek tussen stijlen en daaraan gekoppelde balken geplaatst. Deze korbelen worden nu vrijwel altijd in houtconstructies toegepast omdat ze vrij klein kunnen zijn maar essentieel voor een stabiele verbinding. Archeologen gaan er over het algemeen van uit dat korbelen noodzakelijk zijn vanaf dat men niet meer met ingegraven stijlen werkte.⁷⁹ Zoals in het vorige hoofdstuk is besproken werden houten gebouwen vanaf de Volle-Middeleeuwen vaak niet meer ingegraven maar op stenen funderingen gezet. Hierdoor verloren de stijlen hun stabiliteit en dit moest gecompenseerd worden door korbelen. Het is mogelijk dat hiervoor ook al korbelen werden toegepast, maar het ingraven van de stijlen en de aanwezigheid van andere schorende elementen maakt dit onwaarschijnlijk. Als korbelen nog niet werden toegepast zouden de buitenstijlen zo'n schorend element kunnen zijn, misschien ontwikkelden hieruit zelfs wel de korbelen zoals we die nu kennen.

Huijts interpreteert de buitenstijlen van Odoorn C' ook als naar binnen staande, schorende elementen.⁸⁰ Schorende stijlen bieden meer een aanvullende stevigheid dan dat ze een primaire dragende functie hebben. Hierdoor kunnen drie aan elke kant volstaan. Het is zelfs mogelijk dat deze buitenste schorende stijlen later zijn toegevoegd, om zwakheden in de constructie op te vangen. Dit zou verklaren waarom ze niet aan beide kanten symmetrisch zijn geplaatst. Het enige probleem voor deze interpretatie is echter dat de grondsporen geen duidelijke schuine stand van de palen weergeven. Dit kan echter ook niet worden ontkracht, omdat geen palenkernen kunnen worden herkend. Bewijs voor schuine buitenstijlen is op andere plekken in Nederland ook vrij zeldzaam. Een spoor van een drupgeul tussen de wand en de buitenstijlen, aangetroffen bij huis Rijsburg 3 toont aan dat hier buitenstijlen toch wel zeker schuin moeten hebben gestaan, en in dit geval ook niet overkapt waren.⁸¹ Bij een aantal Odoorn-C achtige plattegronden in o.a. Drenthe, Kootwijk, Dorestad en Bloemendaal is bewijs gevonden van schorende stijlen in de vorm van schuinstaande paalkernen.⁸² Gemiddeld staan ze onder een hoek van 68 graden naar binnen toe. Dit bewijs komt echter niet consequent voor, rechte paalkernen van buitenstijlen zijn hier ook gevonden en binnen een plattegrond kan het ook variëren.

Het gebruik van schorende buitenstijlen bij boerderijen is geleidelijk gestopt door de introductie van korbelen en *ständerbau* en daarom niet meer in historische gebouwen te vinden. In de constructie van schaapskooien zijn ze echter nog lang populair gebleven en vooral in Gelderland en Overijssel bestaan nog steeds schaapskooien met wandschoren.⁸³ Ook de reconstructies in Amersfoort hebben schorende buitenstijlen, wat bewijst dat dit in ieder geval een realistische toepassing is. Het belangrijkste argument om schuine buitenstijlen te verkiezen boven dakvoet-ondersteunende stijlen is de beperkte hoeveelheid grondsporen. Aangezien het ook onwaarschijnlijk is dat sporen zijn gemist, worden in de reconstructie schorende stijlen toegepast.

⁷⁹ Pers.com. Jaap Hogendoorn.

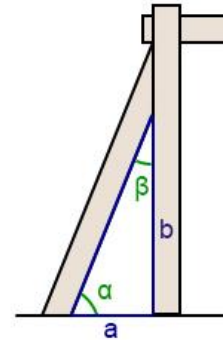
⁸⁰ Huijts 1992, 149-159.

⁸¹ Dijkstra 2011, 199.

⁸² Huijts 1992, 155; de Koning *et al.* 2011, 216,217.

⁸³ Berends, G./J.J. Voskuil/P.A.M. van Wijk 1982, 20.

Uitgaande van schuine buitenstijlen kan met een aantal gemiddelden worden berekend hoe hoog de buitenstijlen aan de rest van de constructie verbonden waren. Hiervoor is genoemd dat in verschillende opgravingen sporen van schuine stijlen zijn gevonden die gemiddeld onder een hoek van 68 graden staan. De hoek die de gebintstijlen met de grond maken is negentig graden, dus de overgebleven hoek is dan 22 graden. Met deze gegevens kan de formule $b = a \cdot \sin \alpha / \sin \beta$ worden gebruikt om de hoogte van de aanhechting te berekenen (zie afbeelding 11 voor de betekenis van de variabelen). De afstand van de buitenstijlen tot de binnenste stijlenrij is zestig tot tachtig centimeter, zo is te zien op de plattegrond. Dit is wat minder dan de gemiddelde afstand in de plattegronden waar bewijs werd gevonden van schuine buitenstijlen, 100 tot 120 cm.⁸⁴ Als een gemiddelde van zeventig centimeter wordt genomen voor de afstand a en de hoeken α en β zijn 68 en 22, komt de verbinding op een hoogte



Afbeelding 11 Variabelen voor de berekening van de hoogte waarop de onderkant van buitenstijl tegen de gebintstijl steunt.

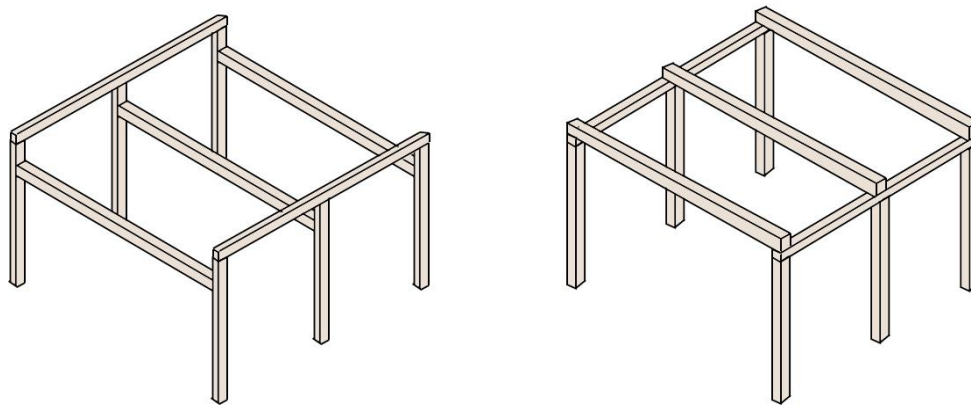
van 240-270 cm. Als voor het verschil met het vroegere maaiveld (40 cm) wordt gecorrigeerd komt dit neer op 200-230 cm. In dit geval is het gemiddelde zeventig cm. Met een helling van 68 graden komt dit neer op een hoogte van 173 cm. Na correctie wordt dat 133 cm. Dit is echter de berekening voor de open hoek tussen de stijlen. De onderkant van de aanhechting van de buitenstijl ligt dus 133 cm hoog, maar omdat de buitenstijlen ook vrij dik kunnen zijn geweest komt de bovenkant tot veel hoger op de gebintstijl. Als de buitenkant van de buitenstijl wordt gebruikt voor dezelfde berekening, moet de gemiddelde afstand van zeventig cm worden vergroot met de diameter van de buitenste grondsporen. Dit is ook ongeveer twintig cm, dus voor deze berekening wordt een afstand a van 90 cm genomen. Hieruit komt na correctie een hoogte van 182 cm. Ervan uitgaande dat de gemiddelde hellingshoek van 68 graden hier kan worden toegepast, moet dus een hoogte van 182 cm worden gehanteerd voor de buitenstijlen.

Gebintbalken en platen

In Nederlandse houtconstructies bestaan twee hoofdvormen van een dragend gebint, een dwarsgebint en een langsgebint (zie afbeelding 12). Een dwarsgebint bestaat uit portaalspanen; twee stijlen die tegenover elkaar liggen en een gebintbalk die de ze met elkaar verbindt. Deze constructie op zichzelf valt in lengterichting om, en moet daarom ook in lengterichting verbonden worden. Dit gebeurt met gebintplaten, die meestal ter hoogte van de wand in lengterichting over de stijlen en gebintbalken liggen. Een langsgebint bestaat uit stijlen die in lengterichting in een lijn liggen en verbonden zijn door gebintplaten. Deze constructie zou in dwarsrichting omvallen, en moet daarom door dwarse gebintbalken aan minstens een tweede langsgebint worden gekoppeld. Deze verdeling is echter met name van toepassing op modernere boerderijbouw, waar korbelen zorgden voor echte stijve constructies. Het korbeel was in de Vroege-Middeleeuwen waarschijnlijk nog niet uitgevonden dus portaalspanen waren minder stijf, waardoor de term gebint eigenlijk nog niet van toepassing was.⁸⁵ Dwarsliggende gebintbalken waren echter wel nodig sinds het verdwijnen van nokstijlen, deze moesten voorkomen dat de stijlenparen naar binnen of naar buiten inzakten onder de het gewicht van het dak. In combinatie met de schorende buitenstijlen, die zich uiteindelijk tot korbelen ontwikkelden, werd dit toch een soort dwarsgebint. Deze moeten vervolgens gekoppeld zijn door gebintplaten.

⁸⁴ Huijts 1992, 157.

⁸⁵ Pers.com. Leo Wolterbeek en Jaap Hogendoorn; Janse 1989, 19. Hoewel het wel mogelijk is dat korbelen eerder reeds werden toegepast, gaan de meeste archeologen ervan uit dat ze pas noodzakelijk werden toen men op poeren ging bouwen en de constructie zonder ingegraven stijlen stabiel moest blijven staan. De aanwezigheid van andere schorende elementen vóór die tijd suggereert dat korbelen hier in ieder geval nog niet werden toegepast.



Afbeelding 12 Links een dwarsgebint, rechts een langsgebint. Bij een dwarsgebint worden de stijlen eerst met gebintbalken verbonden, de gekoppelde stijlen worden vervolgens via gebintplaten aan elkaar verbonden. Bij een langsgebint gaat dit andersom en liggen de gebintbalken dus bovenop.

De gebintplaten hebben naast het geven van stabiliteit in de lengte ook een dragende functie. De daksporen staan namelijk op de platen. Dit hoeft niet zo te zijn, wanneer er precies zoveel daksporen als stijlen zijn kan elk spoor precies op een stijl rusten en zijn de platen alleen voor stabiliteit nodig. De maximale ruimte tussen de sporen is echter beperkt, omdat de sporen de dakbedekking moeten kunnen dragen zonder dat deze inzakt. Hierdoor kunnen de sporen niet meer dan 1,10 meter uit elkaar liggen.⁸⁶ Bij de plattegrond uit Putten liggen de stijlen over het algemeen minder dan een meter uit elkaar. Bij de huiseinden, met name aan de westkant, wordt echter wel een afstand van 1,10 bereikt tussen de portaalspanten. Het zou hier dus nog net kunnen dat de daksporen per stuk op een stijl rusten, maar het is niet ideaal. Voor de reconstructie is besloten uit te gaan van dragende gebintplaten, omdat er ook nog een grote opening in de noordwand zit waar de sporen dus niet op stijlen kunnen rusten. De platen moeten in ieder geval boven de gebintbalken liggen, want de sporen moeten op de gebintplaten rusten. Voor de reconstructie wordt daarom uitgegaan van dwarsgebinten.

Huijts gaat uit van gebintbalken met een keepverbinding en opgelegde platen vanaf het moment dat de plattegronden bootvormig worden.⁸⁷ De lagere, met een keep verbonden vorm van de gebintbalken ontwikkelden uiteindelijk door tot ankerbalken. Deze konden vanaf Gasselte B zijn toegepast, maar mogelijk nog later pas.⁸⁸ De ankerbalk is hier waarschijnlijk nog niet toegepast, omdat bij de voorgangers van deze plattegrond (Odoorn A en B) nog gewoon opgelegde gebintbalken konden worden gebruikt.⁸⁹ Dit zou een te plotselinge verandering zijn. Om deze geleidelijke overgang typologisch aan te houden worden de gebintbalken in de reconstructie zijwaarts tegen de stijlen geplaatst. Dit laat ook nog ruimte vrij voor een vliering.

