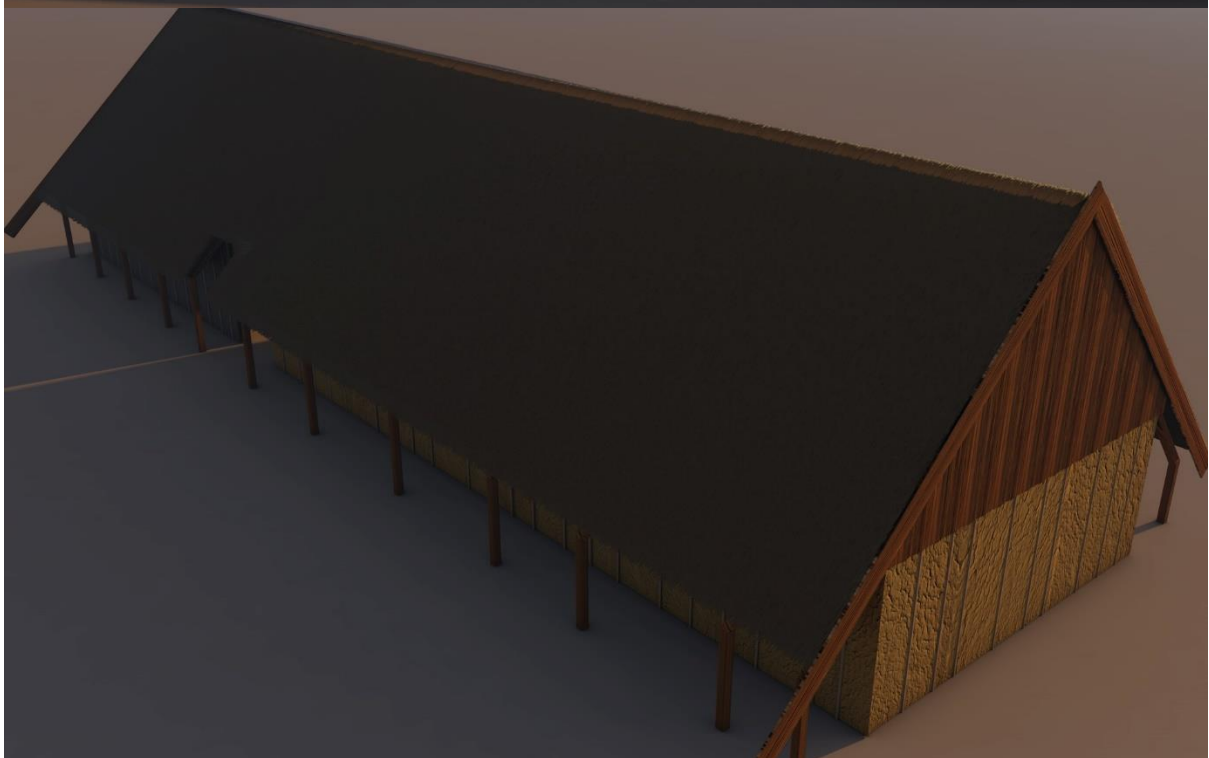


Digitale Reconstructie Woonstalhuis

Vroeg-middeleeuwse boerderij te Leiden Boshuizen



Auteur: Leander Pierik

Datum: 19-04-2020

Voorwoord

Dit is mijn afstudeerscriptie voor de opleiding Archeologie te Deventer. Aan het einde van mijn studie kreeg ik de kans van Maarten Sepers, mijn toenmalige docent 3D reconstructies, om een woonstalhuis te reconstrueren uit een definitieve opgraving (DO) aan de Boshuizerkade. Hij fungeert dan ook als opdrachtgever voor dit onderzoek. Dit DO is uitgevoerd door Diachron, waar mijn docent destijds nog werkzaam was. Dit bedrijf is in 2017 geliquideerd en mijn docent is gaan werken bij Panoptes, een bedrijf dat hijzelf en een collega heeft opgericht. Dit bedrijf is in 2019 beëindigd. Het uitwerken van de DO aan de Boshuizerkade is door de voormalige werknemers van Diachron voortgezet. Zij fungeren daarom als mijn opdrachtgever.

Ik wil graag mijn dank betuigen aan alle mensen die door de jaren heen mij hebben geholpen met het uitwerken van dit onderzoek. Allereerst Maarten Sepers en Menno Dijkstra voor hun geduld en tips bij het uitzoeken van dit onderwerp en voor het beschikbaar stellen van de data voor dit onderzoek. Maarten heeft mij vooral geholpen bij het maken van een digitale reconstructie en heeft mij van handige tips voorzien. Menno was een grote bron van kennis over de constructiewijze en type aanduiding van vroeg-middeleeuwse woonstalhuizen.

Daarnaast wil ik graag mijn begeleider uit Saxion bedanken, Ronald Visser. Die door al die jaren heen mij nooit in de steek gelaten heeft en altijd klaar stond om te helpen. Oprecht bedankt. Daarnaast ook niet te vergeten uit mijn persoonlijke kring, mijn ouders en mijn vrouw. Zij hebben de afgelopen jaren met mij, en met de druk die het schrijven van een scriptie met zich meebrengt, moeten leven. Bedankt voor jullie begrip en steun.

Leander Pierik,

Hippolytushoef, 19-04-2020

Samenvatting

Op de noordelijke sportvelden aan de Boshuizerkade is in opdracht van de gemeente Leiden een sportcomplex heringericht, deels als bebouwing en deels als park. Om de archeologische resten in de ondergrond veilig te stellen, is door RAAP een bureau- en inventariserend veldonderzoek uitgevoerd. Aan de hand van dit onderzoek is door Archol een inventariserend proefsleuvenonderzoek verricht. De resultaten uit het proefsleuvenonderzoek hebben geleid tot het uitvoeren van een definitieve opgraving (DO), uitgevoerd door Diachron. Tijdens het uitwerken van dit DO werd duidelijk dat er een incomplete vroeg-middeleeuws huisplattegrond gevonden was. Om meer te weten te komen over dit woonstalhuis is besloten om een digitale reconstructie te maken als afstudeerproduct.

Het doel van dit onderzoek wordt samengevat in de volgende hoofdvraag:

Welke wetenschappelijke kennis kan er uit een digitale reconstructie van een vroeg-middeleeuws woonstalhuis, zoals opgegraven in Leiden Boshuizen, behaald worden ten opzichte van een analoge reconstructie?

Om deze vraag te beantwoorden is de gevonden huisplattegrond met de hulp van een expert op het gebied van vroeg-middeleeuwse huistypes (Menno Dijkstra) getypeerd als Katwijk B. Aan de hand van deze typering is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar andere gelijktijdige en constructief vergelijkbare woonstalhuizen en naar de verschillende manieren om archeologische structuren te reconstrueren. Met behulp van deze types zijn de missende onderdelen van de huisplattegrond aan de Boshuizerkade aangevuld zodat er een zo compleet en accuraat mogelijke reconstructie gerealiseerd wordt van de huisplattegrond.

Om het gebruik van een digitale reconstructie te rechtvaardigen ten opzichte van conventionele analoge reconstructies, is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de verschillende technieken. Zo is er gekeken naar verschillende experimentele archeologieprojecten en cultuurparken in Europa. Daarnaast is gekeken naar reeds uitgevoerde digitale reconstructies. Het resultaat is een goed overzicht van de voor- en nadelen. Zo zijn de analoge constructies beter in het achterhalen van praktische aspecten, zoals gereedschapsgebruik, materiaalgebruik en woongemak. Digitale reconstructies zijn daarentegen beter in het onderzoeken van verschillende mogelijkheden qua constructie en plaatsing van de verschillende onderdelen. Deze aspecten zijn doorslaggevend geweest bij de keuze voor het digitaal reconstrueren van de huisplattegrond in dit onderzoek.

In totaal zijn 42 mogelijke versies van het woonstalhuis aan de Boshuizerkade gereconstrueerd. Er zijn verschillende versies gemaakt van de binnenmuren, buitenmuren, buitenstaanders, gevelbekleding, dakconstructie, dakafwerking en dakbedekking. Hiermee zijn de verschillende mogelijke reconstructies in kaart gebracht. Deze versies kunnen afzonderlijk van elkaar onderzocht worden en in de toekomst aangevuld of opnieuw geëvalueerd worden. Wijzigingen en aanvullingen zijn dan makkelijk te realiseren. Daarnaast is de reconstructie niet gebonden aan een fysieke locatie en kan deze vrij gedeeld worden met het publiek en onderzoekers. Dit vergroot het raakvlak voor toekomstige gebruikers aanzienlijk ten opzichte van analoge reconstructies.

Aan de hand van de reconstructie, de beslisboom, meta- en paradata en de overige documentatie kunnen toekomstige onderzoekers deze reconstructie opnieuw evalueren en uitbreiden met nieuwe inzichten. Dit, in tegenstelling tot een analoge reconstructie, is vele male efficiënter.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	3
1 - Inleiding	6
1.1 Kader	6
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Doel- en vraagstelling	6
1.4 Micro/meso/macro	7
1.5 Leeswijzer	8
2 - Methoden en Technieken	9
3 - De opgraving	10
3.1 Verkennend booronderzoek RAAP	11
3.2 Proefsleuvenonderzoek ARCHOL	11
3.3 DO Diachron	14
3.3.1 Structuren	14
4 – Beschikbare informatie	16
4.1 Huistypen/-plattegronden	16
4.2 Analoge reconstructies	24
4.3 Digitale reconstructies	24
4.4 Software	26
4.5 Generieke software	28
5 - Het model	29
5.1 Algemene aannames	29
5.2 Fundering	32
5.3 Gebintstijlen	32
5.4 Verdeelbalk	34
5.5 Gebintbalken	37
5.6 Buitenwandstijlen	41
5.6.1 Buitenwandstijlen – korte zijde	47
5.7 Buitenwanden	50
5.8 Ingangen	56
5.9 Dakconstructie	59
5.9.1 Kap	59
5.9.2 Dakhuid	67

5.9.3 Afwerking kopse einden.....	69
5.10 Binnenindeling	74
5.11 Binnenwanden	75
5.12 Materiaalgebruik.....	77
6 - Conclusie	80
7- Discussie.....	83
7.1 Microniveau	83
7.2 Mesoniveau.....	83
7.3 Macroniveau	84
8 - Aanbevelingen	85
8.1 Microniveau	85
8.2 Mesoniveau.....	85
8.3 Macroniveau	86
9 – Literatuurlijst.....	88
Internetbronnen:	90
Bijlage 1 – Meta-data Model	92
Folderstructuur Boshuizerkade_V1.0:	92
Boshuizerkade_V1.C4d project file.....	92
Environment	93
Huisplattegronden	94
Begane Grond	95
Verdieping.....	98
Overig.....	101
Bijlage 2 – Para-data Model	103
Bijlage 3 - Totaal Onderdelen Reconstructie	106
Bijlage 4 – Beslisboom	109

1 - Inleiding

1.1 Kader

Op de noordelijke sportvelden aan de Boshuizerkade wordt in opdracht van de gemeente Leiden een sportcomplex heringericht deels als bebouwing en deels als park. Bij de realisatie van dit project worden de archeologische resten in de ondergrond aangetast of vernietigd. Bij het booronderzoek zijn resten uit de Romeinse tijd en Late-Middeleeuwen gevonden.¹ Naar aanleiding van dit onderzoek is een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd door Archol.² Bij dit laatste onderzoek is een huisplattegrond aangetroffen uit de Vroege-Middeleeuwen en mogelijk resten van een Romeinse weg (*limes*-weg). Door Diachron is de definitieve opgraving (DO) uitgevoerd en is de rest van de huisplattegrond uit de Vroege-Middeleeuwen gevonden.

Om meer inzicht te krijgen in het mogelijk uiterlijk van deze vroeg-middeleeuwse woonstalboerderij die oorspronkelijk op deze plaats heeft gestaan, is mij gevraagd om een digitale reconstructie te maken. Om een zo compleet mogelijk beeld te creëren van de historische situatie is er gekozen voor een nieuwe manier van reconstrueren. Hierbij wordt niet een maar meerdere varianten van de verschillende onderdelen gemaakt. Al deze varianten zijn onderbouwd en beschreven zodat het eindproduct een combinatie is van verschillende varianten. Uit deze varianten kunnen dan meerdere digitale reconstructies gemaakt worden. Deze reconstructies kunnen daarna toegepast worden op verschillende andere vroeg-middeleeuwse huisplattegronden voor verder onderzoek.

1.2 Probleemstelling

In de Nederlandse archeologie wordt weinig gebruik gemaakt van digitale reconstructie als hulpmiddel in het onderzoeksproces. De meeste archeologische bedrijven zien het als een mooi plaatje en gebruiken het nauwelijks als een extra manier om informatie te verkrijgen. Een digitale reconstructie is zeer bruikbaar voor het visualiseren van de huidige kennis, het ontwikkelen van een virtuele onderzoeksomgeving waar meerdere onderzoeken op aan kunnen sluiten en het verkennen van technische processen. Deze voordelen worden helaas nog onvoldoende gebruikt in de Nederlandse archeologie. Ik vind het belangrijk om aan de hand van dit model te laten zien dat het gebruik van deze technieken daadwerkelijk nieuwe informatie kan opleveren of kennishiaten kan aangeven. Daarnaast kan dit onderzoek hopelijk als basis dienen voor onderzoek naar vroeg-middeleeuwse huisplattegronden.

1.3 Doel- en vraagstelling

Het doel van dit onderzoek is om een digitale reconstructie te maken van de gevonden huisplattegrond aan de Boshuizerkade en vast te stellen wat voor wetenschappelijke kennis hieruit voortkomt. Hiervoor zijn de volgende hoofd- en deelvragen opgesteld:

Hoofdvraag:

Welke wetenschappelijke kennis kan uit een digitale reconstructie van een vroeg-middeleeuws woonstalhuis, zoals opgegraven in Leiden Boshuizen, behaald worden ten opzichte van een analoge reconstructie?

¹ Schiltmans 2006.

² Hemminga 2013.

Deelvragen:

1. Welke vroeg-middeleeuwse huisplattegronden van de Boshuizerkade opgraving zijn bruikbaar voor dit onderzoek?
2. Welke data zijn beschikbaar over de omgeving van de gekozen huisplattegrond?
3. Welke analoge reconstructies van vroeg-middeleeuwse huizen zijn gemaakt in Nederland en Europa?
4. Waar zijn deze analoge reconstructies op gebaseerd?
5. Welke digitale reconstructies zijn gerealiseerd in Nederland en Europa?
6. Welke digitale reconstructie programma's zijn beschikbaar voor dit soort onderzoek?
7. Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende soorten programma's?
8. In hoeverre is de digitale reconstructie van het huistype Katwijk B, gevonden in Leiden Boshuizen, toepasbaar op andere Katwijk B types gevonden in Nederland?
9. In hoeverre is de digitale reconstructie van het huistype Katwijk B, gevonden in Leiden Boshuizen, toepasbaar op ander vroeg-middeleeuwse huisplattegronden in Nederland?

1.4 Micro/meso/macro

Dit onderzoek is verdeeld in drie niveaus. Het microniveau richt zich op de verschillende archeologische onderzoeken aan de Boshuizerkade en de gevonden huisplattegrond. Het mesoniveau richt zich op de digitale reconstructie en de bijbehorende opties. Bij het macroniveau van dit onderzoek wordt gekeken naar de toepasbaarheid van digitale reconstructies op andere gevonden plattegronden van hetzelfde huistype en andere huistypes in dezelfde tijdsperiode.

Door de informatie van de opgraving (deelvragen 1 & 2), de informatie van de analoge reconstructies (deelvragen 3 & 4), de digitale reconstructies en methoden (deelvragen 5,6 & 7) en de toepasbaarheid van het model (deelvragen 8 & 9) te combineren wordt de wetenschappelijke kennis bepaalt uit dit onderzoek. Dit wordt gebruikt om de hoofdvraag te beantwoorden.

1.5 Leeswijzer

Deze scriptie is als volgt ingedeeld. In hoofdstuk 4 vindt men de uiteenzetting van alle onderzoeken aan de Boshuizerkade tot en met de definitieve opgraving door Diachron. Het resultaat van dit hoofdstuk is de huisplattegrond die gebruikt wordt in het verdere onderzoek. In hoofdstuk 5 worden de verschillende huisplattegronden die onderzocht zijn, toegelicht. Daarnaast wordt het resultaat besproken van het literatuuronderzoek naar de analoge en digitale reconstructies. Als laatste wordt hier de meest geschikte software besproken voor gebruik in dit onderzoek. Hoofdstuk 6 richt zich op het uitwerken van de digitale reconstructie. Hier worden alle onderdelen van het woonstalhuis besproken, het materiaalgebruik en afsluitend een overzicht van alle gemodelleerde onderdelen. In hoofdstuk 7 vindt men de conclusie waar de hoofd- en deelvragen beantwoord worden. Hoofdstuk 8 behandelt de discussie. In deze discussie wordt gereflecteerd op het onderzoek, beperkingen benoemt en kansen op verder onderzoek besproken. Hoofdstuk 9 bestaat uit de aanbevelingen voor verder onderzoek. En afsluitend vindt men in hoofdstuk 10 de literatuurlijst en daarna de bijlagen.

2 - Methoden en Technieken

Aan het begin van dit onderzoek zijn de opgravingsdata van de DO aan mij overhandigd. Dit omvatte een deel van de database, gedigitaliseerde vlaktekeningen, coupetekeningen en coupefoto's. Om zoveel mogelijk informatie te vinden over de opgravingslocatie is via Dans-Easy gezocht naar de opgravingsrapporten van de overige onderzoeken. Hier is het bureau- en verkennend booronderzoek en het proefsleuvenonderzoek gevonden. Uit deze drie onderzoeken zijn de relevante data gehaald en verwerkt in dit onderzoek. Deze informatie vindt men terug in hoofdstuk 3 – de opgraving. Hier worden deelvraag een en twee mee beantwoord.

Voor het verkrijgen van de informatie over vroeg-middeleeuwse huisplattengronden is het onderzoek van Menno Dijkstra, 'Huisplattengronden in Nederland' en 'Getimmerd verleden' als basis gebruikt.³ Via deze overzichtswerken is doorgezocht naar de verschillende opgravingen beschreven, in de overzichtswerken. Dit onderzoek en de resultaten zijn verwerkt in hoofdstuk 4.1 Huistypen/-plattengronden. Voor het onderzoek naar houtconstructies is het boek 'Bouwkundige Termen' en 'Houten Kappen' gebruikt. Informatie over materiaalgebruik is verkregen door gekregen literatuur van mijn stagebegeleider vanuit Saxion, Ronald Visser en bovengenoemde opgravingen uit het overzichtswerk. Met de resultaten van dit onderzoek is de reconstructie in hoofdstuk 5 opgebouwd.

Het onderzoek naar analoge reconstructies is deels vergaard door het bestuderen van de eerdergenoemde collectie literatuur die ik ontvangen heb van mijn afstudeerbegeleider. Daarnaast is via Google en Google Scholar uitvoerig gezocht naar verschillende analoge reconstructies in Nederland en Europa. De resultaten hiervan zijn verwerkt in hoofdstuk 4.2 Analoge reconstructies. Met behulp van deze informatie zijn deelvragen drie en vier beantwoord.

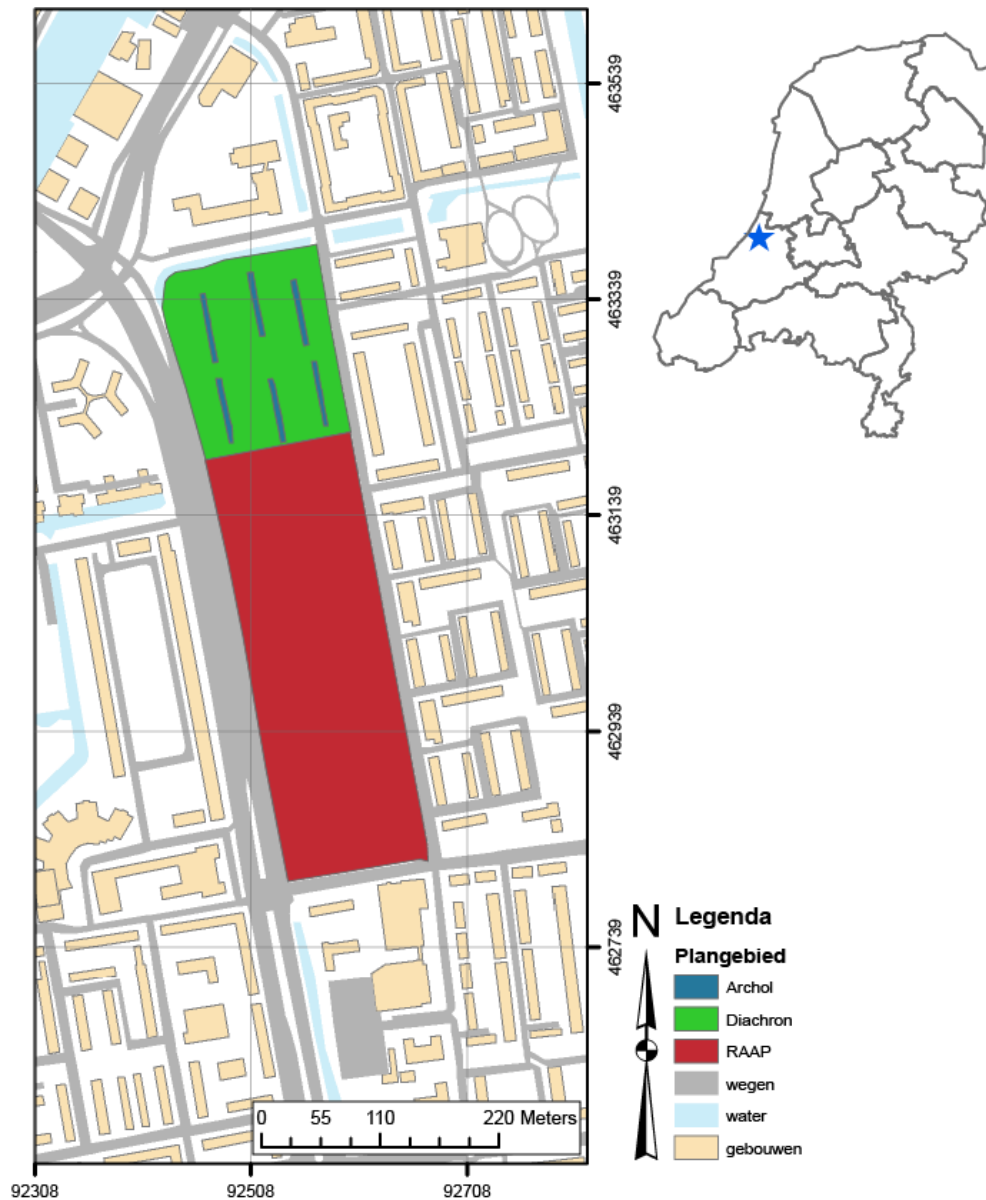
Voor het onderzoek naar de digitale en analoge reconstructies is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Voor het onderzoek naar digitale reconstructies heb ik van mijn afstudeerbegeleider Maarten Sepers een collectie met relevante bronnen ontvangen (102 bestanden). Hier heb ik een overzicht van gemaakt en de relevante titels gebruikt. Daarnaast heb ik via Google Scholar met deze collectie doorgezocht op relevante titels. De resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in hoofdstuk 4.3 digitale reconstructies. Met deze informatie is deelvraag vijf beantwoord.

Voor het onderzoek naar de verschillende digitale reconstructie programma's heb ik de informatie uit de lessen van 3D reconstructies aan Saxion gebruikt. Daarnaast heb ik Google gebruikt om andere programma's te vinden en te beoordelen. De resultaten hiervan zijn verwerkt in hoofdstuk 4.4 software en 4.5 generieke software. Met deze informatie is deelvraag zes beantwoord.

³ Dijkstra 2011; Lange 2014.

3 - De opgraving

Van eind augustus tot en met begin oktober 2014 is aan de Boshuizerkade te Leiden een definitieve opgraving (DO) uitgevoerd door Diachron. Het doel van dit onderzoek was het veiligstellen van de mogelijke archeologische resten in de ondergrond. Deze werden mogelijk door de aanleg van een sportcomplex verstoord. De verschillende stadia van onderzoek zijn uitgevoerd volgens de AMZ-cyclus. Het bureauonderzoek en booronderzoek zijn uitgevoerd door RAAP.⁴ Het proefsleuvenonderzoek is uitgevoerd door Archol.⁵ De DO is uitgevoerd door Diachron.⁶



Figuur 1: De verschillende plangebieden van de verschillende onderzoeken. In rood het booronderzoek van RAAP. In blauw het proefsleuvenonderzoek van Archol met van links naar rechts en van boven naar beneden putten 1 t/m 6. De definitieve opgraving van Diachron in groen. De DO en het proefsleuvenonderzoek liggen in het noordelijk deel van het booronderzoek. (Ondergrondkaart bron: PDOK – TOP10NL)

⁴ Schiltmans 2006.

⁵ Hemminga 2013.

⁶ Dijkstra 2019.

3.1 Verkennend booronderzoek RAAP

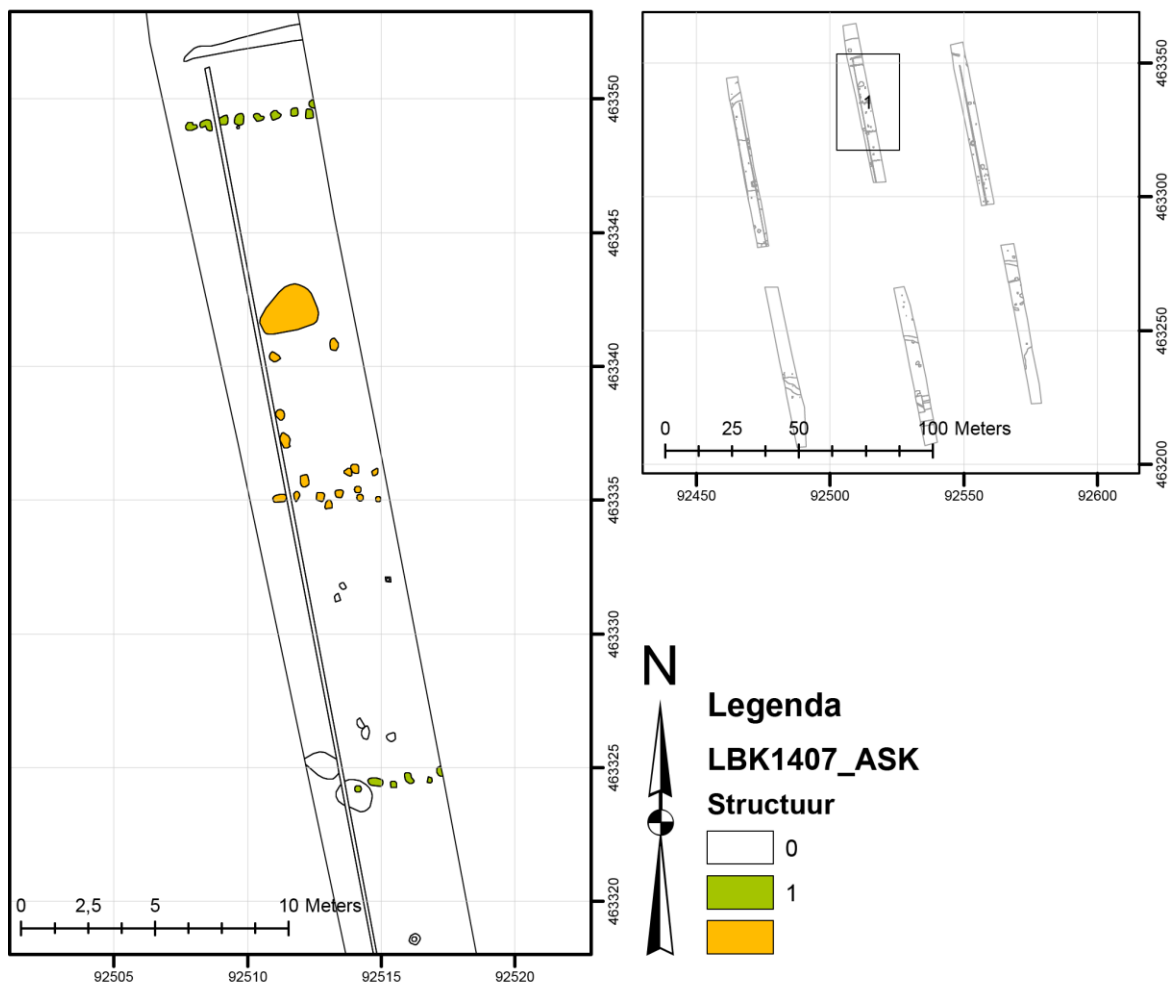
Tijdens het verkennend booronderzoek van RAAP zijn al aanwijzingen gevonden dat in het noordelijke deel van dit booronderzoek waarschijnlijk vindplaatsen lagen die uit de Romeinse Tijd tot en met de Late-Middeleeuwen dateren.⁷ Het overige deel van het onderzoeksterrein had volgens dit onderzoek geen archeologische waarden die verstoord werden met de plannen. Het proefsleuvenonderzoek, wat uitgevoerd werd door Archol, heeft zich daarom ook gericht op het noordelijk deel van het plangebied.

3.2 Proefsleuvenonderzoek ARCHOL

Het proefsleuvenonderzoek heeft in totaal 134 sporen opgeleverd. Van deze sporen zijn er 23 gecoupeerd om de aard en datering ervan te bepalen. De sporen zijn niet afgewerkt. De grote sporen zijn uitgeboord om de diepte te bepalen.⁸ Deze sporen betreffen paalsporen, waterputten, kuilen, greppels en recente sporen. Alleen de vroeg-middeleeuwse sporen zullen hier behandeld worden omdat deze een directe link hebben met het onderzoek naar de huisplattegrond. De paalsporen die gevonden zijn bij de opgraving worden ingedeeld in palenrijen, staken en een huisplattegrond. In de opgravingsdatabase van het onderzoek zijn 3 structuren aangegeven, 2 palenrijen en een huisplattegrond (Figuur 2). Structuur 3 is gedateerd in de Nieuwe tijd en zal niet worden behandeld.

⁷ Schiltmans 2006.

⁸ Hemminga 2013, 9.



Figuur 2: Overzicht Structuren 1 en 2 in het proefsleuvenonderzoek van Archol. In het linkerframe in groen de palenrij, boven en onder structuur 1. In het midden structuur 2, de paalsporen van de huisplattegrond. Het rechterframe geeft een overzicht van het gehele proefsleuvenonderzoek. (Bron data: Hemminga 2013.)

Structuur 1 bestaat uit drie verschillende rijen van paalsporen in werkput 2. Deze sporen zijn oost-west georiënteerd, met één rij ten noorden van het huisplattegrond en twee rijen ten zuiden hiervan. De functie van de meest zuidelijke palenrij is onbekend. De twee overige palenrijen zijn volgens het rapport vermoedelijk erfafscheidingen voor de huisplattegrond, welke aangeduid is als structuur 2.⁹ Deze redenering is gebaseerd op de visuele kenmerken van de paalsporen.¹⁰ Daarnaast bevindt de meest westelijke paal in de rij direct ten zuiden van de huisplattegrond zich in de vulling van een grotere kuil die op basis van de vulling en vondstmateriaal vroeg-middeleeuws dateert.¹¹

Direct ten noorden van structuur 2 ligt een vermoedelijke afvalkuil of waterput. Deze kuil bevatte botmateriaal, verbrand leem en een stuk versierd aardewerk dat gedateerd is in de 7^e eeuw.¹² Deze kuil is gegutst en de diepte bedraagt meer dan 1,05 meter (lengte guts). Het kan hier dus ook gaan

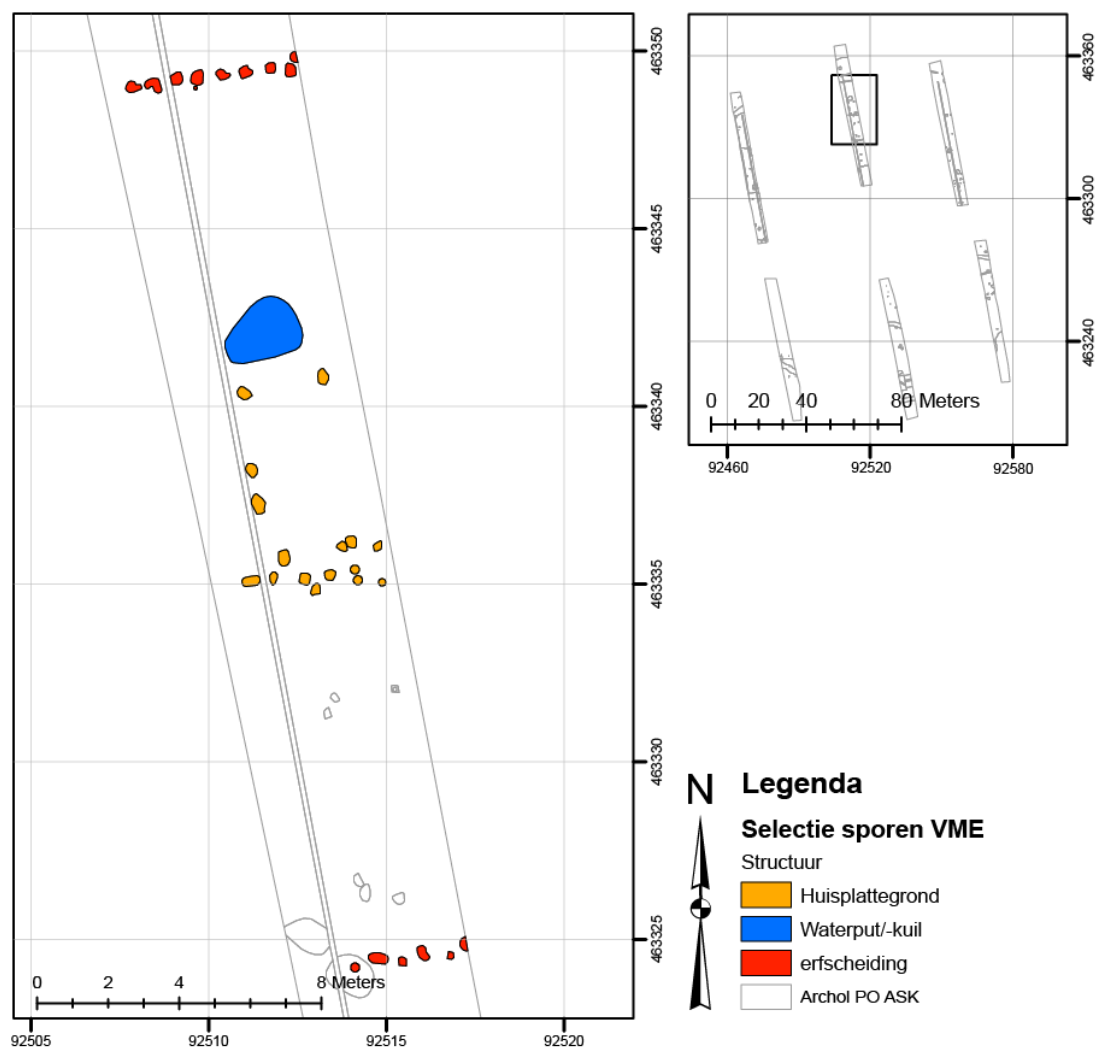
⁹ Hemminga 2013, 20-21.

¹⁰ Hemminga 2013, 17.

¹¹ Hemminga 2013, 21.

¹² Hemminga 2013, 22.

om een waterkuil/put zoals beschreven in het rapport, een argumentatie voor deze keuze ontbreekt in het rapport.¹³



Figuur 3: Detail huisplattegrond proefsleuvenonderzoek Archol met daarboven een deel van de erfscheiding. (Bron data: Hemminga 2013.)

De palen uit het huisplattegrond zijn geclassificeerd als wandpalen en buitenstijlen (Figuur 3). Het huis is aan de hand van de binnen indeling en de aanwezigheid van de buitenstijlen beschreven als een mogelijk vroeg-middeleeuwse huisplattegrond. Volgens Hemminga betreft het waarschijnlijk type Katwijk en geen type Rijnsburg.¹⁴ Deze indeling wordt beargumenteerd door middel van de binnen indeling, deze lijkt op die van het type Katwijk.¹⁵ Er wordt echter ook aangegeven dat deze indeling bij het type Rijnsburg kan voorkomen. In het rapport wordt aangegeven dat meer van de structuur blootgelegd moet worden, voordat hierover definitief uitsluitsel gegeven kan worden.¹⁶

¹³ Hemminga 2013, 25.

¹⁴ Hemminga 2013, 22.

¹⁵ Idem.

¹⁶ Hemminga 2013, 24.