Aan de hoeveelheid stijlen te zien hoeft niet elk stijlpaar gekoppeld te zijn door een gebintbalk. Met minder is de constructie ook nog sterk genoeg, de platen verbinden immers ook alle stijlen dus de zijwaartse krachten van het dak worden over alle stijlen verdeeld.⁹⁰ Omdat de gebintbalken niet zijn opgelegd kunnen ze hier en daar weggelaten worden zonder dat de platen daardoor scheef gaan liggen. Voor de reconstructie is op de helft van de stijlparen een gebintbalk geplaatst (zie afbeelding 13).

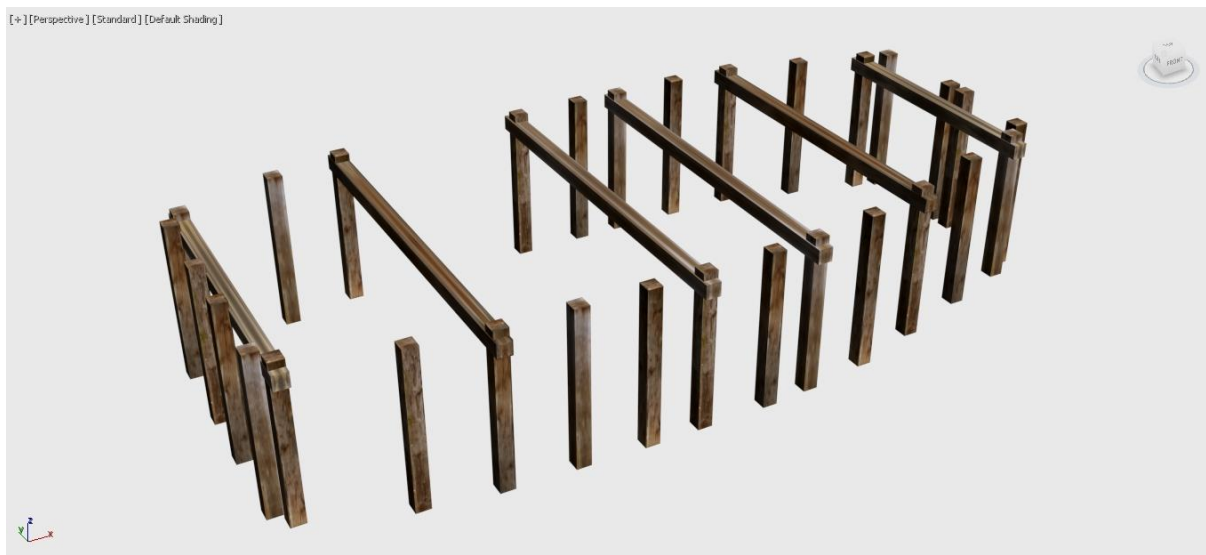
⁸⁶ Pers.com. Leo Wolterbeek.

⁸⁷ Huijts 1992, 169,170.

⁸⁸ *Ibidem*, 141,143,189; van der Waard 1996, 17.

⁸⁹ Huijts 1992, 141,143.

⁹⁰ Pers.com. Leo Wolterbeek.



Afbeelding 13 Reconstructiemodel met gebintstijlen en gebintbalken. Gebintbalken zijn om en om toegepast.

Wat de verbinding van de platen betreft doet zich een probleem voor. De gebintplaten kunnen niet in een rechte lijn over de stijlen liggen, omdat de plattegrond bootvormig is. Als ze alleen op de gebintbalken zouden rusten konden ze uit een stuk worden gemaakt en in een rechte lijn hier op gelegd worden. Zoals echter net is gebleken moeten de daksporen op de gebintplaten kunnen rusten, waardoor ze dus precies de stijlenrij moeten volgen in een gebogen vorm. Een natuurlijk gekromde balk van die lengte en in die precieze ellipsvorm is moeilijk voor te stellen. Uitgaande van recht hout betekent dit dat de platen dus samengesteld moeten zijn uit korte rechte stukken, die slechts twee portaalspanten verbinden. Op de rechtere stukken kunnen dit eventueel iets meer portaalspanten zijn, maar hoe dan ook moeten de gebintplaten worden samengesteld (zie afbeelding 14). Losse stukken moeten dan worden verbonden met een liplasverbinding, deze is het meest effectief voor balken die in elkaars verlengde liggen.⁹¹ Deze lasverbindingen hoeven niet boven een stijl, met de aangenomen dikte van 20 centimeter kunnen de platen ook tussen twee stijlen overlappen.⁹² Als de plek van de verbinding niet uitmaakt is dit waarschijnlijk willekeurig gegaan. De locatie van de verbindingen werd dan vooral beïnvloedt door de wisselende kromheid van de plattegrond en de wisselende lengte van het beschikbare hout. Om afschuiven van de platen te voorkomen moeten ze wel aan de stijlen worden verbonden met een keep of pen-en-gat verbinding.

Eerder is een hoogte van twee meter aangenomen voor de stijlen. Als de gebintbalken met een keep langs de stijlen zijn verbonden komen gebintbalken dus een stuk lager te liggen dan twee meter. Boven de keep van de gebintbalken moet genoeg van de stijlen overblijven om de keepverbinding sterk genoeg te houden. De vuistregel hiervoor is dat de balk aan de korte kant minstens even ver moet uitsteken als de inkeping diep is.⁹³ In het geval van een halfhouts inkeping in een balk van twintig centimeter dikte moet dus tien centimeter overblijven aan de korte kant. Wanneer de dwarsbalken met een afstand van tien cm worden verlaagd, en daar dus een keep wordt aangelegd, komt de onderkant van deze twintig centimeter dikke balken op een hoogte van 170 centimeter te liggen. Dit is zelfs voor de middeleeuwse mens wat laag. De stijlen zullen waarschijnlijk toch wel minstens tien tot twintig centimeter hoger hebben gelegen om een normalere stahoogte te halen van 180 tot 190 cm. Dit komt tevens beter uit met de verbindingshoogte van de buitenstijlen. Omdat de gebintbalken iets uitstaken moesten ze boven de verbinding van de buitenstijlen met de

⁹¹ Noll 2017, 34.

⁹² Pers.com. Leo Wolterbeek.

⁹³ Noll 2017, 15.

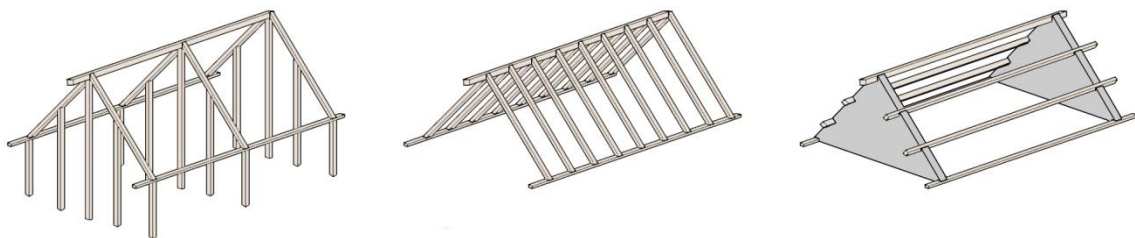
gebintstijlen uitkomen. Zoals is berekend kwamen de buitenstijlen tot ongeveer 180 cm hoogte. Dit bevestigt dat de gebintbalken dus minstens deze hoogte zullen hebben gehad. De gebintplaten lagen dan bovenop de verhoogde stijlen op een hoogte van 210 tot 220 cm. In het 3D model is een hoogte van 220 aangehouden en dus een stahoogte van 190.



Afbeelding 14 Reconstructiemodel van de complete draagconstructie.

Dakconstructie

Het volgende deel van de interpretatie dat kan worden bepaald is de dakconstructie. Ook hier bestaan verschillende varianten van die uit bouwhistorie en archeologie bekend zijn; de stijlenkap, de sporenkap en de gordingenkap (zie afbeelding 15).⁹⁴ De stijlenkap, waarbij het dak op meerdere rijen binnenstijlen rust, is verdwenen sinds men met gebintbalken ging werken in plaats van met meerdere stijlenrijen. De sporenkap is gebruikelijk in Nederland, deze is hier ontwikkeld uit de stijlenkap. De gordingenkap is vooral toegepast in combinatie met steenbouw, omdat bij voorkeur de gevels ook dragend moeten zijn om de horizontale gordingen te ondersteunen.⁹⁵ Hierdoor komt deze in andere delen van Europa al vrij lang voor terwijl in Nederland nog met sporenkappen gewerkt werd. In de reconstructie wordt dan ook een sporenkap toegepast.



Afbeelding 15 Drie soorten dakconstructie. Van links naar rechts: Stijlenkap, sporenkap en gordingenkap.

Inmiddels is duidelijk dat de daksporen op de gebintplaten steunen. De helling van de sporen moet nu worden bepaald, hiermee kan worden berekend hoe hoog het dak was. De helling hangt vooral af van welk type dakbedekkingen is gebruikt. Voor deze reconstructie is gekozen voor riet, maar stro en dakspanen vereisen een vergelijkbare dakhelling en zouden dus een vergelijkbaar resultaat hebben opgeleverd. De dakhellingsstandaard voor rieten daken in Nederland en Duitsland is 45 tot 80 graden, met een optimum van 60 tot 70

⁹⁴ Janse 1989, 23-24.

⁹⁵ Huijts 1992, 43.

graden.⁹⁶ In de Vroege-Middeleeuwen waren de hellingen van daken nog aan de lage kant, pas in de Late-Middeleeuwen werden daken steiler. In de elfde en twaalfde eeuw is de dakhelling vaak nog 45 graden, vanaf de dertiende eeuw was 60 graden normaal.⁹⁷ Er zijn echter ook historische voorbeelden van rieten daken met een helling onder de 45 graden.⁹⁸ Hoe steiler het dak hoe beter de waterafvoer is, wat de duurzaamheid van de dakbedekking sterk verbeterd. Een steiler dak heeft echter ook nadelen. Hoe steiler een dak, hoe groter de kans op afglijden van de dakbedekking. De bedekking moet beter worden vastgezet en kan minder dik gelaagd zijn.⁹⁹ Een stijl dak levert daarnaast een hoger gebouw op, waardoor veel meer hout wordt verbruikt, de winddruk toeneemt en de binnenruimte groter wordt en daardoor moeilijker te verwarmen.¹⁰⁰ Deze nadelen wegen waarschijnlijk zwaarder dan het ene voordeel van efficiëntere afwatering van regenwater, hoewel moet worden opgemerkt dat warmtehuishouding niet relevant is geweest in een vrij open bijgebouw. Daarom wordt voor de reconstructie de minimale hoek van 45 graden gebruikt. Voor de kruisende daksporen in de nok is een hoek van 90 graden of minder weer optimaal, dus een dakhelling van 45 graden heeft net de maximale hoek waarin alle materialen optimaal gebruikt kunnen worden.¹⁰¹ De enige reden om een steiler dak aan te leggen kan eventueel zijn dat bij genoeg ruimte nog een vliering kon worden aangelegd voor extra opslag. Of dit gewenst is hangt volledig af van het gebruik van het bijgebouw en is in dit geval niet vereist. Daarnaast blijft tussen de nok en de gebintbalken een ruimte van 2,7 meter hoog open, bij een dak van 45 graden en een huisbreedte van vijf meter. Dit is genoeg ruimte voor het toepassen van een eventuele vliering.

Van dakspoor tot nok

Zoals nu al meerdere malen is benoemd, rust de dakconstructie op de gebintplaten. Nu ook de helling bekend is kan vanaf de platen bepaald worden hoe de daksporen omhoog lopen en hoe hoog ze samenkomen. De sporen moeten ook de bootvorm volgen omdat ze op de platen staan. Wanneer ze dan constant in een hoek van 45 graden staan zullen ze naar de huiseinden toe steeds korter worden. Dit zorgt ervoor dat de nok krom loopt, in het midden is deze het hoogst en naar de einden toe ligt de nok lager. Bovendien is bij veel bootvormige huizen, met name van het Gasselte type, de bolling van de wanden niet symmetrisch en ook niet geleidelijk. Het stalgedeelte is vaak veel rechter dan het woongedeelte en vaak is een van de lange wanden rechter dan de ander. Als overal een gelijke dakhelling wordt aangehouden loopt de nok dan ook in zijwaartse richting enigszins krom. Om de kromming te beperken kan een variërende dakhelling worden toegepast. Bij de huiseinden zou de dakhelling dan veel steiler zijn dan in het midden. Huijts gaat uit van een variërende helling bij asymmetrische gevallen van type Gasselte A, zodat de noklijn recht kan blijven.¹⁰² Hij geeft hier echter verder geen verklaring voor. Ervan uitgaande dat de asymmetrie van de plattegrond door een slordige uitvoering komt, maakt dit dus geen deel uit van het ontwerp. Er is waarschijnlijk geen rekening gehouden met specifieke asymmetrie bij het kiezen van een dakvorm, dit zou overal hele verschillende constructies opleveren. Een constante dakhelling is waarschijnlijker, in het gehele dak kan dan de optimale helling van 45 graden worden toegepast.

De staande dakconstructie creëert naar buiten gerichte krachten omdat er geen nokstijlen zijn. De neerwaartse krachten kunnen door de platen goed worden opgevangen, maar de naar buiten gerichte krachten worden minder goed opgevangen. De buitenwaartse krachten die op de platen wordt overgebracht worden enigszins opgevangen door de gebintbalken en de inklemming van de ingegraven stijlen, maar de daksporen kunnen dan nog steeds van de

⁹⁶ *Ibidem*, 23; Postma 2015, 136.

⁹⁷ Janse 1989, 17,69.

⁹⁸ Postma 2015, 137.

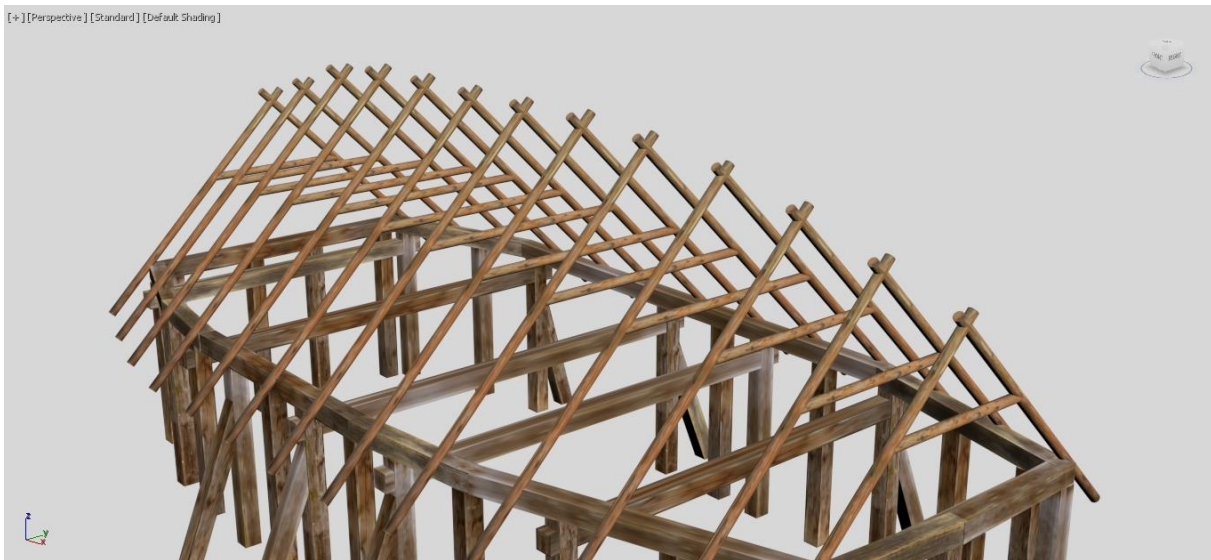
⁹⁹ Moir, J./J. Letts 1999, 94-95.

¹⁰⁰ Huijts 1992, 23.

¹⁰¹ Janse 1989, 23.

¹⁰² Huijts 1992, 171.

gebintplaten afschuiven. Om de naar buiten gerichte krachten te verminderen en de sporenparen stabiel te verbinden wordt in de houtbouwtraditie vaak een haanhout toegepast (zie afbeelding 16). Hiermee worden naast de trekkrachten ook nog drukkrachten van de daksporen opgevangen.¹⁰³ Het gebruik hiervan is archeologisch niet te bewijzen, maar sinds het verdwijnen van nokstijlen zullen maatregelen moeten zijn genomen om de sporen te stabiliseren. Huijts gebruikt pas vanaf Gasselte een haanhout in zijn reconstructies, bij eerdere typen gaat hij uit van een nokstijlconstructie die op de gebintbalken rust.¹⁰⁴ Dit zou een minder grote trendbreuk zijn dan de onmiddellijke toepassing van haanhouten, maar het kost meer hout en plaatst onnodige krachten op de gebintbalken. Ondertussen moesten de gebintbalken al een grotere afstand overbruggen dan voorgaande typen, zonder stijlenparen binnen de wand. Een haanhout maakt de dakconstructie tot een stevig geheel, wat ervoor zorgt dat alle krachten via de sporen op de stijlen/gebintplaten komt te staan. Dankzij de schorende buitenstijlen is dit deel extra stevig, dus dit is een betere oplossing en maakt het gebruik van een haanhout vanaf nu wenselijk.



Afbeelding 16 De dakconstructie. Haanhouten verbinden de sporen tot sporenparen.

Een nokbalk waar de daksporen op konden steunen was niet meer vereist, omdat geen nokstijlen meer werden gebruikt. De sporen waren in de nok aan elkaar bevestigd en steunden dus tegen elkaar. In combinatie met het haanhout waren de sporenparen zo in de breedte erg stabiel, maar in de lengte ontbrak nu een verbinding. Een nokbalk was daarom alsnog wel gewenst, alleen kon deze nu op de sporenparen steunen in plaats van andersom. Dit kon vrij gemakkelijk worden gerealiseerd door de sporen na samenkomen in de nok nog iets door te laten lopen, zodat ze een kruis vormden. Zo werd de verbinding tussen de sporen ook sterker. Omdat de nokbalk geen dragende functie had hoefde deze niet heel dik te zijn. Een dunnere nokbalk kon ook nog enigszins meebuigen met de boog in de noklijn.

De sporen hoeven niet nog meer zware elementen te dragen, in tegenstelling tot alle eerder besproken elementen van de draagconstructie. Ze hoeven dus ook niet zo dik te zijn als alle andere balken. Alleen het gewicht van de dakbedekking moest nog worden ondersteund en uit de praktijk blijkt dat hiervoor een dikte van tien centimeter al voldoende is.¹⁰⁵ De haanhouten zullen dus ook niet dikker dan tien centimeter zijn geweest.

¹⁰³ Janse 1989, 71.

¹⁰⁴ Huijts 1992, 169,181.

¹⁰⁵ Pers.com. Leo Wolterbeek.

Dakvoet

De vorm van de dakconstructie is nu grotendeels bepaald, maar de positie van de dakvoet is nog niet gedefinieerd. De daksporen konden voorbij de platen nog een stuk naar beneden toe doorlopen. Hoever kan in dit geval niet worden bewezen, omdat hier geen sprake is van dakvoet dragende buitenstijlen. Er moet dus naar andere factoren worden gekeken voor aanwijzingen. Een belangrijke factor is duurzaamheid. De hoogte van de dakvoet bepaalt hoe goed de onderliggende constructie wordt beschermd tegen weer en wind. Hoe verder de dakvoet uitstak, hoe beter deze de draagconstructie kon afschermen. Met name de stijlen zijn gevoelig voor verweer en konden wegrotten wanneer ze te vaak heel nat werden. Dit blijkt ook uit reconstructies, een stijl die niet goed afdekt is door het dak verrot sneller (zie afbeelding 17). De schuine buitenstijlen stonden nog verder naar buiten, om die ook af te dekken moesten de sporen ver genoeg uitsteken. Een lage dakvoet verbetert dus de duurzaamheid van een constructie.



Afbeelding 17 Een schorende paal die buiten de bescherming van het dak uitsteekt wordt vaak nat en vergaat daar sneller.



Afbeelding 18 Wanneer de rot alleen onderaan plaatsvindt kan de stijl ook gedeeltelijk worden vervangen.

Een hoge, minder ver uitstekende dakvoet heeft ook een aantal voordelen, zeker bij een open werkruimte. Ten eerste wordt bij een hoge dakvoet minder materiaal gebruikt. De sporen zijn immers minder lang en er is minder dakbedekking nodig voor het kleinere oppervlak. De dakconstructie weegt dan ook minder, zodat minder druk op de draagconstructie komt te staan. Door het ontbreken van dakvoetdragers rust het hele gewicht van het dak op de stijlen. Een tweede voordeel van een hoge dakvoet is de gunstige lichtinval, voldoende daglicht maakt veel werkzaamheden gemakkelijker. Dit geldt overigens alleen als voordeel wanneer kan worden aangenomen dat de constructie open wanden had. Een derde voordeel is de bewegingsruimte. Bij een dakvoet op stahoogte of hoger kan het gebouw gemakkelijk van alle kanten worden betreden, zonder dat specifieke ingangen hoeven te worden gemaakt. Bovendien zijn versleten onderdelen van de draagconstructie gemakkelijker te vervangen wanneer de dakvoet zo hoog mogelijk is. Zijwaartse regenval en vocht aan de grond kunnen de stijlen aantasten, dit is uiteindelijk niet te voorkomen. Zowel in Amersfoort als in Eindhoven is uit de reconstructies gebleken dat dragende stijlen op maaiveldhoogte ook kunnen wegrotten als ze wel zijn overdekt maar dat vervangen goed mogelijk is (zie afbeelding 18). De doorloopruimte is wederom alleen een voordeel bij een constructie zonder wanden, maar het gemakkelijk uitvoeren van reparaties is altijd een

voordeel. Naast de draagconstructie kunnen wanden ook verslijten en zullen dan ook gerepareerd moeten worden.

Een dakvoet die enige bescherming biedt tegen de weersomstandigheden is wel wenselijk. Dit verbetert de duurzaamheid maar ook de omstandigheden voor de gebruikers van het gebouw. De dakvoet kan zonder problemen doorlopen tot stahoogte, maar daar voorbij levert het meer nadelen van voordelen op. Wanneer de sporen bij de reconstructie tot een hoogte van 1,80 meter worden doorgetrokken, overdekken ze precies alle buitenstijlen. Het dak beschermt de buitenstijlen in ieder geval van bovenaf voldoende, omdat de dakbedekking nog iets voorbij de sporen overdekking biedt. Op deze hoogte is de dakvoet ook geen hindernis bij het in en uitlopen. In de reconstructie zijn de sporen en dakbedekking daarom doorgetrokken tot een hoogte van 1,80 meter.

Dakgevels

Nu duidelijk is hoe de dakconstructie in elkaar zit, moet de vorm worden bepaald. De dakhelling en de dakvoethoogte zijn bepaald dus hoe het dak in het midden van het huis er uit ziet is al duidelijk, maar hoe het dak eindigt aan beide kanten is nog niet besproken. Er zijn veel verschillende vormen die een dak kan aannemen, maar in de bouwhistorie worden twee hoofdvormen onderscheiden: het schilddak en het zadeldak. Het standaard schilddak heeft twee zijschilden en twee eindschilden, zodat het dak vanaf elke wand schuin omhoog loopt. Hoekkepers lopen van de hoeken van het gebouw naar de nok toe, die daardoor voor de eindwand al stopt. Het zadeldak bestaat uit twee schilden die over de hele lengte lopen en bij de eindwanden eindigen in een vlakke gevel. Hier ligt de nok dus wel over de hele lengte van de constructie. Een variant die beide typen samenbrengt is het wolfsdak, waar alleen bovenin aan het eind van de nok een kort eindschild zit. In afbeelding 19 zijn de drie typen naast elkaar te zien.



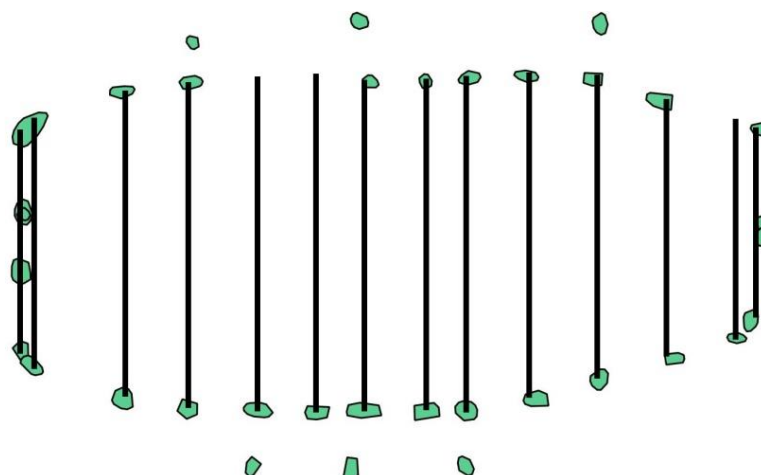
Afbeelding 19 De drie daktypen in zijaanzicht, van links naar rechts: zadeldak, wolfsdak, schilddak.