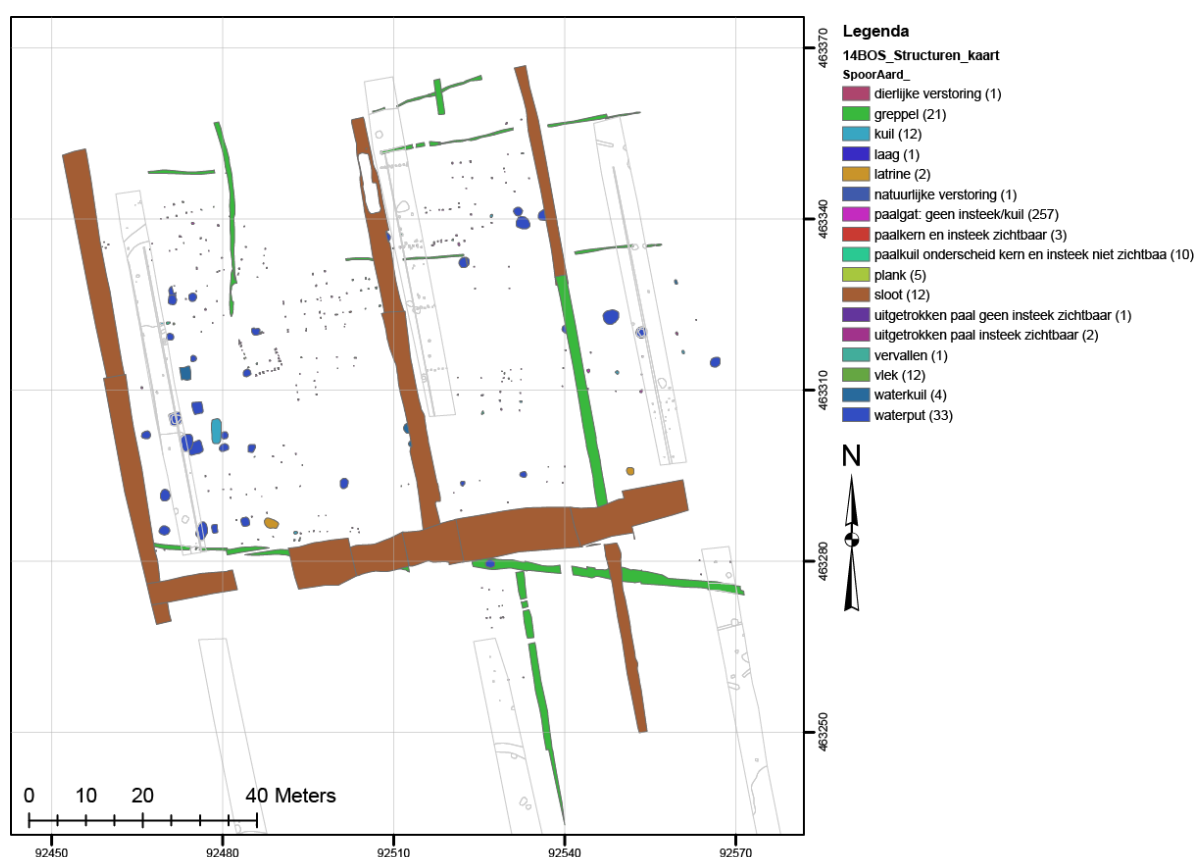
3.3 DO Diachron

De definitieve opgraving van Diachron heeft zich gericht op het plangebied uit het proefsleuvenonderzoek van ARCHOL. Voor het uitwerken van mijn onderzoek heb ik niet de volledige database kunnen gebruiken. De opdrachtgever heeft een selectie gemaakt met alleen de mogelijk relevante sporen. Deze selectie is gemaakt op basis van tijd (vroeg-middeleeuwse sporen) en plaats (rond structuur 2 uit het proefsleuvenonderzoek). Hieronder zal een beschrijving gegeven worden van de beschikbare sporen en structuren.

Alle sporen komen uit een put in hetzelfde vlak. Het overgrote deel van de sporen is gevonden in het noordelijke deel van de opgraving. Het betreft hier één vermoedelijk huisplattegrond en één vermoedelijke spieker bestaande uit zes paalgaten zonder insteek/kuil.

3.3.1 Structuren

Het overgrote deel van de gevonden sporen beslaat het gebied waar de proefsleuven 1 t/m 3 (Figuur 1) getrokken zijn tijdens het onderzoek van ARCHOL. In de selectie heeft Diachron 378 sporen onderscheiden. In Figuur 4 staan de hoeveelheden van de verschillende sporen aangegeven.



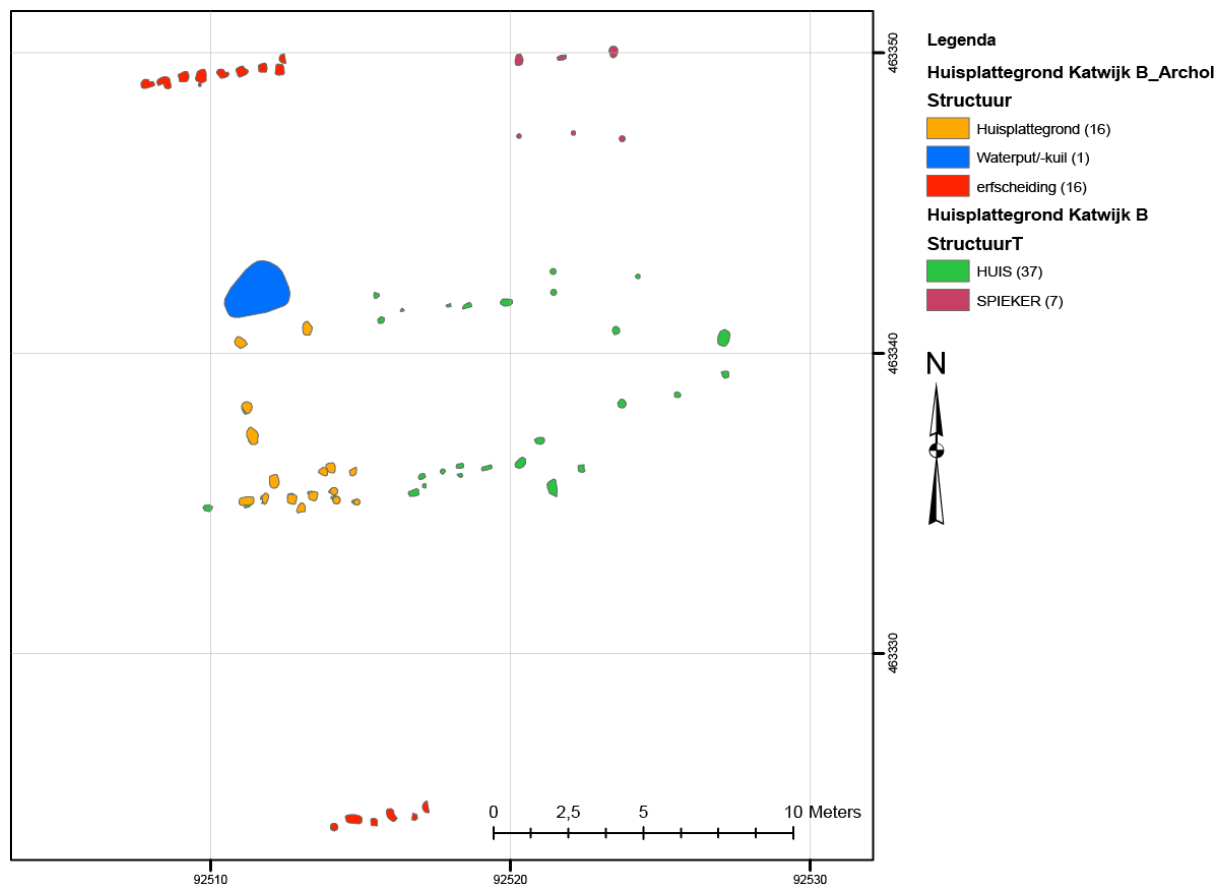
Figuur 4: Overzicht onderzoeksgebied en de hoeveelheid verschillende sporen van de DO door Diachron.

Niet alle structuren worden behandeld in dit onderzoek. Alleen sporen en structuren die noodzakelijk zijn voor het visualiseren van het vroeg-middeleeuwse woonstalhuis en het bijbehorende erf zullen worden besproken. Dit zijn paalgaten, -kuilen en -kernen die bij de plattegrond horen en/of in de directe omgeving liggen. Tevens worden de water- of afvalkuil direct ten noorden van de huisplattegrond en de eventuele spiekers uit dezelfde periode verder onderzocht. De greppels direct ten zuiden en ten noorden van de huisplattegrond zijn niet meegenomen. Vanwege hun positie ten opzichte is het waarschijnlijker dat deze niet bij de onderzochte huisplattegrond behoorde. Het is zeer waarschijnlijk dat op het erf van het

woonstalhuis zich tenminste één spieker bevond.¹⁷ Daarom wordt een van de spiekers uit dezelfde periode gebruikt voor de reconstructie.

Op basis van de interpretatie en datering is een selectie gemaakt van sporen van het erf uit de Vroege-Middeleeuwen. Deze selectie is weergegeven in Figuur 5. Deze geselecteerde sporen zullen gebruikt worden om een driedimensionale digitale reconstructie te maken.

De sporen behorende tot de huisplattegrond (in figuur 5 aangegeven in groen en oranje) lijken afgetopt te zijn. Het overgrote deel van deze sporen hebben een diepte tussen de 3 en 8 centimeter. Daarnaast zijn er nog een handvol sporen die die rond de 10 centimeter diep zijn. De enige uitschieter is spoor 3161 met een diepte van met een diepte van 44 centimeter. Dit spoor is de onderste van de meest westelijke sporen in figuur 5.



Figuur 5: Overzicht alle geselecteerde data. In blauw, oranje en rood de sporen gevonden bij het proefsleuvenonderzoek van Archol. In paars en groen de sporen gevonden bij de DO van Diachron.

¹⁷ Dijkstra 2011, 172.

4 – Beschikbare informatie

In dit hoofdstuk zullen de geraadpleegde bronnen worden beschreven voor de digitale reconstructie. De archeologische bronnen worden eerst besproken. Daarna worden de analoge reconstructies behandeld. Deze twee bronnen vormen de basis voor reconstructie van constructie, indeling en uiterlijk van het model. Daarna komen de digitale reconstructies aan bod die als inspiratie worden gebruikt. Als laatste zal een overzicht gegeven worden van de verschillende beschikbare modelleringssoftware en de beargumenteerde keuze voor één pakket. In dit hoofdstuk zal alleen een globale bronbeschrijving vermeld worden om de lezer een overzicht te geven welke informatie gebruikt is. Dit om herhaling later in het onderzoek te voorkomen.

Voorafgaande aan het onderzoek is met Menno Dijkstra overlegd, destijds werkzaam bij Diachron. Hij maakte duidelijk dat de te gebruiken huisplattegrond een vroeg-middeleeuws huisplattegrond van het Type Katwijk B betreft.¹⁸ Deze type indeling heeft hij onderbouwt aan de hand van gedeeltelijk driebeukig en eenbeukige indeling van de plattegrond, alsmede de aanwezigheid van het stalgedeelte. Het type Rijnsburg, wat tijdens de uitwerking van het proefsleuvenonderzoek nog aangehaald werd als mogelijke type aanduiding, voldoet niet aan deze criteria.¹⁹ Rijnsburg heeft een geheel eenbeukige indeling en heeft doorgaans geen stalgedeelte. Wanneer het stalgedeelte wel aanwezig is, is deze veel kleiner uitgevoerd dan bij deze plattegrond.²⁰ Ik ben het eens met deze classificering en zal deze daarom ook verder in het onderzoek gebruiken.

4.1 Huistypen/-plattegronden

Voor het uitwerken van de huisplattegrond in een bepaald huistype worden in eerste instantie twee overzichtswerken gebruikt. Dit betreffen *'Getimmerd Verleden'*²¹ en *'Tussen de mondingen van de Maas en Rijn'*.²² Het overzichtswerk *'Huisplattegronden in Nederland'*²³ is wel geraadpleegd maar dit is gebaseerd op Dijkstra (2011) en wordt daarom verder niet gebruikt.

'Getimmerd Verleden' is een overzichtswerk van alle gevonden huisplattegronden in de zand- en kleigronden van Noord- en Noordoost-Nederland. Hoewel deze publicatie zich richt op een andere regio kan het toch gebruikt worden voor dit onderzoek. Veranderingen in constructiewijze werden namelijk geleidelijk doorgevoerd. Huizen uit dezelfde periode maar in een andere regio kunnen daarom sterk op elkaar lijken. Dit is ook het geval met de beschreven huisplattegronden in *'Getimmerd verleden'*. Huizen uit de Vroege-Middeleeuwen hebben verschillende visuele overeenkomsten met die van het type Katwijk. Beide gebruiken buitenstaanders, tegenoverliggende ingangen aan de lange zijde, een functionele driedeling van het huis en een stalgedeelte (Tabel 1). Informatie over constructie, indeling en gebruik van de ruimtes kunnen dus gebruikt worden voor de reconstructie. In Tabel 1 en Figuur 6 t/m Figuur 9 vindt men een overzicht van de gebruikte plattegronden. Bovenstaande overeenkomsten worden gebruikt bij het reconstrueren.

¹⁸ Pers. meded. M. Dijkstra (20-02-2019)

¹⁹ Hemminga 2013, 22-24.

²⁰ Dijkstra 2011, 205.

²¹ Waterbolk 2009.

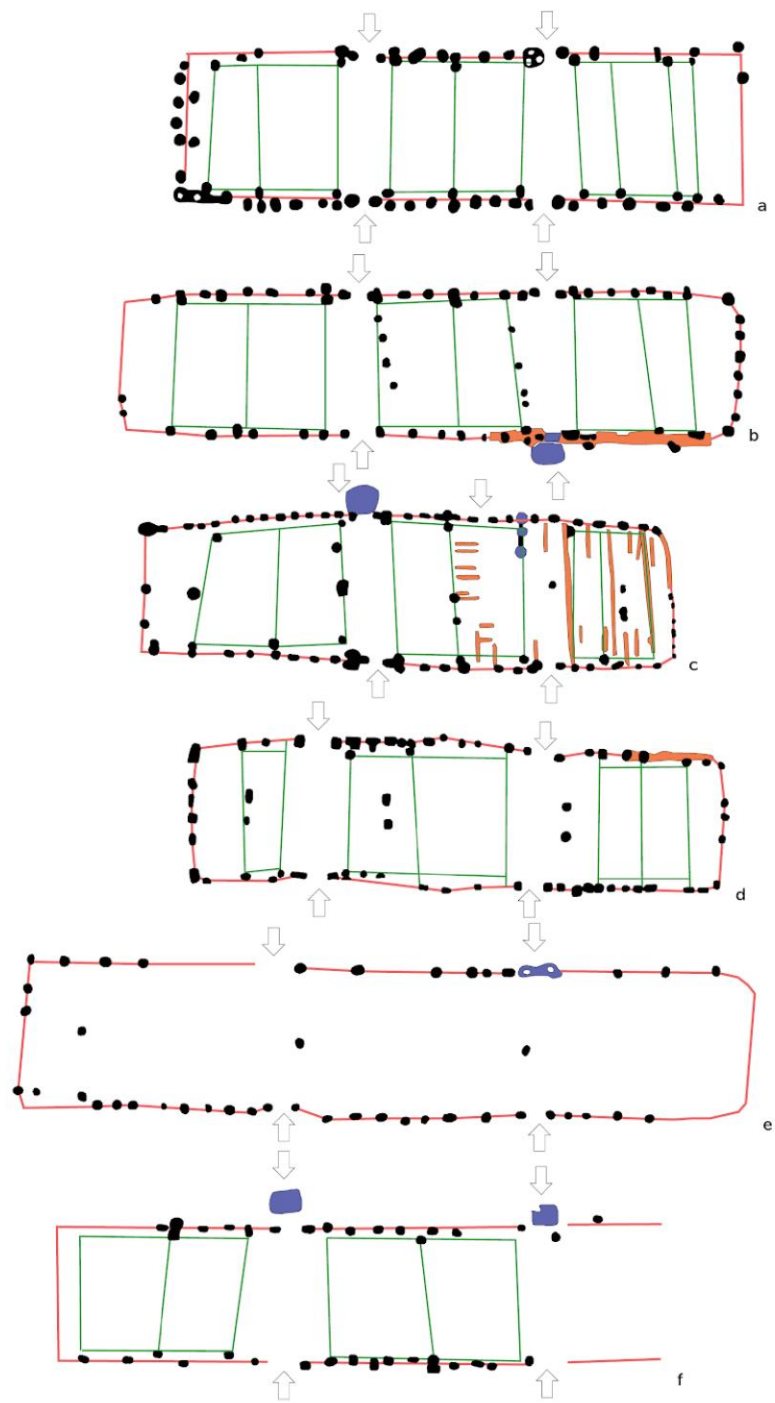
²² Dijkstra 2011.

²³ Lange 2014.

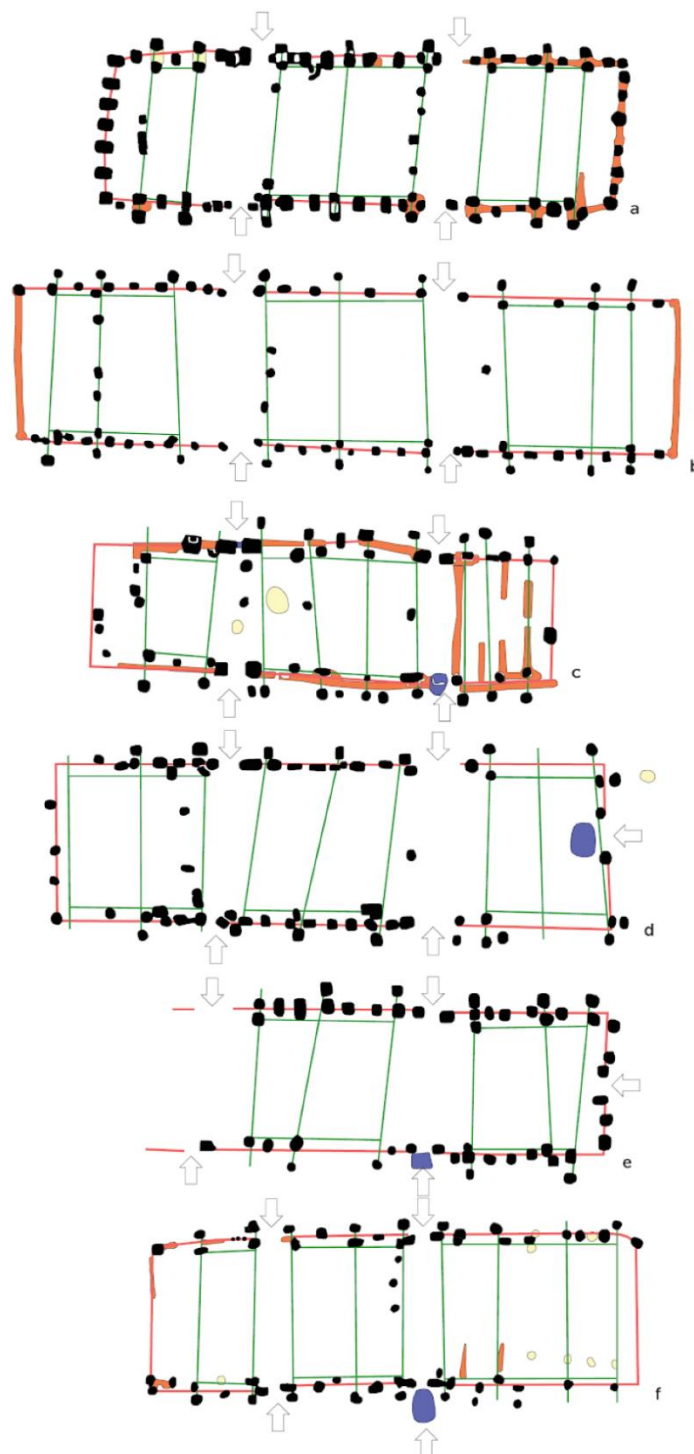
Huistypes	Onderdelen					
	Buitenstaanders	Ingangen aan langzijde	Functionele driedeling	Stalgedeelte	Ingang aan stalzijde	Buitenstaanders aan korte zijde
Odoorn A	-	+	-	-/+	-	-
Odoorn B	-/+	+	-/+	-/+	-/+	-
Odoorn C	+	+	-/+	+	+	-
Zelhem	+	+	-	-	+	+

Tabel 1: Overzicht van de verschillende onderdelen bij de behandelde huisplattegronden. - = niet aanwezig, -/+ = soms aanwezig, + = aanwezig. Hier zijn alleen de karakteristieken meegenomen die vergelijkbaar zijn met die type Katwijk om zo een goede vergelijking te maken. Andere belangrijke elementen zoals de positie van de wand ten opzichte van de wanddubbelpalen zijn niet meegenomen in dit overzicht.

Plattegronden van
het type Odoorn A
Schaal 1:200
a Odoorn 28
b Odoorn 38
c Odoorn 78
d Odoorn 54
e Odoorn 35
f Odoorn 55

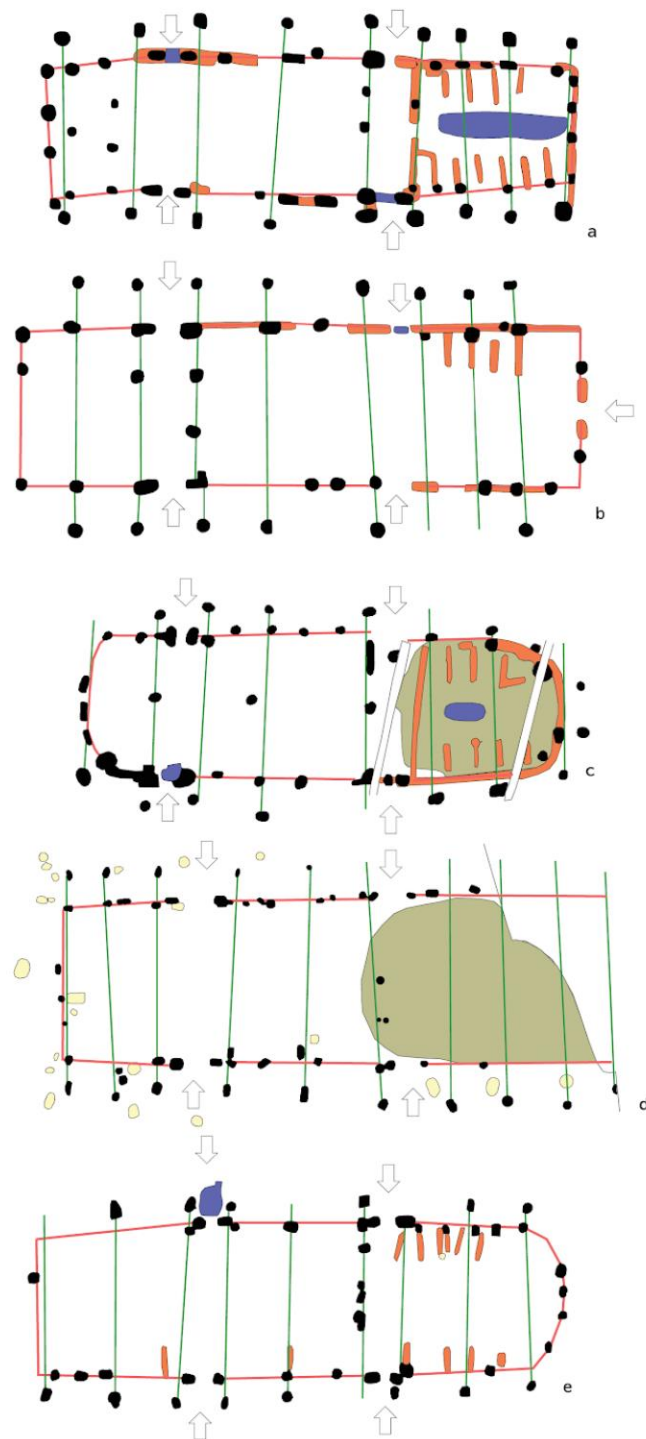


Figuur 6: Overzicht van de verschillende huisplattegronden van het type Odoorn A. (Bron: Waterbolk 2009, 88.)



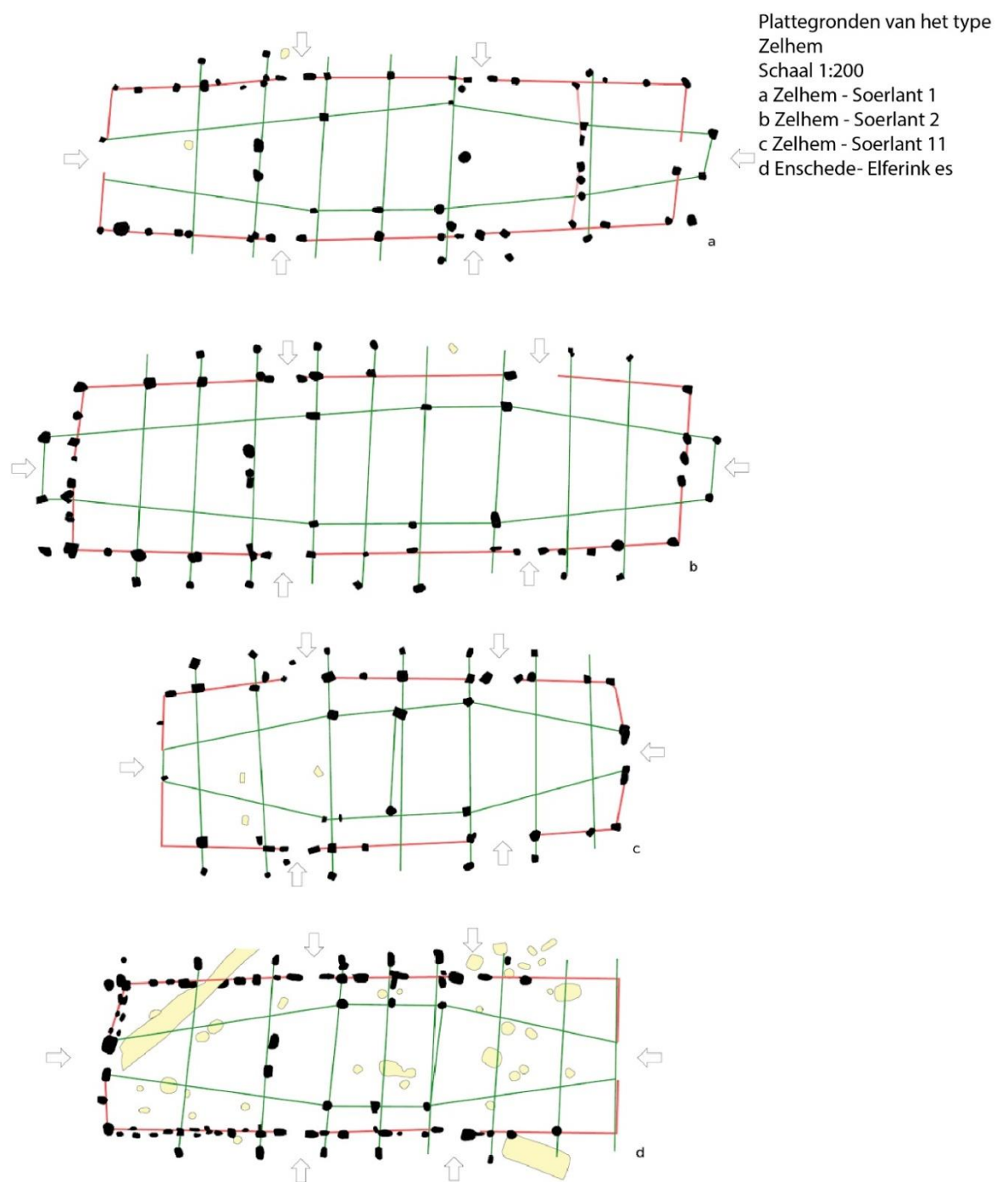
Plattegronden van het
type Odoorn B.
Schaal 1:200.
a Odoorn 63
b Odoorn 37
c Odoorn 59
d Odoorn 52
e Odoorn 60
f Dalen - Westakker 6

Figuur 7: Overzicht van de verschillende huisplattegronden van het type Odoorn B. (Bron: Waterbolk 2009, 89.)



Plattegronden van het type
Odoorn C
Schaal 1:200
a Odoorn 3
b Odoorn 43
c Odoorn 18
d Sleen
e Dalen - Westakkers 5

Figuur 8: Overzicht van de verschillende huisplattegronden van het type Odoorn C. (Bron: Waterbolk 2009, 91.)



Figuur 9: Plattegronden van het type Zelhem (Bron: Waterbolk 2009, 93.)

In *Tussen de mondingen van de Maas en Rijn*²⁴ wordt het landschap en de bewoning van Zuid-Holland beschreven van de 3^e tot 9^e eeuw. Huisplattegronden en erfindeling worden hierin uitvoerig behandeld. Zo onderscheidt Dijkstra drie types één- tot driebeukige woonstalhuizen, Katwijk, Rijnsburg en Limmen. Katwijk is de enige met een driedelige indeling (voorhuis, middenhuis en stalgedeelte). De plattegrond van de Boshuizerkade heeft ook deze indeling.

Het type Katwijk wordt verder onderverdeeld in drie subtypes, A, B en C. Het verschil tussen deze drie types is het gebruik van één- en driebeukige constructies (zie Tabel 2). De plattegrond aan de Boshuizerkade heeft een éénbeukige constructie in het voor- en middenhuis en een driebeukige constructie in het stalgedeelte. Daarom wordt deze plattegrond ingedeeld in het type Katwijk B. Met deze informatie zijn de respectievelijke opgravingsrapporten onderzocht waar het type Katwijk B is gevonden.²⁵ De eerder aangetroffen plattegronden van het Katwijk B type worden beschreven in Tabel 3 en Figuur 10. Naast de plattegronden van Odoorn en Zelhem geven deze plattegronden samen een breed overzicht voor de reconstructie.

Type	Woongedeelte	Stalgedeelte
Katwijk A	Driebeukig	Driebeukig
Katwijk B	Eenbeukig	Driebeukig
Katwijk C	Eenbeukig	Eenbeukig

Tabel 2: Overzicht van constructiewijze bij het huistype Katwijk. Men zit een langzame verschuiving van geheel driebeukig naar geheel eenbeukig. (Bron: Dijkstra 2011, 196.)

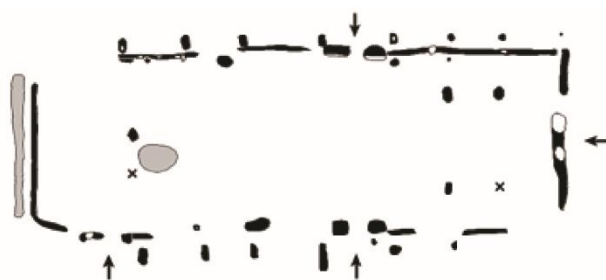
Vindplaats	Lengte (m)	Breedte (m)	Buitenstijlen langs zijde	Buitenstijlen kopse kant	Ligging hoofdingangen langs zijden	Ingang kopse kant	Lengte voorhuis (m)	Lengte middenhuis (m)	Lengte stal (m)	Aantal stuk vee
Lang woonstalhuis										
Den burg 1	27,4?	5,2	Ja	?	50/50	?	4,5	10,5	12,4	26?
Oegstgeest 2	20,6	6	Ja	Ja	33/66	Ja	5-5,8	8,8?	6?	22?
Middellang woonstalhuis										
Katwijk 46	19	5,4-6	?	?	50/50	?	5	7	8	14
Oegstgeest 1	16	5?	Ja(kern)	Nee	33/66	?	3,8?	8,2	4?	8?
Oegstgeest 3	15,4	5-6	Ja	Ja	33/66	Ja	3,4	7?	5?	10?

Tabel 3: Overzicht kenmerken van het huistype Katwijk B. (Bron: Dijkstra 2011, 524-527.)

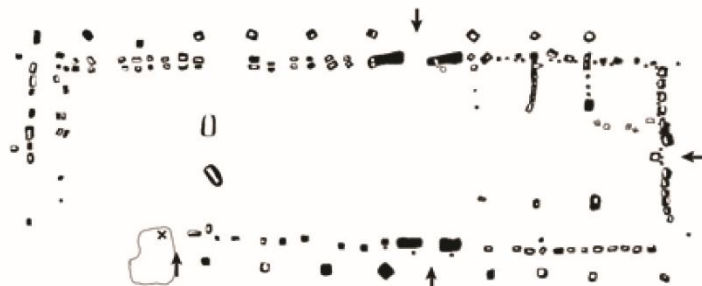
²⁴ Dijkstra 2011.

²⁵ Van der Velde 2008, Jezeer 2011, Hemminga/Hamburg 2006, Woltering 1994.

Oestgeest 1



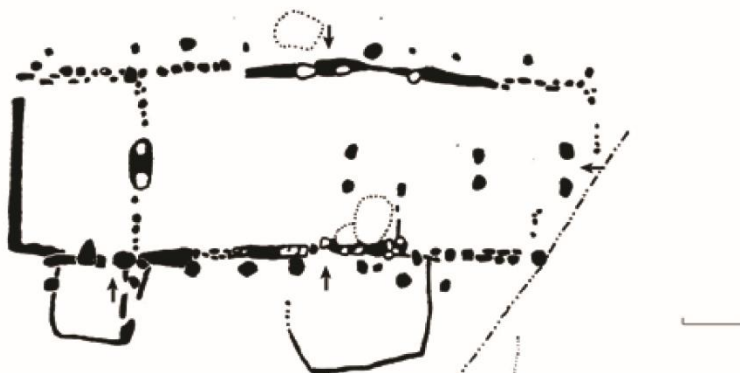
Oestgeest 2



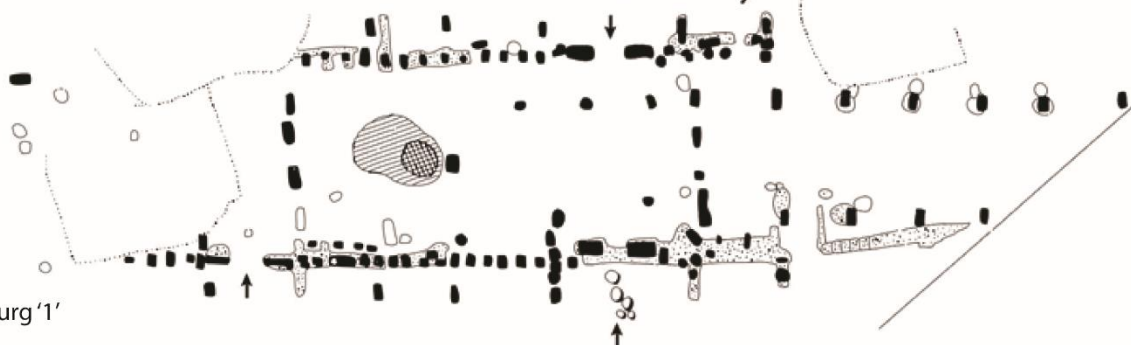
Oestgeest 3



Katwijk 46



Den Burg '1'



Figuur 10: Overzicht van de verschillende huisplattegronden van het type Katwijk B. (Bron: Dijkstra 2011, 197.)

4.2 Analoge reconstructies

Naast archeologische vondsten wordt in dit onderzoek ook gebruikt gemaakt van analoge reconstructies. Het maken van deze reconstructies kan in veel opzichten informatie en kennis opleveren, zoals de bouwwijze, dakconstructie, praktische oplossingen bij het bouwen en het gebruik van materieel en materiaal.

Voor dit onderzoek is gekeken naar verschillende analoge reconstructies in Nederland en Europa. Met behulp van een uitgebreid literatuuronderzoek, zoektochten met behulp van Google en fysieke bezoeken aan verschillende cultuurparken zijn een aantal analoge reconstructies gevonden. Niet alle reconstructies hebben echter informatie opgeleverd die bruikbaar is voor dit onderzoek. Analoge reconstructies in openluchtmusea zoals Archeon²⁶ en Vsestary²⁷ hebben geen beschreven onderzoek. Reconstructies uitgevoerd door de experimentele archeologie afdeling van de Universiteit in Leiden zijn ook niet compleet beschreven.²⁸ Bij de reconstructie van een zodenhuis in Firdgum, uitgevoerd als een promotieonderzoek aan de Rijksuniversiteit Groningen, is echter wel uitvoerige literatuur beschikbaar. Helaas was dit onderzoek niet toepasbaar op de reconstructie in dit onderzoek en is verdere informatie hier niet verwerkt. Van alle onderzochte analoge reconstructies is uiteindelijk een enkele gebruikt, namelijk het IJzertijd huis uit Orvelte

Deze reconstructie omvat een 1:1 reconstructie van een IJzertijd huis, gereconstrueerd in Orvelte. De publicatie omvat het bouwproces, gebruikte materialen en algemene bevindingen. Dit huis heeft, net als de huisplattegrond aan de Boshuizerkade, buitenstaanders en een driebeukige constructie. De publicatie beschrijft het gebruikte bouwhout, met afmetingen.²⁹ Dit wordt gebruikt om de dikte van de palen te bepalen voor de reconstructie van de Boshuizerkade. De informatie uit deze analoge reconstructie is verwerkt in hoofdstuk 5 het model.

Van de gevonden analoge reconstructies ontbreekt het veelal aan gedegen documentatie. Hierdoor is het onmogelijk om met zekerheid vast te stellen waarop deze reconstructies gebaseerd zijn. Reconstructies in cultuurparken zullen veelal gebaseerd zijn op archeologisch onderzoek, maar hier zit ook een deel entertainment in, wat de historische accuraatheid niet altijd ten goede komt. Onderzoek door experimentele afdelingen zijn meestal wel gebaseerd op gedegen onderzoek en bevindingen in de archeologie, maar omdat dit niet vastgelegd is in documentatie is dit niet met zekerheid te zeggen. De reconstructies uit Orvelte en Firdgum zijn voorbeelden van goede analoge reconstructies. Hier is duidelijk dat deze reconstructies gebaseerd zijn op verschillende eerdere onderzoeken. Daarnaast zijn de keuzes verantwoord en traceerbaar.

4.3 Digitale reconstructies

Voor het maken van digitale reconstructies gelden in de archeologie en cultuurhistorische sector een aantal richtlijnen. Deze zijn te vinden in de Seville Principles³⁰ en de London Charter.³¹ Deze richtlijnen belichten de noodzakelijke aspecten waaraan een goed verantwoorde digitale reconstructie moet voldoen. Ze fungeren als basis voor archeologische en cultuurhistorische digitale

²⁶ www.archeon.nl

²⁷ <http://archeoparkvsestary.cz/>

²⁸ <https://archeologieonline.nl/blog/het-neolithische-huis-van-haamstede-brabers>, <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/archaeology/experimental-project-huize-horsterwold>, <https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2018/07/reconstructing-a-medieval-house>, <https://vivacity.org/heritage/flag-fen/about-flag-fen/>, <http://www.butserancientfarm.co.uk/about/> & Wallace 2016.

²⁹ Harsema 1978.