Om een keuze te maken moet weer naar de plattegrond worden gekeken. Bij een sporenkap met schilddak lopen de hoekkepers en daksporen van het eindschild naar het midden van de constructie toe, waar ze op iets moeten kunnen steunen. Dit uit zich in de plattegrond vaak in de vorm van extra binnenstijlen of een extra stijlenpaar nabij de eindwand.¹⁰⁶ In de plattegrond zijn überhaupt geen sporen gevonden binnen de rijen gebintstijlen, dus extra binnenstijlen zijn uitgesloten. Verder staan de stijlenparen van deze plattegrond richting de eindwanden juist iets verder van elkaar af dan in het midden (zie afbeelding 20). Van een grotere spoordiepte is hier ook niet consequent sprake, dus een extra steunpunt voor het eventuele eindschild was hier niet aanwezig. Een aanwijzing voor een zadeldak is daarentegen wel gevonden, beide eindwanden bestaan namelijk uit twee erg dicht op elkaar gelegen stijlenparen (zie ook afbeelding 20). De binnenste sporen van de eindwanden zijn daarnaast opvallend diep. Dit alles kan wijzen op extra draagkracht bij de eindwanden, iets wat nodig was voor een hoge, rechte gevel.¹⁰⁷ Een zadeldak wordt daardoor iets aannemelijker dan een schilddak. In de reconstructie is de dakgevel open gelaten omdat ook van open wanden wordt uitgegaan, maar de gevel kan ter hoogte van het dak ook

¹⁰⁶ Huijts 1992, 135,157.

¹⁰⁷ *Ibidem*, 145.

gedeeltelijk gesloten zijn geweest. Het openlaten van een gat boven het haanhout in de eindwand is hoe dan ook wel wenselijk, om eventuele rook te laten ontsnappen.¹⁰⁸



Afbeelding 20 Wanneer de stijlenparen met een lijn worden verbonden is goed te zien dat de onderlinge afstand bij de huiseinden groter is. Nu valt ook op hoe dicht de stijlenparen bij de eindwanden bij elkaar liggen.

Dakbedekking

Of de dakbedekking nou van riet, stro of dakspanen wordt gemaakt, deze kan niet los op de daksporen liggen. Ter ondersteuning van de dakbedekking moeten rietlatten op de sporen worden aangebracht zodat het dekkingsmateriaal hier weer aan bevestigd kan worden. Voor de dikte of verticale onderlinge afstand hiervan is geen vuistregel in de literatuur gevonden, dus dit is gebaseerd op waarnemingen bij andere reconstructies. Hieruit blijkt dat ze in ieder geval effectief zijn bij een dikte van ongeveer vier cm. Bij een rieten dak kan de dikte van de rietlaag variëren afhankelijk van de dakhelling en lengte van de beschikbare stengels. Bij een helling van 45 graden is dit tussen de tien en veertig centimeter dik, maar in historische rieten en strooien daken was twintig de standaard.¹⁰⁹ Dit is in het model ook gehanteerd.

Houtbewerking

Een bewerking die effect kan hebben op de constructie maar vooral ook op het uiterlijk van een gebouw, is het kantrechten van de stammen. Rechthoekige vormen ogen netter, in ieder geval vanuit ons moderne perspectief. Het bewerken van rondhout tot hoekige balken is met de hand mogelijk, met alleen een bijl kan al een rechte balk worden gemaakt.¹¹⁰ Dit levert wel veel extra werk op, dus er moet een reden voor zijn geweest om bewerkte balken toe te passen. Dit kan een constructieve reden zijn, maar ook een esthetische. Een mogelijke reden voor het bewerken van rondhout is het verwijderen van het spinthout, zodat alleen het hardere kernhout overblijft. Dit voorkomt rot in een vroeg stadium. Om welke reden dan ook, het is niet met zekerheid te zeggen of in dit geval rondhout ofwel gekantrecht hout is toegepast. Wel kan worden bewezen dat men over de vaardigheden beschikte. Zo is er gekloofd hout zichtbaar in de vorm van grondsporen uit een opgraving in Stein in Limburg. In de grondsporen van gebouw 29 en 34 zijn paalkernen zichtbaar in driehoekige vorm, als gekloofd hout.¹¹¹ Hier bestonden deze vaardigheden dus al zo lang dat kan worden aangenomen dat deze techniek ruim voor de Middeleeuwen ook in Oost-Nederland bekend was.¹¹² Ook in Ezinge zijn plattegronden gevonden met palenkernen van gekloofd hout.¹¹³ Opvallend is dat hier gespleten hout en rondhout door elkaar gebruikt werden, zelfs binnen

¹⁰⁸ van Hemert 2005, 73.

¹⁰⁹ Moir, J./J. Letts, 1999.

¹¹⁰ McCaig, I./B. Ridout 2012, 20.

¹¹¹ Modderman 1970b, tabel 188,196.

¹¹² *Idem* 1970a, 90-92.

¹¹³ van Giffen 1936, bijlage 6.

dezelfde plattegrond. Dit hout werd waarschijnlijk gekloofd om palen van gelijke dikte te krijgen. Dankzij vondsten en sporen uit Barger-Oosterveld is ook bekend dat men sinds de Midden-Bronstijd hout kon kantrechten.¹¹⁴ Een zaag is hiervoor niet noodzakelijk, kantrechten kan ook goed met een bijl.

Ook in de gebruikte plattegrond zijn verschillende grondsporen erg rechthoekig. Er zijn echter geen palenkernen onderscheiden, dus kan niet worden bewezen dat de palen zelf ook gekantrecht zijn. Er kan ook sprake zijn geweest van rechte palen in ronde grondsporen, of ronde palen in rechte grondsporen. Hoekige palen kunnen als ze vergaan alsnog ronde sporen achterlaten. Daarnaast kunnen palen ook rond zijn ingegraven maar bovengronds wel zijn gekantrecht. Uit de spoorvorm is dus niet met zekerheid te herleiden of palen rond of vierkant waren. Huijts denkt dat gekantrecht hout vanaf Odoorn C vereist is, door de grotere krachten die op de dwarsbalken komen te staan.¹¹⁵ Esthetisch past gekantrecht hout ook beter bij de getoonde periode, gekantrecht hout laat zien dat men over de middelen beschikte om de natuur naar zijn hand te zetten.¹¹⁶ Verder is er om educatieve redenen behoefte een andere vorm van houtbouw te laten zien, zodat een beter beeld wordt gegeven van de vaardigheden waar men in de Vroege-Middeleeuwen al over beschikte.

Voor de reconstructie wordt om de hiervoor genoemde redenen grotendeels gekantrecht hout toegepast. De gehele draagconstructie is voor de reconstructie met gekantrecht hout vormgegeven. De daksporen en de rest van het dak worden afgeschermd door de dakbedekking en zijn dus van buitenaf niet zichtbaar. Ook van binnenuit vallen ze minder op dan de draagconstructie, dus dit deel zal niet om esthetische redenen gekantrecht zijn. De hoeveelheid werk die het kostte om alle sporen te kantrechten was waarschijnlijk niet de moeite waard als deze toch niet gezien gingen worden. De dakconstructie hoeft minder grote krachten te dragen dan de draagconstructie, dus ook constructieve redenen zijn voor het dak minder van toepassing. In de reconstructie is daarom alleen de draagconstructie met gekantrecht hout gemaakt.

Verbindingen

In de paragrafen hiervoor is al een aantal verbindingen genoemd, maar voor de volledigheid worden ze hier allemaal achter elkaar gespecificeerd en onderbouwd (zie afbeelding 21). De verschillende elementen zullen op een effectieve manier zijn verbonden. Met de plattegrond is niet te bewijzen welke verbindingen werden toegepast, maar uit de interpretatie is gebleken dat bepaalde verbindingen waarschijnlijker zijn dan andere. Verder bewijzen archeologische vondsten het bestaan van bepaalde vormen van houtbewerking. Zo zijn er bijvoorbeeld houten pennen en vierkante gaten gevonden tussen de houtresten uit opgravingen in Ezinge.¹¹⁷ Op illustraties uit de Middeleeuwen zijn regelmatig lepelboren afgebeeld waarmee kleine gaten konden worden geboord voor houten pennen.¹¹⁸ Dit bewijst dat men ook in de Vroege-Middeleeuwen beschikte over de technieken om pen-en-gatverbindingen te maken.

Nagels en touw konden ook zijn gebruikt om houtverbindingen te verstevigen, maar tot op heden krijgen houten pennen soms de voorkeur. In Vroege-Middeleeuwen was ijzer nog wat zeldzamer, dus metalen pinnen waren wellicht duurder dan hout. Touw verging sneller dan houten pennen die in de grotere elementen verzonken werden. Wat houten pennen vooral voordelig maakt is dat ze flexibeler zijn en gemakkelijker mee kunnen vormen met de houten constructie, waardoor minder snel scheuren ontstaan. De rietlatten zullen waarschijnlijk met touw of een touwachtig materiaal zoals wilgenbast aan de daksporen zijn verbonden, deze zijn te dun om houten pennen doorheen te steken.

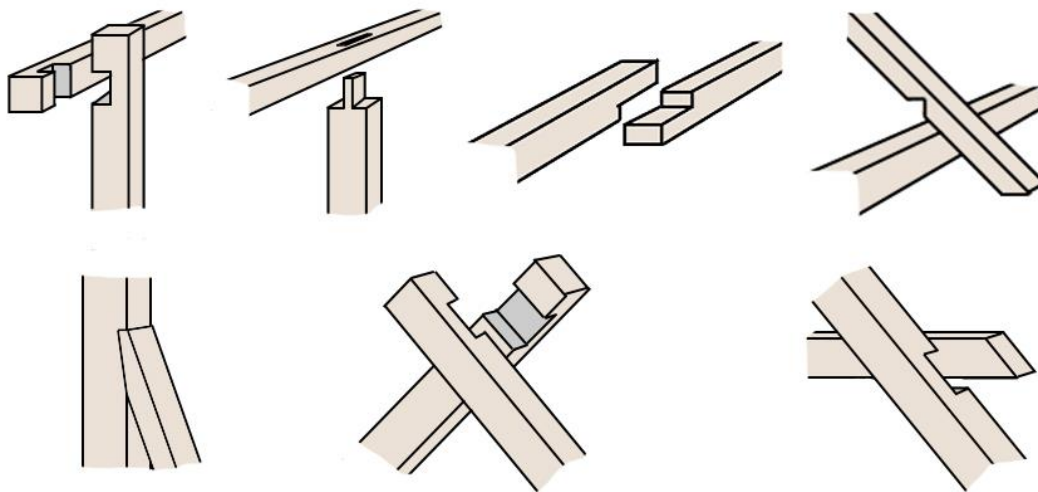
¹¹⁴ van Zeist/Waterbolk 1960.

¹¹⁵ Huijts 1992, 159.

¹¹⁶ Pers.com. Jaap Hogendoorn.

¹¹⁷ van Giffen 1973, 57-58.

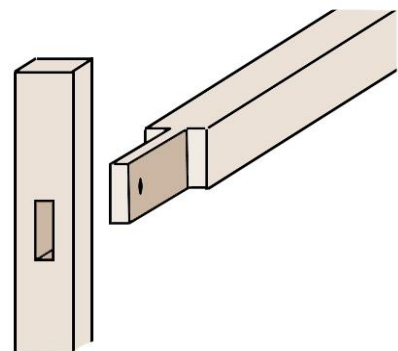
¹¹⁸ van Tyghem 1966, 29.



Afbeelding 21 De verschillende verbindingen van linksboven naar rechtsonder: Gebintbalken-stijl, plaat-stijl, plaat-plaat, spoor-plaat, buitenstijl-gebintstijl, spoor-spoor, haanhout-spoor.

De buitenstijlen staan tegen de gebintstijlen aan, en leveren zo al weerstand tegen het naar buiten vallen van de gebintstijlen. Dit is echter geen verbinding te noemen en er kan veel verschuiving plaatsvinden. Om de steunende kracht van de buitenstijlen te verhogen kan een kleine inkeping in de gebintstijlen gemaakt worden waar de buitenstijl in past. De verbinding verstevigen met een houten pen is mogelijk, maar omdat beide elementen zijn ingegraven is het hier waarschijnlijk niet nodig. De overige verbindingen die nu beschreven zullen zijn echter minder stabiel en kunnen daarom het beste met houten pennen worden verzekerd.

Zoals reeds vermeld zijn de gebintbalken aan de stijlen verbonden door een keep. Ze zijn niet opgelegd en moeten dus langs de stijlen lopen en zijwaarts hieraan verbonden zijn. Dit kan het beste met een halfhouts keepverbinding. Een ankerbalkconstructie, waarbij de gebintbalk aan de uiteinden versmald is en door een gat in de stijlen gestoken wordt, is uit historische context bekend (zie afbeelding 22).¹¹⁹ Huijts ziet een keepverbinding langs de zijkant als een goede overgangsvorm, omdat de gebintbalk kort hiervoor nog wel opgelegd was.¹²⁰ Dit past beter bij het idee dat de constructievorm zich geleidelijk ontwikkelde en vernieuwingen ontstonden als gevolg van andere aanpassingen. De gebintbalken hoeven voor hun functie niet voorbij de stijlen naar buiten toe uit te steken, maar dit is voor de verbinding wel beter. Een gekruiste overkeping is sterker en stabielere dan een halfhoutse keep op de kop van de balk.¹²¹ Er is dan meer raakvlak en minder bewegingsruimte. De vuistregel voor een optimale verbinding is dat de diepte van de uitsparing niet meer mag zijn dan de lengte van het resterende stuk aan de korte kant.¹²² Met andere woorden, doordat de halfhouts keep tien centimeter diep is moet de gebintbalk nog tien centimeter uitsteken voorbij de stijl. Om te voorkomen dat de gebintbalk afschuift en van de stijl afvalt moet deze verbinding verzekerd worden met een houten pen.



Afbeelding 22 Een ankerbalk verbinding.

¹¹⁹ Janse 1989, 19.

¹²⁰ Huijts 1992, 141,143, 169,189.

¹²¹ Noll 2017, 48.

¹²² *Ibidem*, 15.

De platen blijven zonder verbinding waarschijnlijk ook wel liggen, ze liggen immers op de stijlen. Ze zijn dan echter wel erg gevoelig voor afschuiven. Een kleine keep in de platen kan ervoor zorgen dat ze in lengterichting niet afschuiven, maar dan kunnen ze nog steeds in de breedte bewegen. Een pen-en-gatverbinding met de stijlen is een betere manier om ze te stabiliseren. De top van de stijlen wordt versmald en door een gat in de platen gestoken. Op die manier is de stijl zelf de pen, deze verbinding is sterker dan wanneer een losse pen door beide elementen wordt gestoken.

Zoals ook al eerder opgemerkt moeten de platen worden samengesteld uit losse delen als gevolg van de bootvorm. Deze elementen moeten dus in elkaars verlengde worden verbonden, hiervoor kan een lasverbinding worden toegepast. Er kan een schuine of een rechte liplase worden toegepast, modernere varianten zoals een haaklas zijn wellicht te gecompliceerd en passen minder bij het bewerkingsniveau van de rest van de constructie.¹²³ Er bestaat geen vuistregel voor de lengte van de overlapping bij een lasverbinding.¹²⁴

De verbinding van de daksporen met de platen heeft geen naam in het Nederlands, maar in het Engels wordt dit een *birdsmouth-joint* genoemd. Het is in feite een driehoekige inkeping in het spoor zodat deze gedeeltelijk plat op de platen kan liggen. Afschuiven naar buiten wordt voorkomen door de haanhouten. De koppeling van de sporenparen zorgt ervoor dat de dakconstructie op zichzelf vrij stabiel is en op zijn plek wordt gehouden door het eigen gewicht. Om verschuivingen helemaal te voorkomen kan worden gekozen om de daksporen aan de platen te verzekeren met een pen.

De daksporen worden in de nok aan elkaar verbonden. Een halfhouts keep voldoet hier, maar de verbinding moet wel weer worden verzekerd met een pen, om te voorkomen dat de sporen bij de verbinding uit elkaar bewegen. Een gekruiste keepverbinding heeft hier de voorkeur, omdat deze de verbinding steviger maakt en dit kruis ook een nokbalk of centrale rietlat kan dragen waar de dakbedekking op ligt. Het haanhout kan aan beide sporen worden verbonden met wederom een keepverbinding.

¹²³ Noll 2017, 34-38.

¹²⁴ *Ibidem*, 38.

6 3D model

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de interpretatie in het vorige hoofdstuk is toegepast in 3ds Max. Hier wordt verantwoord hoe van de interpretatie een model is gemaakt en waar dit model uit is opgebouwd. De verschillende onderdelen worden in tabellen beschreven en de metadata van het bestand worden gedefinieerd zodat gemakkelijk verder kan worden gewerkt met de resultaten van dit onderzoek. Van het eindresultaat is in 3ds Max een aantal afbeeldingen gemaakt, deze zijn in bijlage I en II toegevoegd.

6.1 Opbouw

Van de meeste onderdelen zijn afmetingen bepaald in hoofdstuk vijf, maar niet alle dimensies zijn van te voren berekend. De waardes die van te voren zijn vastgesteld zijn ingevoerd bij het creëren van de vormen, de rest van de afmetingen zijn tijdens het modelleren bepaald. In tabel 2 zijn de waardes in centimeter opgesomd die van te voren bekend waren.

Tabel 2 Afmetingen Elementen

Element	Dikte in cm	Lengte in cm
Stijlen	20	220
Buitenstijlen	20*	Onbepaald
Gebintbalken	20	Afstand tussen stijlen + 2x10
Platen	20	Onbepaald
Sporen	10	Onbepaald
Haanhouten	10	Onbepaald
Rietlatten	4	Onbepaald
Dakbedekking	20	-

*Omdat de buitenstijlen soms scheef tegen de gebintstijlen aan staan sluiten ze niet altijd goed aan. In de breedte zijn de buitenstijlen daarom een paar centimeter versmald zodat dit netter oogt.

Verder zijn in hoofdstuk vijf nog verschillende afmetingen en regels beredeneerd of bewezen die invloed hebben op de positie en dimensies van de reconstructie. Bij het maken van het model zijn de volgende regels aangehouden:

- De maximale afstand tussen daksporen is 110 cm.
- Een stahoogte van 180 cm is wenselijk.
- De helling van de buitenstijlen is gemiddeld 68 graden.
- De helling van de daksporen is 45 graden.
- Bij keepverbindingen moeten de elementen minstens zover doorsteken als de diepte van de keep.

Er is niet direct met een GIS bestand gewerkt, omdat de opgraving nog wordt uitgewerkt tijdens dit onderzoek. Om toch in 3Ds Max op schaal te werken is als eenheid centimeters ingesteld, is als referentie een *plane* gecreëerd en is de plattegrond daar als *bitmap* op geplaatst. Met *scale* is de omvang van de *plane* aangepast tot de schaal op de kaart overeenkwam met de schaal in 3ds Max. De verschillende elementen zijn vervolgens als *objects* hierop geplaatst. De onderdelen zijn in groepen samengevoegd. De groepen zijn ook naar de elementen vernoemd en de losse onderdelen hebben per groep een naam gekregen en een nummer, bijvoorbeeld Spoor01. In tabel 2 worden de groepen elementen beschreven. De houtverbindingen zijn niet in het 3D model verwerkt omdat deze alleen zichtbaar zouden zijn als de losse onderdelen uit elkaar worden gehaald en verplaatst. Dit is niet de bedoeling, omdat het model alleen een visualisatie is en geen bouwplan. Voor specifieke afmetingen per object kan het 3D model worden geraadpleegd. In tabel 4 wordt per objectgroep een overzicht gegeven van het totale volume, zodat de opdrachtgever een beeld heeft van de hoeveelheid hout die vereist is voor het bouwen van de reconstructie.

Tabel 3 Beschrijving van de elementen in het model.

Element	Object type	Basisnaam	Groepsnaam
Referentieafbeelding	<i>Plane</i>	Plattegrond	-
Stijl	<i>Box</i>	Stijl	Gebintstijlen
Buitenstijl	<i>Box</i>	Buitenstijl	Buitenstijlen
Gebintbalk	<i>Box</i>	Gebintbalk	Gebintbalken
Plaat	<i>Box</i>	Plaat	Platen
Spoor	<i>Cylinder</i>	Spoor	Daksporen
Haanhout	<i>Cylinder</i>	Haanhout	Haanhouten
Rietlat	<i>Cylinder</i>	Rietlat	Rietlatten
Dakbedekking	<i>Editable Poly</i>	Dakbedekking	-

Tabel 4 Volume van de verschillende objecten per groep.

Element	Volume in m ³
Gebintstijlen	2,640
Buitenstijlen	0,402
Gebintbalken	1,142
Gebintplaten	1,197
Daksporen	0,849
Haanhout	0,227
Rietlatten	0,333
Dakbedekking (riet)	17,655

6.2 Textures

Met vormen alleen is nog geen realistische afbeelding te scheppen. De constructie wordt met alleen vormen al wel duidelijk weergegeven, maar om het model er meer natuurgetrouw uit te laten zien zijn *textures* toegevoegd aan de objecten. Bij het bezoek aan de reconstructies in Eindhoven zijn foto's gemaakt van verschillende materiaaltypen die in het model zijn toegepast. Deze zijn geoptimaliseerd en bijgesneden in Adobe Photoshop om ze geschikt te maken voor toepassing op elementen van verschillende afmetingen. In tabel 5 staat beschreven welke afbeeldingen voor welke constructieonderdelen zijn gebruikt.

Tabel 5 Als texture gebruikte afbeeldingen.

Naam	Materiaaltype	Element
PURI4_str82-Diepte.jpeg	Referentieafbeelding	Plattegrond
Gekantrecht1.jpg	Gekantrecht hout	Stijlen, buitenstijlen
Gekantrecht2.jpg	Gekantrecht hout	Stijlen, buitenstijlen
Gekantrecht3.jpg	Gekantrecht hout	Stijlen, buitenstijlen
Gekantrecht4.jpg	Gekantrecht hout	Stijlen, buitenstijlen
Gekantrecht5.jpg	Gekantrecht hout	Buitenstijlen
Gekantrecht6.jpg	Gekantrecht hout	Platen
Gekantrecht_lang1.jpg	Gekantrecht hout	Platen, gebintbalken
Gekantrecht_lang2.jpg	Gekantrecht hout	Platen, gebintbalken
Gekantrecht_lang3.jpg	Gekantrecht hout	Platen, gebintbalken
Gekantrecht_lang4.jpg	Gekantrecht hout	Platen, gebintbalken
Gekantrecht_kort1.jpg	Gekantrecht hout	Platen
Gekantrecht_kort2.jpg	Gekantrecht hout	Platen
Rondhout.jpg	Rondhout	Daksporen
Rietlat.jpg	Rondhout	Rietlatten
Riet.jpg	Riet	Dakbedekking

6.3 Metadata

De *Seville Principles* dicteren dat een 3D model duurzaam en transparant moet zijn door het toegankelijk te maken. Door de metadata van het model te beschrijven wordt het gemakkelijker gemaakt voor andere onderzoekers om in de toekomst met dit bestand verder te werken. De inhoud van het model is hiervóór al beschreven, in tabel 6 zullen ook de file metadata van het 3D model en de *textures* worden genoemd.

Het voltooide model is opgeslagen in de standaard .max extensie en kan hierdoor alleen in 3ds max worden geopend. Bovendien is het model gemaakt in de nieuwste editie van het programma (3ds Max 2019) en is het mogelijk niet compatibel met oudere versies van hetzelfde programma. Om het toegankelijker te maken is het model geëxporteerd naar een OBJ-bestand, dat ook in andere programma's geopend kan worden.¹²⁵ Hier hoort ook een MTL-bestand bij waarmee de *textures* ook zijn geëxporteerd. Deze bestanden staan ook in tabel 6 beschreven.

Tabel 6 File metadata

Bestandsnaam	Datum gewijzigd	Bestandsgrootte in kilobytes	Bestandstype	Auteur
3D_model.max	10-7-2019	2020	3ds max scene file	Koen Zijlstra
3D_model.obj	10-7-2019	1531	OBJ-bestand	Koen Zijlstra
3D_model.mtl	10-7-2019	7	MTL-bestand	Koen Zijlstra
PURI4_str82-Diepte.jpeg	1-4-2019	116	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht1.jpg	3-4-2019	2880	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht2.jpg	3-4-2019	735	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht3.jpg	3-4-2019	474	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht4.jpg	3-4-2019	215	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht5.jpg	3-4-2019	214	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht6.jpg	3-4-2019	116	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_lang1.jpg	3-4-2019	5725	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_lang2.jpg	3-4-2019	1444	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_lang3.jpg	3-4-2019	472	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_lang4.jpg	3-4-2019	8133	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_kort1.jpg	3-4-2019	191	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Gekantrecht_kort2.jpg	3-4-2019	2376	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Rondhout.jpg	3-4-2019	447	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Rietlat.jpg	3-4-2019	129	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra
Riet.jpg	3-4-2019	7149	JPEG-afbeelding	Koen Zijlstra

¹²⁵ Een Obj is een van de meest geschikte bestandstypes om data te delen omdat deze door veel programma's kan worden geopend, zie <https://www.ianus-fdz.de/it-empfehlungen/3d>.