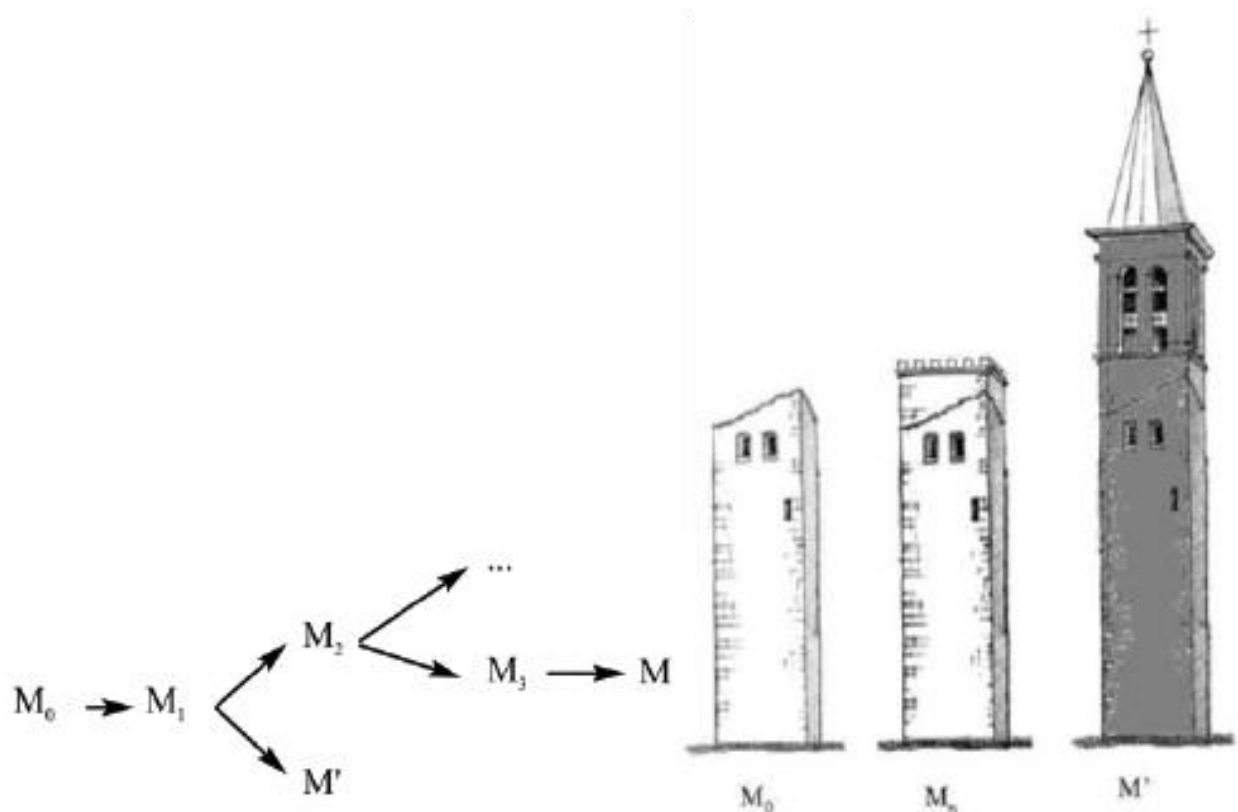
³⁰ López-Menchero/Grande 2012.

³¹ Denard 2009.

reconstructies. Voor de reconstructie Boshuizerkade zijn deze richtlijnen toegepast. Mede daarom is een uitgebreide meta- en paradata³² bijlage bijgehouden (bijlage 1 en 2).

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat onderzoekers digitale reconstructies gebruiken om onderzoeksvragen te beantwoorden. Daarnaast bestaan er onderzoeken naar de ruimtelijke plaatsing van cultureel erfgoed³³ en bijvoorbeeld de relatie tussen de zon en gebouwen.³⁴ Naast deze praktische voorbeelden worden ook de theoretische voordelen benoemd.³⁵ Zo is het vele malen sneller om prototypes te ontwikkelen tijdens een onderzoek om bepaalde hypothesen te testen.³⁶ Daarnaast is de uitwisseling van data tussen onderzoekers meerdere malen sneller. Er kan zelfs gekozen worden voor een gezamenlijk platform om op te ontwikkelen.³⁷

Niccolucci en Hermon (2004) opperen een manier om niet alleen een digitale reconstructie te maken maar ook de verschillende mogelijke varianten te laten zien. Doormiddel van een stroomdiagram wordt een overzicht gemaakt van de mogelijke varianten (Figuur 11). Vaak worden de verschillende varianten vanwege praktische overwegingen (arbeidsintensiviteit) niet gevisualiseerd terwijl ze wel wetenschappelijk gegrond zijn.³⁸ Terwijl dit juist de kracht kan zijn van een digitale reconstructie. De literatuur en de keuzes voor deze varianten moeten inzichtelijk blijven voor de gebruiker.³⁹



Figuur 11: Stroomdiagram en keuzes. (bron: Niccolucci & Hermon 2004, 35)

³² Paradata omvat alle keuzes die gemaakt zijn tijdens het onderzoek. Dit is per onderdeel beschreven. De paradata is te vinden in bijlage 2.

³³ Patay-Horváth 2012; Micoli et al. 2013; Lulof/Opgenhaffen/Sepers 2013.

³⁴ Frischer/Fillwalk 2013; Johanson/Frischer 2008; Patay-Horváth 2016.

³⁵ Grellert/Pfarr-Harfst 2013.

³⁶ Grellert/Pfarr-Harfst 2013, 92.

³⁷ Idem, 93.

³⁸ Niccolucci/Hermon 2004, 34.

³⁹ Denard 2009, 9.

Het stroomdiagram is voor de reconstructie Boshuizerkade te vinden in bijlage 4. Aan de hand van dit stroomdiagram worden de verschillende varianten gemodelleerd. De gebruikte literatuur en de gemaakte keuzes zijn te vinden in de meta- en paradata (bijlage 1 en 2). Niccolucci & Hermon gaan hier echter nog een stap verder in door deze verschillende varianten doormiddel van een *reliability index* een waarde te geven. Deze kan variëren tussen 0 en 1, waarbij 1 zeer waarschijnlijk is geweest en 0 zeer onwaarschijnlijk. In figuur 11 zou dit betekenen dat M_2 en M' beide een score zouden hebben van 0,5. Deze *reliability index* is in dit onderzoek niet toegepast vanwege tijdsnood.

4.4 Software

Het gebruik van modelleringsoftware is al vaak in debat geweest bij het maken van archeologische digitale reconstructies.⁴⁰ Men kan globaal onderscheid maken tussen twee verschillende richtingen. De eerste is het gebruik van gespecialiseerde software, ontwikkeld voor één project. De tweede is het gebruik van generieke software.

Opties	Generieke software	Gespecialiseerde software
Aanpasbaarheid	+/-	+
Opstartkosten	+	-
Termijncosten	-	+
Servers	+	-
Benodigde hardware	-	+
User Interface	+	-
Bevraagbaarheid	+	-
Updates	+	-
Langdurige ondersteuning	+	-
Aanpassingen aan software	-	+/-
Gebruiksvriendelijkheid	+	-
Beveiliging data	+	-
Standaardformaat bestanden	+/-	-
Plug-ins/tools	+	-
Uitwisseling tussen software	+/-	-
Toepasbaarheid project	+/-	+

Tabel 4: Overzicht voor- en nadelen van generieke en gespecialiseerde software.

Gespecialiseerde software betekent software die voor een enkel project geschreven is door een klein team of een enkele softwareontwikkelaar. De opzet van de software is simpel en doeltreffend. Generieke software is ontwikkeld door een groot team van programmeurs. Het is ontwikkeld door een commercieel bedrijf en wordt in stand gehouden door zijn werknemers die de software regelmatig van updates voorzien. De opzet is breed, met veel verschillende functies, voor een groot aantal gebruikers. Een uitzondering hierop is Open Source software. Dit zijn softwarepakketten die in stand worden gehouden door *non-profit organisations*. Denk hierbij aan QGIS, LibreOffice, Firefox en Blender.

⁴⁰ Stanley-Price 2009.

In Tabel 4 kan men de voor- en nadelen van de verschillende uitgangspunten zien. Zoals te zien scoort generieke software beter dan gespecialiseerde software met deze criteria. Alleen voor aanpasbaarheid, termijncosten en benodigde hardware is gespecialiseerde software beter te gebruiken. Dit is vooral noodzakelijk wanneer men een grootschalig, complex project heeft. Voor een kleinschalig project met een korte levensduur is het niet rendabel om een eigen softwarepakket te ontwikkelen. Voor dit project is dan ook gekozen om een van de generieke softwarepakketten te gebruiken.

Softwarepakketten	Blender	3DSMax	Cinema 4d
Aanpasbaarheid	+	-	-
Import/Export	+	-	+
Database koppeling	+	-	-
Verdienmodel	-	+	+
Moeilijkheidsgraad	-	-	+
User Interface	-	-	+
Aantal functies	+	+	+

Tabel 5: Overzicht generieke software.

4.5 Generieke software

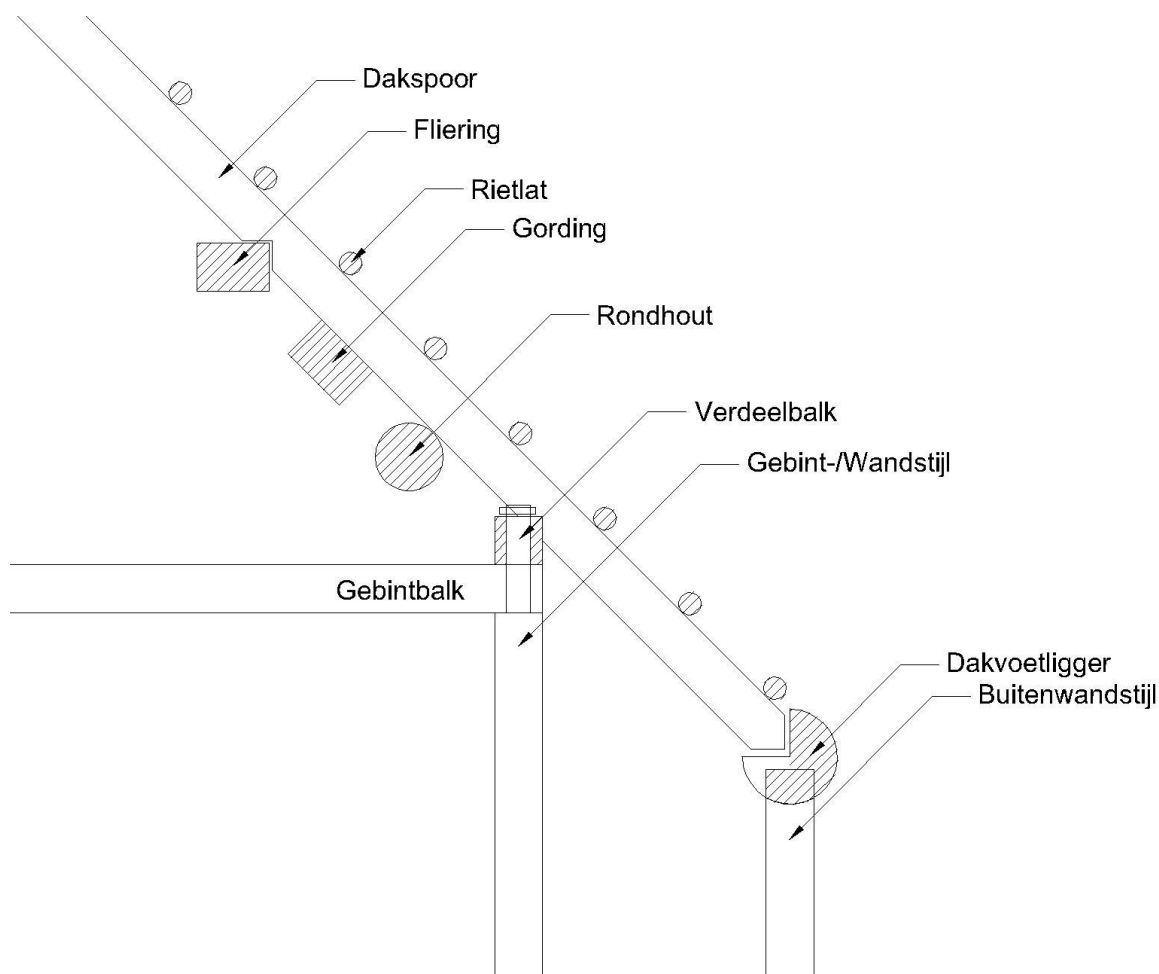
Voor generieke software is een keuze gemaakt van de drie grootste softwarepakketten op de markt: Blender, 3DSMax en Cinema 4D. De overige pakketten hebben niet de juiste functionaliteiten om bruikbaar te zijn.

De voor- en nadelen van elk pakket staan in Tabel 5. Zoals te zien is scoort Cinema 4D over het algemeen beter dan de overige twee. Cinema 4D heeft een gebruiksvriendelijke User Interface en de moeilijkheidsgraad als beginner is zeer laag. De enige nadelen ten opzichte van de andere softwarepakketten is de aanpasbaarheid en de optie om een database te koppelen. Deze twee functies zijn beide te vinden in Blender. Deze software is gratis en wordt in stand gehouden door donaties, vandaar de lage score bij het verdienmodel. De voordelen van Blender zijn het feit dat het zeer veel verschillende soorten plug-ins heeft, gemaakt door gebruikers. Daarnaast kan het zeer goed omgaan met een SQL-database. Hierdoor is gemakkelijk andere data te koppelen aan de software. Vanwege het niet bestaande prijskaartje en de mogelijkheid om een database aan het model te koppelen was Blender een serieuze kandidaat om het te gebruiken voor dit project. Uiteindelijk is de keuze toch gevallen op Cinema 4D. Dit is vooral omdat het gebruikersgemak voor een beginnende gebruiker vele malen groter is bij Cinema 4D dan bij Blender. Daarnaast is de leercurve om tot een goed model te komen ook groter bij Blender dan bij Cinema 4D. Om niet meer werk dan nodig is te genereren is voor dit project Cinema 4D gekozen.

5 - Het model

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het model is opgebouwd. Alle verschillende keuzes, problemen, oplossingen en argumentaties hiervoor worden hier beschreven. Een gedetailleerd overzicht van de gemaakte keuzes en opties wordt gegeven in bijlage 2. Onder elk onderdeel staat een afbeelding en worden de totale afmetingen en aantallen beschreven. Alle maten en onderdelen worden beschreven in bijlage 3. Alle verschillende gemodelleerde opties staan in bijlage 4.

De digitale reconstructie is voornamelijk opgebouwd in Cinema 4D. Verder is gebruik gemaakt van Autocad om de plattegrondlijnen te tekenen. Verspreid door dit hoofdstuk worden verschillende bouwtermen gebruikt. Deze termen zullen zoveel mogelijk van een definitie voorzien zijn.⁴¹ De benoemde onderdelen worden in onderstaand overzicht (figuur 12) weergegeven.



Figuur 12: Dwarsdoorsnede van de reconstructie met de gebruikte terminologie.

5.1 Algemene aannames

Tijdens het uitwerken van deze reconstructie zijn een paar algemene aannames gedaan die hier verder toegelicht worden.

De eerste aanname is de sterkteberekening voor het constructiehout. Dit is niet uitgevoerd omdat de expertise die nodig is om een uitgevoerde sterkteberekening te maken van de constructie niet

⁴¹ HaslingHuis/Janse 2005.

aanwezig is. Om een toch zo accuraat mogelijke reconstructie te maken is deze informatie uit de huistypes/-plattegronden en analoge reconstructies gehaald zoals beschreven in hoofdstuk 4. Daarnaast zijn internetbronnen geraadpleegd⁴² en is er gesproken met een expert op het gebied van vroeg-middeleeuwse huisplattegronden.⁴³ Daarnaast is in de reconstructie het overgrote deel van het constructiehout weergegeven als bewerkte balken. Het is echter ook mogelijk dat verschillende elementen als rondhout uitgevoerd zijn. Al deze bronnen samen geven hopelijk een zo accuraat mogelijk beeld van de werkelijkheid weer.

De basis van het model is de huisplattegrond (zie het einde van hoofdstuk 1). Deze plattegrond is vanuit QGIS geëxporteerd naar een .dxf bestand en vervolgens geïmporteerd in Autocad. In de Autocad omgeving kunnen gemakkelijk verbindende lijnen getrokken worden tussen de verschillende dakdragende structuren (gebintstijlen⁴⁴, wanden en buitenwandstijlen). Hiermee is een overzicht gecreëerd van de gevonden en missende dakdragende elementen. De missende onderdelen worden aangegeven met kruizen (Figuur 13).

Deze missende palen zijn te verklaren door de geringe diepte van de sporen. Zoals in hoofdstuk 3 al benoemd is zijn de sporen afgetopt. Het overgrote deel van de sporen hebben een diepte van 3 tot 8 centimeter. Hierdoor kan het zijn dat de overige paalkernen en paalkuilen niet diep genoeg hebben gelegen om zichtbaar te zijn in het aangelegde vlak. De kruizen zijn in overleg met Menno Dijkstra geplaatst.⁴⁵

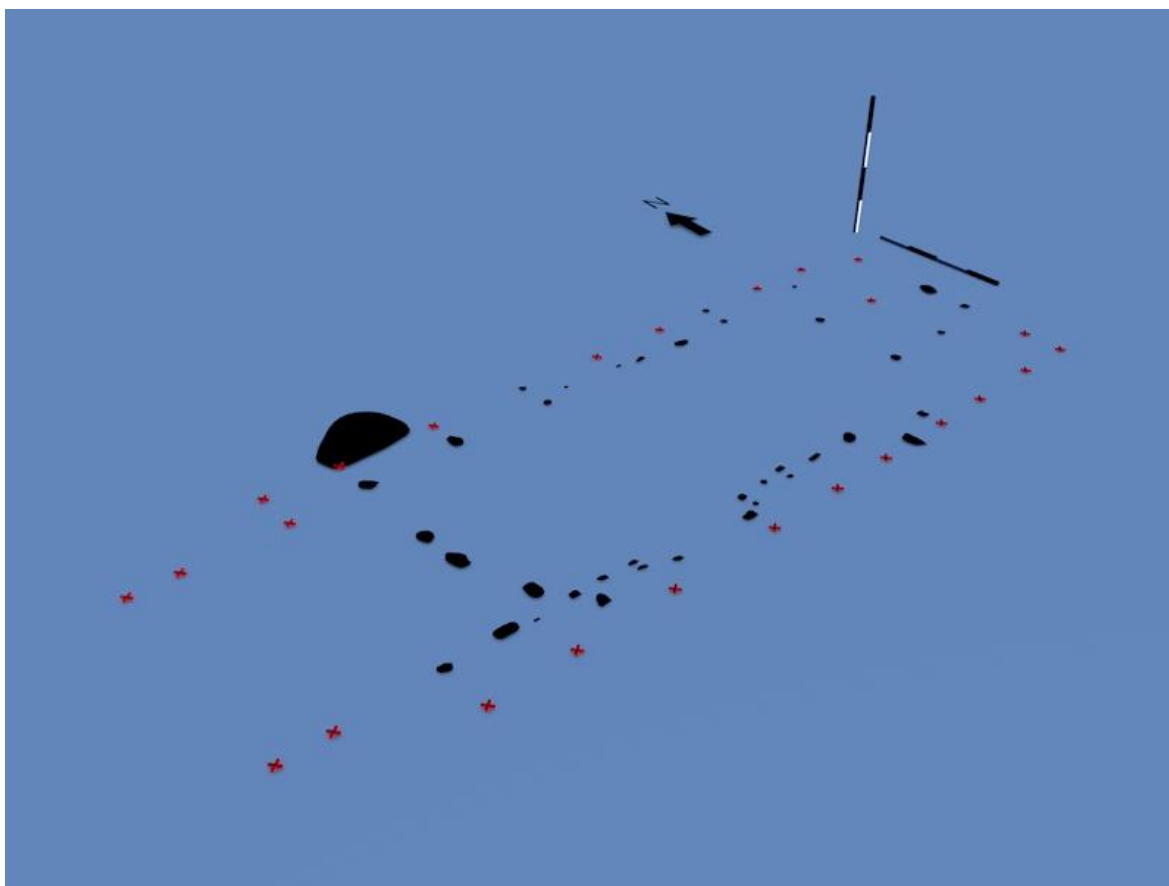
Aan de hand van de verbindende lijnen kan met enige zekerheid bepaald worden wat de locatie was van de missende onderdelen (figuur 14). Deze plattegrond is in de virtuele omgeving van Cinema 4D op 0 gezet in de Z richting (hoogte) en dit zal het toenmalige maaiveld aangeven. Hoewel het hoogte niveau waarop de sporen zijn aangetroffen niet de toenmalige maaiveldhoogte aangeven is voor de uniformiteit gekozen om de vlakhoogte aan te houden.

⁴² <https://www.houtinfo.nl/toepassingen/balkenschuif>.

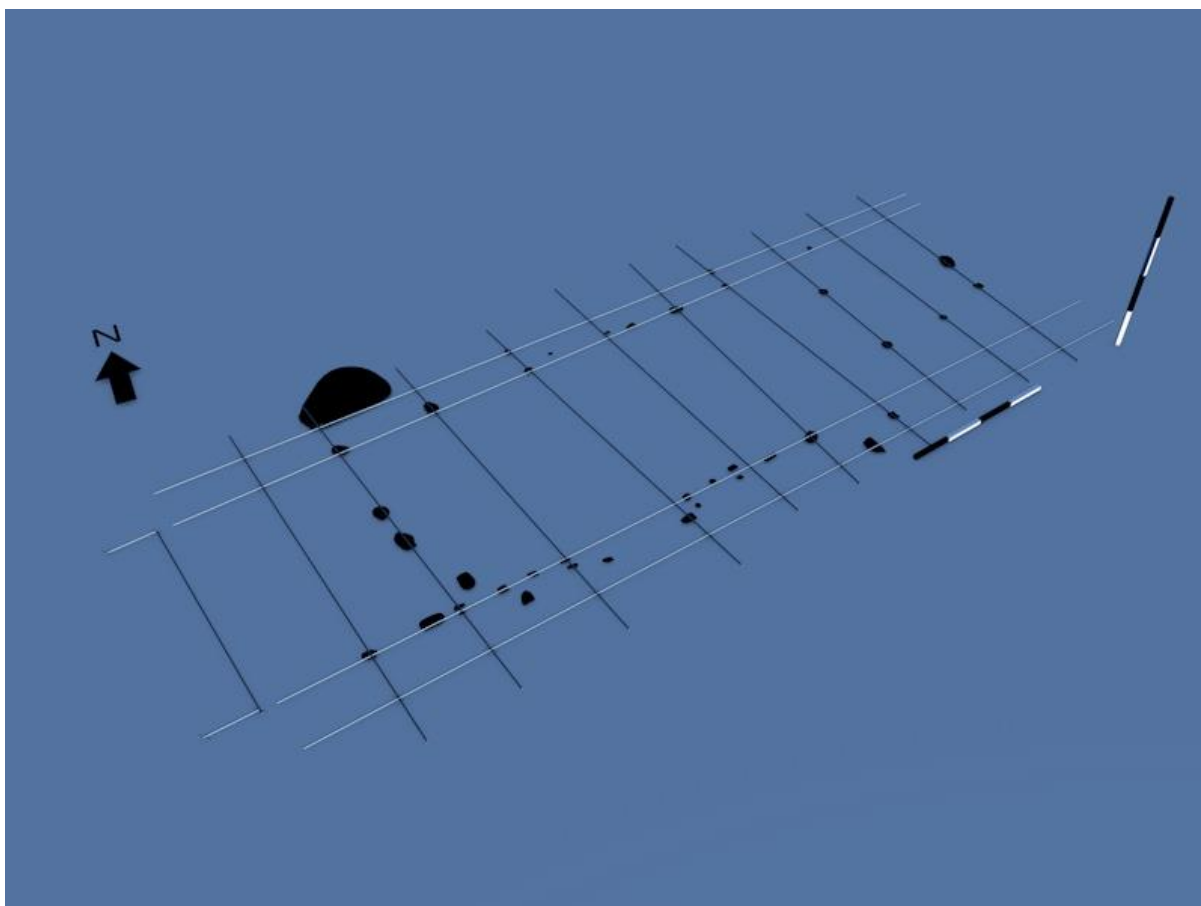
⁴³ Pers. meded. M. Dijkstra (20-02-2019).

⁴⁴ **Gebintstijlen, Gebint** - Samenstel van een bint met twee vrijstaande stijlen en bijbehorende hoekverstijvingen. Men onderscheidt normale gebinten en gebinten die deel uitmaken van een kapconstructie. Wanneer het gebint in de lengterichting van een gebouw is geplaatst, spreekt men van een langsgebint of dwarsgebinten.

⁴⁵ Pers. meded. M. Dijkstra (20-02-2019).



Figuur 13: Overzicht plattegrond. De zwarte vlekken is de huisplattegrond zoals besproken in hoofdstuk 1. De rode kruisen zijn de ontbrekende palen die zijn toegevoegd om het huis compleet te maken.



Figuur 14: Het overzicht van de plattegrond met wandlijnen. Deze lijnen geven de gebintlijnen weer (van noord naar zuid) en de wandlijnen (van oost naar west).

Aan de hand van de plattegrond uit figuur 14 kunnen de eerste onderdelen worden gemodelleerd, beginnende bij de constructieve onderdelen.

5.2 Fundering

Als eerste zijn de gebintstijlen geplaatst. Deze gebintstijlen hebben samen met de buitenwandstijlen de functie om de daklasten over te dragen naar de ondergrond. De lastdragende onderdelen van de constructie (buitenwanden, buitenwandstijlen en de gebintstijlen) zijn direct in de ondergrond aangebracht zonder eventuele fundering. Hier spreekt men van een paalfundering. De ondergrond bestaat uit zandige klei.⁴⁶ Aangezien het ontbreekt aan additionele maatregelen om verzakking van het huis te voorkomen (zoals bijvoorbeeld poeren), is het aannemelijk dat deze zandige klei de constructie lasten voldoende kon dragen met een normale palenfundering. De palen zijn niet ingegraven geweest in de natuurlijke ondergrond met specifieke eigenschappen. Voor de funderingsdiepte wordt dezelfde diepte aangehouden als bij de analoge reconstructie in Orvelte.

5.3 Gebintstijlen

De gebintstijlen hebben een afmeting van 10x10x335 cm. De breedte en dikte van 10 cm is gekozen omdat bij deze dikte voldoende sterkte ontstaat om de draagkracht van de verdieping en dakconstructie te verwezenlijken. Helaas zijn de paalkernen niet voldoende zichtbaar in de coupes om hieruit de dikte van de palen te bepalen. Dit is gebaseerd op de reconstructie in Orvelte. Hier zijn de gebintstijlen 8 cm(boven) tot 12-16cm(onder) in doorsnede. Dit is dezelfde gemiddelde dikte bij 10x10cm. Daarnaast zijn de beschreven staanders van andere Katwijk B types van vergelijkbare

⁴⁶ Hemminga 2013, 16.

diktes.⁴⁷ De keuze voor een balk formaat in plaats van rondhout is hier gemaakt vanwege de betere verbindingen die te realiseren zijn met een vierkante balk ten opzichte van rondhout. Het is niet onmogelijk dat gebintstijlen uit rondhout hebben bestaan. Dit zou dan dezelfde dikte moeten hebben als de balken.

De lengte van 335 cm wordt bepaald door drie factoren. Ten eerste moet de hoogte binnenin het huis, de deurposten en de verdiepingsbalken minimaal twee meter bedragen.⁴⁸ Ten tweede wordt de maximale lengte bepaald door de gebintstijlen en de verdeelbalken⁴⁹ waarop de daksporen⁵⁰ liggen. Ten derde moet een funderingsdiepte aanwezig zijn met een verhouding van 1:5.

De lengte van de daksporen wordt bepaald door de helling van het dak⁵¹ en de hoogte van de buitenwandstijlen. Bouwhout was een schaars goed, waarmee zuinig moest worden omgesprongen. Rechte balken van meer dan twee meter lengte waren schaars en moeilijker te verwerken. Dit maakt de maximale lengte ongeveer twee meter.

Op basis van de paalsporen kan de verhouding tussen de totale lengte en de funderingsdiepte van een paal niet worden vastgesteld. Dit wordt veroorzaakt doordat over het algemeen de resten boven de grond zijn verdwenen. Ten aanzien van de funderingsdiepte wordt voor de gebintstijlen dezelfde verhouding aangehouden als in Orvelte. Hier waren de stijlen ca. 60 cm ingegraven en kwamen zij 300 cm boven het maaiveld uit. Dit komt neer op een verhouding van 1:5.⁵² De ondergrond in Orvelte bestaat uit zand, in tegenstelling tot de zandige klei in Leiden. De draagkracht van deze twee types grond zijn voor deze lasten gelijk. Deze verhouding zal niet overal gelijk zijn geweest. De diepte van ingraving zal kunnen verschillen per stijl welke beschikbaar is.

Voor de vier gebintstijlen in het stalgedeelte, waar een driebeukige constructie gehanteerd worden, gelden andere maten. Deze vier palen zijn 10x10x444 cm. Hoewel deze staanders langer zijn dan de overige staanders is dezelfde dikte aangehouden. Uit de eerdere opgravingen van het huistype Katwijk B blijkt dat er geen significant verschil in dikte is tussen de staanders in het stalgedeelte en de overige staanders.⁵³ De hoogte van deze palen worden niet door dezelfde factoren bepaald. Bij een driebeukige constructie zijn de middelste balken vaak gelijk op de gording/fliering aangebracht als ondersteuning van de daklasten, terwijl bij de éénbeukige constructie de daksporen worden ondersteund doormiddel van een dakstoel (i.c.m. een gording⁵⁴) op de gebintbalken. Meer

⁴⁷ Dijkstra 2011, 197-199.

⁴⁸ Dijkstra 2011, 200.

⁴⁹ **Verdeelbalk** – Balk evenwijdig aan de gebinten. Verdeelt de dak krachten gelijkmatig over de verschillende gebinten en buitenmuren. Vergelijkbaar met een muurplaat.

⁵⁰ **Dakspaar, -spoor** betrekkelijk dun stuk hout, rond of rechthoekig van doorsnede, dat van de dakvoet tot de nok loopt. De spar draagt d.m.v. latten of dakbeschot de dakbedekking. Twee daksporen tegenover elkaar vormen steeds een paar en zijn verbonden door een of meer hanenbalken. Maximale lengte 10-12m. De onderlinge afstand kan 30cm tot meer dan een meter bedragen. Vroeger werd de dakspoor als span aangeduid, een samenstel van twee sporen met bijbehorende hanenbalken als gespan. Het woord spar heeft niets met de boomsoort te maken. Soms was sprake van eiken sparren. *Dake-gesparre*: 1441-'48 Kleef (D).

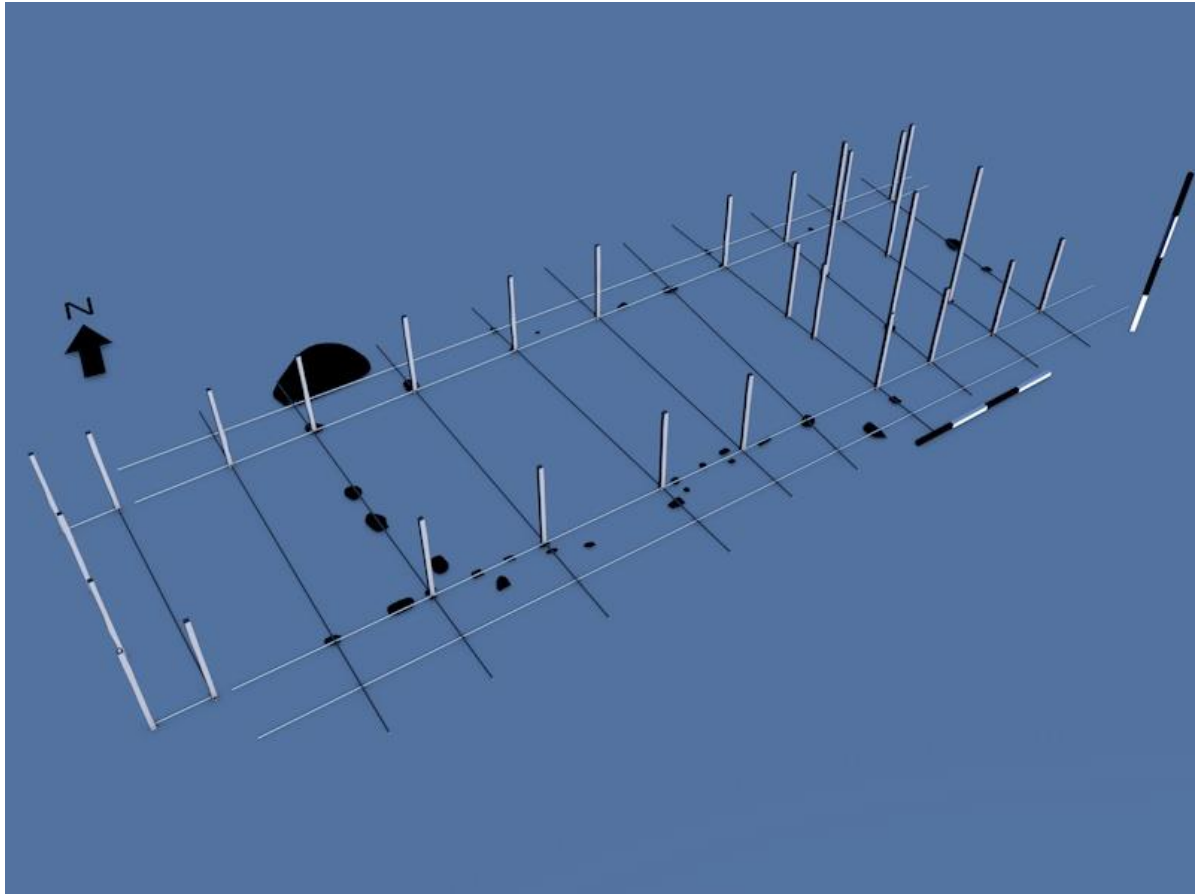
⁵¹ Harsema 1978, 24.

⁵² Harsema 1978, 26-27.

⁵³ Dijkstra 2011, 197-199.

⁵⁴ **Gording** - 1. Houten ligger, aangebracht in de lengterichting van een kap, waarvan twee zijden evenwijdig zijn aan het dakvlak. Een gording is doorgaans ingelaten in een kapsant. De oorsprong moet worden gezocht in de Romeinse kapconstructie. Sedert eind XVI is men ook soortgelijke elementen, waarvan de boven- en onderkant horizontaal zijn, gordingen gaan noemen. Van oorsprong worden die aangeduid als fliering. Ook: gording. 2. Houten koppelbalk voor langs de palen van een beschoeiing 3. Koppeling van hout tussen twee stenen elementen, b.v. trekstang tussen twee kolommen.

informatie over deze constructie is te vinden in het deel over de verdiepingsconstructie verderop in dit hoofdstuk. De minimum- en maximumwaarde voor de hoogte van deze balken wordt dus bepaald door de hoogte van de daksporen. De tweede factor is de funderingsdiepte. Deze diepte wordt net als bij de overige stijlen bepaald aan de hand van een verhouding van 1:5. Bij een hoogte van 370 cm komt dit neer op 444 cm. Hiermee is de hoogte van alle stijlen bepaald.



Figuur 15: Overzicht van de gebint-/wandstijlen. Sommige stijlen worden aan de andere kant opgevangen door de deurposten, die zijn hier nog niet te vinden maar komen later aan bod.

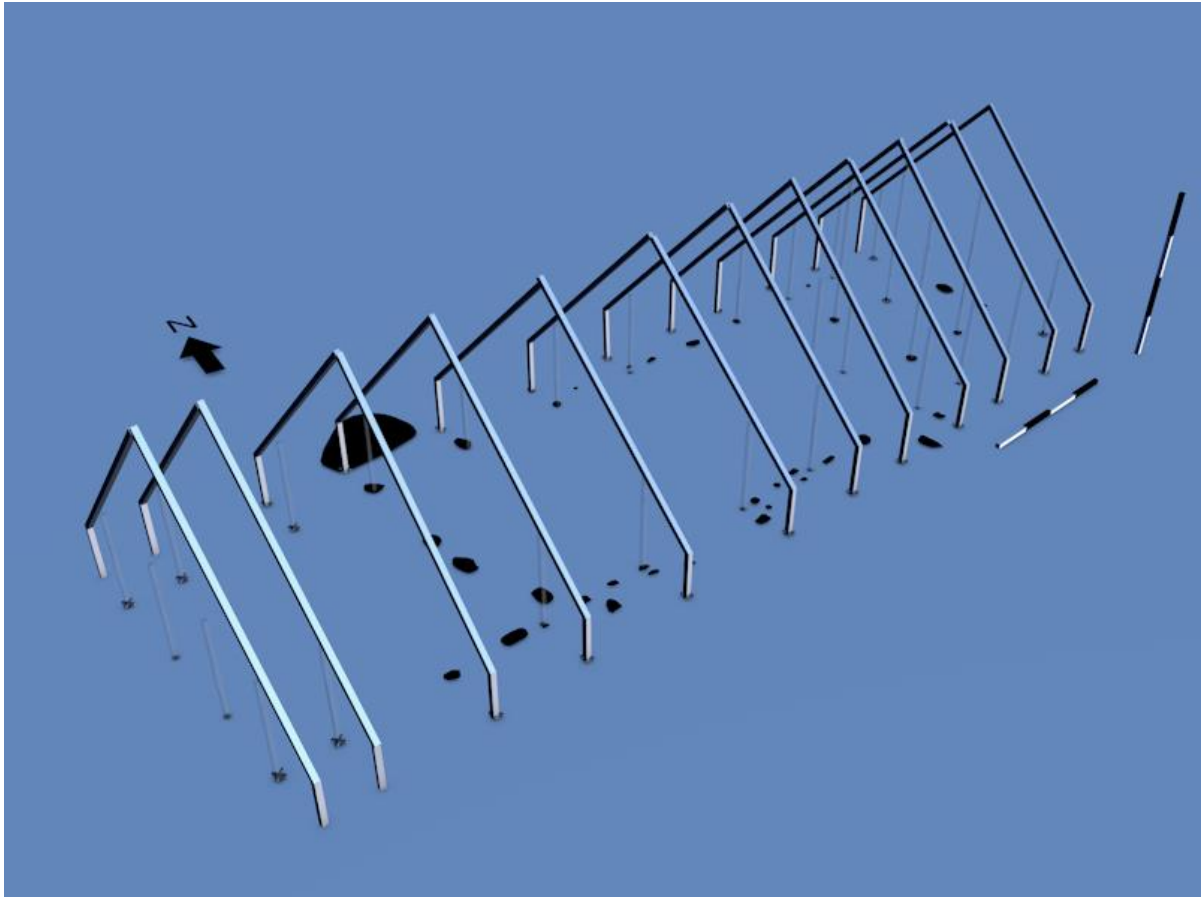
5.4 Verdeelbalk

Boven op de gebintstijlen komen de verdeelbalken te liggen. De verdeelbalken hebben als functie om de neerwaartse kracht van de daksporen op te vangen en deze gelijkmatig te verdelen over de verschillende gebintstijlen. Men kan de constructie verwezenlijken zonder een verdeelbalk maar in dat geval moeten alle daksporen 1 op 1 rusten op een gebintstijl en een buitenstijl. Deze optie is gemodelleerd (Figuur 16) maar het werd al snel duidelijk bij het verder modelleren van het dak dat deze optie niet reëel is met een gelijk aantal gebintstijlen. Omdat de afstand tussen de verschillende daksporen maximaal 50 cm mag bedragen om voldoende steun te geven aan de rest van de dakconstructie,⁵⁵ zouden veel meer gebintstijlen nodig zijn dan op de plattegrond op het opgravingsterrein zijn aangetroffen.⁵⁶ Men zou dit kunnen verklaren door aan te nemen dat de

⁵⁵ Harsema 1978, 26.

⁵⁶ Bij Boshuizerkade bedraagt de gemiddelde hart op hart afstand tussen de gebintstijlen 187cm. Om deze afstand te overbruggen zonder tussenliggende sporen zou men ongeveer drie maal zoveel gebintstijlen nodig hebben.

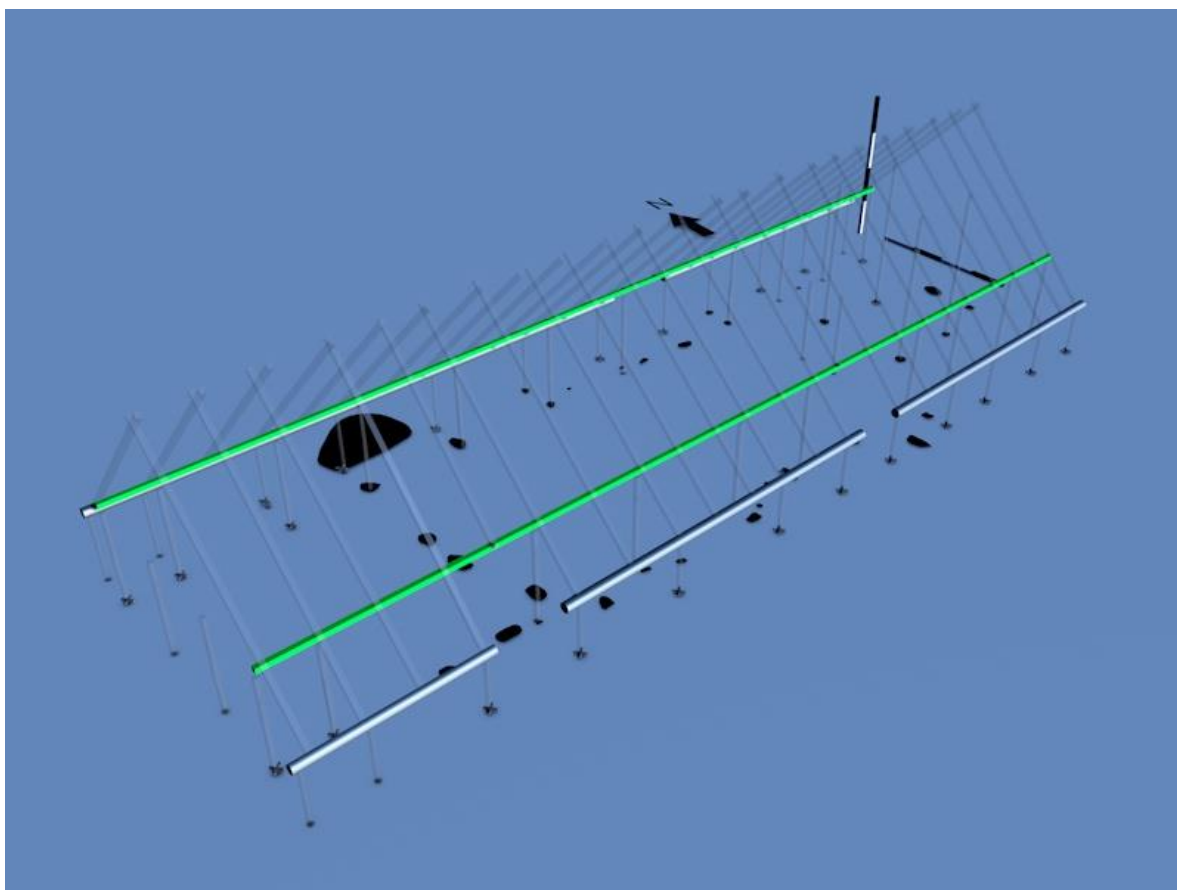
verschillende tussenliggende stijlen niet gevonden zijn, wetende dat de andere sporen ook afgetopt zijn. Maar aangezien de gevonden stijlen op ongeveer dezelfde lengte uit elkaar staan is de kans zeer klein dat precies de tussenliggende palen verdwenen zijn. Daardoor is het zeer onwaarschijnlijk dat deze mogelijkheid zich heeft voorgedaan.



Figuur 16: Reconstructie van de daksporen en de buitenwandstijlen direct met elkaar verbonden zonder ligger. De grote ruimte tussen de verschillende sporen kan niet door de dakconstructie opgevangen worden. Deze bouwwijze is dan ook niet mogelijk.

Door het toevoegen van een verdeelbalk is het niet meer noodzakelijk om de daksporen 1 op 1 te verbinden met de gebintstijlen. Hierdoor kunnen de overige daksporen tussen de verschillende stijlen gelegd worden en op het eind rusten op een buitenstijl. Daarmee ontstaan meer buitenwandstijlen dan gebintstijlen. Dit correspondeert niet met de gevonden plattegrond. Alle gevonden buitenwandstijlen staan op één lijn met de gebintstijlen van de wand. Om deze discrepantie te verklaren kan ook gebruik gemaakt zijn van een andere verdeelbalk boven op de buitenwandstijlen. Deze heeft daarmee dezelfde functie als de verdeelbalk boven op de gebintstijlen. De krachten die de daksporen op de buitenwandstijlen uitoefenen, worden dan gelijkmatig verdeeld. Hierdoor hoeven de buitenwandstijlen niet meer 1 op 1 te corresponderen met de daksporen (Figuur 17). Deze lijn van de buitenste verdeelbalk wordt alleen onderbroken bij de deuringangen. Ter plaatse van deze ingangen worden de daksporen opgevangen door de bovendorpel⁵⁷ van het deurkozijn.

⁵⁷ **Bovendorpel, dorpel** - horizontale benedendeel van een houten of stenen deur- of vensterkozijn, waarop de stijlen rusten, dus eigenlijk de onderdorpel. De dorpel aan bovenkant van een kozijn wordt bovendorpel genoemd.



Figuur 17: Muurplaat (in groen) en de buitenwandligger. Met deze constructie kunnen er meerder sporen geplaatst worden tussen met hetzelfde aantal buitenwandstijlen. De maximale lengte van 50 cm tussen de daksporen wordt hier gehaald.

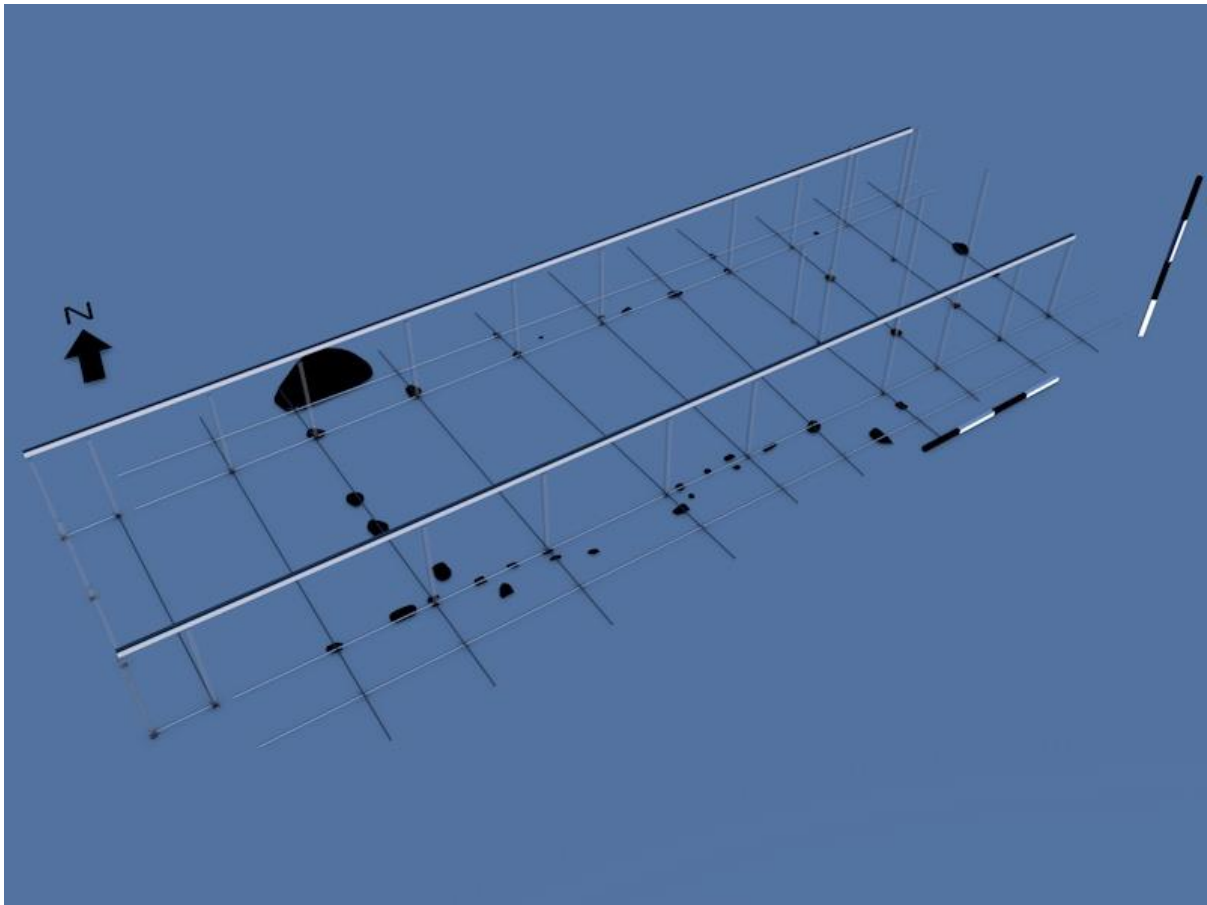
De totale lengte van de wanden is respectievelijk 2125 en 2075 cm. De gebruikte verdeelbalken bestaan uit verscheidene balken waarvan de uiteinden op een staander rusten. De dikte van de verdeelbalken is gelijk aan die van de gebintstijlen: 10x10 cm. De verdeelbalk moet niet kleiner zijn dan de stijl waarop hij rust omdat dan een ongelijke verdeling van krachten gerealiseerd wordt op de stijlen. De maximale grootte wordt bepaald door de draagkracht die de verdeelbalken moeten trotseren over een langdurige periode (15-20 jaar). Om dat dit dezelfde krachten zijn als op de gebintstijlen volstaat een dikte van 10x10cm.

De maximale lengte wordt bepaald door de afstand tussen de gebintstijlen. Deze bedraagt gemiddeld 187 cm. Om een afstand van drie stijlen te overbruggen moet de verdeelbalk een lengte hebben van 561 cm. Maar bij een afstand van twee stijlen is het gemiddeld 374 cm. Omdat het makkelijker is om bruikbaar hout te vinden van een geringere lengte wordt over het algemeen de afstand tussen twee stijlen aangehouden als maximale lengte. Voor dit model geldt daarmee een maximale lengte van 500 cm en een minimumlengte van 322 cm.

De toevoeging van de verdeelbalk draagt niet alleen bij aan de gelijkmatige verdeling van krachten door de daksporen, maar zorgt ook voor het opvangen van de zijwaartse krachten op de stijlen en fungeert als afsluiting aan de bovenkant van de wand bij een dubbele wandconstructie. Als laatste blijven dan de voorwaartse spatkrachten⁵⁸ over die op de stijlen worden uitgeoefend. Deze krachten

⁵⁸ **Spatkrachten, Spatten** - zijdelings uitwijken van een muur, pijler, boog, kapenen of gewelfribben, b.v. onder de druk van een gewelf of kap.

ontstaan omdat door de schuine ligging van de daksporen de stijlen als het ware naar binnen worden geduwd. Deze krachten worden opgevangen door de gebintbalken.



Figuur 18: Plaatsing van de verdeelbalken. Deze balken verdelen de krachten van de dakconstructie gelijkmatig over de staanders. Tegelijk zorgen ze ervoor dat de totale constructie steviger is. De buitenwandligger is hier niet weergegeven aangezien die bij de buitenwandstaanders verder behandeld wordt.

5.5 Gebintbalken

Deze gebintbalken worden tussen twee tegenoverliggende stijlen bevestigd. Daarmee staat ook vast dat de stijlen altijd in paren van twee staan opgesteld. Hierdoor ontstaan twee opties voor de bevestiging van de verdeel- en gebintbalken, *Unter-* en *Oberrahm*.

De koppeling tussen deze verdeel- en gebintbalken is niet zeker. Pen-gat verbindingen kwamen veel voor rond deze tijd.⁵⁹ Het zijn redelijk simpele maar effectieve verbindingen om twee stukken hout te verbinden. Daarom zullen de verbindingen hoogstwaarschijnlijk hier op dezelfde manier bevestigd zijn. Dit is een eenvoudige en sterke manier om deze balken te koppelen. Het tweede voordeel is dat de bevestiging van de verdeelbalk met dezelfde pen-gat verbinding gerealiseerd kan worden. Hierdoor kunnen de verdeelbalken, gebintbalken en -stijlen met één pen-en-gat verbinding aan elkaar gekoppeld worden en vormt het een hecht geheel. De volgorde van verbinden, eerste het gebint of de verdeelbalk, wordt behandeld door Trier in *Das Haus im nordwesten der Germania Libera*.⁶⁰ Hierin beargumenteert hij de keuze voor een *Oberrahm* (eerst het gebint dan de verdeelbalk) als logische keuze in prehistorische gebouwen, in tegenstelling tot het *Unterrahm* (eerst de verdeelbalk dan het gebint). Hoewel de behandelde huisplattegrond geen prehistorische datering

⁵⁹ Dijkstra 2011, 200, Van der Velde 2008, 69, 72, Jezeer 2011 34-36.

⁶⁰ Trier 1969, 119.

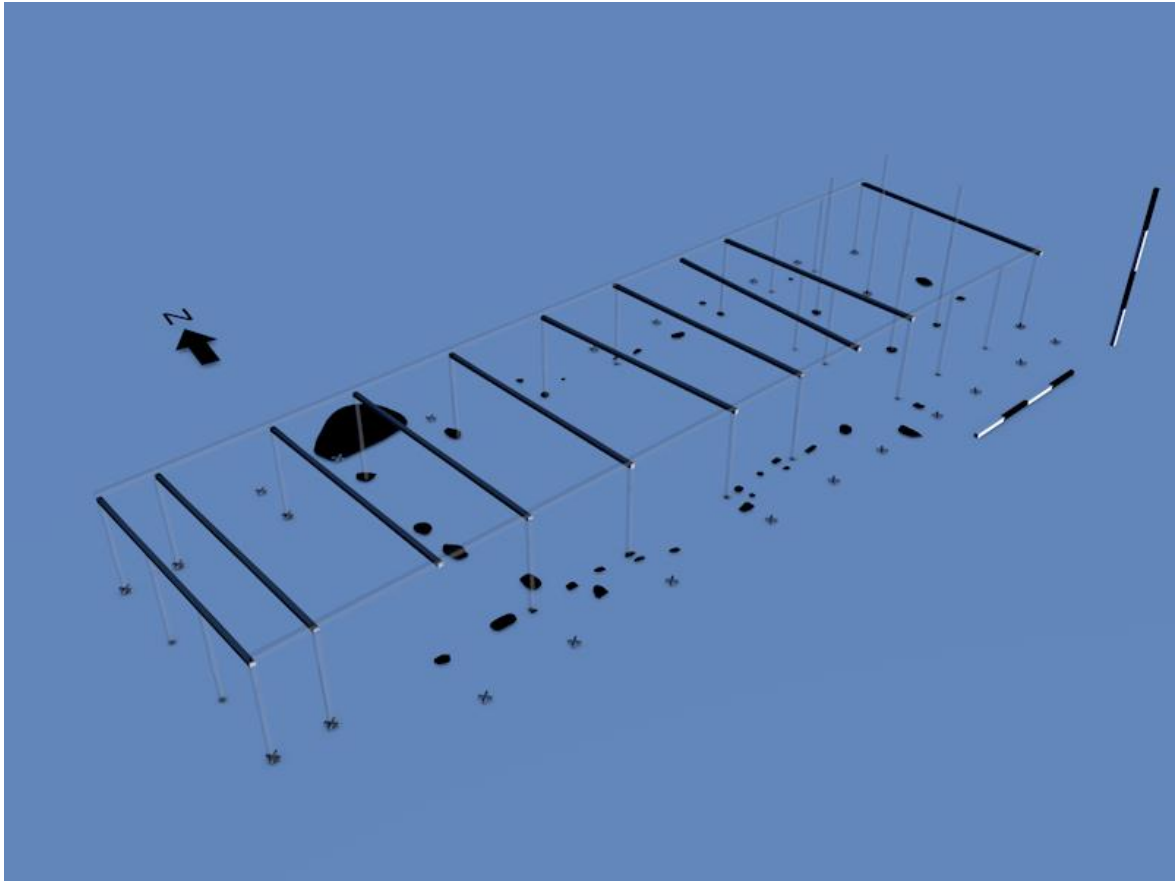
heeft, bouwt deze plattegrond voort op genoemde traditie. Daarom is bij het reconstrueren van deze huisplattegrond ook voor de *Oberrahm*-oplossing gekozen.

De afmetingen van de gebintbalk zijn wat massiever dan die van de verdeelbalk, omdat deze meer lasten moet opvangen. De buitenwandstijlen nemen een deel van het gewicht van het dak over van de verdeelbalk, waarmee deze lichter uitgevoerd kan worden. Ook moeten de gebintbalken een langere afstand overbruggen tussen de stijlen. Als laatste rust de dakstoel op de gebintbalken bij een éénbeukige constructie, wat voor extra gewicht zorgt. Meer over de dakstoel volgt later in dit hoofdstuk. Bij de reconstructie in Orvelte wordt een dikte van 12-17 cm aangehouden. Dit is echter niet noodzakelijk bij deze opstelling, omdat hier de krachten beter verdeeld worden over de gehele constructie. De afmetingen bedragen hiermee 10x13x537 cm. De breedte en hoogte van de gebintbalken moet hiermee voldoende zijn om de spatkrachten op te vangen en het extra gewicht van de dakstoel⁶¹ te dragen. De lengte van de gebintbalken is gemiddeld 537cm met een variatie van +/- 25cm. De gebintbalken worden op de stijlen bevestigd doormiddel van een pen-gatverbinding en op dezelfde manier verbonden met de verdeelbalk. De gehele constructie wordt versterkt met korbelen⁶² of schoren⁶³ als ondersteuning. Deze korbelen meten 8x4x50 cm. De korbelen zijn constructief niet per se nodig, maar geven wel meer stevigheid aan het geheel van de constructie. Daarnaast zijn ze redelijk eenvoudig te construeren bij de bouw. Het is daarom niet onwaarschijnlijk dat ze ook hier bij deze constructie zijn toegepast, mits de bouwer hier voldoende kennis van had.

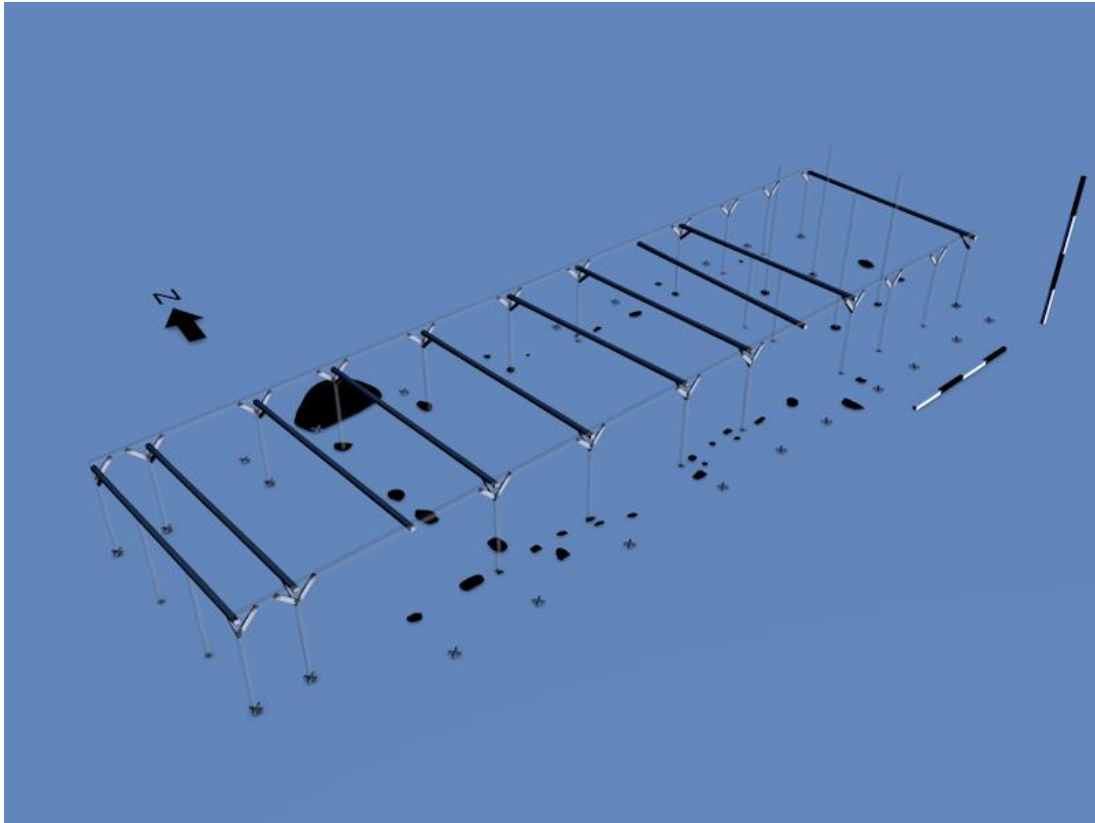
⁶¹ **Dakstoel** → **Kapgebint** - Samenstel van twee kapbenen, dek- of tussenbalk, korbelen en dergelijke. Dient als ondersteuning voor de dakconstructie op het gebint. (Janse, Houten kappen). Zie paragraaf 5.9.1.

⁶² **korbeel** *D. Kopfband; E. brace; F. aisselier*. Schoor tussen een verticaal of schuinstaand en een horizontaal onderdeel van een houtconstructie. Ook: stuk kromhout.

⁶³ **schoor** *D. Strebe, Band; E. strut; F. lien, contrefiche, décharge*. Houten element, dat een schuine stand heeft en een verticaal of schuingeplaatst element verbindt met een horizontaal element om de stijfheid van de constructie te bevorderen.



Figuur 19: Plaatsing van de gebintbalken. Deze balken zorgen ervoor dat de staanders aan elkaar verbonden zijn en niet bewegen. Ook dragen deze balken de dakstoel.



Figuur 20: Plaatsing van de gebintbalken met korbelen. De korbelen dienen als versterking van de gebintbalken en verdeelbalken op de gebintstijl.



Figuur 21: Detail korbelen en *Oberrahm* constructie. Hier liggen de gebintbalken direct boven op de gebintstijl. Daarbovenop rust de verdeelbalk. Deze hele constructie wordt verstevigd met de korbelen.

5.6 Buitenwandstijlen

Als laatste constructief onderdeel rest ons op de begane grond de buitenwandpalen. Deze hebben een diameter van 10 cm en zijn 150-350 cm lang. Deze stijlen staan aan de gehele langsijde van het gebouw. Buitenwandstijlen kunnen ook aan de korte zijde voorkomen, meer hierover volgt later in dit hoofdstuk.

Buitenwandstijlen worden gebruikt in verschillende huisplattegronden vanaf de IJzertijd tot aan de Late-Middeleeuwen.⁶⁴ Volgens Dijkstra konden deze buitenwandstijlen op drie verschillende manier worden toegepast:⁶⁵

- Als verticale ondersteuning van een horizontale dakvoetligger die alle buitenwandstijlen met elkaar verbond.
- Als verticale ondersteuning van een spoor, recht tegenover een spoor met buitenstijl aan de andere langsijde van het huis.
- Als schuinstaande stijl, die een schorende functie vervulde tegen de bovenzijde van de wand.

Bij de reconstructie in Orvelte is een verhouding van 1:2 in de lengterichting aangehouden voor de buitenwandstijlen.⁶⁶ Voor elke centimeter boven de grond bevindt zich twee centimeter onder de

⁶⁴ Lange 2014.

⁶⁵ Dijkstra 2011, 199.

⁶⁶ Harsema 1978, 27.

grond. Deze verhouding wordt gebruikt voor de eerste twee opties met een dakhoek van 50 graden. Dit komt neer op een totale lengte van ongeveer 150 cm. Voor dezelfde opties met een dakhoek van 45 graden kwam de totale lengte, bij een verhouding van 1:2, uit op 200 tot 500 cm. Deze lengte is veel groter dan nodig is om de krachten op te vangen die op de buitenwandstijlen uitgeoefend worden. Hoewel een groot gedeelte van de daklasten op de buitenwandstijlen rust is het gebruik van zulke lengtes nergens archeologisch aangetoond. Daardoor zal voor deze twee opties een maximale lengte van een meter onder het maaiveld aangehouden worden. Wat de maximale lengte van de buitenwandstijlen op 350 cm brengt.

De derde optie, een schuinstaande stijl met een schorende functie tegen de bovenzijde van de wand, wordt al door Dijkstra zelf ontkracht. De stijlen hebben onvoldoende sterkte om de spatkracht van het dak op te vangen op deze manier. Deze schorende functie zou pas haalbaar zijn vanaf een afstand van minstens 100 cm van de wand af, de gemiddelde afstand bedraagt bij de Katwijk B huistypes 40 tot 80 cm.⁶⁷ Dit zou niet het enige probleem zijn wat bij schorende buitenwandstijlen gemoeid gaat. Ook zullen de gebintbalken tussen de wandstijlen hun functie verliezen om de spatkracht op te vangen, maar zoals later zal blijken hebben ze ook de functie om de dakstoel, en daarmee de gordingen, te dragen. Deze functie zou makkelijker en met minder materiaal overgenomen kunnen worden door middenstijlen die vanaf de grond naar de sporen lopen zoals in het stalgedeelte. Archeologische bewijs hiervoor ontbreekt, aangezien alleen het stalgedeelte op deze manier is opgebouwd.

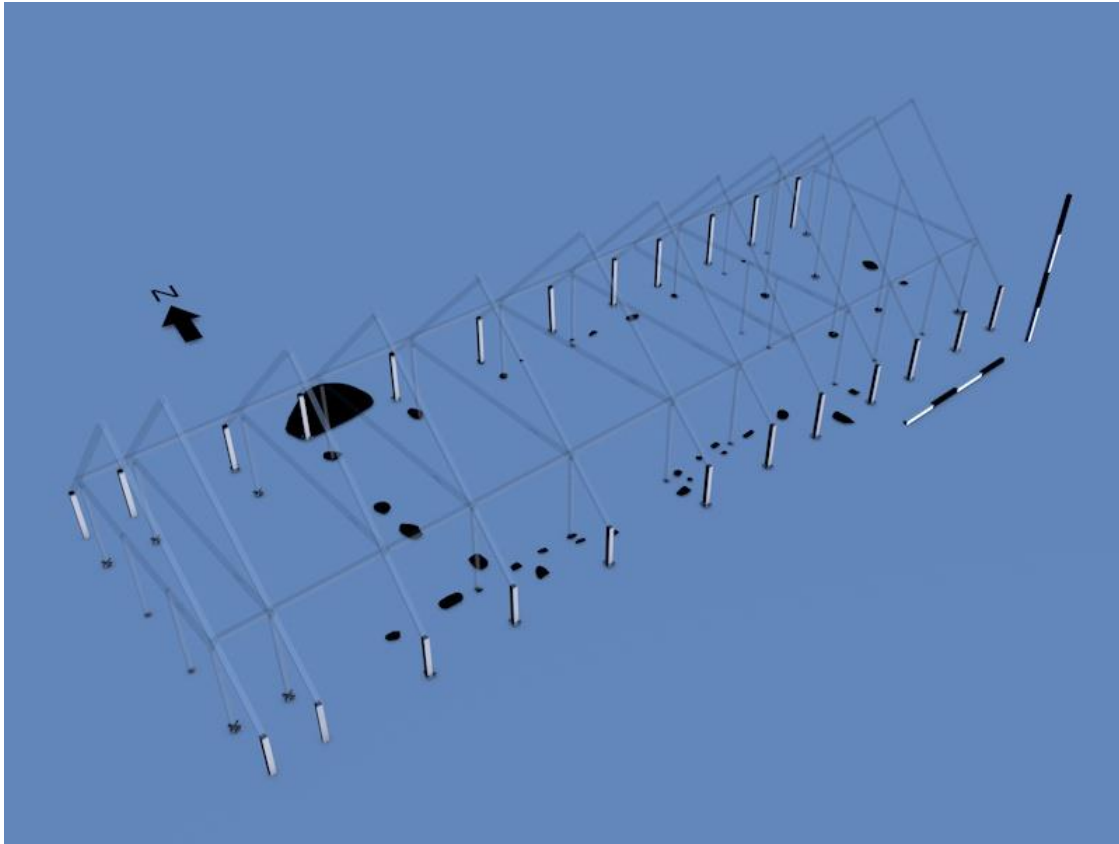
Een andere optie voor de schuinstaande stijlen is het doortrekken van de daksporen tot op de ondergrond. Hierbij zijn de daksporen de buitenwandstijlen. Dit zou in de paalsporen zichtbaar moeten zijn, namelijk schuinstaande paalkernen in de coupes. Echter is door de afgetopte coupes niet mogelijk om dit voor deze reconstructie uit te sluiten. In de praktijk is het echter ook minder haalbaar. Bij rechte sporen is de dakhelling zo stijl dat de nokhoogte ongeveer op 900 cm uitkomt. Een andere manier om dit te realiseren is de daksporen aan het uiteinde krom af te laten lopen. Hierdoor behoudt men een redelijke hellingshoek en komen de daksporen niet te ver van het huis af te liggen. Het is echter zeer moeilijk om de daksporen in zo'n grote hoek te buigen of in deze vorm uit de natuur te halen. Deze optie wordt dan ook als zeer onwaarschijnlijk geacht en niet meegenomen in het model.

Daardoor is het aannemelijk dat de stijlen en/of de wanden een verdeelbalk hadden die deze kracht opving. Het gebruik van een horizontale buitenwandligger kan niet uitgesloten worden hoewel ook hiervoor geen direct archeologisch bewijs te vinden is. De tweede optie, een verticale ondersteuning van een spoor recht tegenover een ander spoor met buitenstijl aan de andere langszijde van het huis kan wel indirect waargenomen worden door de archeologische grondsporen te bekijken en te constateren dat elke buitenstijl een tegenligger heeft aan de andere langszijde. Het gevaar hierin is dat, doordat de archeologische resten mogelijk incompleet zijn, er een verkeerde conclusie getrokken wordt. Ook wordt de maximale afstand van de sporen die op de buitenwandstijlen rusten geschat op maximaal één meter. De wandstijl/buitenstijl constructies staan onderling op twee tot drie meter hart op hart⁶⁸ van elkaar. Hierdoor heeft men hetzelfde probleem als wanneer men geen verdeelbalk gebruikt. De afstand tussen de sporen is te groot om de dakconstructie op te vangen. De tussenliggende sporen moeten dan opgevangen worden op de verdeelbalk, waardoor een dakconstructie ontstaat die gedeeltelijk oversteekt zonder dat de tussenliggende sporen opgevangen worden. De lengte van de overstekende sporen die alleen gedragen worden door de

⁶⁷ Ibidem, 200.

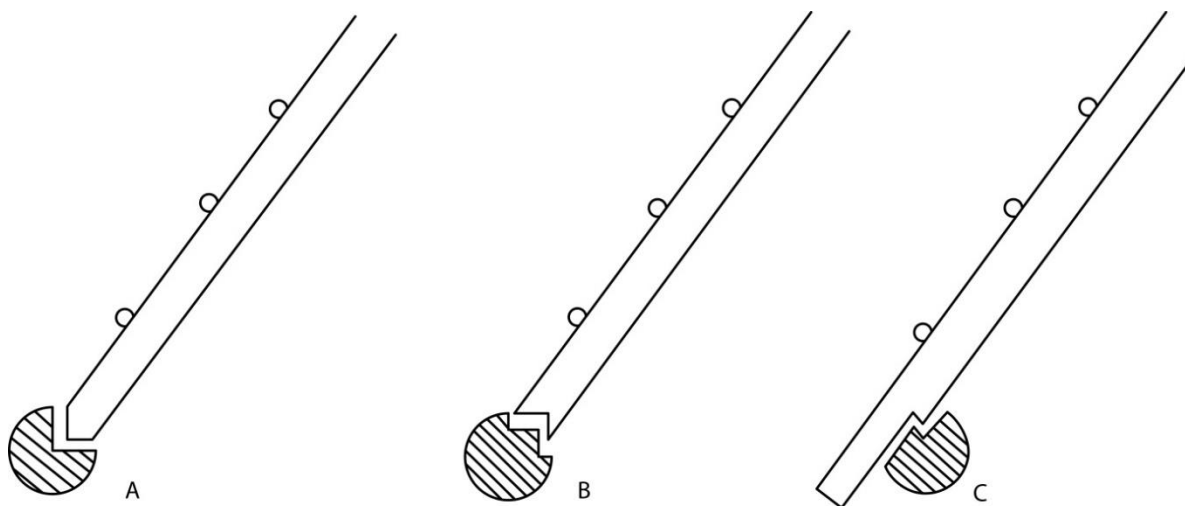
⁶⁸ **Hart op hart** - gemeten vanuit de middellijn.

verdeelbalk zal niet meer dan 50 cm kunnen bedragen, zonder ondersteuning. Dit zorgt er weer voor dat het overgrote deel van de dakrand niet de lengte van de buitenwandstijlen kan bereiken. Hierdoor is het gebruik van buitenwandstijlen op deze manier niet functioneel.



Figuur 22: Optie A, sporen direct op de buitenwandstijlen. Hier is de ruimte tussen de sporen even groot als wanneer er geen verdeelbalk wordt gebruikt. Deze optie is daarmee ook niet aannemelijk.

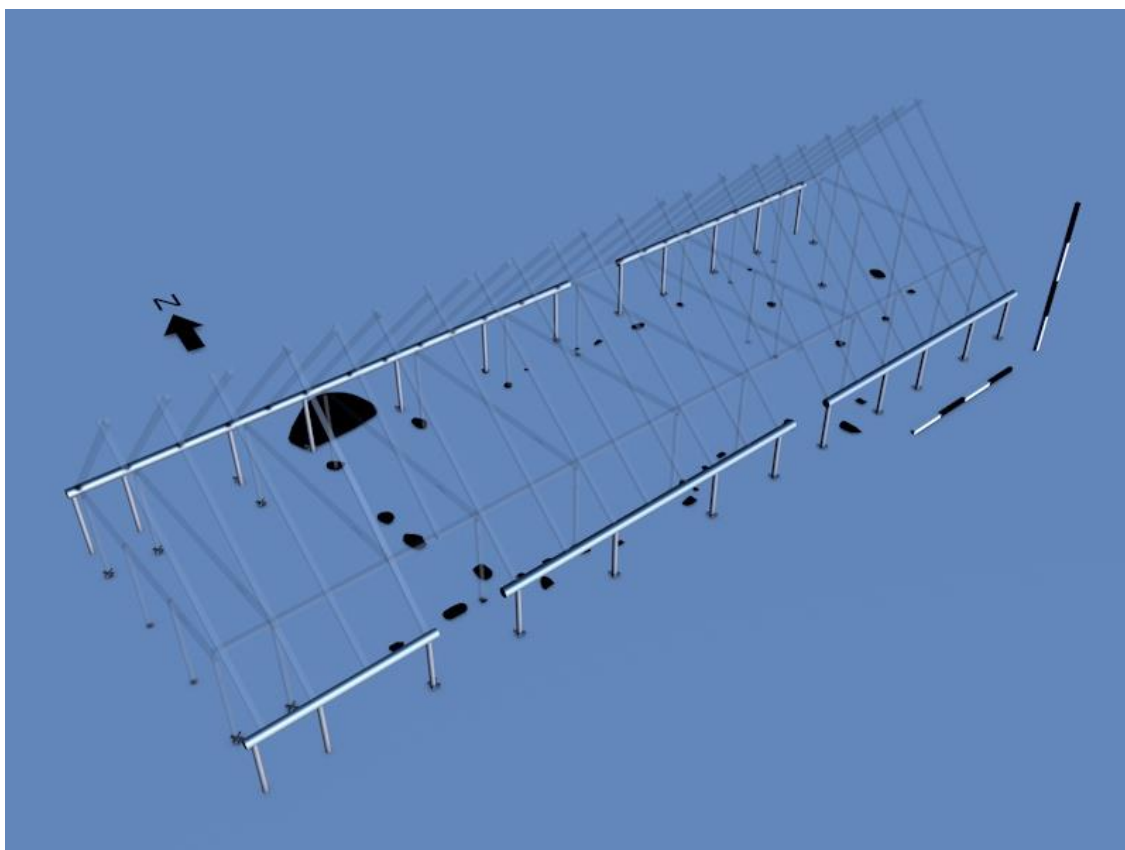
De eerste twee opties zijn beide aannemelijk, daarom is ervoor gekozen om ze allebei te verwerken in de digitale reconstructie. Hier wordt onderscheid gemaakt in optie A en B bij de buitenwandstijlen. Dit zal niet alleen gevolgen hebben voor de buitenwandstijlen maar ook de dakconstructie en de verdeelbalken.