7 Discussie

Het ontwerp van de reconstructie is het resultaat van onderzoek op verschillende schaalniveaus. Op deze niveaus hebben verschillende factoren het onderzoek beperkt. Zoals eerder genoemd is het interpreteren van een plattegrond en het vormgeven van een reconstructie geen exacte wetenschap, de hier verantwoordde reconstructie is slechts het meest waarschijnlijk geachte ontwerp. De beperkingen in het verantwoordingsproces zullen hier worden besproken, zodat hier in eventueel vervolgonderzoek rekening mee kan worden gehouden.

De reconstructie zelf is het microniveau van dit onderzoek. Lokaal archeologisch bewijs is erg beperkt gebleken. Informatie uit andere schaalniveaus kon dit enigszins aanvullen, maar er zijn ook veel aannames gedaan om tot de resultaten te komen. Wanneer geen sluitend bewijs kon worden gevonden is de meest waarschijnlijk geachte variant gekozen, waardoor persoonlijke interpretatie van de auteur en andere deskundigen mogelijk invloed hebben gehad op de resultaten. Bepaalde regels moesten van te voren bepaald worden om te zorgen dat de argumentatie consequent was, maar deze regels zijn enigszins vanuit een modern perspectief opgesteld. Mogelijk dacht men in de Middeleeuwen anders over de eisen waar een constructie aan moest voldoen en hoe deze gebouwd moest worden. Keuzes hoefden bijvoorbeeld niet alleen vanuit praktisch oogpunt te zijn gemaakt, men kon ook symbolische waarde hebben gehecht aan bepaalde constructievormen.¹²⁶ Hoe men hier vroeger over dacht is echter moeilijk te bewijzen.

Verder kunnen variaties in het beschikbare materiaal voor afwijkingen in de vorm hebben gezorgd. Er werd gewerkt met natuurlijk gegroeid hout, dus kromme of gevorkte stammen kunnen zijn toegepast wanneer deze bij de hand waren. Dit heeft waarschijnlijk geen bepalende rol gespeeld in de algemene constructievormen, omdat dit een te grote variabele is. In het model is er daarom geen rekening mee gehouden, maar in de uitvoering van de reconstructie kan wel met wisselende stukken hout worden gewerkt om deze lokale variatie ook weer te geven.

De opgraving waar de plattegrond van afkomstig is was nog niet uitgewerkt ten tijde van dit onderzoek, waardoor het mogelijk is dat nog aanvullende informatie beschikbaar komt die niet meer in dit onderzoek kan worden meegenomen. Naast de paalkuilen zijn echter geen andere grondsporen of vondstmateriaal aangetroffen dus de kans is klein dat de interpretatie hier door beïnvloedt wordt. Een uitgebreidere interpretatie van de structuur kan voor nieuwe inzichten zorgen, maar omdat de allesporenkaart voor dit onderzoek ook al is gebruikt levert verdere uitwerking waarschijnlijk niets nieuws op.

Met de verschillende onderzoeksmethoden is op macroniveau informatie verzameld die vervolgens is toegepast op de interpretatie. Dit is in een model vormgegeven op basis van een plattegrond uit Putten, terwijl de reconstructie in Zutphen moet komen te staan. Daarnaast is de vorm beredeneerd met typologieën uit Drenthe en kennis uit andere delen van het land. Dat kennis uit verschillende schaalniveaus door elkaar wordt toegepast kan als problematisch worden gezien, hierdoor wordt wellicht niet genoeg rekening gehouden met lokale variaties. Bij gebrek aan lokaal bewijsmateriaal is dit echter de enige manier om een ontwerp te onderbouwen. Zolang hier bewust mee wordt omgegaan hoeft dit geen probleem te zijn. Zodra op lokaal of regionaal niveau nieuwe ontdekkingen worden gedaan kan dit worden vergeleken met de gebruikte informatie, zolang maar duidelijk is waar de gebruikte informatie vandaan komt. Het interpretatieproces en het 3D model zijn expliciet beschreven, wat het toegankelijk maakt voor toekomstige onderzoekers. Aanpassingen kunnen daarom redelijk eenvoudig gedaan worden zodat met dit onderzoek verder gewerkt kan worden tot een beter resultaat.

¹²⁶ Huijbers 2018, 127-134.

Het mesoniveau in dit onderzoek bestaat uit de lokale context waar de reconstructie in komt te staan. Vanaf de start van het onderzoek is rekening gehouden met wensen van de opdrachtgever over de rol van het gebouw binnen Erve Eme. Dit heeft een volledig objectieve interpretatie bemoeilijkt, omdat naar een gewenste vorm werd toegewerkt in plaats van naar een onbekend eindresultaat. Er is gezocht naar een plattegrond die de afwezigheid van wanden toeliet, zodat dit een realistische interpretatie niet in de weg zou zitten. Er zijn bij de gekozen plattegrond geen sporen gevonden die wijzen op een wandconstructie. Dat wil echter niet zeggen dat de afwezigheid van wanden bewezen is, het resultaat van dit onderzoek is slechts een van de mogelijke interpretaties. Hiermee moet bij eventueel vervolgonderzoek wel rekening worden gehouden.

8 Conclusie

Voor dit onderzoek zijn zes deelvragen opgesteld waarmee de hoofdvraag kan worden beantwoord. Om deze deelvragen te beantwoorden is een reconstructie beredeneerd op basis van een huisplattegrond, literatuuronderzoek, analyse van bestaande reconstructies en overleg met specialisten. De doelstelling van het onderzoek was het maken van een 3D model en een verantwoordingsdocument voor het reconstrueren van een schuur. De resultaten van het onderzoek zijn in het 3D model te zien, maar worden in dit verantwoordingsdocument in detail besproken. Met de resultaten zijn alle deelvragen beantwoord en daarmee ook de hoofdvraag.

Op macroniveau is kennis uit heel Nederland verzameld om deelvragen 2, 4 en 5 te beantwoorden. Deelvraag 2 luidde als volgt: *Hoe zijn reconstructies elders in Nederland verantwoord?* Dit is onderzocht door op internet en in de literatuur te zoeken naar de bestaande vroegmiddeleeuwse reconstructies in Nederland. Deze staan naast Zutphen ook in Amersfoort, Alphen aan de Rijn, Eindhoven en Vlaardingen. Zelfs binnen deze periode bleek de variatie groot, dus alleen de meeste relevante reconstructies zijn bezocht. Terwijl in Eindhoven ook twee bootvormige gebouwen staan kwamen deze verder niet sterk overeen met de plattegrond die voor de reconstructie is gekozen. Het hoofdgebouw in Amersfoort komt echter wel sterk overeen en het ontwerpproces hiervan is ook gedocumenteerd en beschikbaar voor inzage. Dit gebouw is ontworpen door een groep archeologen en hun bevindingen zijn later samengevoegd in een rapport. Voor het bouwen van de reconstructie is over het beslissingsproces niets vastgelegd, er zijn alleen ontwerptekeningen gemaakt. Een student van de UvA heeft uiteindelijk de verslaglegging van dit overleg gemaakt, gebaseerd op interviews en de originele tekeningen. Hieruit blijkt dat voor de verantwoording vooral gebruik is gemaakt van vondsten en reconstructies in het buitenland, de plattegrond en de deskundigheid van deze specialisten. Om te bepalen hoe dit bij andere reconstructies is gegaan, is een aantal specialisten gevraagd naar hun aanpak en hoe ze reconstructies verantwoorden. Hieruit bleek dat wel literatuur gebruikt wordt maar dat de verantwoording eigenlijk nooit wordt gedocumenteerd.

Om deelvragen 4 en 5 te beantwoorden is uitgebreid literatuuronderzoek gedaan. Deelvraag 4 is: *Welke constructiemethoden kunnen het beste worden toegepast?* en deelvraag 5 is: *Wat voor bouwmaterialen kunnen het beste worden gebruikt?* Er is gekeken naar interpretaties en schriftelijke reconstructiepogingen door archeologen en vondsten uit Nederlandse opgravingen die informatie over constructies of materialen hebben opgeleverd. De resultaten hiervan zijn toegepast op het microniveau van de reconstructie zelf. Voor de constructiemethoden is dit gedaan door de gekozen plattegrond te interpreteren en de gevonden informatie hier op toe te passen. Deze interpretatie heeft geleid tot een bootvormig model met dwarsgebinten, schorende buitenstijlen, gebintplaten waar daksporen op rusten die zijn verstevigd met een haanhout. Het zadeldak heeft door de bootvorm een gebogen noklijn. Voor de verbindingen wordt vooral gebruikt gemaakt van halfhoutse keepverbindingen, maar ook pen-en-gat- en lasverbindingen. Om te bepalen welke materialen konden zijn toegepast is gekeken naar wat er in de directe omgeving beschikbaar moet zijn geweest. Pollenanalyses en houtskoolvondsten wijzen op de aanwezigheid van een eikenbos en eik is de meest geschikte, natuurlijk in Nederland aanwezige houtsoort. Als dakbedekkingsmateriaal zijn zowel houten dakspanen als riet of stro mogelijk en al deze materiaalsoorten moeten ook in de omgeving beschikbaar zijn geweest. Verbindingen kunnen worden verzekerd met houten pennen, dus andere materialen zijn verder niet vereist.

Het mesoniveau bestaat uit deelvragen 1 en 3. Deelvraag 1 is de vraag: *Hoe zag de nederzetting Eme er uit in de Vroege-Middeleeuwen?* Deze is voornamelijk beantwoord op basis van opgravingen uit de omgeving. Deze hebben meerdere plattegronden opgeleverd, evenals hutkommen, spiekers, waterputten, afvalkuilen en houtskoolmeilers. Eme zelf was hoogstwaarschijnlijk een agrarische nederzetting bestaande uit drie tot vijf erven, waar

mogelijk ook aan metaalbewerking werd gedaan. Een deel van de archeologische resten in de omgeving wijzen op een aangrenzende nederzetting, Leesten genaamd.

Deelvraag 3 luidt: *Welke archeologische plattegrond zou als basis voor de reconstructie het huidige aanbod van Erve Eme het beste aanvullen?* Om deze vraag te kunnen beantwoorden is eerst expliciet vermeld wat Erve Eme nu inhoudt en wat het doel van dit gereconstrueerde erf is. Vervolgens zijn op basis van de wensen van de opdrachtgever verschillende eisen opgesteld waar een plattegrond aan moest voldoen voordat deze als basis kon worden gebruikt voor de reconstructie. Een plattegrond uit een recente opgraving in Putten is uiteindelijk in overeenstemming met de opdrachtgever gekozen. Een aantal bijkomende voordelen maakte deze zeer geschikt als basis voor de nieuwe reconstructie. Ten eerste zou de bootvorm een nieuw soort gebouw opleveren wat voor een meer divers aanbod zorgt. Ten tweede wordt de periode die Erve Eme uitbeeldt hiermee uitgebreid tot de Merovingische én Karolingische periode, waardoor nu de volledige Vroege-Middeleeuwen fysiek worden vertegenwoordigd.

De resultaten van de andere deelvragen zijn toegepast op de gekozen plattegrond om tot een driedimensionale reconstructie te komen. Deze wordt omschreven en verantwoord in hoofdstuk vijf, maar er is veel verbeelding voor nodig om daaruit te bepalen wat dit visueel oplevert. Om dit toegankelijk te maken is een 3D model gemaakt van de reconstructie waarin alle elementen voorkomen. Het resultaat hiervan vormt het antwoord op deelvraag 6, de vraag: *Hoe gaat de reconstructie er uiteindelijk uitzien?*

De hoofdvraag is *Hoe kan zo historisch accuraat mogelijk een schuur worden gereconstrueerd, zoals deze tussen 500 en 900 na Christus in regio Zutphen hebben bestaan?* Voor een kort antwoord hierop kan naar het model worden gekeken maar in het verantwoordingsdocument worden de meeste deelvragen beantwoordt dus een uitgebreid antwoord kan in dit document worden gevonden. Samengevat luidt het antwoord als volgt: de historisch accurate reconstructie moet worden gebaseerd op een plattegrond die zo dicht mogelijk bij Zutphen in de buurt is gevonden en uit dezelfde tijdsperiode komt. De reconstructie kan het beste met eikenhout worden gebouwd, als dakbedekkingsmateriaal kunnen riet, stro of dakspanen worden toegepast. De constructie bestaat uit rijen stijlen die de grondsporen van de plattegrond volgen. De stijlen worden gestabiliseerd door schorende buitenstijlen en aan elkaar verbonden door middel van gebintbalken en gebintplaten. Op de platen staat een sporenkap, stabiel gemaakt door middel van haanhouten. Op deze dakconstructie worden rietlatten bevestigd en hierop ligt de dakbedekking.