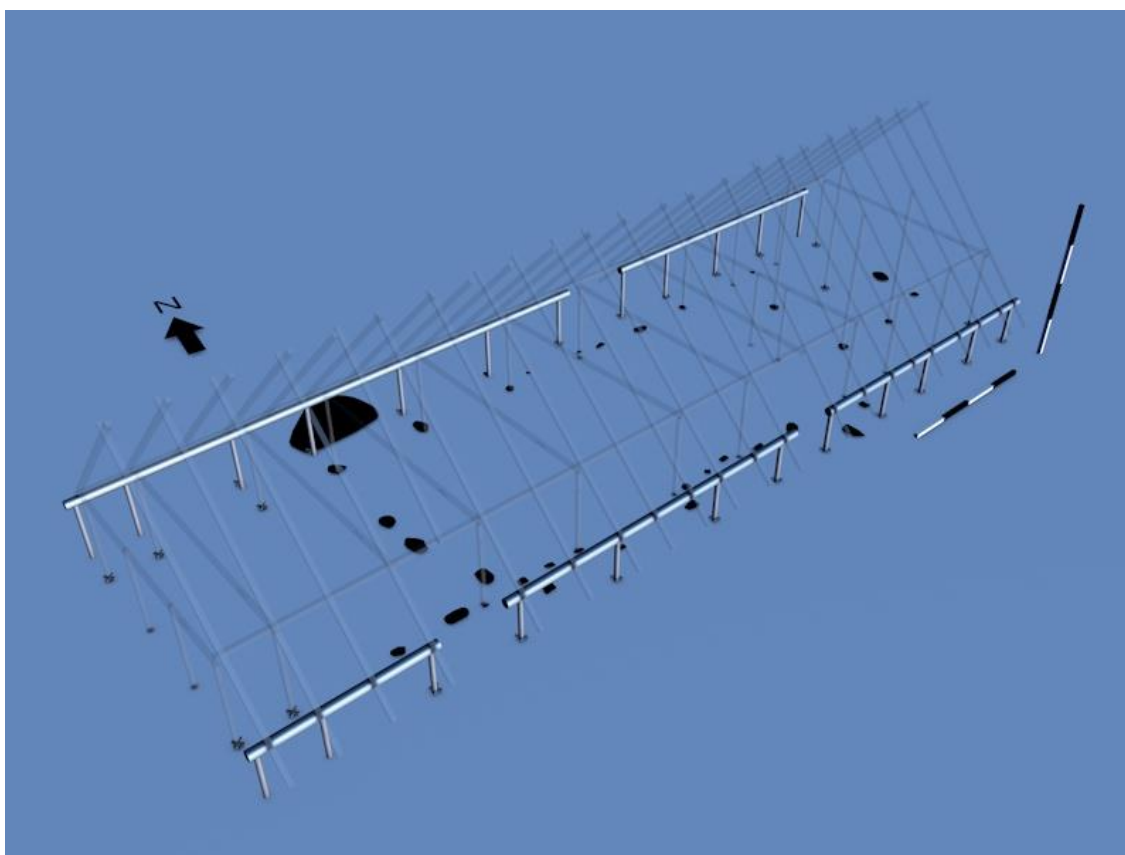
Figuur 23: Verschillende opties voor buitenwandstijlen. (Bron: Harsema 1978, 27)

De uiteindes van de sporen, wanneer ze rusten op een dakvoetligger, kunnen op 3 manieren bevestigd worden. In Figuur 23 kan men deze opties zien. Het voordeel van optie C hierbij is dat alle onderdelen van de dakconstructie beschermd zijn tegen weersinvloeden. Deze variant heeft dan ook zeker de voorkeur. Bovenstaande drie opties voor de uiteindes van de sporen gelden alleen voor de eerste twee opties van de buitenwandstijlen, als verticale ondersteuning. Als laatste zijn voor alle onderdelen ook een verschil gemaakt voor dakhelling. De uitleg hierover is te vinden in hoofdstuk 6.9 "Dakbedekking". Voor elke optie is een variant in 45 en 50 graden. Hiermee komt het totaal aantal opties uit op vijf. Eén voor de sporen direct op de buitenstaanders, twee voor de sporen in de buitenwandligger met verschillende dak hoeken en twee voor over de dakvoetligger met verschillende dak hoeken.⁶⁹

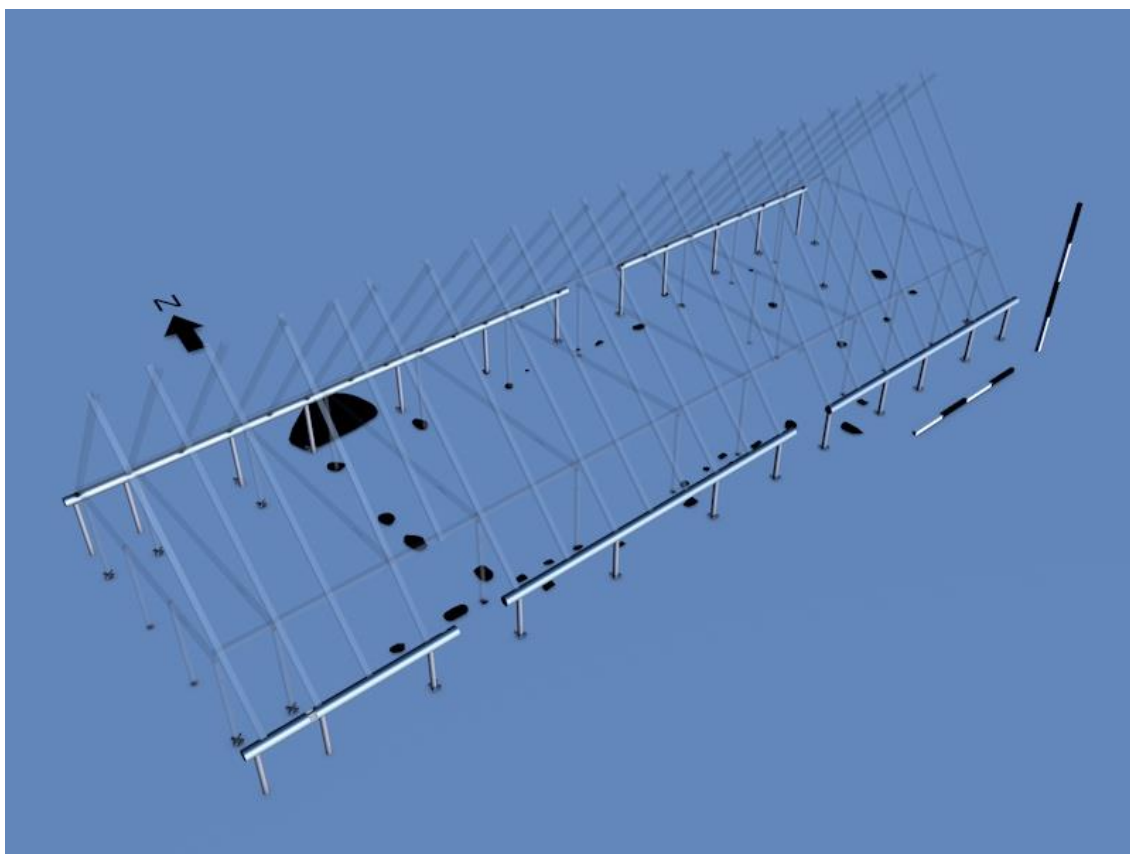
⁶⁹ Bij het modelleren wordt geen onderscheid gemaakt tussen de V- en W-constructie. Deze zijn op deze schaal hetzelfde.



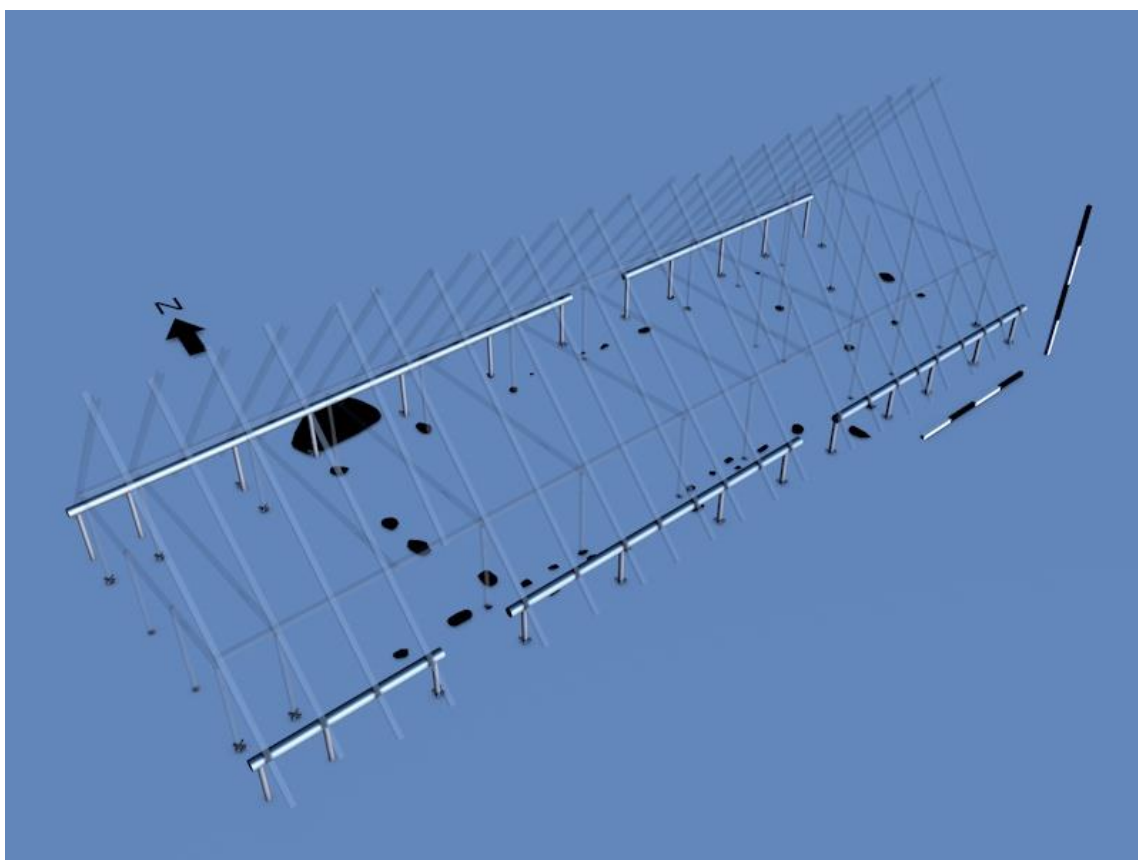
Figuur 24: Optie B, dak hoek 45 met de daksporen ingelegd in de buitenwandligger.



Figuur 25: Optie B, dak hoek 45 met daksporen over de buitenwandligger.



Figuur 26: Optie B, dak hoek 50 met sporen in de buitenwandligger.



Figuur 27: Optie B, dak hoek 50 met sporen over buitenwandligger.

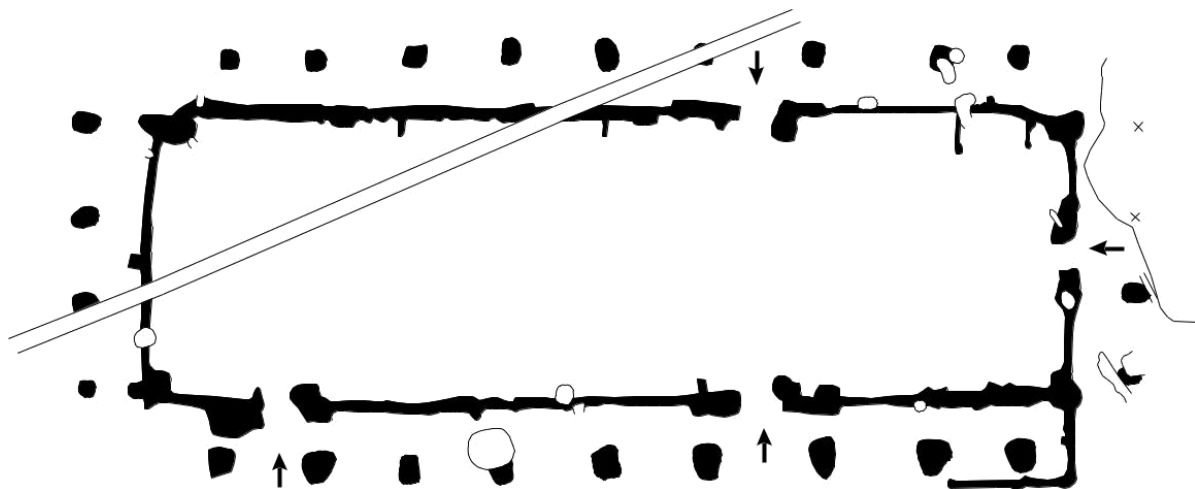


Figuur 28: Detail verschillende opties voor buitenwandligger. Zoals zichtbaar is, is er geen verschil aan de buitenkant wanneer de sporen in de ligger vallen.

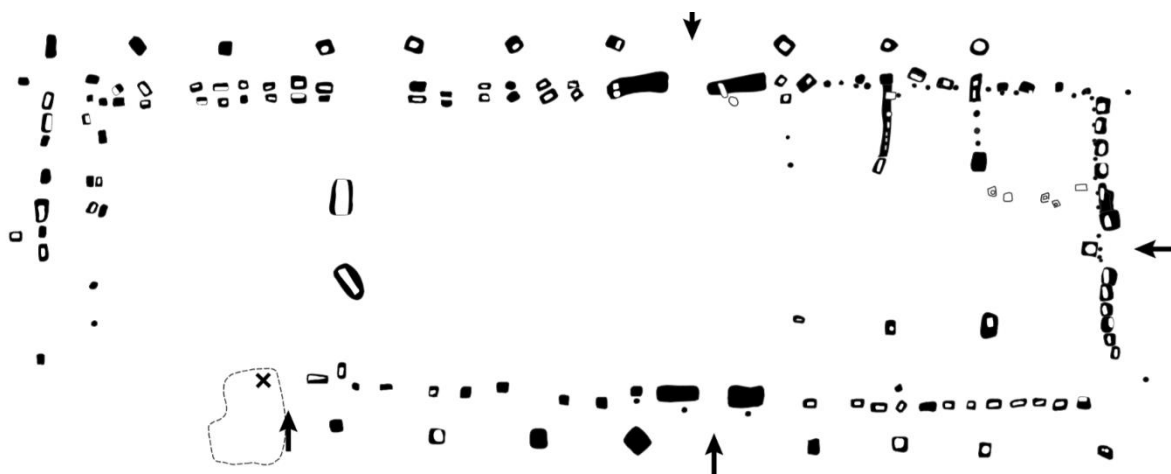
5.6.1 Buitenwandstijlen – korte zijde

Als laatste blijven de buitenwandstijlen aan de korte zijdes over. Hoewel bij de huisplattegrond aan de Boshuizerkade geen archeologisch bewijs voor gevonden is, zijn bij verschillende andere vergelijkbare plattegronden wel sporen aangetroffen. Zo heeft de huisplattegrond Oegstgeest 2 drie kleine staken aan de linkerkant en twee aan de rechterkant. Dat de rechterkant minder staken heeft dan de linkerzijde kan duiden op het feit dat hier de ingang zich bevonden heeft. Opvallend is dat hier precies in de ingang zich ook een paal lijkt te bevinden. Deze zou gebruikt kunnen zijn om de nok van het uitstekend deel van het dak op te vangen of de paal is later geplaatst om de ingang te sluiten. Wat eveneens opvalt is dat de rechter korte zijde een stuk minder zwaar is uitgevoerd dan de linker korte zijde en lange zijdes. Het lijkt daarmee zeer onlogisch dat deze staken sterk genoeg waren om de dakkrachten op te vangen.

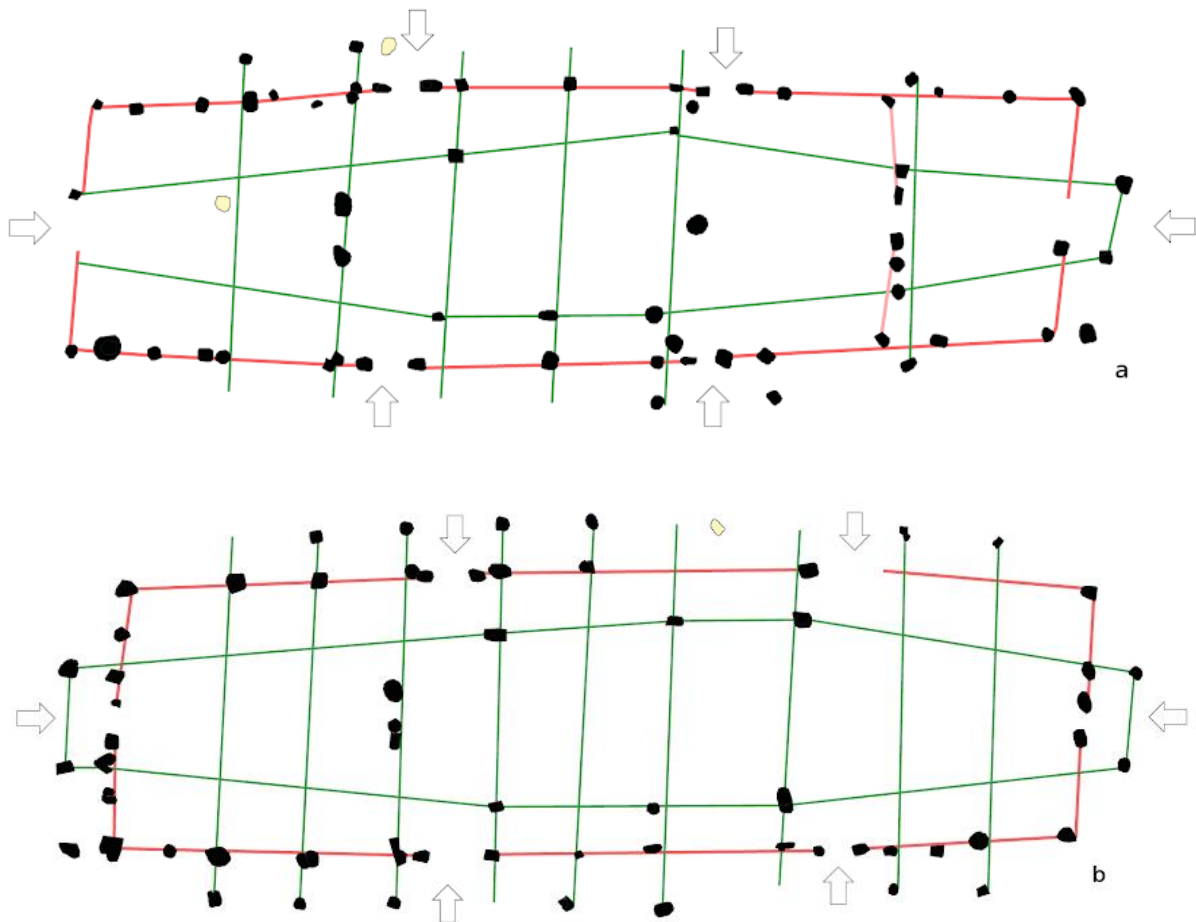
Het tweede voorbeeld is de huisplattegrond Roksem I, gevonden in het gelijknamige dorp in België. De plattegrond is ingedeeld in huistype Katwijk C en is daarmee geheel éénbeukige opgebouwd. Bij deze huisplattegrond is het zeer duidelijk dat de buitenwandstijlen aan de korte zijden een dragende functie hebben gehad, aangezien ze in dezelfde grootte zijn uitgevoerd als die aan de lange zijdes. Het is ook niet waarschijnlijk dat bij een éénbeukige constructie het noodzakelijk is om een overhellend dak aan de korte zijdes te hebben. Bij de overige plattegronden van het huistype Katwijk C zijn geen sporen gevonden van buitenwandstijlen aan de korte zijde.



Figuur 29: Roksum 1, aan de linker en rechterkant duidelijk de buitenwandstijlen aan de korte zijde te zien. (Bron: Dijkstra 2011, 199.)



Figuur 30: Oegstgeest 2. Hier ook aan de linker- en rechterkant de buitenwandstijlen aan de korte zijde te zien. Deze zijn aanzienlijk kleiner uitgevoerd dan die aan de lange zijde. (Bron: Dijkstra 2011, 197.)



Figuur 31: Twee plattegronden van het huistype Zelhem. Duidelijk aan de linker- en rechterkant te zien zijn de buitenwandstijlen. (Bron Waterbolk 2009, 90)

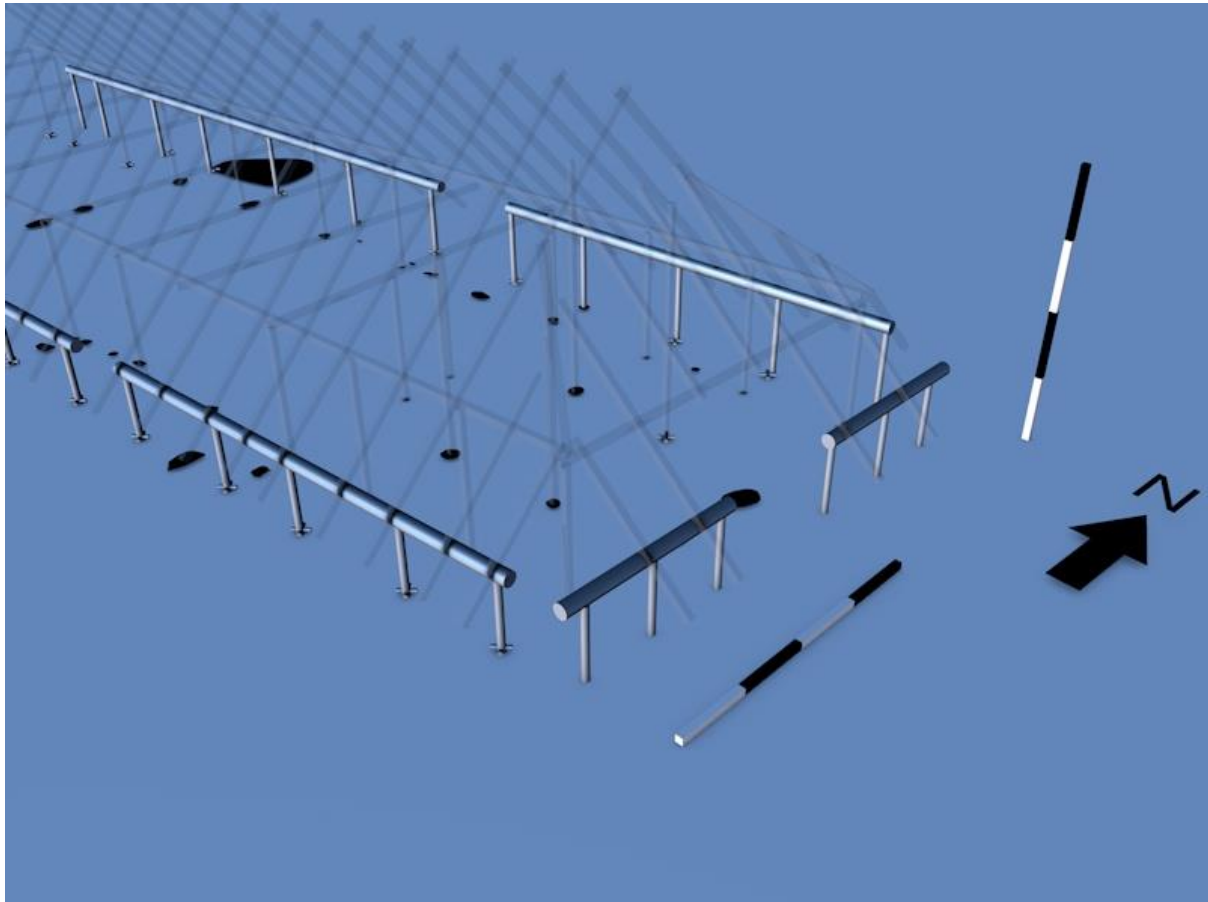
De derde gevonden huisplattegrond, met buitenwandstijlen aan de korte zijdes, is het huistype Zelhem. Dit huistype is hetzelfde als het huistype Odoorn C, met de toevoeging van de buitenwandstijlen aan de korte zijdes. Zoals hierboven te zien kunnen de stijlen aan beide korte zijdes voorkomen. Opvallend bij deze plattegronden is dat de stijlen niet geheel langs de korte zijdes staan maar óf alleen in het midden voorkomen óf één hoek missen. Het is niet met zekerheid te zeggen of dit zo hoort of dat het komt door incomplete data van de opgraving. Het meer dan één keer voorkomen van dit fenomeen doet vermoeden dat dit zo bij de constructie hoort. Waterbolk geeft de volgende verklaring aan de buitenstaanders: *“De buitenpalen aan de korte zijden hebben waarschijnlijk gediend om de platen op te vangen die de door de buitenpalen aan de lange zijden gevormde jukken hebben verbonden. Samen met de eventuele binnenstijlpalen gaven die het gebouw stevigheid.”*⁷⁰ Waterbolk schaatst het dus bij de constructie van de begane grond en denkt niet dat het een functie heeft kunnen hebben als ondersteuning voor een schuin dak.

Bij een constructie met buitenwandstijlen aan de korte zijde loopt het dak met hetzelfde overstek door. De sporen worden aan de onderkant opgevangen door de buitenwandstijlen of een dakvoetligger en aan de bovenkant door de dakstoel of hanenbalk.⁷¹ Hierdoor ontstaat aan de

⁷⁰ Waterbolk 2009, 90.

⁷¹ **Hanenbalk** - horizontaal verbindingselement tussen twee daksporen die tegenover elkaar staan. Bij enkelvoudige sporenkappen zijn meestal enkele hanenbalken boven elkaar, bij ondersteunde sporen is er meestal één hanenbalk boven in de kap. Omdat de doorsnee vrijwel gelijk is aan die van de sporen, is de term balk feitelijk niet juist.

bovenkant een verschil in nokhoogte. Dit creëert daarmee een wolfseind⁷², meer hierover volgt later in paragraaf 5.9.3. In het midden zal het rusten op de verdeelbalk boven op de buitenwand. Bij een constructie zonder buitenwandstijlen zullen de sporen echter in het geheel op de buitenwand moeten rusten, de bovenkant kan op de dakstoel blijven liggen. Tevens kan worden gekozen om de korte zijdes recht af te werken. Hiervoor zijn geen buitenwandstijlen nodig en het rieten dak zal doorlopen tot de rechte kanten. De onderkant zal gesloten worden doormiddel van vlechtwerk met aangesmeerd leem. De verdieping zal om praktische redenen eerder dichtgemaakt zijn met planken.⁷³ Beide opties zijn constructief mogelijk en zullen in de digitale reconstructie toegepast worden.



Figuur 32: Optie B, hoek 45 buitenwandstijlen aan de korte zijde.

5.7 Buitenwanden

Tussen de gebintstijlen staat de wand. De primaire functie van de buitenwanden is om de binnenzijde van het huis te beschermen tegen factoren zoals het weer. De constructieve lasten van het huis worden door de gebintstijlen (in combinatie met de buitenwandstijlen) gedragen. In moderne huizen zijn de muren opgebouwd uit gemetselde stenen. Deze zijn massief en stevig en kunnen daarmee de lasten dragen zonder hulp van stijlen. De wandconstructie rond de Vroege-Middeleeuwen bestond doorgaans uit een wandgreppel met daarin een enkele of dubbele wandstijl

⁷² **Wolfseind** - afgeschuinde kant aan de korte zijde van een dak. De helling ervan is meestal steiler dan van de aangrenzende dakvlakken aan de zijkant.

⁷³ Een andere optie is ook het bovendee dichtsmen met leem. Dit vereist echter het werken in vakken omdat de leem niet hoger dan 2m gestapeld kan worden voordat het in elkaar zakt onder zijn eigen gewicht. Het gebruik van vakwerk is daarentegen nog niet aangetoond in deze tijdsperiode.

geplaatst. Deze wandstijlen stonden een eindje van elkaar af met daartussen dunne staken met vlechtwerk. Bij sommige wandconstructies zijn deze wandstijlen niet aanwezig, maar nemen de gebintstijlen deze functie over. Deze gebintstijlen zijn vaak dun uitgevoerd en staan dicht op elkaar. Tussen de stijlen is vlechtwerk geplaatst, aangesmeerd met leem.

Bij de huisplattegrond Oegstgeest 2 (Figuur 33c) bleek dat de wandconstructie bij het stalgedeelte (rechterkant) afweek van de wandconstructie in het woongedeelte (linkerkant). Het stalgedeelte had een enkele wandstijl met aan de binnenkant een stakenrij, terwijl het woongedeelte een dubbele wandstijl had. Dijkstra oppert dat het hier kan gaan om een zoldering in het woongedeelte.⁷⁴ Aan de binnenkant van de enkele wandstijl in het stalgedeelte zijn kleine staken gevonden die duiden op een vlechtwerkwand. Tussen de dubbele wandstijlen in het woongedeelte zijn deze kleine staken niet gevonden. Het kan zijn dat hier tussen de wandstijlen wel een vlechtwerkenwand heeft gestaan of dat de wand gesloten is met een constructie van horizontale planken.⁷⁵ Bij de andere huisplattegronden is dit onderscheid in wandconstructie tussen het woon- en stalgedeelte niet terug te vinden. Van de wandconstructie van Oegstgeest 1 (Figuur 33d) kan alleen gezegd worden dat het hier om een wand-/standgreppel ging met daarin een enkele of dubbele wandstijl.⁷⁶ De wandconstructie bij Katwijk 46 bestond uit enkele en soms dubbele wandstijlen, ingegraven in een wandgreppel.⁷⁷ Verbrande kleibrokken met daarin indrukken van vlechtwerk verraden dat de wandconstructie in ieder geval deels uit vlechtwerk bestond tussen de wandstijlen. De wandstijlen hadden een onderlinge afstand van ongeveer 20 cm en staken gemiddeld 30 cm onder de wandgreppel uit.⁷⁸

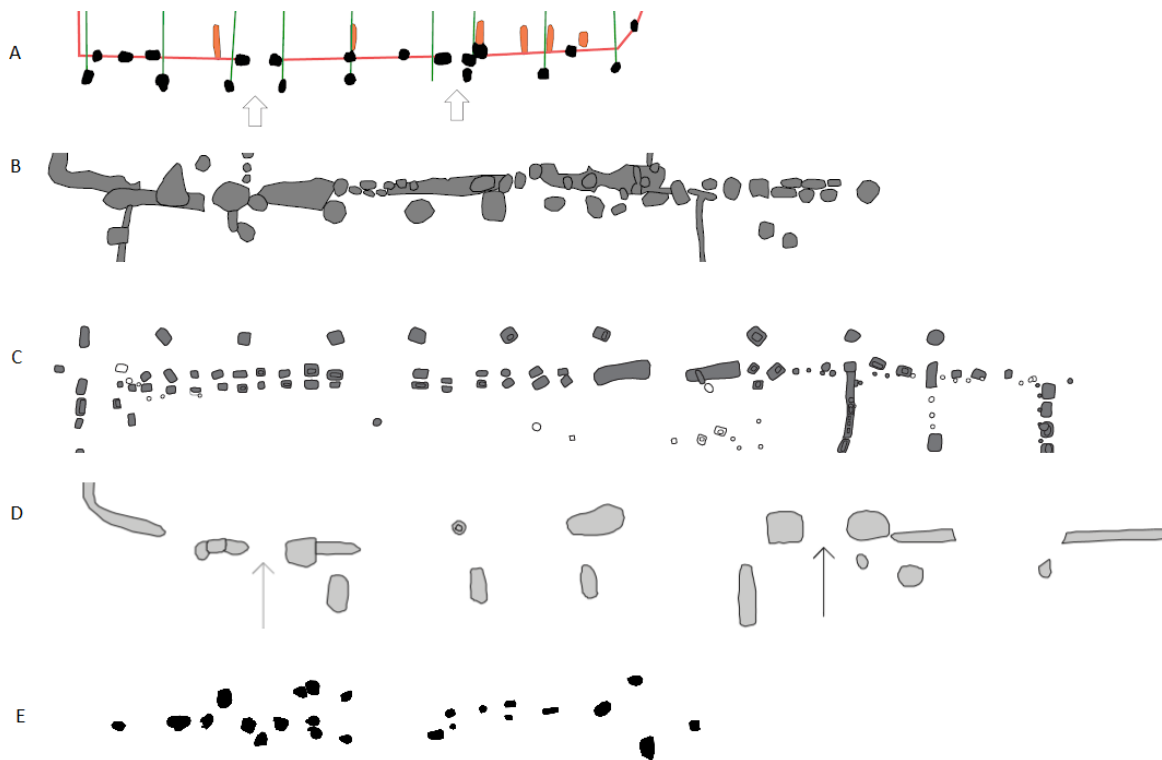
⁷⁴ Dijkstra 2011, 200.

⁷⁵ Hemminga/Hamburg 2006, 25.

⁷⁶ Jezeer 2011, 25.

⁷⁷ Van der Velde 2008.

⁷⁸ Ibidem, 171.



Figuur 33: Overzicht van verschillende wandstructuren bij Katwijk B huizen. A Dalen - Westakkers 5 (Bron: Waterbolk 2004, 89). B Katwijk 46 (Bron: Van der Velde 2008, 172). C Oestgeest 2 (Bron: Hemminga/Hamburg 2006, 24). D Oestgeest 1 (Bron: Jezeer 2011, 27). E plattegrond Boshuizerkade.

De wandconstructie aan de zuid/zuidwestelijke zijde van het huis bij Oegstgeest 1 en 2 heeft een dubbele uitvoering. Dit zijn beide huizen van het type Katwijk B maar huis 22 en 25, gevonden in de opgraving Katwijk-Zanderij, hebben deze dubbele uitvoering ook.⁷⁹ Bij Oegstgeest 2 liggen deze twee wanden 1 m uit elkaar, bij Oegstgeest 1 ongeveer een halve meter hart op hart. De functie van deze dubbele wand is onduidelijk. Bij Oegstgeest 2 lijkt de buitenste wand onderdeel uit te maken van het huis, met bijbehorende buitenstijl en wandconstructie, terwijl het bij Oegstgeest 1 juist lijkt te gaan om een losse greppel zonder verdere samenhang met de huisplattegrond. Dijkstra oppert dat het hier kan gaan om bedsteden.⁸⁰ Van der Velde denkt dat het bij huizen 22 en 25 gaat om een uitbreiding van de wand.⁸¹

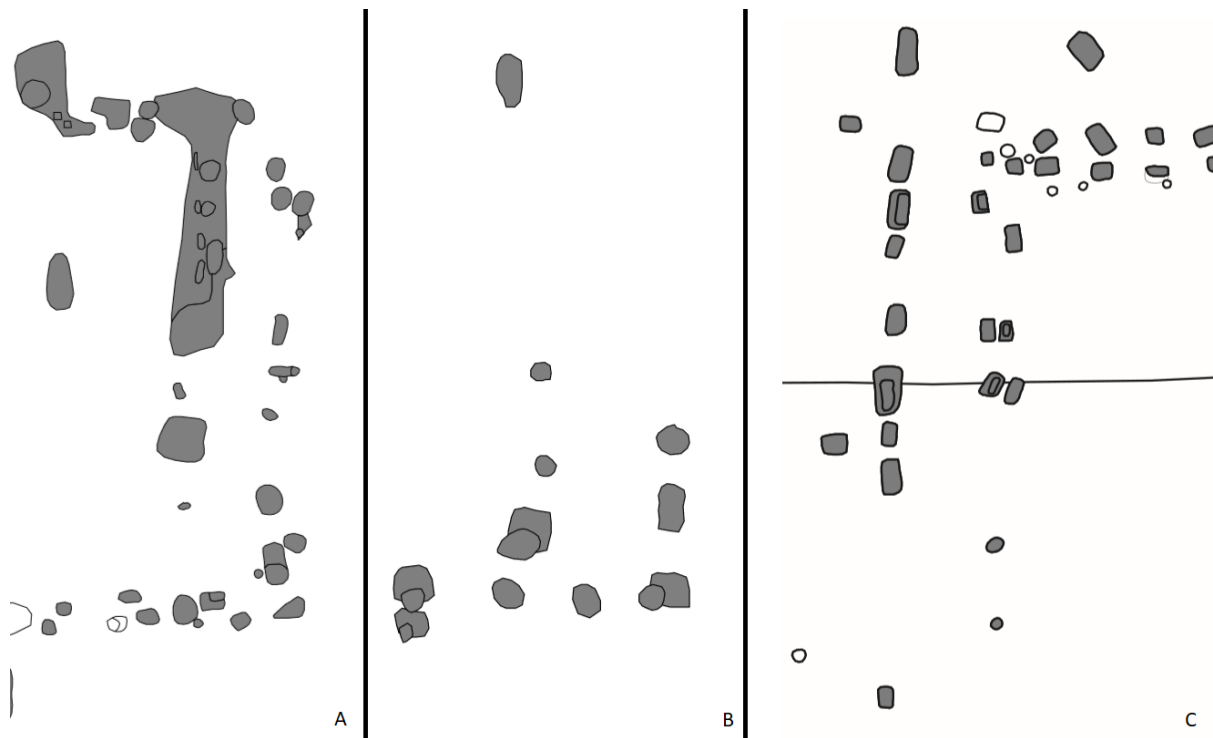
Opvallend is dat de dubbele wandconstructie bij de Odoorn C huistype zich aan het oostelijke deel bevindt, terwijl bij de Katwijk B huizen ze aan de westkant liggen. Zowel bij de Katwijk B en Odoorn C huizen ligt het stalgedeelte doorgaans aan de oostelijke kant.⁸² Dit zou betekenen dat als we uitgaan van de bedstee theorie voor de dubbele wandconstructie, deze tegen het stalgedeelte aangelegd waren. Zowel huis 22 als huis 25 zijn incompleet gevonden en over de mogelijke indeling is weinig bekend. Het kan zo zijn dat de huizen andersom zijn ingedeeld en dat het alsnog het woongedeelte betreft waar de dubbele wandconstructie is gevonden. Helaas is dit niet met zekerheid te zeggen.

⁷⁹ Van der Velde 2008, 136-138.

⁸⁰ Dijkstra 2011, 196.

⁸¹ Van der Velde 2008, 138.