9 Aanbevelingen

Het onderzoek op macroniveau is in dit document toegepast op de reconstructie op microniveau. Het specifieke eindresultaat is dus erg afhankelijk van de gebruikte plattegrond. Hierdoor zijn de resultaten alleen relevant voor verder inhoudelijk onderzoek naar lokale overeenkomende plattegronden. Voor toekomstige reconstructieprojecten in een andere context kan het onderbouwingsproces van dit document wellicht als inspiratie dienen, dit is immers niet vaak zo uitgebreid gedocumenteerd. Er wordt aanbevolen de *Seville Principles* te volgen tijdens dergelijke nieuwe projecten, zodat de documentatie van de verantwoording gestructureerd wordt uitgevoerd.

Op mesoniveau moet nog worden bepaald hoe de reconstructie in de context van Erve Eme moet worden geplaatst, zowel ruimtelijk als in het specifieke gebruik. Wat de locatie betreft heeft de opdrachtgever veel vrijheid, maar een oost-west oriëntatie zoals op de plattegrond is het meest historisch accuraat en wordt dus aanbevolen. De specifieke functie die het nieuwe gebouw gaat krijgen kan variëren, omdat er geen verdere bewijzen van functie uit de opgraving zijn gehaald. Gezien de open wanden is het gebouw echter het meest geschikt als werkruimte. Het uitvoeren van werkzaamheden zoals aardewerkproductie en hout- en metaalbewerking kan hier onder de meeste weersomstandigheden worden uitgevoerd. De goede lichtinval door de open wanden maakt deze ruimte ook zeer geschikt voor dit soort werkzaamheden. Het gebruikt van deze ruimte als locatie voor productiewerkzaamheden wordt daarom aanbevolen.

Op microniveau is de verantwoording redelijk compleet, voor elk onderdeel zijn wel argumenten gevonden ter onderbouwing. Het is mogelijk dat de bewijsvoering nog verder kan worden aangevuld met nog meer literatuuronderzoek, maar het is onwaarschijnlijk dat tot in elk detail bewezen kan worden hoe de reconstructie er echt uit moet zien gezien het beperkte archeologische bewijsmateriaal. Zodra de uitwerking van de opgraving in Putten is gepubliceerd kan hier eventueel nog nieuwe informatie uit worden gehaald, maar de kans hierop is klein. Desalniettemin wordt wel aangeraden om te controleren of de hier gehanteerde datering nog accuraat is, zodat de reconstructie op de juiste manier voor educatieve doeleinden kan worden toegepast. Verder literatuuronderzoek is voor de verantwoording niet nodig, er wordt aanbevolen de reconstructie fysiek na te bouwen op basis van het ontwerp. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat het 3D model bedoeld is als visualisatie en niet als bouwtekening. Het model is niet bouwkundig nagerekend. Er wordt daarom ook geadviseerd de reconstructie uit te laten voeren door iemand met specialistische kennis van houtbouw en bij voorkeur ook archeologische reconstructies.

Het model is vormgegeven om zo historisch accuraat mogelijk te zijn, hierbij is geen rekening gehouden met moderne gemakken en gewenste gebruiksmogelijkheden. Om het model gebruiksvriendelijk te maken en aan te passen naar de geplande functie moeten bepaalde aanpassingen worden gedaan in de uitvoering. Ten eerste moet de gehele constructie nog tien centimeter worden verhoogd zodat de gebintbalken op twee meter hoogte komen. Hierdoor kunnen ook langere moderne mensen vrij bewegen zonder hun hoofd te stoten. Dit is bij andere reconstructies die veel publiek trekken ook gedaan.¹²⁷ Verder kan een deel van de plattegrond toch van wanden worden voorzien om een hoek te verduisteren, wat wenselijk is voor een smidse. Dit hoeft de constructie niet minder historisch accuraat te maken, zolang de wandconstructie niet dieper dan veertig centimeter wordt ingegraven. Dan zou deze immers in de plattegrond zichtbaar moeten zijn geweest. Desgewenst kan een zolderopslag worden gecreëerd door slieten op de gebintbalken te leggen. Tussen de gebintbalken en de haanhouten is dan nog genoeg ruimte over.

¹²⁷ In het Archeon zijn reconstructies met tien centimeter verhoogd; pers.com. Jaap Hogendoorn.

Bronnenlijst

Literatuur

- Berends, G./J.J. Voskuil/P.A.M. van Wijk (eds.), 1982² (1973): *De benaming van houtverbindingen en constructieve houten elementen bij oude boerderijen. Een poging tot systematisering*, Arnhem.
- Berends, G., 1996: *Historische houtconstructies in Nederland*, Arnhem.
- Bouwmeester, H.M.P., 2000: *Eme in de Romeinse en Frankische tijd. Archeologisch onderzoek naar de nederzetting en het grafveld op de terreinen van het Laaksche veld en de Laaksche tuin in de Ooyerhoek, gemeente Zutphen*, Deventer (BAAC-rapport 98.045).
- Bouwmeester, H.M.P./H.A.F. Fermin/M. Groothedde, 2008: *Geschapen Landschap. Tienduizend jaar bewoning en ontwikkeling van het cultuurlandschap op de Looërenk te Zutphen*, Zutphen (BAAC-rapport 00.068).
- Denard, H., 2009: *The London Charter. For the computer-based visualization of cultural heritage*, London.
- Dijkstra, J./J.A.W. Nicolay (red.), 2008: *Een terp op de schop*, Amersfoort (ADC Monografie 3 / ADC rapport 1227).
- Dijkstra, M. F. P., 2011: *Rondom de mondingen van Rijn & Maas. Landschap en bewoning tussen de 3^e en 9^e eeuw in Zuid-Holland, in het bijzonder de Oude Rijnstreek*, Leiden (Proefschrift Universiteit van Amsterdam).
- Fermin, H.A.C./M. Groothedde, 2005: *Laan naar Eme 2004 (LnE 101). Bewoningssporen uit de Late Bronstijd op de middeleeuwse enk Ovesthamme*, Zutphen (ZAP 11).
- Fermin, H.A.C., 2014: *Een duik in het verleden. Sporen uit pre- en protohistorie rond het voormalige erf Oyshamme op het terrein van het nieuwe zwembad*, Zutphen (ZAP 89).
- Fermin, H.A.C., 2017: *Mesolithicum onder de mat van Zutphania. Proefsleuven op het toekomstige hockeyveld aan de Laan naar Eme in Zutphen*, Zutphen (ZAP 122).
- Giffen, A.E. van, 1936: *Der Warf in Ezinge, Provinz Groningen, Holland, und seine Westgermanischen Hauser*, *Germania* 20, 40-47.
- Giffen, A.E. van, 1973: *Nogmaals Ezinge*, Bussum.
- Groothedde, M., 2007: *De Franken in Leesten. Rapportage van de opgraving in de bouwput van Leestenseweg 18 te Zutphen*, Zutphen (ZAP 37).
- Haalebos, J.K. 2000: Romeinse troepen in Nijmegen, *Bijdragen en Mededelingen Vereniging Gelre* 91, 9-36.
- Haslinghuis, E.J./H. Janse, 2001⁴ (1953): *Bouwkundige termen. woordenboek der westerse architectuurgeschiedenis*, Leiden.
- Heidinga, H.A., 1987: *Medieval Settlement and Economy North of the Lower Rhine. Archaeology and history of Kootwijk and the Veluwe (the Netherlands)*, Assen.
- Hemert, R. van, 2005: *Houtconstructies: balklagen gebinten en kapconstructies. Handboek voor timmerlieden betrokken bij de restauratie van monumenten*, Amsterdam.
- Huijbers, A.M.J.H., 2018: *The enigma of the oval-shaped house in the Northwest European plain, AD 475-1000*, in M. Kars/R. van Oosten/M.A. Roxburgh/A. Verhoeven (eds.), *Rural riches & royal rags?*, Zwolle, 126-134.

- Huijts, C.S.T.J., 1992: *De voor-historische boerderijbouw in Drenthe. Reconstructiemodellen van 1300 vóór tot 1300 na Chr.*, Arnhem.
- Janse, H., 1989: *Houten kappen in Nederland. 1000-1940*, Delft (Bouwtechniek in Nederland 2).
- Koning, J. de/W. Bosman/F. Bunnik/S. Knippenberg/J. Matser/O. Odé/T. Vernimmen/L. de Vries/P. Vos, 2011: *Onder het stuifzand. Overstoven vroegmiddeleeuwse nederzettingen bij Bloemendaal (5e-9e eeuw)*, Zaandijk.
- McCaig, I./B. Ridout (eds.), 2012: *Timber*, Farnham (English Heritage Practical building conservation).
- Modderman, P.J.R., 1970a: *Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein. Textband*, Den Haag.
- Modderman, P.J.R., 1970b: *Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein. Tafelband*, Den Haag.
- Moir, J./J. Letts, 1999: *Thatch. Thatching in England 1790-1940*, London (English heritage research transactions 5).
- Noll, T., 2017⁴ (2003): *Houtverbindingen. De complete handleiding*, Baarn
- Postma, D., 2015: *Het zodenhuis van Firdgum. Middeleeuwse boerderijbouw in het Friese kustgebied tussen 400 en 1300*, Groningen.
- Scheele, E.E./R.M. Rollingswier, 2015: Gasselte boerderijen: migratie van zand naar klei, in S. Arnoldussen/P. Attema/R. Cappers/H. Groenendijk/A. van Holk/G. de Langen/E. van 't Lindenhout/J. Nicolay/A. Nieuwhof/H. Peeters/D. Raemaekers/M. Schepers/S. Willemsen (eds.), *Paleo-aktueel*. 73-80.
- Tyghem, F. van, 1966: *Op en om de middeleeuwse bouwwerf. De gereedschappen en toestellen gebruikt bij het bouwen van de vroege middeleeuwen tot omstreeks 1600. Studie gesteund op beeldende, geschreven en archeologische bronnen*, Brussel (Verhandelingen van de koninklijke Vlaamse academie voor wetenschappen, letteren en schone kunsten van België. Klasse der Schone Kunsten, Jaargang 28, nummer 19).
- Velde, E. van der, 1995: *Het Schothorst project. Van huisplattegrond tot (re)constructie tot educatief project*, Amsterdam.
- Velde, H.M. van der, 2014: Huisplattegronden uit noordoost-Nederland, in A.G. Lange/E.M. Theunissen/J.H.C. Deeben/J. van Doesburg/J. Bouwmeester/T. de Groot (eds.), *Huisplattegronden in Nederland. Archeologische sporen van het huis*, Amersfoort, 97-113.
- Waard, F.J. van der, 1996: 'Oplecht Wark', de Oudste boerderijconstructies in Oost-Nederland, in Emmens, K./K.J. Steenhouwer/M.S. Verweij/D.J. de Vries (eds.), *Monumenten en bouwhistorie*, Zwolle (Jaarboek Monumentenzorg 7), 8-18.
- Waterbolk, H.T., 1980: Hoe oud zijn de Drentse dorpen?, *Westerheem* 29, nummer 2, 190-212.
- Waterbolk, H.T., 2009: *Getimmerd verleden. Sporen van voor- en vroeghistorische houtbouw op de zand- en kleigronden tussen Eems en IJssel*, Groningen (Groningen Archaeological Studies 10).
- Weijs, F.J., 1990: *Een ambacht met riet. Riet, biez en griendhout*, Lisse.
- Wood, C./A. Henry, 2013: *Roofing*, Farnham (English Heritage Practical building conservation).

Zimmermann, W.H., 1998: Pfosten, Ständer und Schwelle und der Übergang vom Pfosten- zum Ständerbau – Eine Studie zu Innovation und Beharrung im Hausbau, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 25, 9-241.

Kaartmateriaal

Gemeente Zutphen, 2017: *Archeologische Waardenkaart Zutphen (versie 3 april 2017)*.

(Beschikbaar op

https://www.zutphen.nl/Inwoners/Wonen_en_verhuizen/Bouwen_verbouwen/Archeologische_Waardenkaart_Zutphen, op 22-11-2018).