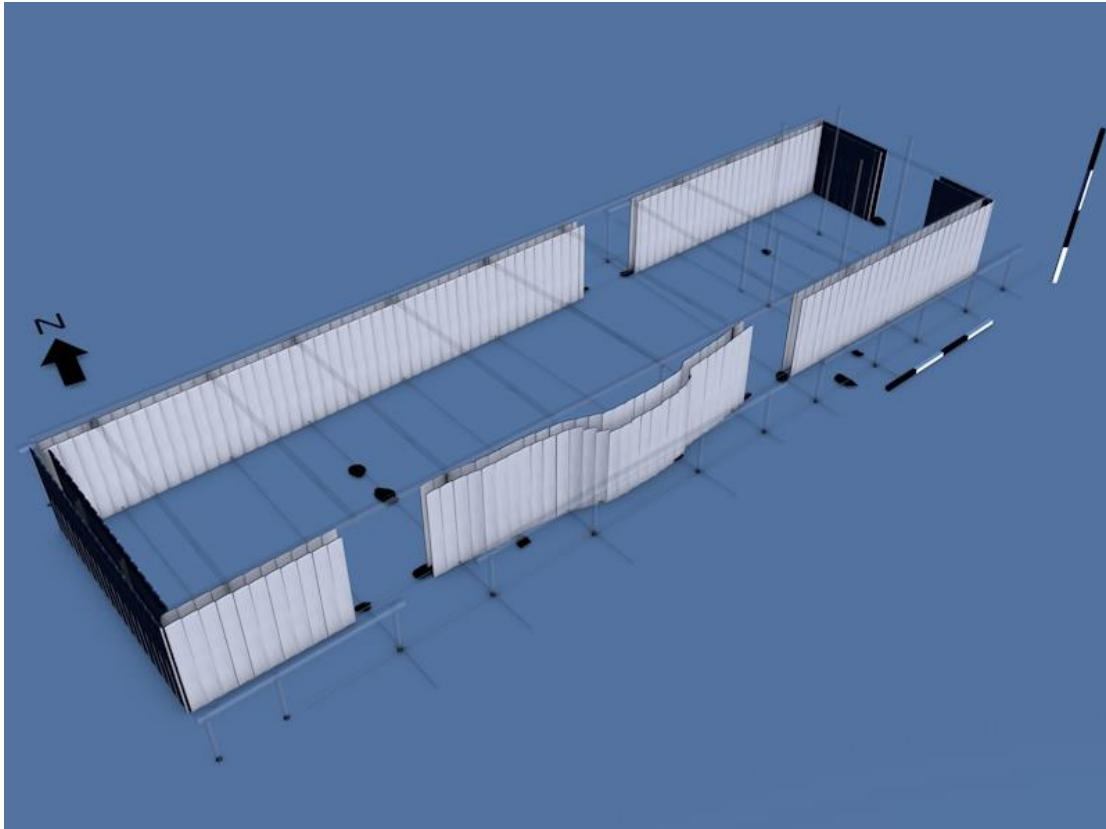
⁸² Waterbolk 2001, 91.



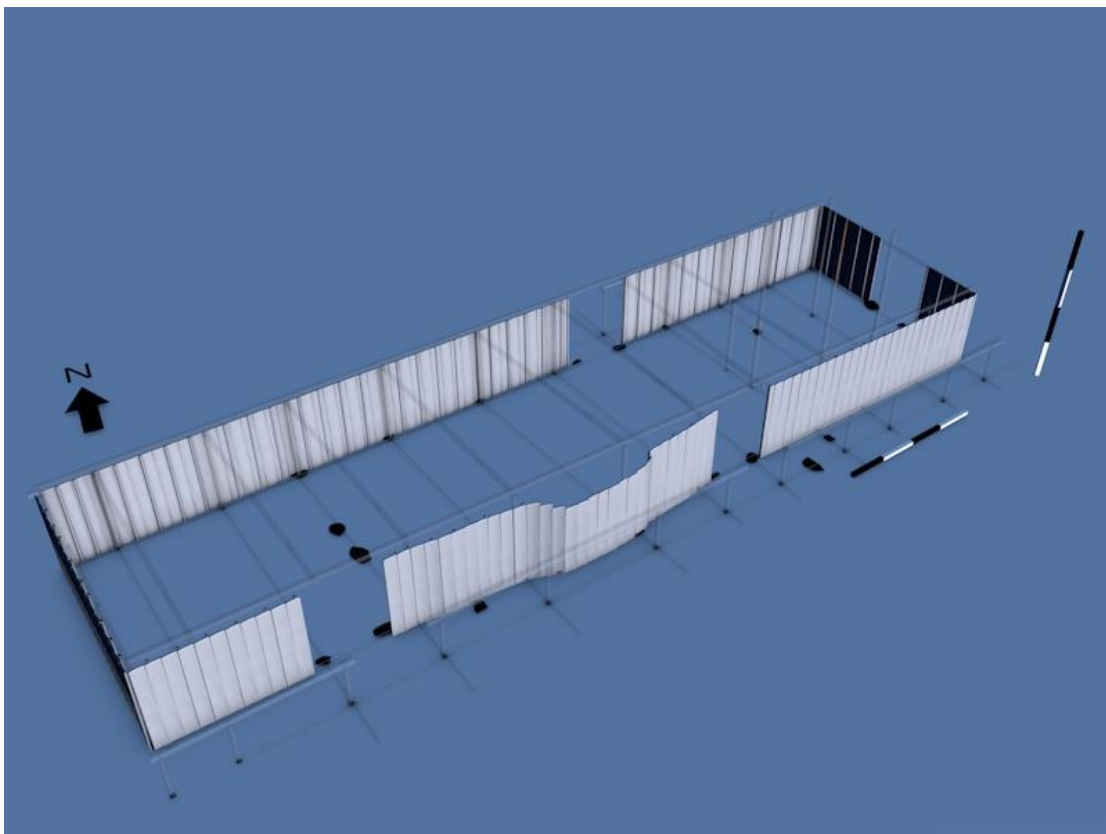
Figuur 34: Dubbele wandconstructies. A Katwijk-Zanderij huis 22 (Bron: Van der Velde 2008, 136). B Katwijk-Zanderij huis 25 (Bron: Van der Velde 2008, 138). C Oegstgeest 3 (Bron: Hemminga/Hamburg 2006, 24).

De wandconstructie van de Boshuizerkade plattegrond (Figuur 33e) bestaat zover te zien uit een enkele en dubbele wandstijl. Aan de zuidzijde zijn duidelijk dubbele wandstijlen te zien. Aan de noordzijde zijn sporadisch enkele wandstijlen gevonden. Het is niet met zekerheid te zeggen of het hier een wand met enkele wandstijlen betreft, dubbele wandstijlen waarvan maar één van overgebleven is of dat door een latere verzakking van de wandconstructie maar één wandstijl zichtbaar is in het bodemarchief.⁸³ Hoe de planken op hun plaats zijn gehouden is niet duidelijk. Waarschijnlijk zullen zij op hun plaats zijn gehouden aan de onderkant door ingraving en aan de bovenkant door de dakconstructie. Wandsporen aan de kopse zijde en het stalgedeelte zijn helaas niet aangetroffen en voor de reconstructie van deze wanden wordt gekeken naar bovenstaande parallellen. Bij het modelleren zal rekening gehouden worden met een constructie van dubbele wandstijlen met vlechtwerk, planken en een enkele wandstijl met vlechtwerk.

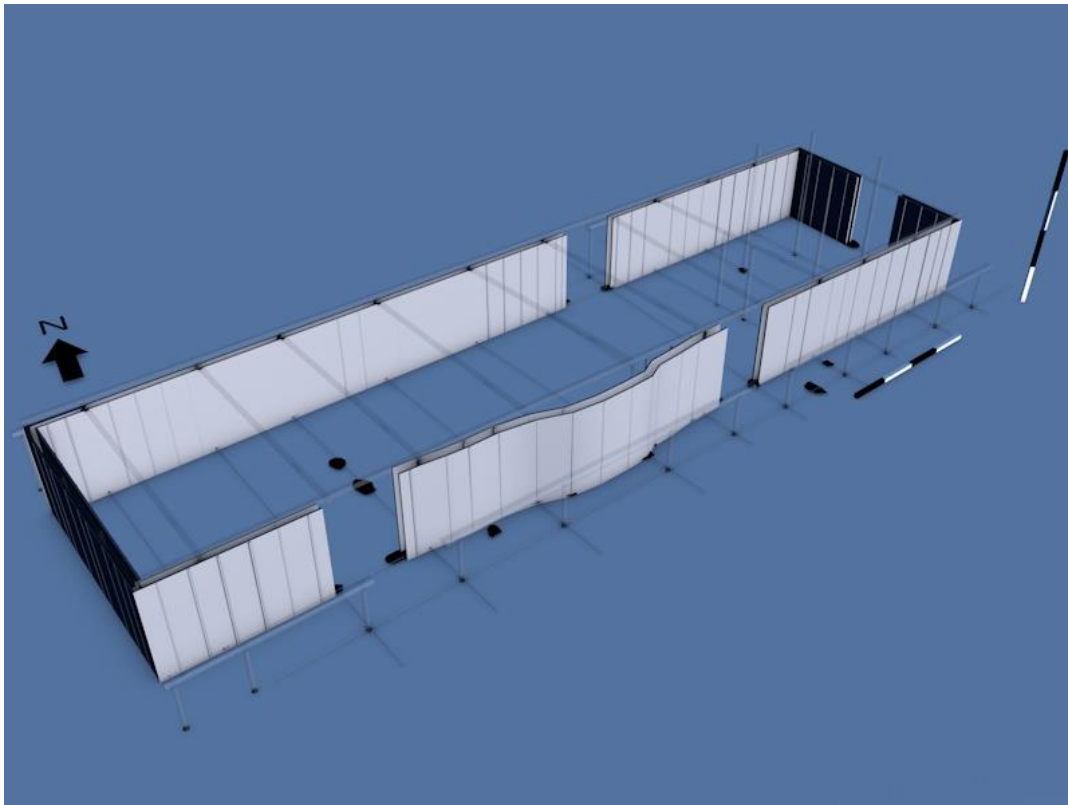
⁸³ In een paalkuil met schijnbaar een kern kunnen twee wandplanken verborgen zitten. Uit doorsneden van de paalkuilen van Katwijk huis 18 en 21 (type Rijsburg) bleek dat de paalkern een nazak was van twee weggerotte planken, die bovendien tot 20cm dieper dan de insteek de grond in waren geslagen. (Bron: Dijkstra 2011, 200.)



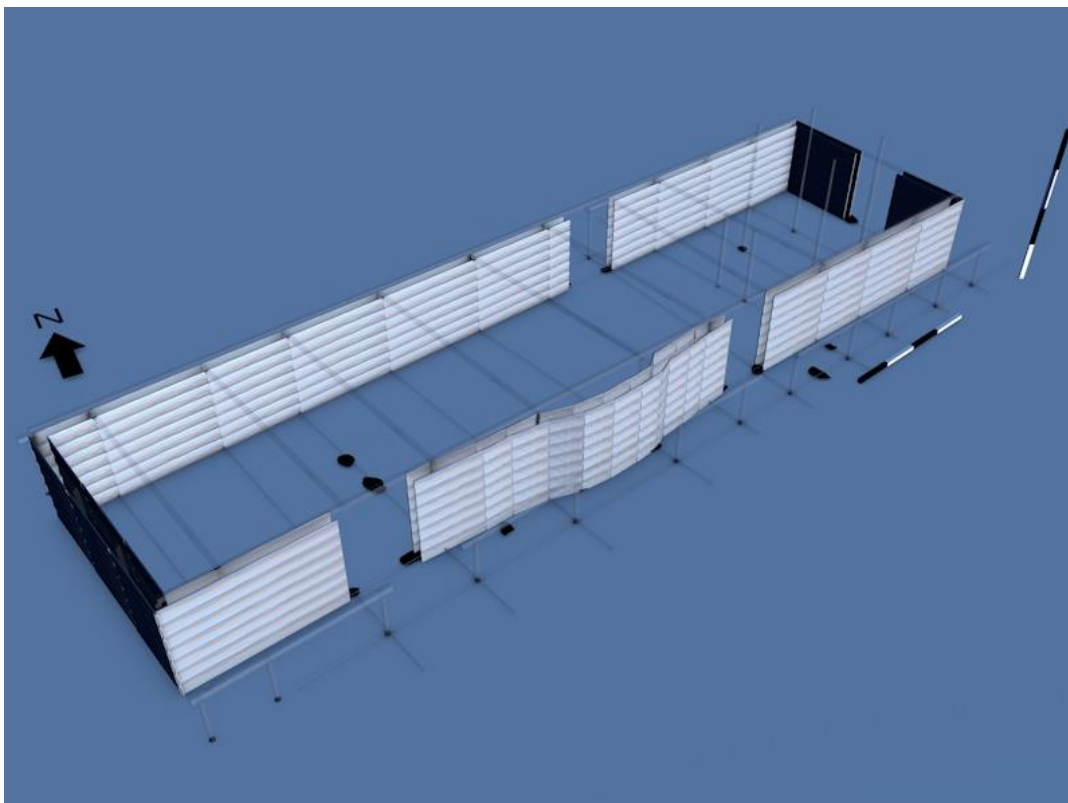
Figuur 35: Dubbele wandconfiguratie met planken verticaal bevestigd. De planken zijn gedeeltelijk ingegraven en dit is zichtbaar in de vorm van een wandgreppel. De ruimte tussen de wanden kan eventueel opgevuld worden met leem of een ander materiaal.



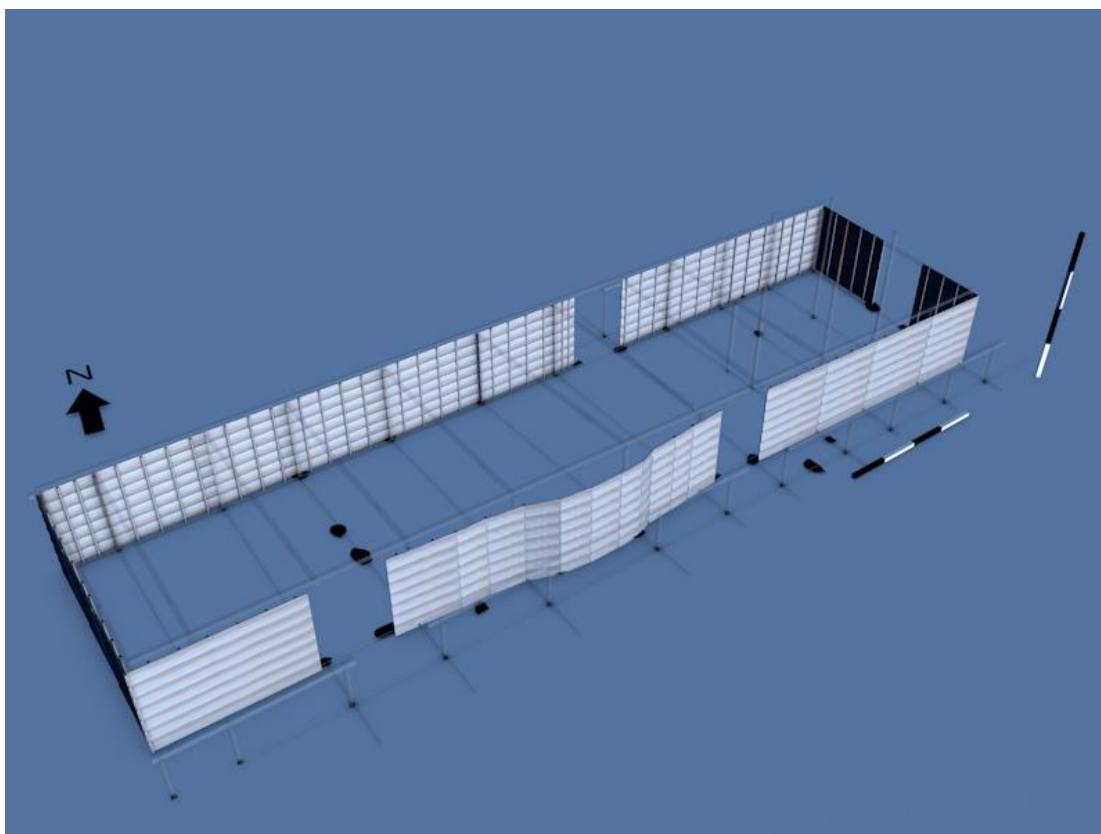
Figuur 36: Enkele wandconfiguratie met planken verticaal bevestigd. De planken zijn gedeeltelijk ingegraven en dit is zichtbaar in de vorm van een wandgreppel.



Figuur 37: Dubbele wandconfiguratie met leem. De wandstijlen zijn eerst met wilgentakken aan elkaar gevlochten en daarna bestreken met leem zodat een massief geheel ontstaat zoals hier te zien.



Figuur 38: Dubbele wandconfiguratie met planken die horizontaal bevestigd zijn. Elke plank moet hierbij op tenminste twee punten bevestigd worden aan een wandstijl. De ruimte tussen de wanden kan eventueel opgevuld worden met leem of een ander materiaal.



Figuur 39: Enkele buitenwandconfiguratie met de planken horizontaal bevestigd. Elke plank moet hierbij op tenminste twee punten bevestigd worden aan een wandstijl.

5.8 Ingangen

Het huistype Katwijk B kenmerkt zich onder andere door vier aparte ingangen. Twee ingangen liggen aan de lange zijde, tegenover elkaar, een derde ingang ligt aan de kopse kant van de stalzijde. De laatste ingang ligt vaak aan een van de lange zijdes aan de westelijke kant. De ingangen zijn te herkennen aan een zwaarder uitgevoerde deurstijl aan weerszijde van de doorgang.

Zo zijn bij de huisplattegrond Oegstgeest 2 (Figuur 30) vier verschillende ingangen te onderscheiden. Twee tegenover elkaar liggende ingangen op de lange zijden met zwaar uitgevoerde deurstijlen, de noordelijke ingang is drie meter breed en de zuidelijke ingang twee. De ingang in het stalgedeelte is één meter breed en heeft een stijl iets naar binnen, midden in de deuropening staan. Het is niet duidelijk wat de functie hiervan is. Het kan zijn dat deze ingang later is dichtgezet. De laatste ingang bevindt zich aan de noordelijke langszijde tussen het woon- en opslaggedeelte. Deze ingang is minimaal 1.70 meter breed.⁸⁴ Bij Oegstgeest 1 zijn aan de lange zijden van het huis ook twee ingangen van ieder één meter breed te zien door de steviger uitgevoerde stijlen aan weerszijde van de ingangen. Aan de kopse kant van het stalgedeelte is ook een ingang te zien van dezelfde breedte.⁸⁵ Bij Katwijk 46 zijn de ingangen minder goed te herkennen. Hier is geen duidelijke onderbreking van de wand te zien ter plaatse van de ingangspartijen. De wand bij het stalgedeelte ontbreekt aan de kopse kant en er kan dus niet met zekerheid gezegd worden dat hier een ingangspartij heeft gezeten.⁸⁶

⁸⁴ Hemminga/Hamburg 2006, 24.

⁸⁵ Jezeer 2011, 25.

⁸⁶ Van der Velde 2008, 171.

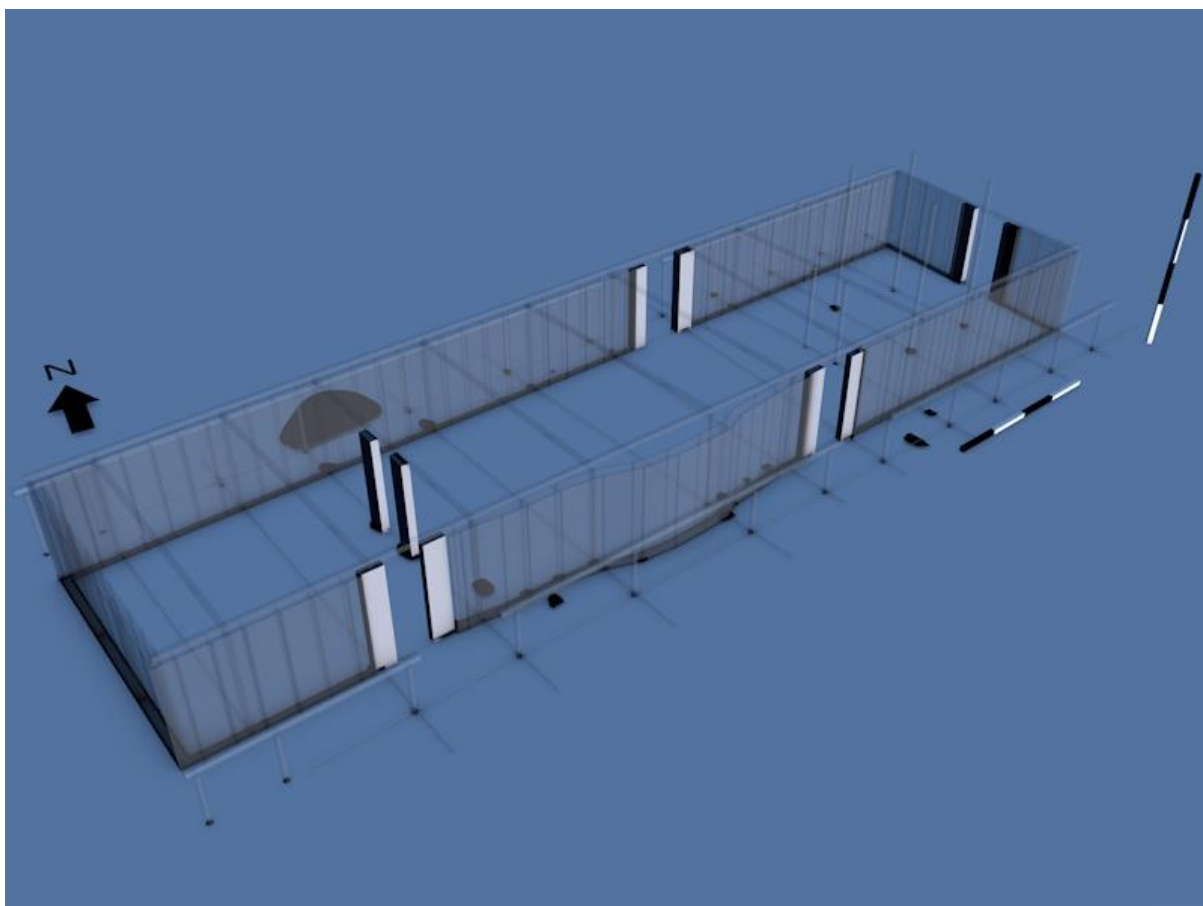


Figuur 40: Archeologische sporen van de plattegrond aan de Boshuizerkade. De deurposten zijn uitgelicht in het zwart. Zoals te zien zijn de deurposten vaak óf zwaarder uitgevoerd óf anders van vorm. Het zuidelijke spoor van de stalingang is ook significant dieper, 44 cm.

Bij de huisplattegrond van de Boshuizerkade zijn de ingangen niet als zodanig zichtbaar. De zwaarder uitgevoerde deurposten ontbreken in het overzicht. Men kan op basis van de andere huisplattegronden wel min of meer bepalen waar de ingangen moeten hebben gezeten. Drie ingangen aan de langzijdes, met twee ingangen tegenover elkaar op de rand van het stalgedeelte en een aan de overgang van de opslag- en leefruimte. De vierde ingang bevindt zich aan de kopse zijde van het stalgedeelte. Deze ingang is op de plattegrond ook niet zichtbaar omdat de wandstructuur ter plaatse van het stalgedeelte niet gevonden is, alleen de zwaarder uitgevoerde middenstijlen zijn beschreven. Het is mogelijk dat de laatste twee middenstijlen de deurposten hebben gevormd, omdat deze iets meer naar binnen staan dan de constructie en rechthoekig zijn uitgevoerd. Dit zou daarmee de kopse zijde aangeven van de huisplattegrond.

De deurposten zijn opgebouwd uit stevige planken van 40x10x200 cm groot. De stevigheid is nodig omdat ze soms ook fungeren als gebint-/wandstijl, zoals bij de zuidwestelijke ingang het geval is. Dijkstra oppert dat de deurposten een belangrijke positie innemen in de vroeg-middeleeuwse cultuur. Zo zijn verschillende wetten beschreven waarbij de beschuldigde of aanklager bij diefstal moest zweren dat hij het huis of de deurposten van de bestolene niet kende.⁸⁷ Door deze significante positie in de toenmalige cultuur zullen de deurposten rijkelijk versierd zijn met houtsnijwerk. Voor de reconstructie is dan ook een Frankisch motief gekozen om weer te geven op de deurposten.

⁸⁷ Dijkstra 2011, 202.



Figuur 41: Plaatsing van de deurposten.

5.9 Dakconstructie

Reconstructies voor het dak kunnen indirect door de archeologische sporen bewezen worden. In de archeologische literatuur wordt echter niet vaak over de dakconstructie gesproken, omdat deze niet terug te vinden is bij een opgraving. De dakconstructie is onder te verdelen in twee delen. De kap⁸⁸ en de dakhuid.⁸⁹ De kap bestaat altijd uit de volgende onderdelen:

- Dakstoel (Constructie van staanders en een ligger om de dakkrachten over te brengen op de gebintliggers)
- Gordingen/fliering/rondhout
- Sporen
- Nokligger (Horizontale balk over de gehele lengte van het dak, die de daksporen verbindt)

De dakhuid bestaat uit de volgende onderdelen:

- Rietlatten
- Dakbedekking (stro of riet)

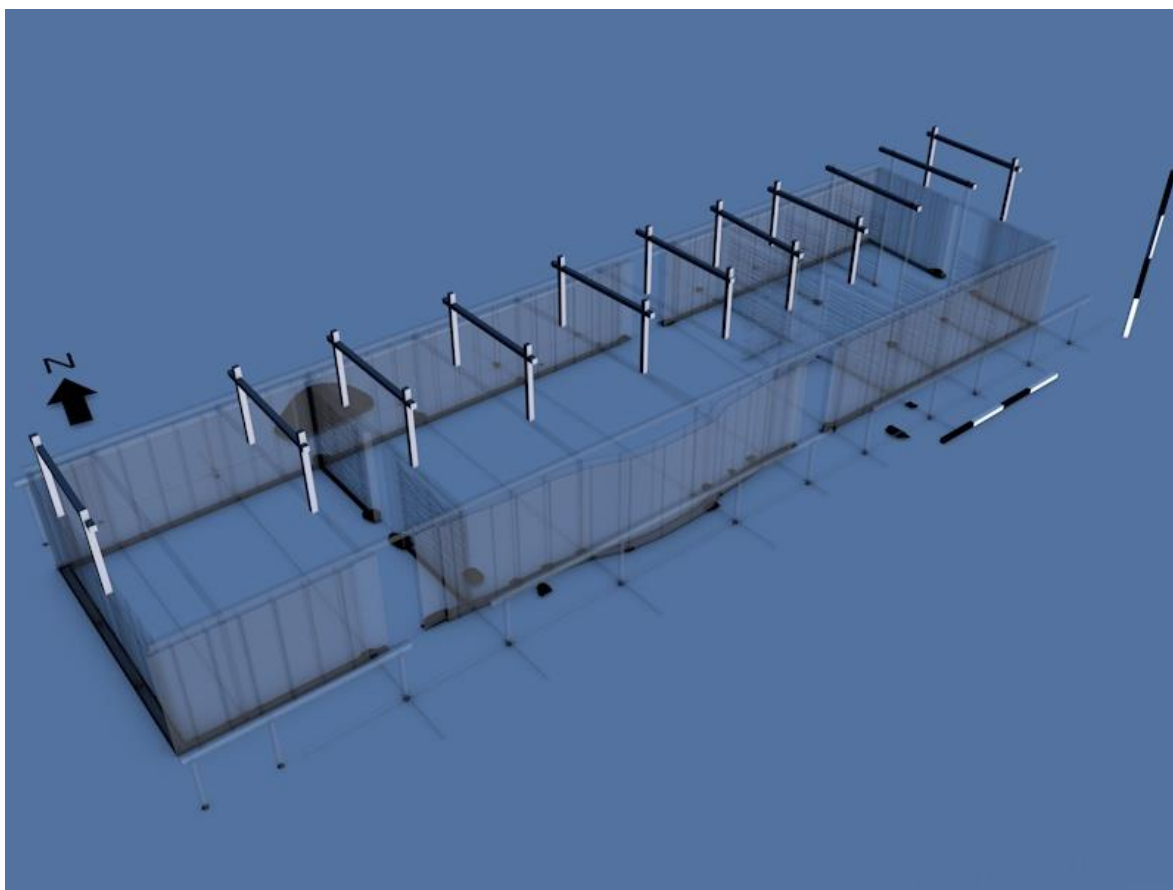
5.9.1 Kap

Dakstoel

De dakstoel of kapegbint is onderdeel van het gebint. Bij een éénbeukige indeling is deze gemonteerd op de gebintbalk die de wanden aan elkaar verbindt en de spatkracht van het dak opvangt. De dakstoel kan bestaan uit twee palen met een koppelbalk ertussen die de gordingen opvangen. Bij een driebeukige indeling worden de twee middenstijlen doorgetrokken naar de gordingen en zo opgevangen. De dakstoel heeft dezelfde afmetingen als de gebintbalken.

⁸⁸ **Kap** - D. Dachstuhl; E. roof-framing; F. charpente. Samenstel van houten onderdelen, dat de dakhuid draagt. (Janse, Houten kappen)

⁸⁹ **Dakhuid** - Beschermende laag aan de buitenzijde van een kap, bestaande uit de dakbedekking en het dakbeschot of de latten, waarop die bevestigd is. (Janse, 'Houten kappen', p. 375)



Figuur 42: De dakstoelen boven op de gebintbalken.

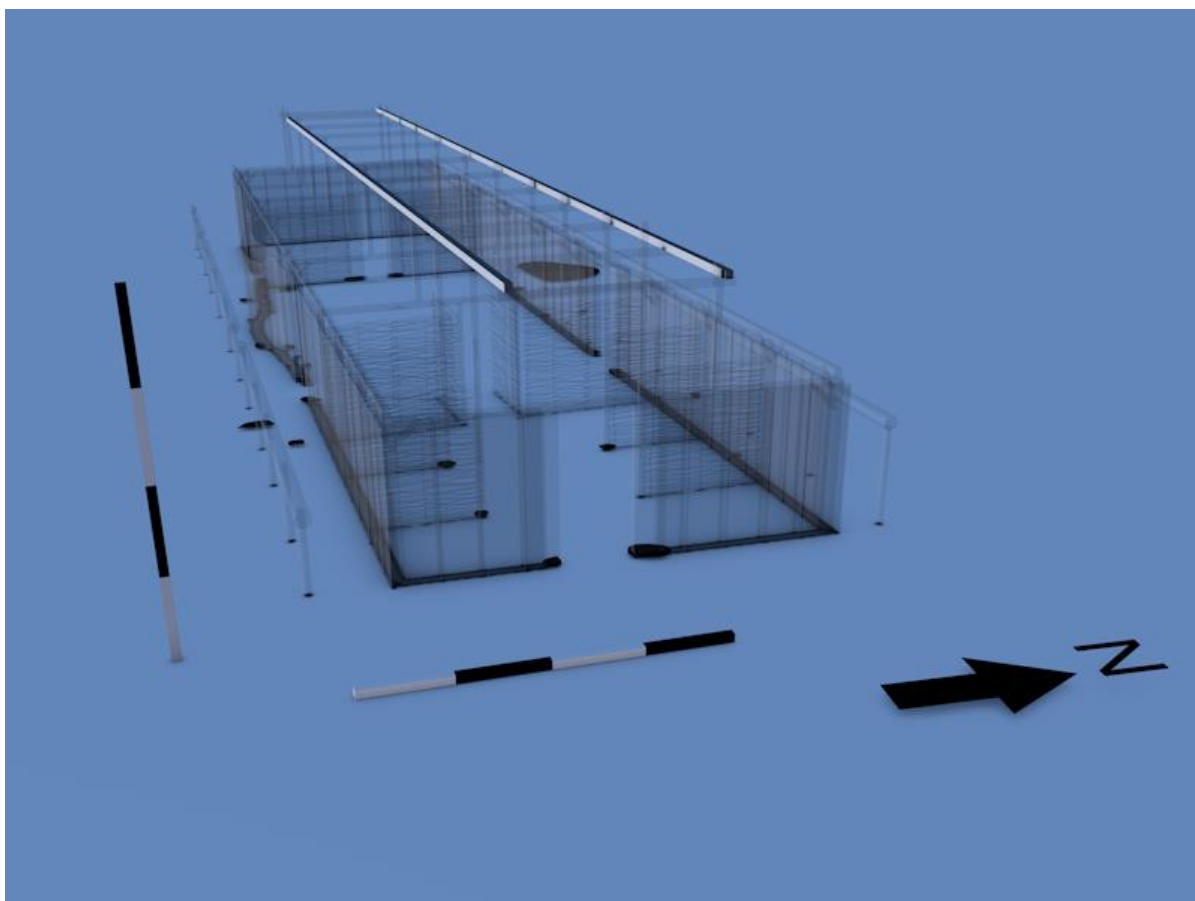
Gordingen/Flieringen/Rondhout

De gordingen, flierungen of rondhout zijn de verticale liggers die als ondersteuning van de sporen worden geplaatst. Deze rusten op een dakstoel.⁹⁰ Het verschil tussen deze drie is als volgt:

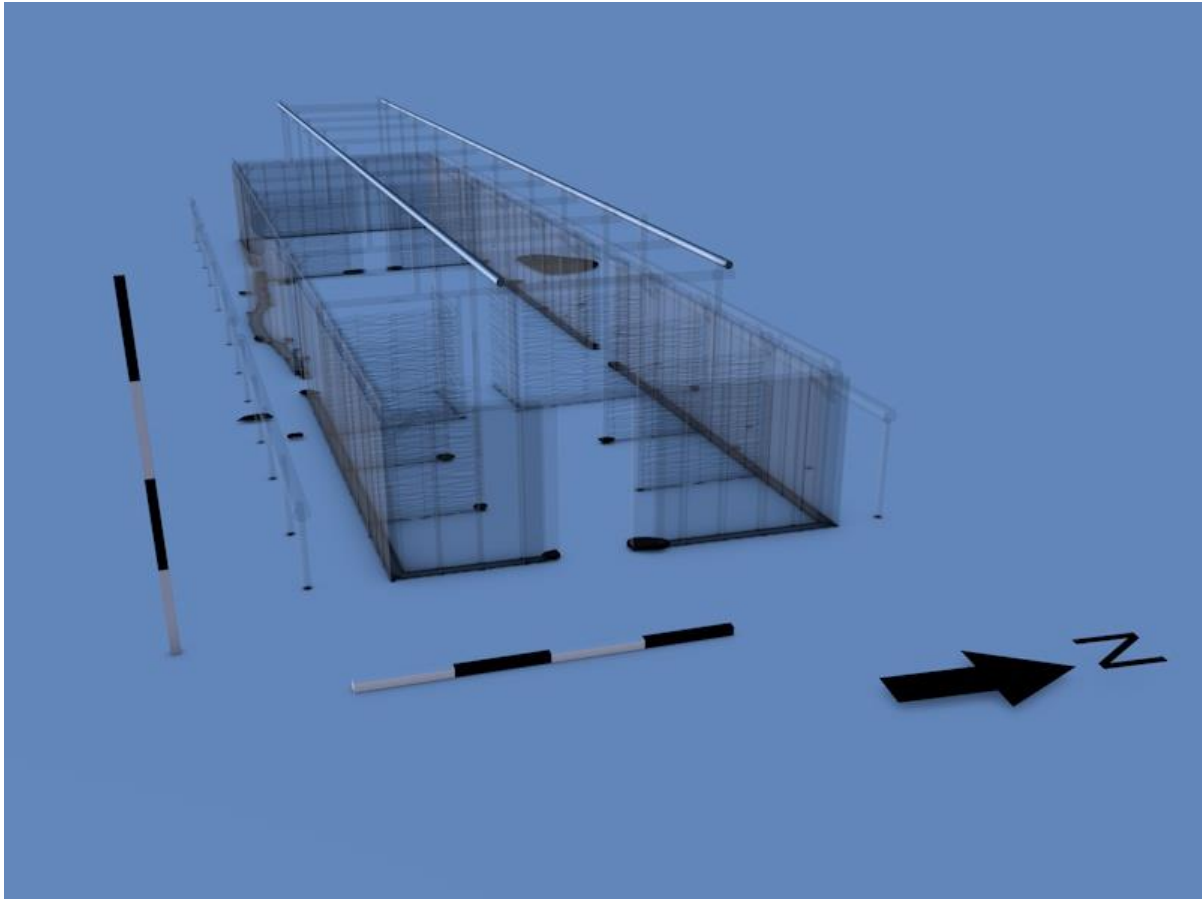
- **Gording** *D. Pfette; E. (side-)purlin; F. panne, verne*. Plaat in de lengterichting van een kap, die kepers ondersteunt, waarvan twee vlakken van de doorsnede evenwijdig aan het dakvlak lopen. De term wordt sinds het einde van de 16de eeuw ook gebruikt voor fliering.
- **Fliering** *D. Rähm, Stuhlrähm; E. plate-purlin; F. filière*. Plaat in de lengterichting van een kap, dragend op kapebinten, die sporen ondersteunt. Twee vlakken van de doorsnede lopen horizontaal. Ook: fliering. Synoniem met worm.
- **Rondhout** *D. Rundholz; E. spar; F. rondins*. Enigszins gefatsoeneerde boomstam, meestal van vrij geringe doorsnede.

Het wezenlijke verschil tussen deze drie is dus de positie ten opzichte van de kap en de vorm (zie Figuur 12). Zoals hierboven beschreven is rondhout eigenlijk een algemene benaming voor onbewerkte stammen, maar omdat geen alternatief aanwezig is, wordt deze definitie hier gebruikt als een ronde vorm van fliering of gording. Uit archeologisch materiaal niet meer vast te stellen welke optie toegepast is in het verleden. Daarom wordt bij het modelleren rekening gehouden met alle drie de opties. Het is echter wel zo dat het rondhout veruit het minste werk vergt om te maken. Deze heeft daarmee ook zeker de voorkeur van de drie opties.

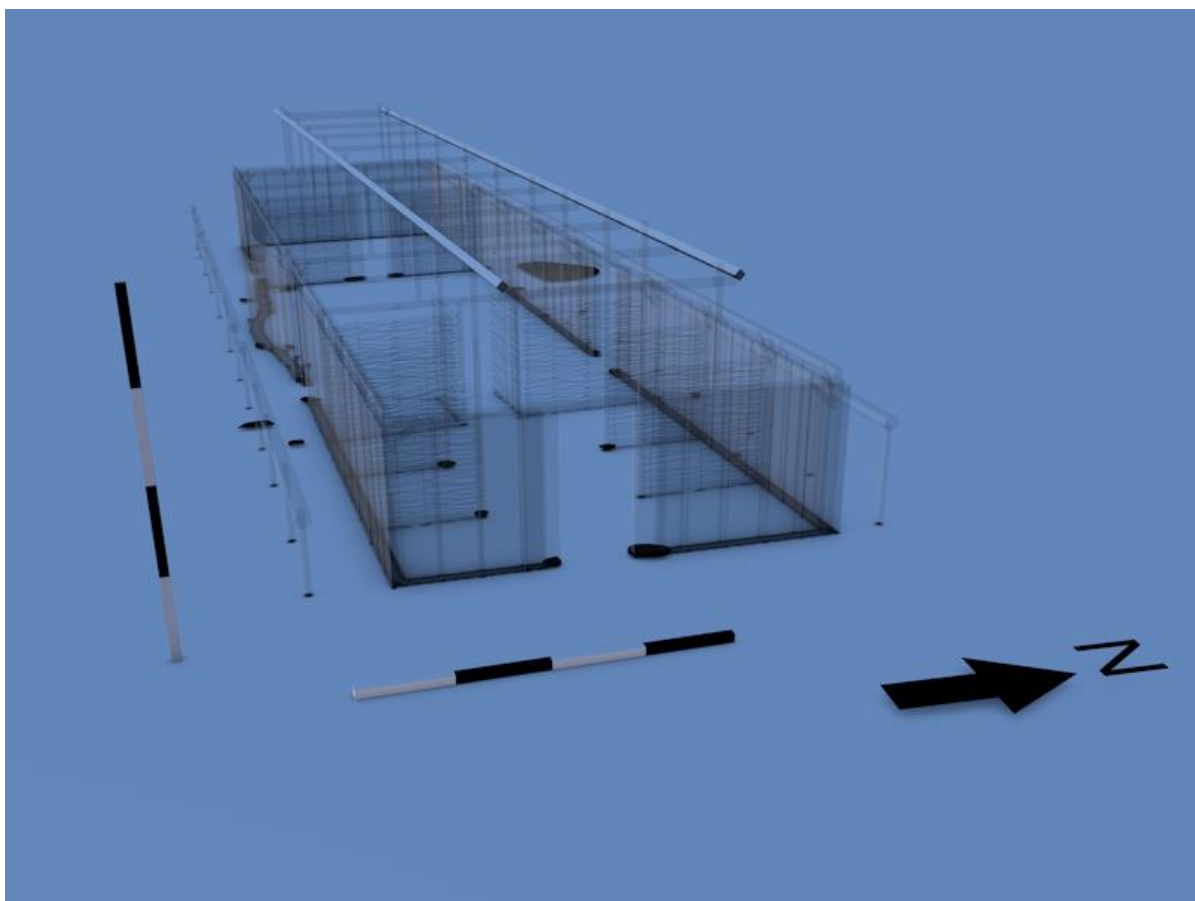
⁹⁰ **Dakstoel** → **Kapebint** - Samenstel van twee kapbenen, dek- of tussenbalk, korbelen en dergelijke. Dient als ondersteuning voor de dakconstructie op het gebint. (Janse, 'Houten kappen', p. 376)



Figuur 43: De verticale liggers gerealiseerd als gording. De gording is vierkant en ligt op de dakstoel. Zie figuur 1 voor een detailoverzicht van deze drie opties.



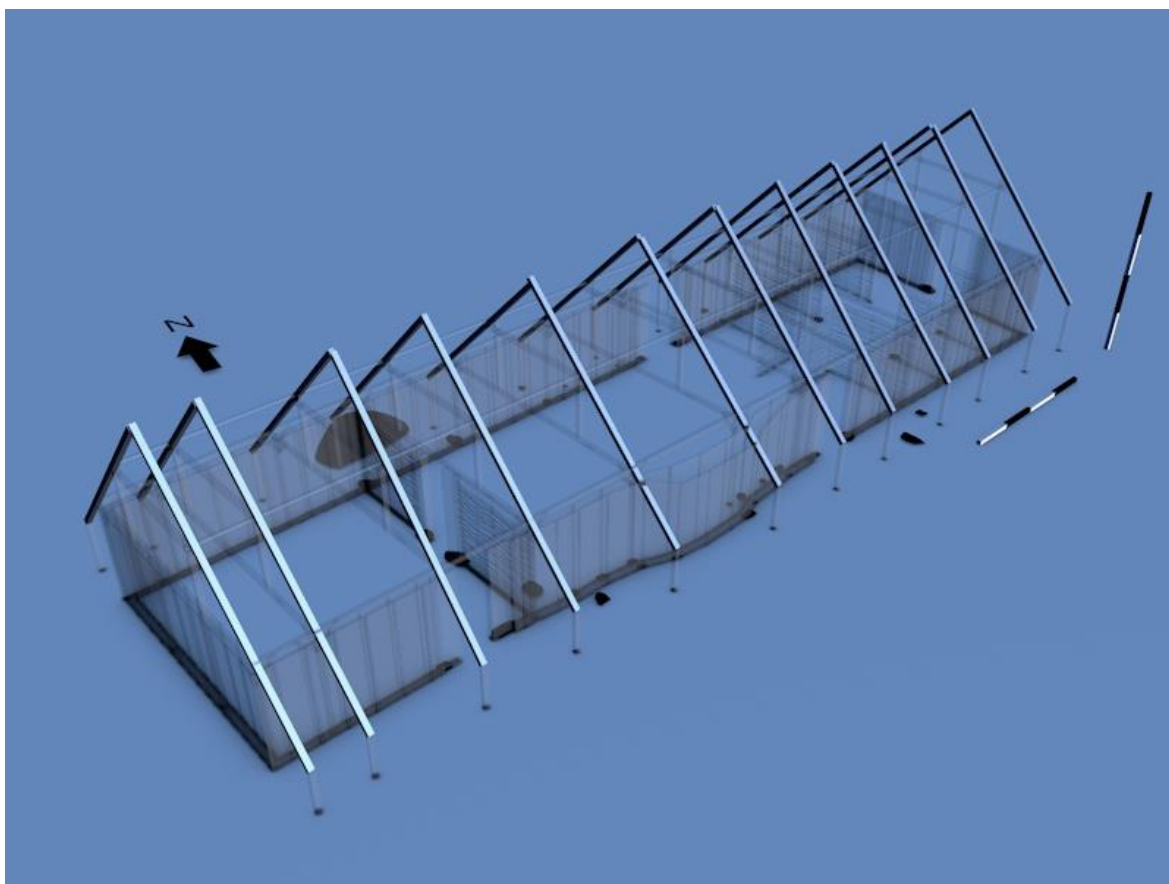
Figuur 44: De verticale ligger gerealiseerd als rondhout. Dit heeft zeker de voorkeur aangezien de krachten hier nog evengoed verdeeld worden als de andere opties met het bijkomend voordeel dat het rondhout makkelijk te fabriceren is. Zie figuur 12 voor een detailoverzicht.



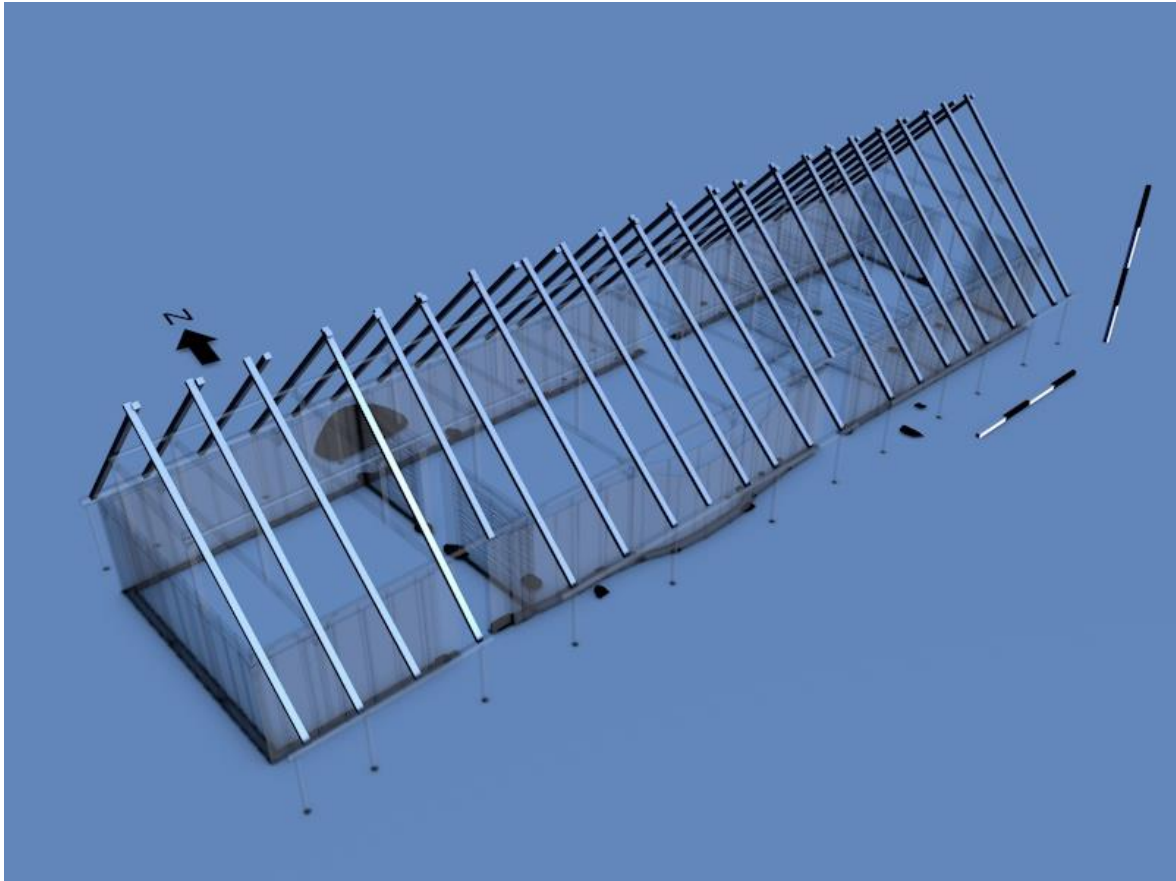
Figuur 45: De verticale ligger gerealiseerd als vliering. Hier ligt de vlakke kant van de balk gelijk aan de dakhelling. Zie figuur 12 voor een detailoverzicht.

Sporen

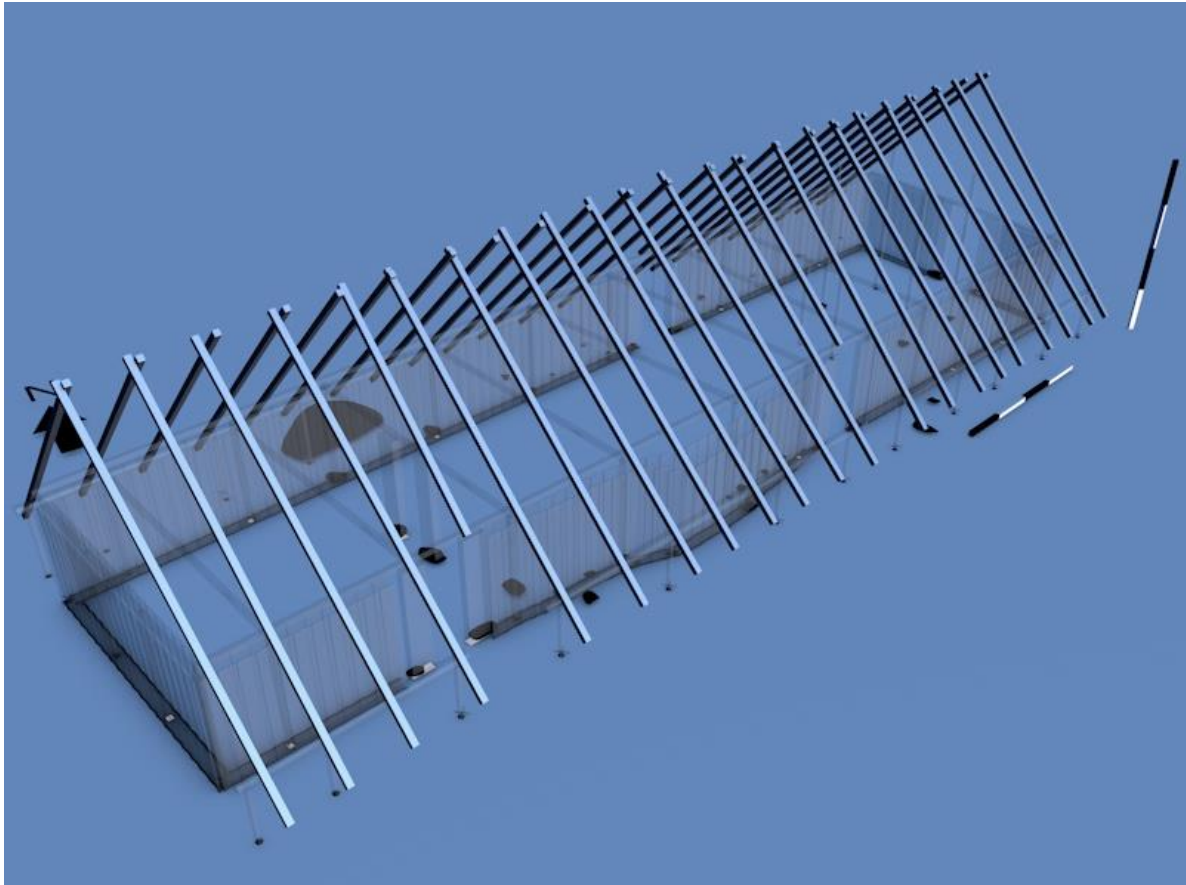
De sporen zijn houten balken waarop de rietlatten en de rieten dakbedekking rust. Deze worden onderaan opgevangen door de buitenwandstijlen en de verdeelbalk. Bij een constructie met een horizontale dakvoetligger, die alle buitenwandstijlen met elkaar verbindt, kan tussen de buitenwandstijlen een extra spoor bevestigd zijn. Bij een constructie zonder dakvoetligger rusten de sporen direct op de buitenwandstijlen en de wand. Hierdoor zijn evenveel sporen aanwezig als buitenwandstijlen. Bij de derde optie, waarbij de buitenwandstijlen een schorende functie vervullen tegen de bovenzijde van de wand, kunnen de sporen niet op de buitenwandstijlen rusten. Hierdoor worden ze in het geheel opgevangen door de wandconstructie. Het kan zijn dat het dak nog een overhellende rand heeft gehad in verband met de afwatering, maar deze kan niet meer dan een meter bedragen vanwege de uiteindelijke doorzak van de sporen door het gewicht van de dakbedekking.



Figuur 46: Sporen direct op de buitenwandstijlen. Hier is duidelijk dat een aanzienlijke breedte tussen de sporen bestaat, wat voor doorzak van de rietlatten kan zorgen.



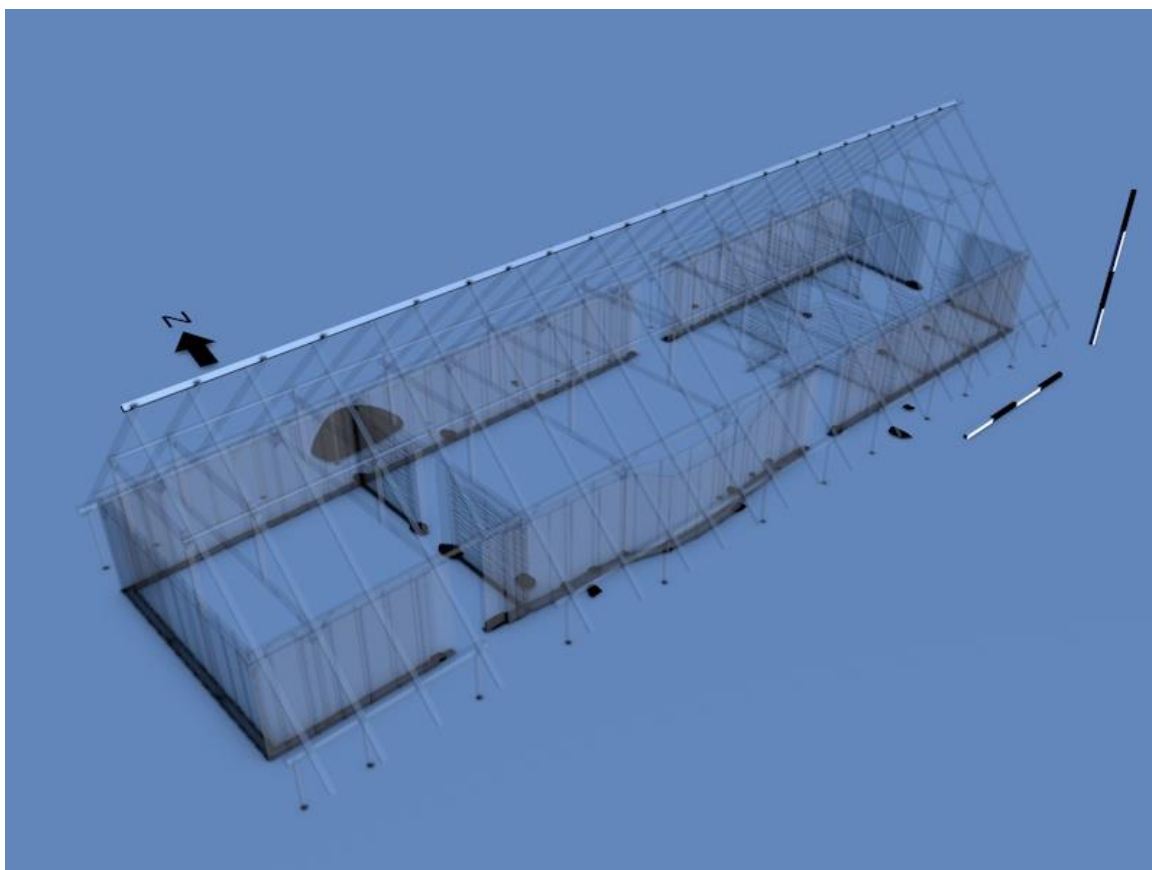
Figuur 47: Sporen in buitenwandligger. Bij het gebruik van een buitenwandligger zijn de sporen veel dichtter op elkaar te plaatsen, wat de doorzak van de rietlatten voorkomt. Het nadeel is dat de buitenwandstijlen niet beschermd zijn voor weer en wind.



Figuur 48: Sporen over buitenwandligger. Het voordeel hiervan is dat de buitenwandligger beschermd is en dat er meer sporen te plaatsen zijn dan bij Figuur 48. Deze optie heeft dan ook zeker de voorkeur.

Nokligger

De bovenzijde van de sporen worden bij elkaar gehouden door de nokligger. Dit is een houten balk die over de gehele lengte van het huis ligt en ervoor zorgt dat de sporen een stevig geheel vormen om de dakbedekking op te vangen.

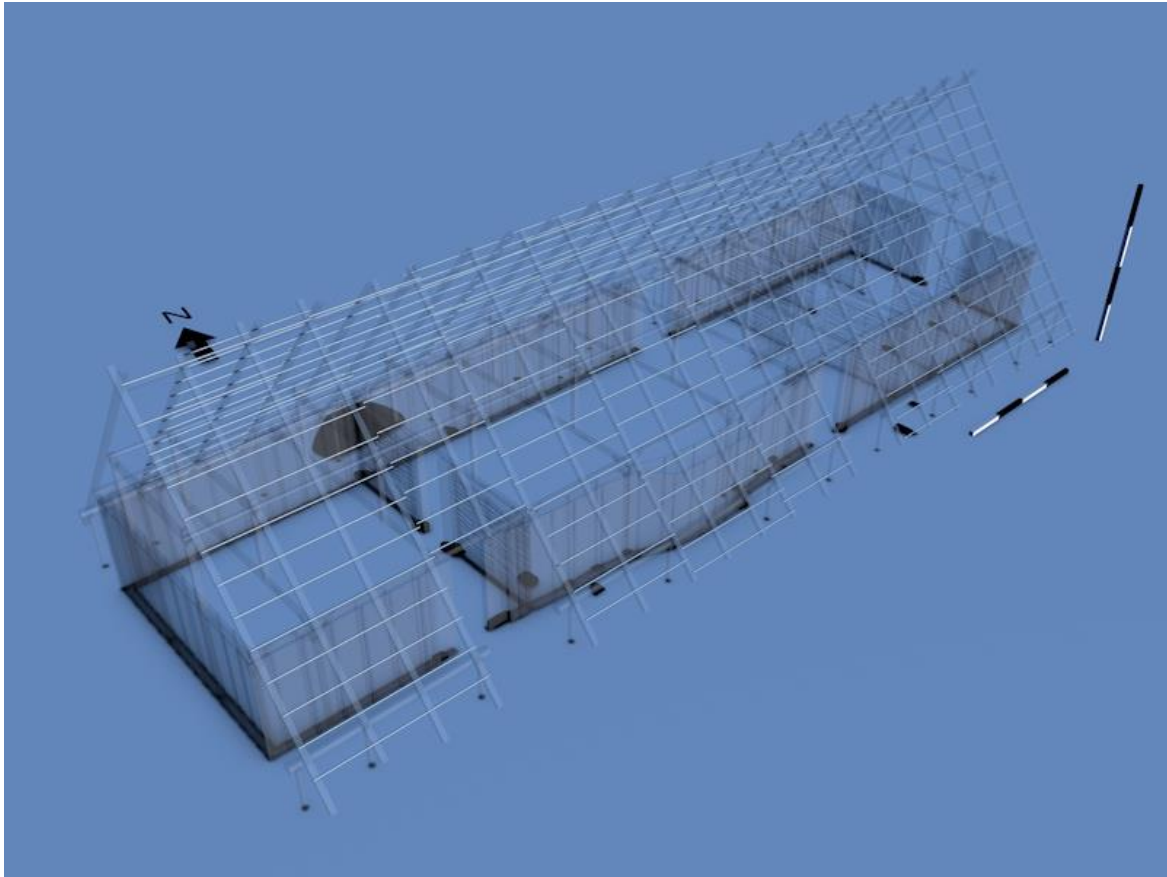


Figuur 49: De nokligger.

5.9.2 Dakhuid

Rietlatten

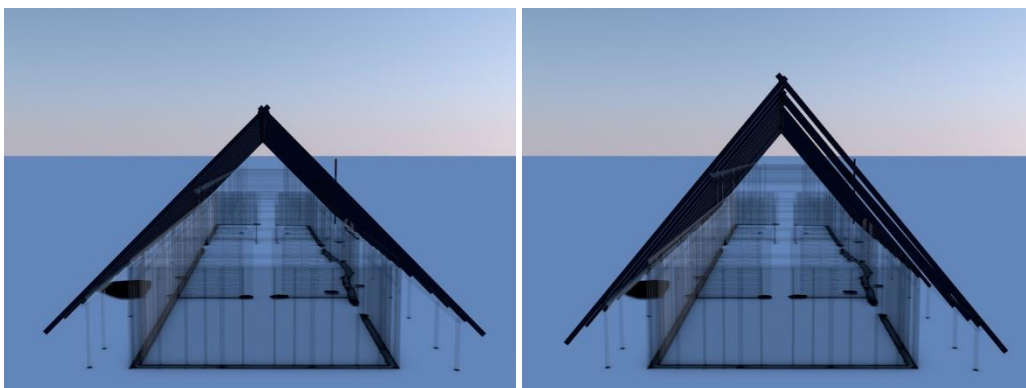
Boven op de sporen liggen de rietlatten. Dit zijn dunne latten van een centimeter of twee dik. De latten liggen op ongeveer een halve meter afstand van elkaar om de riet- of strobedekking te kunnen bevestigen. Over de nok van het dak liggen plaggen om het geheel af te sluiten van weersinvloeden.



Figuur 50: Rietlatten op de sporen. Hier kan men duidelijk de ingangen zien.

Dakbedekking

De dakhelling mag bij een rieten dak niet minder dan 45 graden bedragen i.v.m. de afwatering. Bij een strodak liever zelfs nog iets meer (rond de 50 graden).⁹¹ Hier zal dan ook rekening mee worden gehouden bij het reconstrueren. Twee opties worden gemodelleerd, een hoek van 45 en van 50 graden.



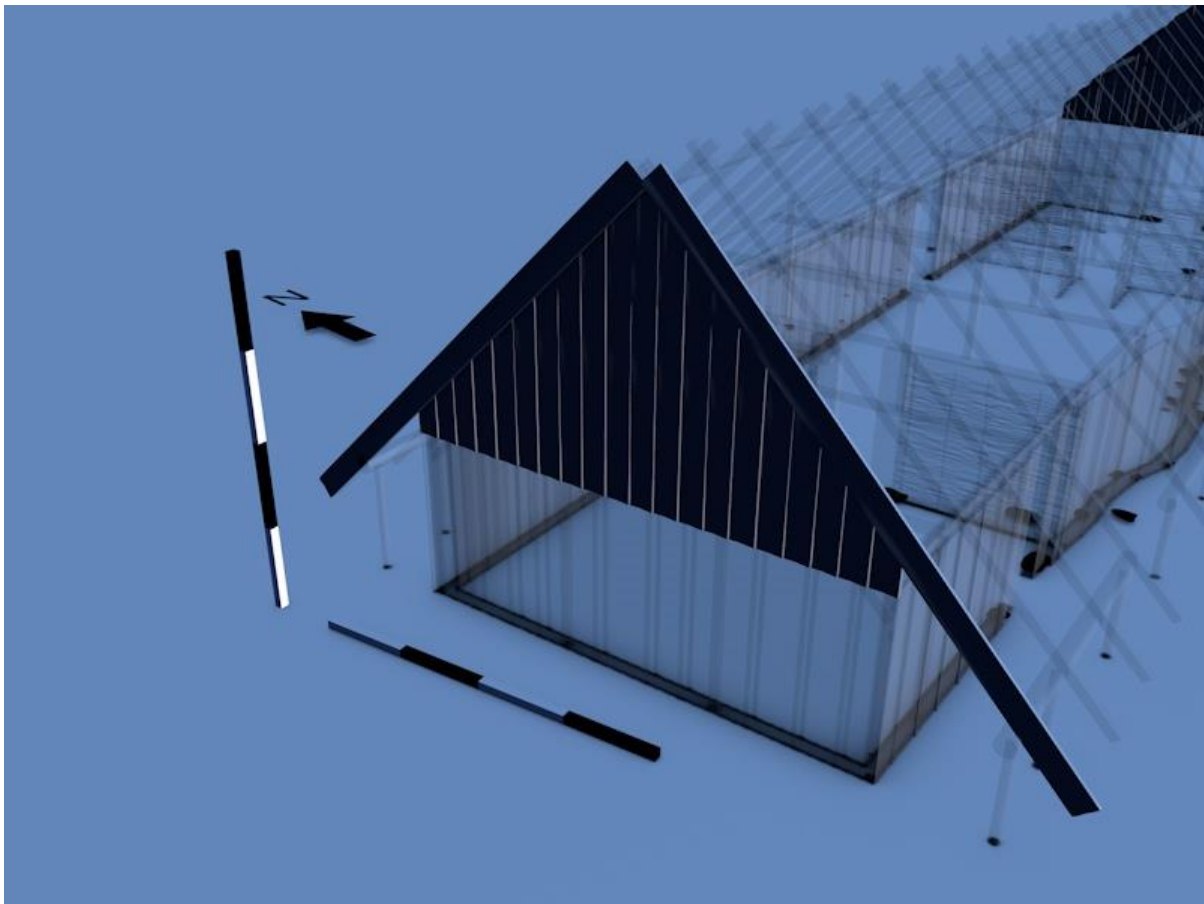
Figuur 51: Links een dakhelling van 45 graden ten behoeve van een rieten dak. Rechts een dakhelling van 50 graden t.b.v. een strodak.

⁹¹ Harsema 1978, 24.

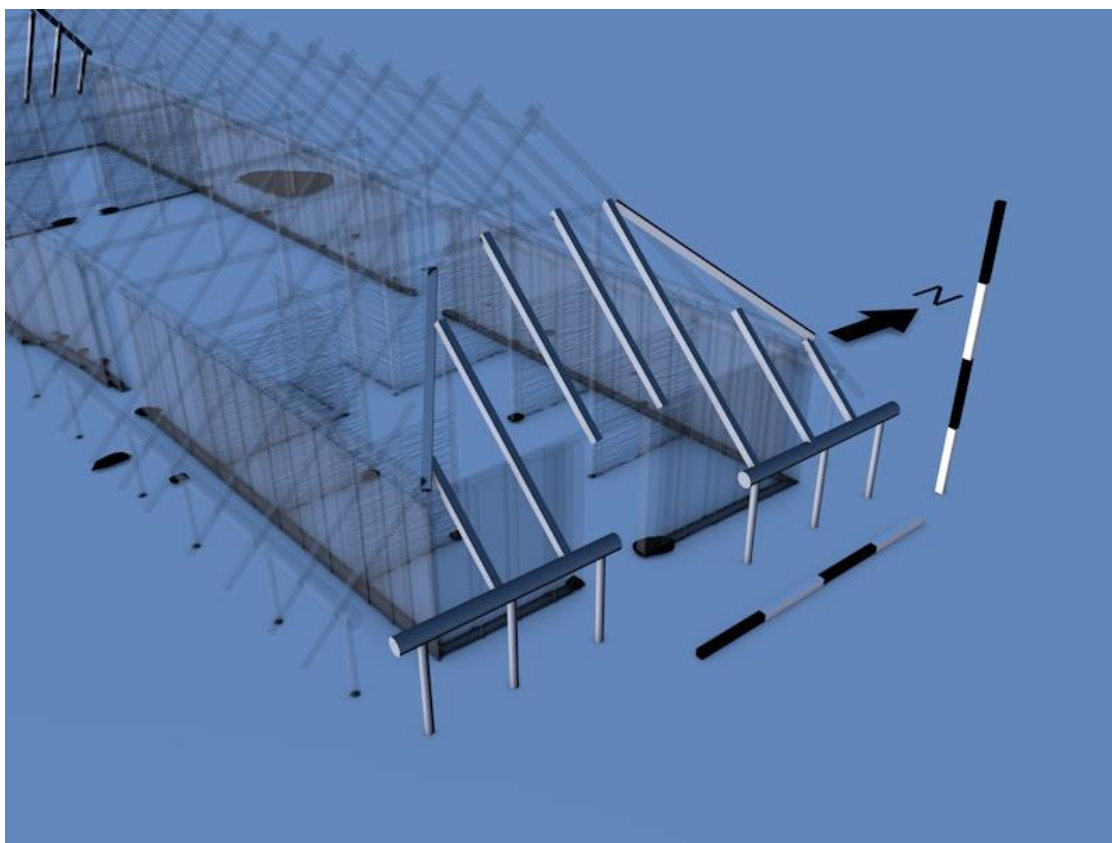
5.9.3 Afwerking kopse einden

De kopse einden kunnen op verschillende manieren worden afgewerkt. Het grootste verschil tussen de opties is het schuin afwerken (met of zonder wolfseind) of het verticaal afwerken ter hoogte van de buitenmuur.

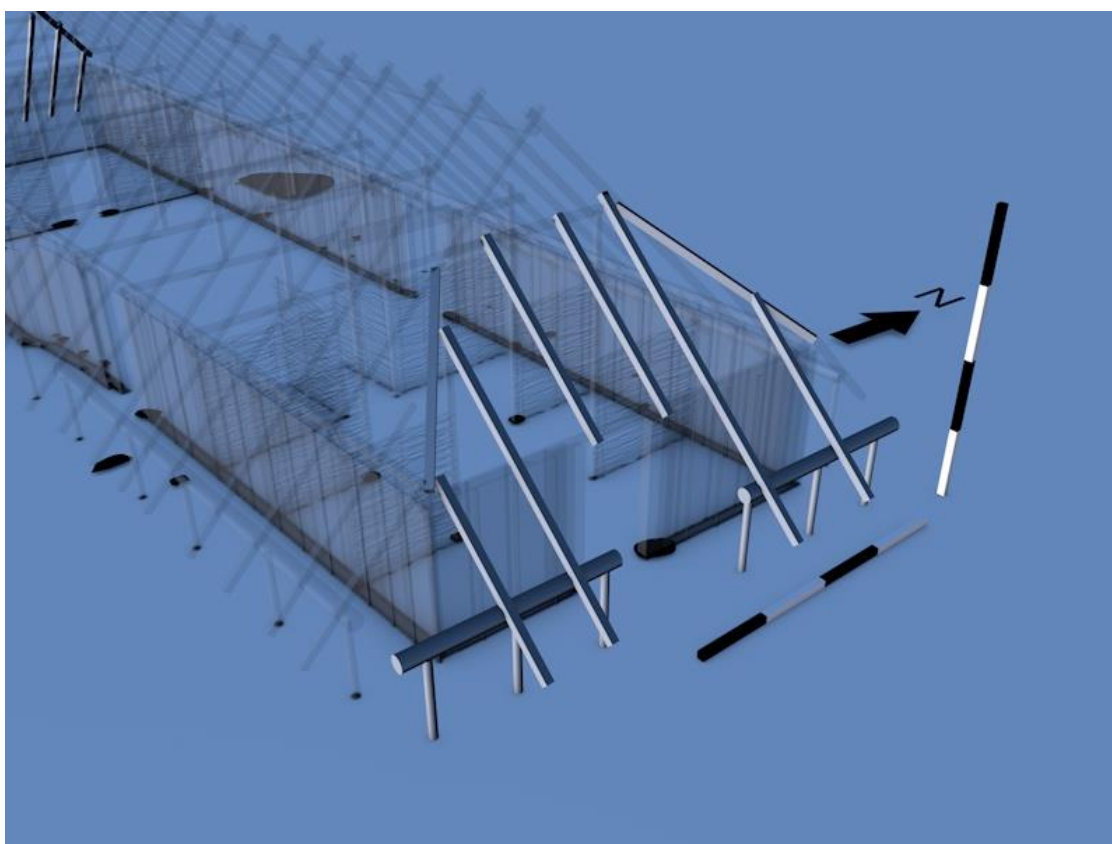
Het doortrekken van de buitenmuur bij het recht afwerken van het dak vereist werken met planken. De leem die voor de buitenmuur is gebruikt, kan maximaal twee meter gestapeld worden zonder extra ondersteuning. Om het bovenste deel van de kopse kant toch dicht te krijgen kan men planken gebruiken. Deze planken kunnen horizontaal of verticaal bevestigd worden. In Figuur 52 t/m 54 is de rechte afwerking en de schuine afwerking van de kopse kanten te zien. In Figuur 55 zijn de verschillende combinaties van planken te zien die men toe kan passen.



Figuur 52: Rechte afwerking van de kopse einden. Hier zijn ook de windveren (twee schuin oplopende latten die de bovenafscheiding van de kopse kant vormen) aanwezig. De ruimte bovenaan de windveren is eventueel voor de makelaar. Bij het ontbreken van de makelaar zouden deze windveren sluitend zijn aan de bovenste punt.



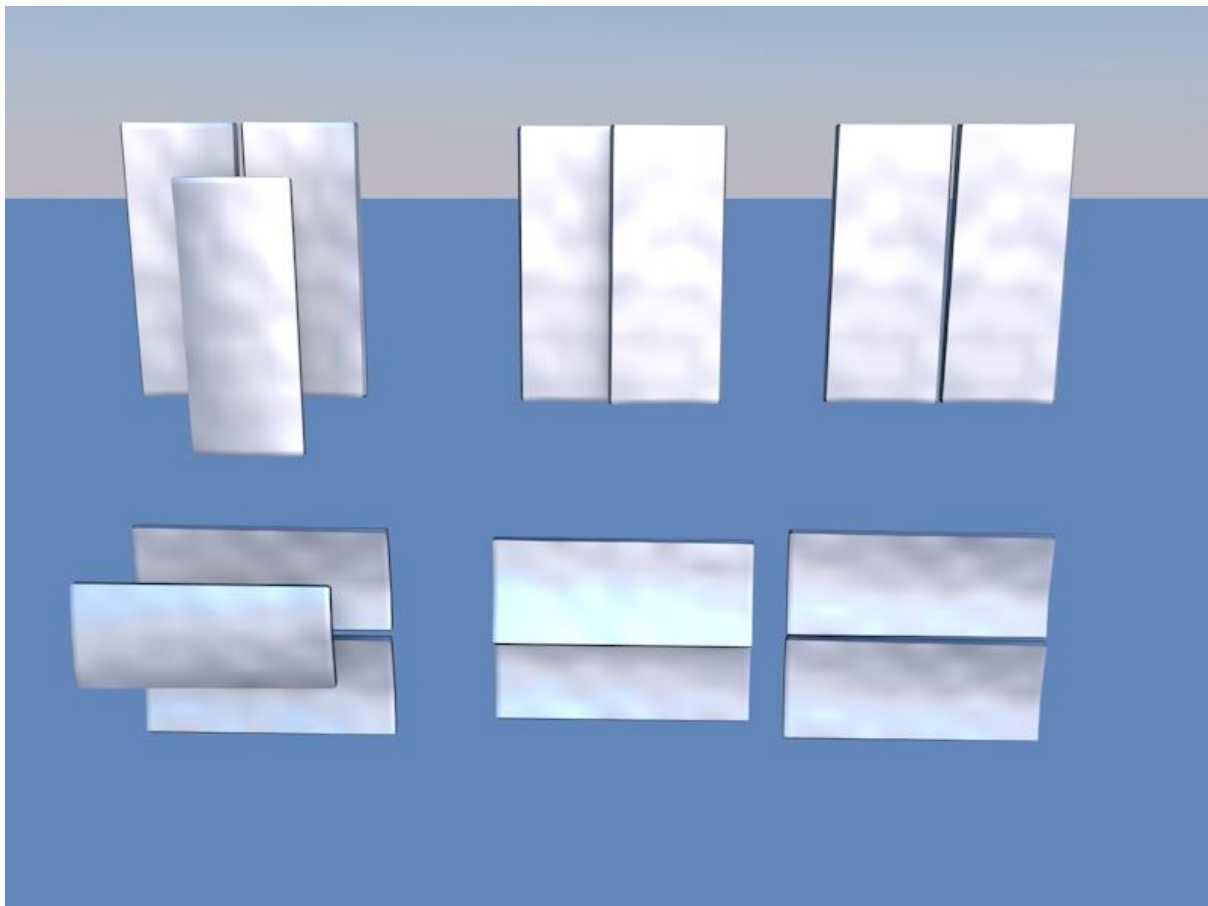
Figuur 53: Schuine afwerking bij de kopse kanten. Hier met de sporen op de buitenwandligger.



Figuur 54: Schuine afwerking bij de kopse kanten. Hier met de sporen over de buitenwandligger.