Afbeeldingen

De foto's en illustraties zijn door de auteur gemaakt tenzij anders is vermeld in de beschrijving.

Internet

Archeon vanuit de lucht (<https://www.archeon.nl/nl/ontdek-archeon/archeon-vanuit-de-lucht.html> op 5-6-2019).

Athenaeumbibliotheek (<https://www.bibliotheekdeventer.nl/wise-apps/catalog/5700/search/> op 1-7-2019).

Autodesk 3ds Max (<https://www.autodesk.nl/products/3ds-max/overview> op 9-6-2019).

Collecties Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
(<http://cultureelerfgoed.adlibsoft.com/search.aspx> op 9-6-2019)

DANS EASY (<https://easy.dans.knaw.nl/ui/home> op 9-6-2019).

Educatief archeologisch erf
(https://www.vlaardingeng1018.nl/Verhalen/Educatief_Archeologisch_Erf op 5-6-2019)

Erve Eme (<https://erve-eme.com/> op 5-6-2019).

IANUS IT-empfehlungen (<https://www.ianus-fdz.de/it-empfehlungen/3d> op 9-7-2019).

Middeleeuws erf (<https://www.hetgroenehuisamersfoort.nl/middeleeuws-erf> op 5-6-2019).

Prehistorisch dorp (<https://www.prehistorischdorp.nl/nl/organisatie> op 4-7-2019).

Seville Principles (<http://sevilleprinciples.com/> op 9-6-2019)

Rodgers, H., 2017: *Making Roof Shingles With Hand Tools*.
(<https://www.youtube.com/watch?v=UZA1J8RHtY> op 29-05-2019)

Thermenmuseum (<https://www.thermenmuseum.nl/het-museum/over-het-thermenmuseum/> op 10-6-2019).

Woud en beek. Rondhoutbouw en boomverzorging sinds 1987 (<http://woudenbeek.nl/over-ons.html> op 5-2019).

Zoeken in de collectie van Saxion Bibliotheek (<https://search.saxionbibliotheek.nl/> op 9-6-2019).

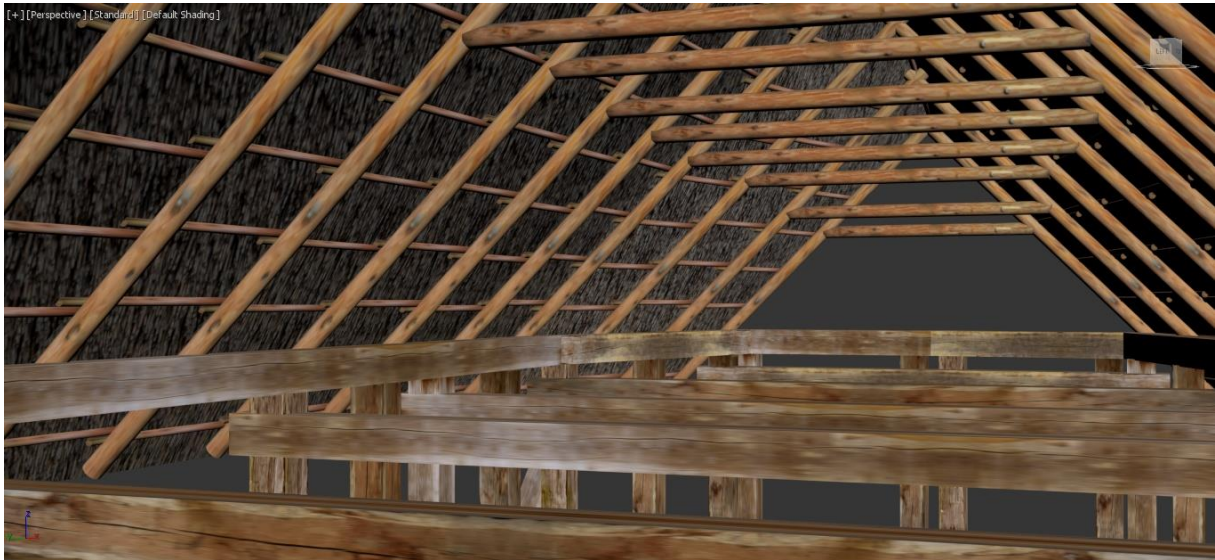
Bijlage I: Detailafbeeldingen 3D model



Figuur 1 Model gezien vanuit het noordwesten



Figuur 2 Het model zonder dakbedekking laat de onderliggende dakconstructie zien.



Figuur 3 Model van binnenuit gezien.



Figuur 4 Close-up van de eindgevel aan de oostkant.

Bijlage II: Verklarende Woordenlijst

Hieronder worden definities gegeven van verschillende bouwkundige termen die in dit verantwoordingsdocument worden gebruikt, omdat die niet algemeen bekend zijn onder archeologen. Houtbouwspecialisten van verschillende achtergronden gebruiken soms verschillende termen voor dezelfde elementen. Dit kan verwarring creëren. Deze lijst verduidelijkt de hier gebruikte termen. De definities zijn voornamelijk gebaseerd op een verklarend woordenboek over bouwhistorische termen, geschreven door E.J. Haslinghuis en H. Janse.¹²⁸ Ter aanvulling is een publicatie van G. Berends uit 1982 geraadpleegd.¹²⁹ Deze is vergeleken met een nieuwere publicatie van dezelfde auteur waarin wat aanpassingen op de eerdere versie worden voorgesteld.¹³⁰ Aan het eind van de lijst is een afbeelding toegevoegd die de positie van een aantal genoemde elementen aangeeft.

Dakschild – Een schuin dakvlak. Een zadeldak heeft er twee die in de nok samenkomen, een schilddak heeft ook nog twee schuine vlakken bij de eindwanden.

Dakspaan – Dakbedekking van overlappende gespleten houten plankjes. Ook wel schindels of schaliën genoemd.

Dakspoor – Diagonale balk die van de dakvoet tot de nok loopt, waarop dakbeschot of latten liggen die de dakbedekking dragen. Ook wel dakspar of span genoemd.

Dakvoet – De onderste rand van een dak.

Gebint – Samenstel van twee stijlen en een verbindende balk en bijbehorende hoekverstevingen tot een draagconstructie. Een dwarsgebint staat haaks op de lengterichting van een constructie, een langsgebint staat parallel hier aan.

Gekantrecht – Wanneer rondhout bewerkt is tot een balk met een rechthoekige doorsnede.

Gording – Houten ligger, aangelegd in de lengterichting van een dak, waarvan twee zijden evenwijdig zijn aan het dakvlak. Draagt de dakbedekking bij een gordingenkap, ondersteund de daksporen bij een sporenkap.

Hanenbalk – Horizontaal verbindingselement tussen twee daksporen die tegenover elkaar staan. Ook wel haanhout of sporenhout genoemd.

Hoekkeper – Dakonderdeel dat zich bevindt op de snijlijn van twee dakvlakken die onder een uitspringende hoek snijden.

Gebintbalk – Horizontaal element dat de gebintstijlen aan elkaar koppelt tot een portaalspant. Afhankelijk van de positie wordt dit element ook wel tussenbalk, ankerbalk, kopbalk of dekbalk genoemd.

Korbeel – Schoor tussen een verticaal of schuinstaand onderdeel en een horizontaal onderdeel van een houtconstructie.

Plaat – Horizontaal toegepast element, de breedte is gelijk aan of groter dan de hoogte. Liggt over meerdere portaalspanten/gebinten en koppelt deze aan elkaar. Een gebintplaat ligt in lengterichting, anders heet het een dwarsplaat.

Portaalspant – Combinatie van in dwarsrichting tegenover elkaar liggende stijlen die gekoppeld zijn met een horizontale balk.

¹²⁸ Haslinghuis, E.J./H. Janse 2001.

¹²⁹ Berends, G./J.J. Voskuil/P.A.M. van Wijk 1982.

¹³⁰ Berends 1996.

Rietlat – Horizontale lat die over twee daksporen ligt. Hier wordt het dakbedekkingsmateriaal aan bevestigd, dit hoeft niet noodzakelijk riet te zijn.

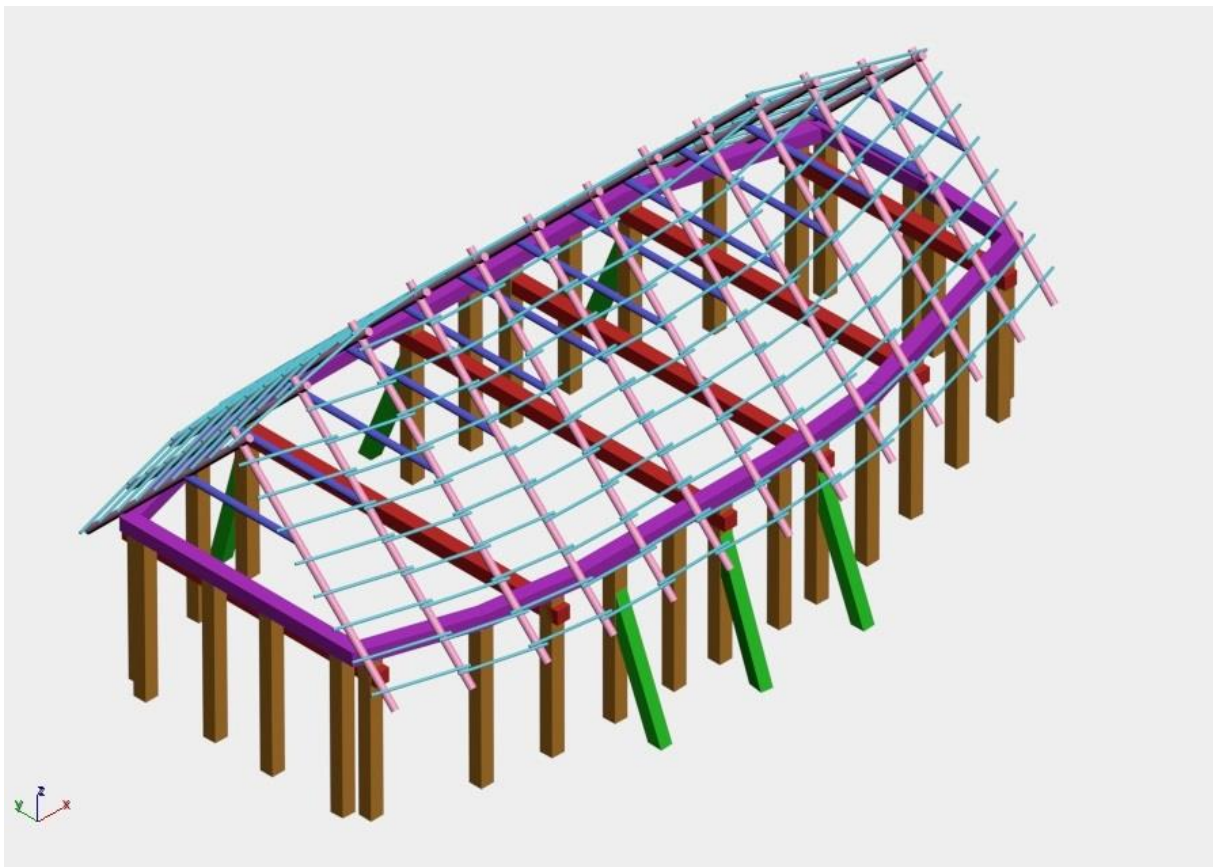
Rondhout – Langwerpig stuk hout met een ronde doorsnede.

Schoor – Schuingeplaatst element dat iets schraagt, druk van een belasting opvangt of een zijdelings verband aanbrengt. Dit geeft een constructie stabiliteit en kan de werking van krachten verplaatsen.

Stijl – Loodrechte of schuinstaande stut. Gebintstijlen hebben een dragende functie en maken deel uit van een gebint. Ook wel staanders genoemd.

Sliet – Dun stuk rondhout dat in lengterichting over dwarsliggers ligt. Dit werd gedaan om boven het loopvlak een platform te maken voor opslag. Andere benaming is tasliggers. Slieten worden ook gebruikt voor andere toepassingen.

Toognagel – Houten nagel die een houtverbinding vastzet en voorkomt dat elementen afschuiven of losraken van elkaar.



Overzicht van de in de tekst genoemde constructie elementen:

- Bruin: gebintstijlen
- Groen: buitenstijlen
- Rood: gebintbalken
- Paars: gebintplaten
- Roze: daksporen
- Donkerblauw: haanhouten
- Lichtblauw: rietlatten