Het nadeel van de verticale afwerking is dat het niet geheel afsluit. Hoewel je dit bij huidige schuren ook nog aantreft zal het voor een woonstalboerderij zoveel mogelijk tocht dicht gemaakt zijn. Dit om het comfort in het woongedeelte zoveel mogelijk te verbeteren. Zoals te zien is in Figuur 55 zit tussen de planken een kleine ruimte waar wind en water in de woonstal kan komen. Een oplossing zou zijn om de planken overnaads te bevestigen. Hiermee worden wind en water bij bepaalde windrichting tegengehouden. Een andere optie zou zijn om een derde plank boven op de naad te leggen. Dit sluit de open naad beter af dan de overnaadse oplossing. Het nadeel van deze optie is dat veel meer hout nodig is om de muur sluitend te maken. Daarnaast zou men de gaten kunnen dichten met plantmateriaal (mos en dergelijke) en een materiaal om het plantmateriaal op zijn plaatst te houden.

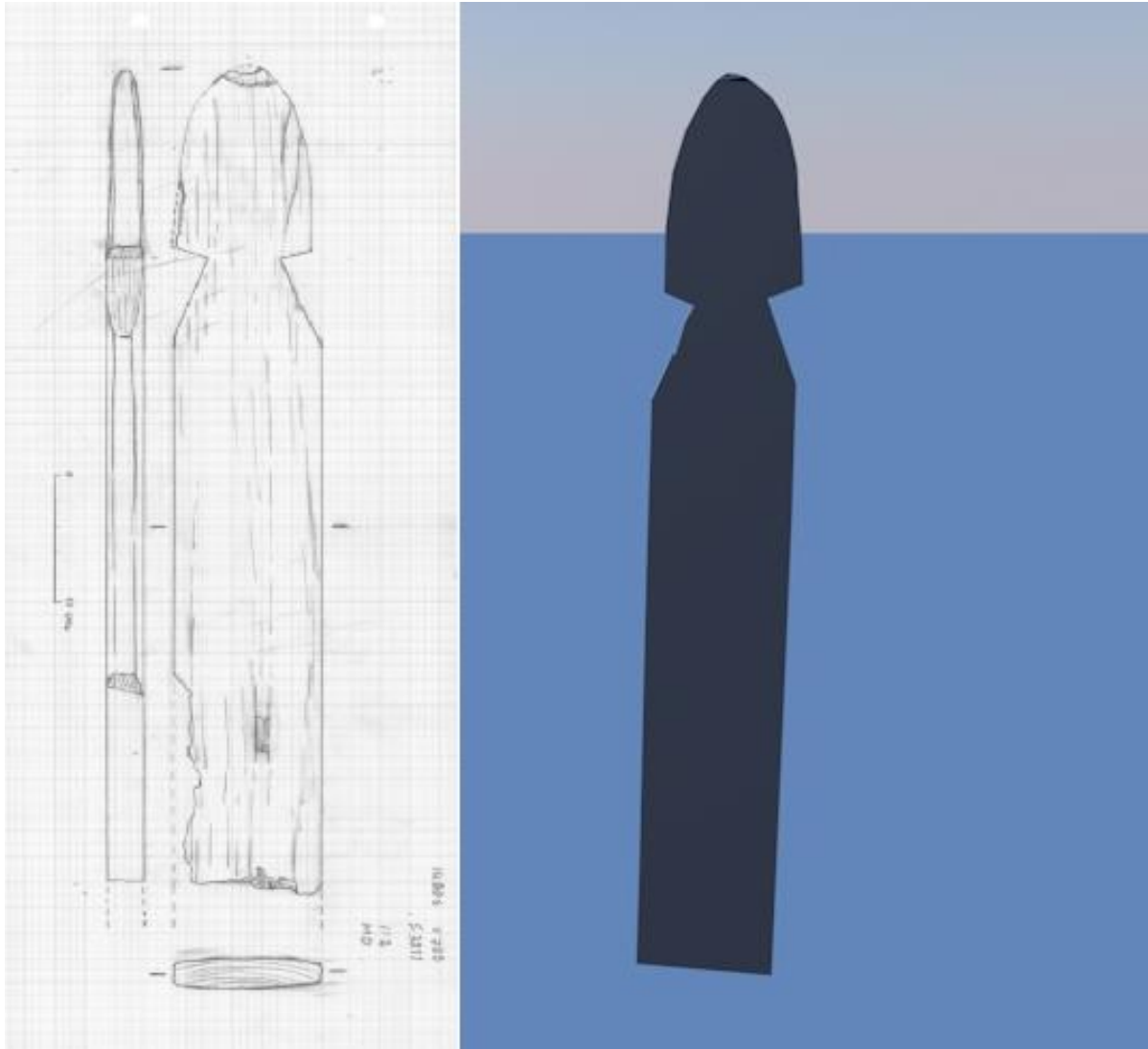
Deze opties kunnen ook toegepast worden wanneer men de planken horizontaal bevestigt. Het is hierbij wel belangrijk om de overnaadse oplossing goed toe te passen. Door de bovenste plank over de onderste te bevestigen kan het water niet tussen de planken lopen. De optie om een derde plank toe te voegen is hier minder voordehand liggend omdat dit altijd een rand of gleuf oplevert waar water in blijft staan.



Figuur 55: Overzicht van de verschillende bevestigingswijze van de planken aan de kopse enden van een woonstalhuis. De bovenste rij is de verticale opstelling. De onderste rij is de horizontale opstelling.

Voor een verticale bevestiging van de planken is de beste optie daarmee de derde plank erbovenop, mits men genoeg planken heeft. Voor de verticale bevestiging is de overnaadse optie de beste. Voor

beide opties geldt dan nog wel dat windveren⁹² bevestigd moeten worden aan de bovenzijde, zoals te zien is in Figuur 52. Windveren lopen voor de planken langs met een evenwijdige plank over het dak. Op de punt van het dak kan een ulebord⁹³ (ook wel makelaar genoemd) hebben gestaan. Dit ulebord is waarschijnlijk ook gevonden bij de opgraving aan de Boshuizerkade, zie tekening hieronder (figuur 56).



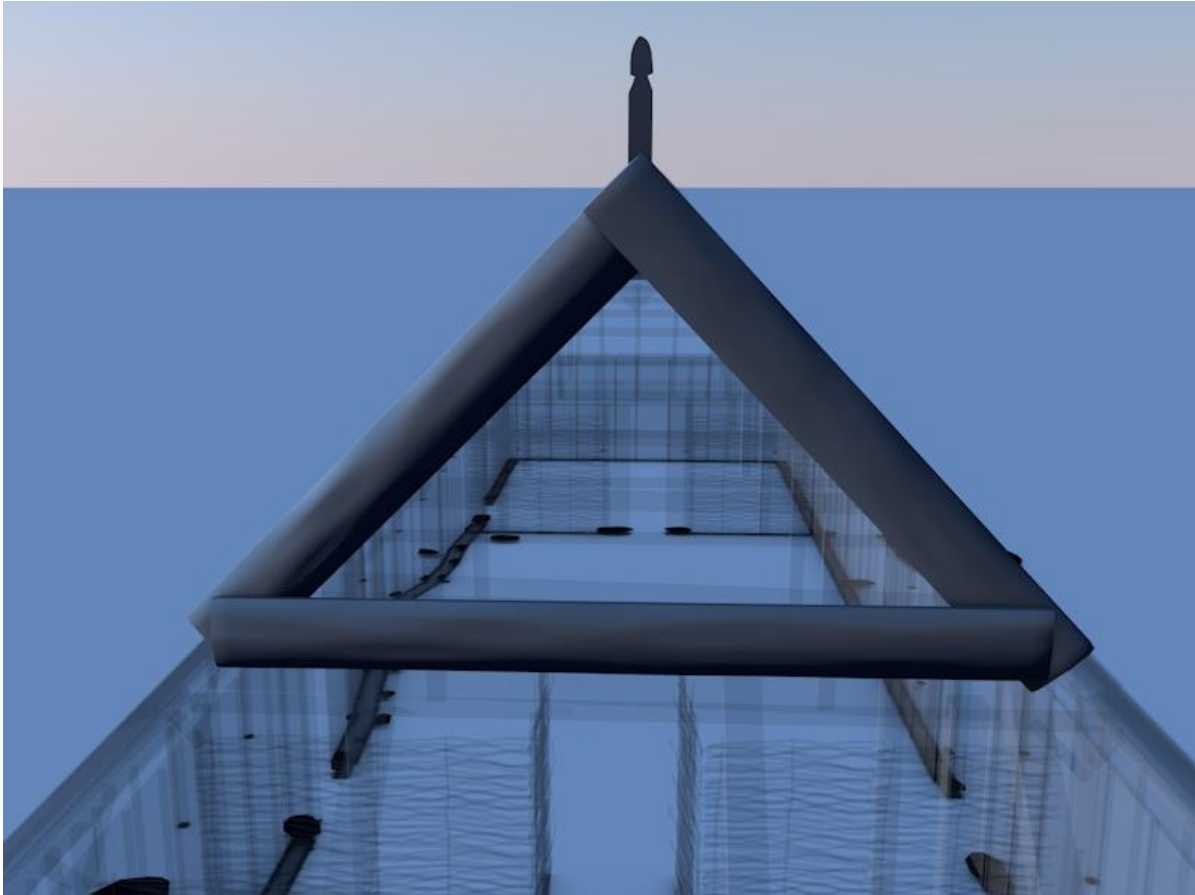
Figuur 56: Links de tekening van het ulebord uit de opgraving aan de Boshuizerkade. Rechts het model in Cinema 4d.

Om van een echt ulebord te spreken moet men een wolfseind hebben. De makelaar bovenop is samen met de beschoeiing een ulebord. In het midden van dit bord kan een gat zitten, het ulegat. Dit gat is vaak later dichtgezet, maar aangezien in de Vroege-Middeleeuwen veel open vuur binnen gebruikt werd is de toepassing van een ulegat aannemelijk.

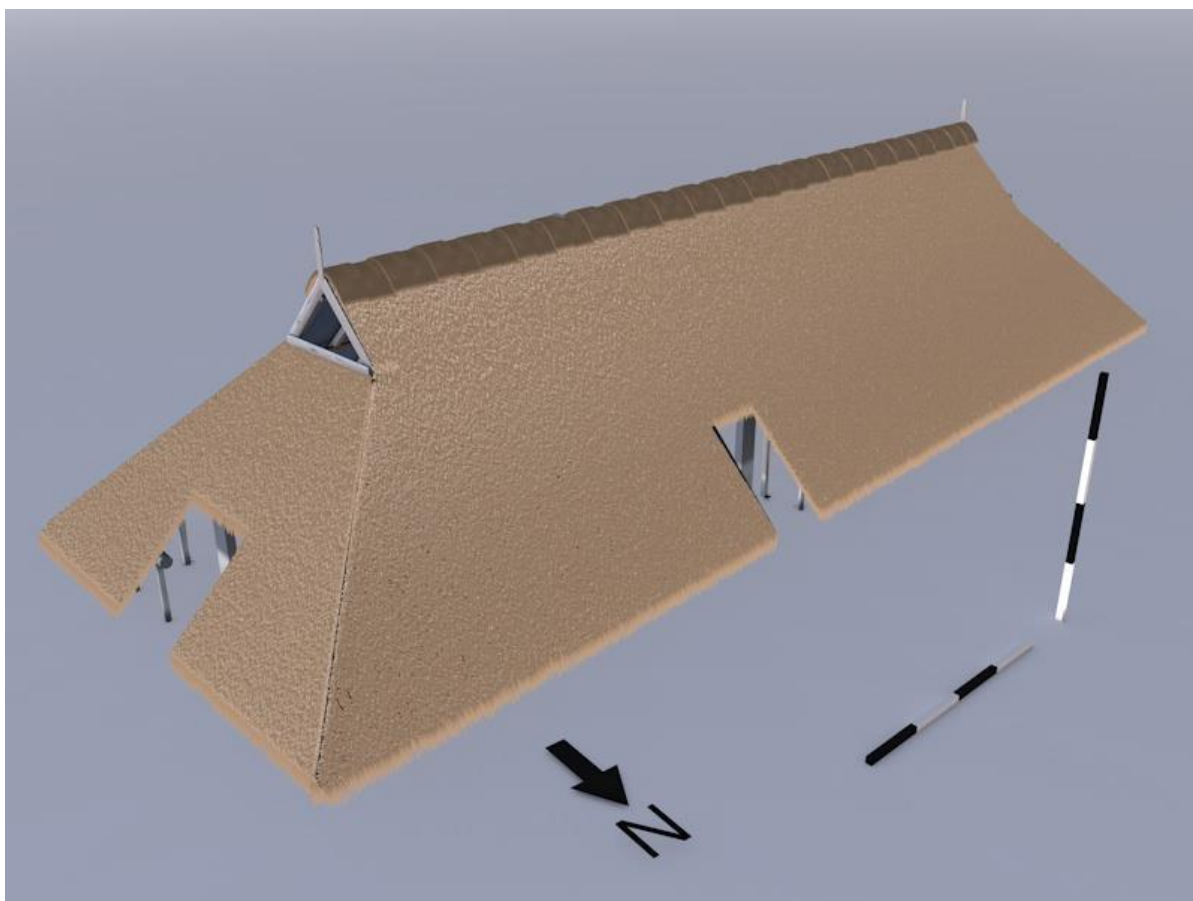
⁹² **Windveren** – Plank, bevestigd langs de kanten van een met riet of pannen gedekt dak ter afdekking van de voorrand. Worden soms aan de bovenzijde over elkaar gekeept en in de vorm van paardenkoppen gesneden (Twente).

⁹³ **Uilenbord, Ulebord** - klein driehoekig schot op de samenkomst van twee lange dakvlakken en één aan de korte zijde, doorgaans bij een boerderij in Friesland, Drenthe en andere delen van Noordoost-Nederland. Daarin bevindt zich een luchtgat waardoor uilen die in de schuur nestelen, in en uit kunnen vliegen. Ook: oelebord.

Een wolfseind is uitsluitend te construeren bij een schuin aflopend dak. Een wolfseind wordt gecreëerd door dat de daksporen op de korte zijde niet gelijklopen met de andere sporen op de lange zijde. De sporen op de lange zijde worden aan de bovenkant opgevangen door de nokkligger. Aan de korte zijde liggen ze op de dakvoet of hanenbalk. Hierdoor krijgt men een klein hoogteverschil tussen de nok en de sporen. Dit verschil is het wolfseind. Men heeft daarmee twee wolfseinden aan elke van de korte zijde, één in het slaapgedeelte en één in de het stalgedeelte.



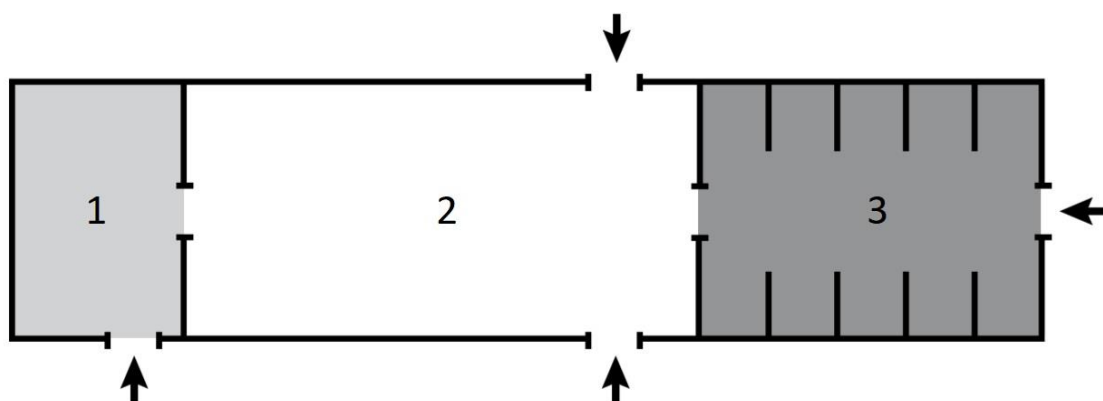
Figuur 57: Het wolfseind met boven op het ulebord op schaal.



Figuur 58: Gemodelleerd geheel met dakbedekking, schuine einden en wolfeind.

5.10 Binnenindeling

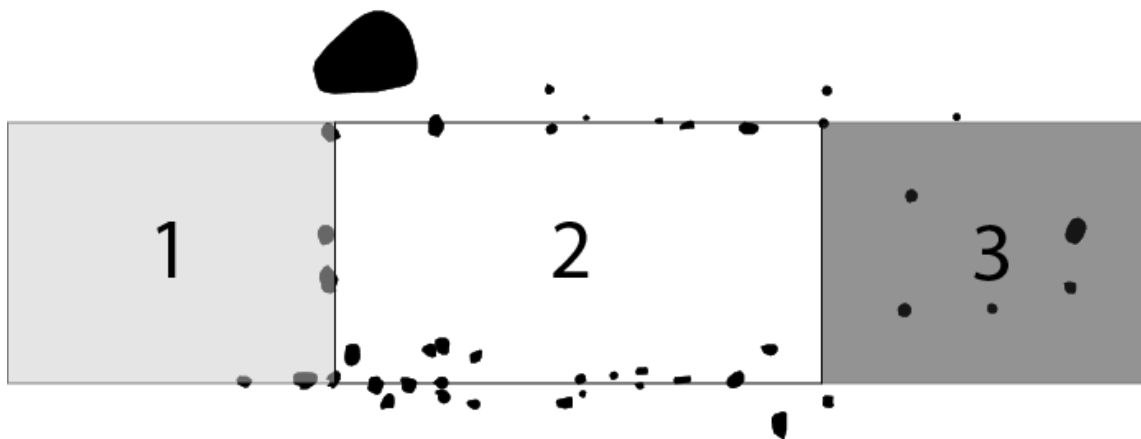
De binnenindeling bestaat uit een driedeling van het woonstalhuis, zie Figuur 59. Ruimte 3 is de stal. Dit kunnen we zien door de duidelijke scheiding van wanden direct naast de twee ingangen aan de lange zijdes. In de stal zoals gevonden bij Boshuizerkade is plaats voor 12 stuks vee. Vaak vormen de binnen staanders bij het type Katwijk B ook de bevestigingspunten voor de binnenmuren. In de rechtse buitenmuur is vaak een ingang/uitgang aanwezig voor het vee.



Figuur 59: Overzicht gebruikersruimten. 1 = Opslag/Slaapruimte, 2 = Woon-/leefruimte, 3 = Stalgedeelte. (Bron: Dijkstra 2011, 113.)

De functie van ruimte 2 wordt vaak aangeduid als leef/werkruimte. De precieze indeling en functie zijn vaak niet te achterhalen aan de hand van het overgebleven archeologisch materiaal omdat dit veelal vergaan is of meegenomen bij het in onbruik raken van de woning. In verschillende woningen zijn paalsporen midden in de woonruimte ontdekt.⁹⁴ Dit kan duiden op een constructie boven het open vuur om te koken. Deze zogenaamde kookpaal is niet aangetroffen bij de opgraving aan de Boshuizerkade maar het is aannemelijk dat in het huis een dergelijke paal aanwezig was. Het kan ook zijn dat de ketel voor het koken aan de gebintbalken heeft gehangen. Hiervoor zou geen paal nodig zijn. Deze optie wordt ook in de digitale reconstructie opgenomen. Voor de rest heeft in dit gedeelte waarschijnlijk een *high seat*⁹⁵ gestaan voor de heer (of dame) des huizes of een aparte familietafel voor de bewoners.⁹⁶ Voor eventuele gasten zouden banken tegen de lange zijdes van het gebouw gestaan hebben met het vuur in het midden om zo ook warm te blijven in de winter.⁹⁷ De linkerzijde van ruimte 2 wordt begrensd door een muur met daarin een stevige deurpartij. De archeologische sporen, gevonden bij meerdere opgravingen, suggereren dat deze deurposten net zoals die in de lange zijdes stevig zijn uitgevoerd en misschien een statussymbool waren.⁹⁸

Ruimte 1 was waarschijnlijk opslagruimte voor gereedschap, etenswaar, kookwaar en persoonlijke eigendommen. Ook wijst de dubbele wandconstructie een meter van de buitenwand op het gebruik van bedstedes. Daarom zou deze ruimte ook gebruikt kunnen worden als slaapvertrek met alle belangrijke persoonlijke eigendommen dichtbij.



Figuur 60: Verdeling van de plattegrond aan de Boshuizerkade. 1 = Opslag/Slaapruimte, 2 = Woon-/leefruimte, 3 = Stalgedeelte.

5.11 Binnenwanden

De meeste wanden van de binnenindeling zijn niet teruggevonden. Het zijn vaak lichte wanden die bestaan uit organisch materiaal die dus sneller vergaan. Ook zijn deze wanden niet of zeer weinig ingegraven. Hierdoor zijn ook geen paalsporen en/of wandgreppels meer te vinden. Gelukkig zijn

⁹⁴ Jezeer 2011, 25, Bazelmans/Dijkstra/de Koning 2002, Harsema 1978, 25.

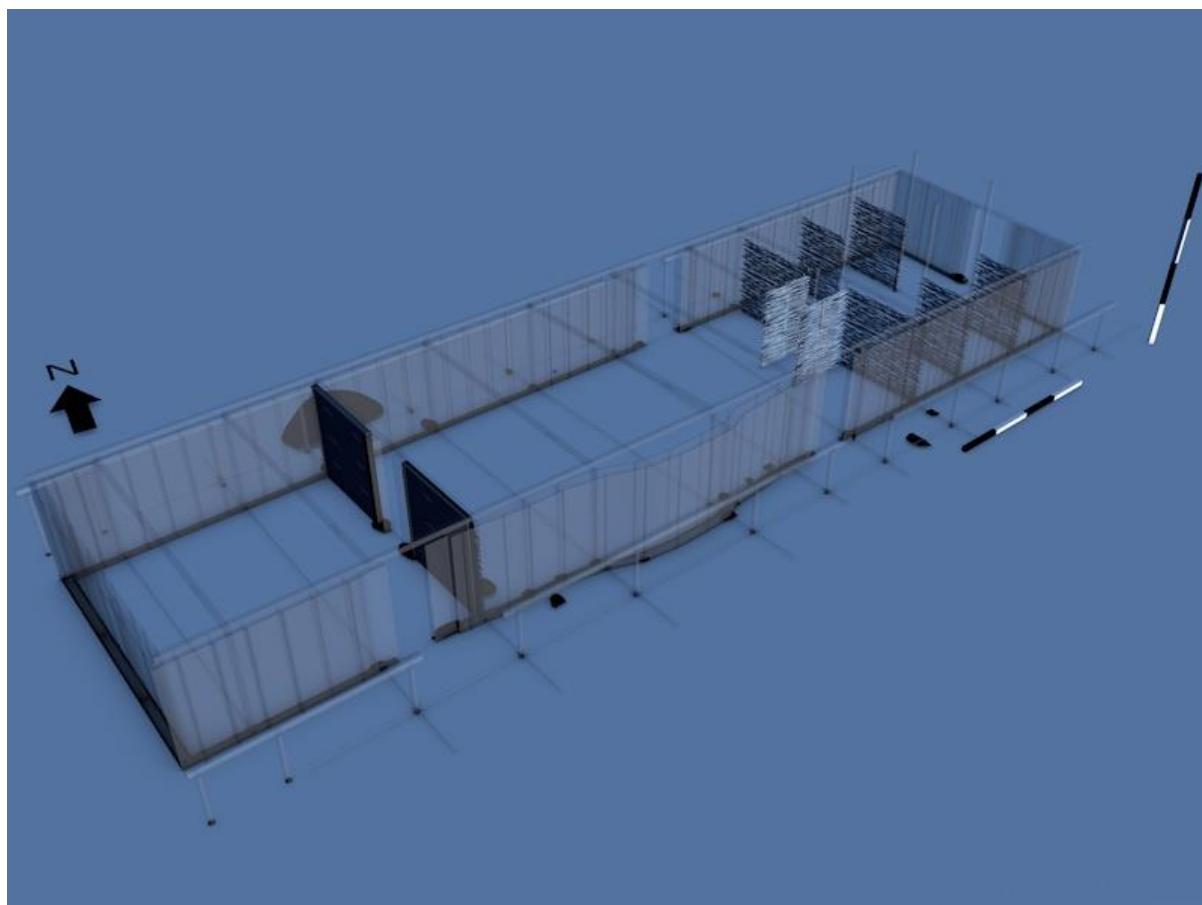
⁹⁵ **High seat** – Een grote stoel bestemd voor degene met het meeste aanzien binnen een gezin/gemeenschap.

⁹⁶ Interview met Menno Dijkstra.

⁹⁷ Idem.

⁹⁸ Dijkstra 2013, 202.

hier een paar uitzonderingen op. De opgraving in Ezinge door van Giffen is zo'n uitzondering.⁹⁹ Hier is in het veen het organisch materiaal zeer goed bewaard gebleven. Men ziet hier ook dat de binnenwanden uit vlechtwerk bestaan. Hier bestaat het vlechtwerk uit berkentakken, aangesmeerd met koeienmest.¹⁰⁰ Een ander voorbeeld is Ellewoutsdijk in Zeeland.¹⁰¹ Eveneens een opgraving in veengrond waar de botanische resten goed bewaard zijn gebleven, waaronder de binnenmuren. Uit onderzoek is gebleken dat deze wanden bestonden uit vlechtwerk van wilg met els als staken.¹⁰² De houtsoort voor het vlechtwerk is daarnaast ook afhankelijk van de functie en het natuurlijke voorkomen in de omgeving. Het is niet bekend of de vlechtwerken wanden hier aangesmeerd zijn met leem. Daarnaast is het is het afhankelijk of leem aanwezig is in de omgeving.



Figuur 61: Plaatsing van de binnenwanden.

5.11.1 Bedsteden

Ter plaatse van de opslag- en slaapruijnte komt zoals eerder vermeld vaak een dubbele wand voor. Deze wand wordt door Dijkstra beschreven als mogelijke bedstee.¹⁰³ Dit lijkt een plausible verklaring, aangezien de andere ruimtes hier minder geschikt voor lijken. De leef- en werkruimte was een semi-publieke ruimte waar bureu en gasten in- en uit liepen. De slaapruijnte is meer een privéruimte. De bedstedes zijn in dit model achterwege gelaten vanwege de grote onzekerheid in hun uiterlijk en plaatsing.

⁹⁹ van Giffen, 1936.

¹⁰⁰ Ibidem, 44-45.

¹⁰¹ Sier 2003.

¹⁰² Ibidem, 116.

¹⁰³ Dijkstra 2013, 203.

5.12 Materiaalgebruik

Het voornaamste bouwhout dat gebruikt werd in de vroege-middeleeuwen bestond uit els en eik voor de constructieve onderdelen en wilgentakken voor de vlechtwerkwanden. Onderzoek naar houtsoorten van verschillende opgravingen laat zien dat de els en eik vaak toegepast werden bij de last dragende onderdelen. Zo bestond de houtverdeling els/eik in de opgraving bij Ellewoutsdijk uit 61%/39% voor structuur 1 en 92%/2% in structuur 4. Dit was voornamelijk voor de echt massieve, grote palen (40 cm diameter met een lengte van 7 á 8 m) en kwam bij de hele opgraving maar vijftien keer voor. Het vlechtwerk bestond voornamelijk uit wilg, bij één structuur kwam els en es voor in het vlechtwerk.¹⁰⁴ Hierbij is het wel belangrijk te onthouden dat de opgraving in Ellewoutsdijk een romeinse vindplaats betreft, die misschien niet geheel indicatief is voor de behandelde tijdsperiode. In Ezinge werd voornamelijk berk en eik als bouwhout gebruikt.¹⁰⁵

Het houtgebruik in de buurt van de opgraving aan de Boshuizerkade blijkt ook goed overeen te komen met deze bevindingen. Zo is bij de opgravingen Katwijk-Zanderij¹⁰⁶, Oegstgeest-Nieuwe Rhijngeest¹⁰⁷ en Leiderdorp-Plantage¹⁰⁸ voornamelijk eik gevonden met ook es als bouwhout. Voor het vlechtwerk werd hier wilg of hazelaar gebruikt.

De vlechtwerkwanden werden vaak bestreken met leem om de wanden waterdicht te maken. Dit was vaak een mengsel van vette en meer zandige leem met water en eventueel een bijvoeging van kaf om het mengsel te verstevigen.¹⁰⁹ De maximale hoogte waarmee wanden bestreken konden worden met vlechtwerk bedraagt 2 meter. In Ezinge is gebruik gemaakt van koeienmest om de vlechtwerkwanden te bestrijken.¹¹⁰

Hiermee hebben we alle vaste delen van het woonstalhuis beschreven. De indeling van het huis, aankleding, gebruiksvoorwerpen binnen het huis en opslagmateriaal zijn achterwege gelaten in deze reconstructie. Deze objecten zijn zo verschillend, aan verandering onderhevig en aan persoonlijke smaak verbonden dat het onmogelijk is om dit te plaatsen zonder een vals beeld te geven. Dit is niet de bedoeling bij dit model.

¹⁰⁴ Sier 2003, 104-138.

¹⁰⁵ Van Giffen 1936, 44.

¹⁰⁶ Van der Velde 2008.

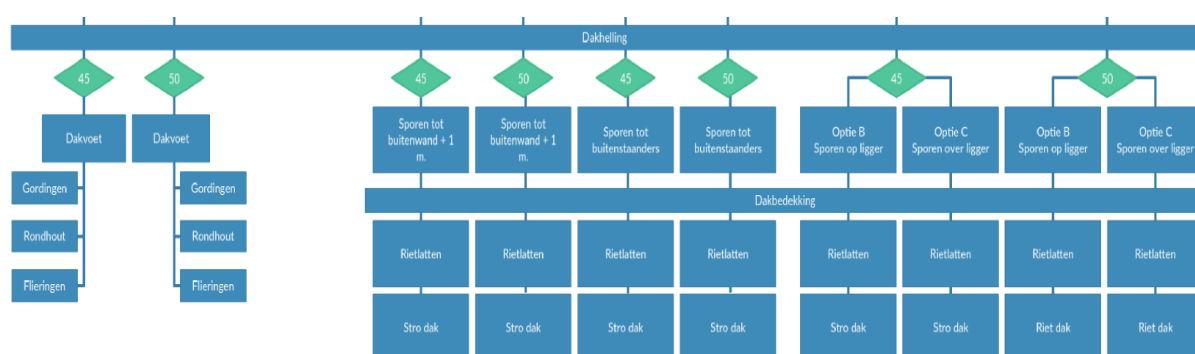
¹⁰⁷ Jezeer 2011.

¹⁰⁸ Hemminga/Hamburg 2006.

¹⁰⁹ Harsema 1978, 29.

¹¹⁰ Van Giffen 1936, 45.

In totaal zijn nu 42 opties gemodelleerd. Vanuit de basis van de fundering en de gebintstijlen kunnen we, zoals hierboven uitgelegd, veel verschillende kanten op. Omdat het model en deze statische foto's geen direct beeld geven van de vele verschillende opties die gerealiseerd zijn, is er een overzicht gecreëerd in de vorm van een beslisboom. In deze beslisboom kan men duidelijk de relatie tussen de verschillende onderdelen. Daarnaast kan men het effect zien van de ogenschijnlijke simpele keuze om rekening te houden met twee dakhellingen. In Figuur 62 zijn alle opties die betrekking hebben op de dakhelling weergegeven. In totaal 10 verschillende variant. Hier zijn niet de opties die er nog bijkomen met een dakhelling op de korte zijde, Daarmee zou het totaal op 15 uitkomen. Een compleet overzicht van de beslisboom is te vinden in bijlage 4. In Tabel 6 vindt men het complete overzicht van alle opties in dit model.



Figuur 62: Overzicht verschillende opties bij een dakhelling van 45 en 50 graden. Zie voor een compleet overzicht bijlage 4.

Model	Opties	Beschrijving
Begane grond		
Gebintstijlen	Geen optie	
Muurplaten	Geen optie	
Buitenwanden	Optie A	Enkele leemwand
	Optie B	Verticale planken - dubbel
	Optie B	Horizontale planken - dubbel
	Optie C	Verticale planken - enkel
	Optie C	Horizontale planken - enkel
Binnenwanden	Geen optie	
Deurposten	Geen optie	
Wandstijlen	Optie A	Enkel
	Optie B	Dubbel
Buitenwandstijlen	Optie A	Zonder buitenwandligger - sporen staan direct op de buitenwandstijlen
	Optie B	Met buitenwandligger - sporen vallen in de ligger - hoek sporen 45
	Optie B	Met buitenwandligger - sporen vallen in de ligger - hoek sporen 45

	Optie C	Met buitenwandligger - sporen vallen over de ligger - hoek sporen 45
	Optie C	Met buitenwandligger - sporen vallen over de ligger - hoek sporen 50
	Optie D	Zonder buitenwandligger - sporen staan schuin tegen de bovenzijde van de buitenwand.
Buitenwandstijlen - Korte zijde	Optie A	Zonder buitenwandligger - sporen staan direct op de buitenwandstijlen
	Optie B	Met buitenwandligger - sporen vallen in de ligger - hoek sporen 45
	Optie C	Met buitenwandligger - sporen vallen over de ligger - hoek sporen 45
	Optie D	Zonder buitenwandligger - sporen staan schuin tegen de bovenzijde van de buitenwand.
Verdieping		
Gordingen	Optie A	Gording - hoek 45
	Optie A	Gording - hoek 50
	Optie B	Fliering - hoek 45
	Optie B	Fliering - hoek 50
	Optie C	Rondhout - hoek 45
	Optie C	Rondhout - hoek 50
Windveren	Optie A	Hoek 45
	Optie B	Hoek 50
Afwerking kopse einden	Optie A	Planken verticaal
	Optie B	Planken horizontaal
	Optie C	Schuin dak - geen wolfeind
	Optie D	Schuin dak - Wolfeind
Dakbedekking	Optie A	Buitenwandstijlen Optie A/B - hoek 45
	Optie A	Buitenwandstijlen Optie A/B - hoek 50
	Optie B	Buitenwandstijlen Optie C
	Optie C	Schuin dak/wolfseinden op kopse kanten
Sporen	Optie A	Buitenwandstijlen Optie A - direct op buitenstaanders
	Optie B	Buitenwandstijlen Optie B - hoek 45
	Optie B	Buitenwandstijlen Optie B - hoek 50
	Optie C	Buitenwandstijlen Optie C - max 1 m. oversteek
Rietlatten	Optie A	Hoek 45
	Optie B	Hoek 50
Gebintbalken	Geen optie	
Dakvoet	Optie A	Hoek 50 daksporen
	Optie B	Hoek 45 daksporen
Totaal aantal opties	42	

Tabel 6: Totaaloverzicht van opties in de reconstructie van de Boshuizerkade.

6 - Conclusie

In dit hoofdstuk zullen de hoofd- en deelvragen worden beantwoord. Als eerste worden de deelvragen individueel beantwoord, vervolgens de hoofdvraag. Het onderzoek wordt benaderd op drie verschillende niveaus: micro-, meso- en macroniveau.

Als eerste zal het microniveau behandeld worden. Dit is het kleinste niveau en betreft de eerste twee deelvragen. Deze gaan over de opgraving aan de Boshuizerkade.

- Welke vroeg-middeleeuwse huisplattegronden van de Boshuizerkade opgraving zijn bruikbaar voor dit onderzoek?
- Welke data is er beschikbaar over de omgeving van de gekozen huisplattegrond?

Bij het onderzoek van Diachron aan de Boshuizerkade is één huisplattegrond gevonden uit de Vroege-Middeleeuwen, ingedeeld in het huistype Katwijk B. Het overgrote deel van de sporen hebben een geringe diepte van 3 tot 8 centimeter. Door de geringe diepte van deze sporen is het aannemelijk dat de sporen zijn afgetopt. Dit zou verder verklaren waarom niet de complete huisplattegrond is blootgelegd. Informatie over de omgeving is beperkt tot de directe omgeving van de huisplattegrond. Zo is er een afvalkuil aan de noordzijde van het gebouw gevonden. Er is een spieker ten noordoosten van de huisplattegrond gevonden die in dezelfde periode gedateerd is. Om deze structuren heen is een erfafscheiding gevonden uit dezelfde periode. De drie structuren vormen één samenhangend geheel. De ondergrond bestaat uit zanderige klei.

Na het beantwoorden van deze twee vragen gaan we over naar het mesoniveau, reconstructies in Nederland en Europa en de beschikbare software om digitale reconstructies te realiseren. Als eerste de analoge reconstructies:

- Welke analoge reconstructies van vroeg-middeleeuwse huizen zijn er gemaakt in Nederland en Europa?
- Waar zijn deze analoge reconstructies op gebaseerd?

De meeste informatie is afkomstig uit de reconstructie van een ijzertijdhuis in Orvelte. Verder zijn er verschillende analoge reconstructies gemaakt in Nederland. De archeologische faculteit van de Universiteit Leiden heeft een eigen experimentele afdeling die regelmatig nieuwe reconstructies uitvoert. Verder in Europa zijn ook analoge reconstructies gemaakt. Het overgrote deel van reconstructies vindt men terug in cultuurland in Nederland en Europa. Deze reconstructies zijn uitgevoerd door amateurarcheologen of vrijwilligers in de archeologie. Hoewel het aantal reconstructies hoog is, is het vaak niet mogelijk om te achterhalen waarop deze reconstructies gebaseerd zijn. Veelal ontbreekt het bij analoge constructies aan (voldoende) documentatie om te achterhalen waarop keuzes in de reconstructie gebaseerd zijn. Van de onderzochte reconstructies zijn twee onderzoeken gevonden die voldoende gedocumenteerd zijn om te achterhalen waarop deze zijn gebaseerd. Dit zijn de reconstructies in Firdgum en Orvelte. Deze zijn beide gebaseerd op archeologische vondsten en literatuuronderzoek.

- Welke digitale reconstructies zijn er uitgevoerd in Nederland of Europa?

Een gedegen digitale reconstructie moet voldoen aan de richtlijnen die zijn opgesteld voor deze activiteiten, de *Seville Principles* en de *London Charter*. Hier worden digitale reconstructies niet gebruikt om een mooi plaatje te leveren maar eerder als een unieke onderzoeksmethode om tot nieuwe inzichten te komen. Niet alleen de onderzoeksmethode maar ook de gebruikte software is belangrijk bij een digitale reconstructie. Hiervoor zijn de volgende vragen opgesteld:

- Welke digitale reconstructie programma's zijn er beschikbaar voor dit soort onderzoek?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende soorten programma's?

Grofweg zijn er twee soorten software te onderscheiden, generieke en gespecialiseerde software. Generieke software is vaak goedkoper, breed inzetbaar, makkelijk te onderhouden en het is makkelijk om bestanden te delen met andere gebruikers. Gespecialiseerde software daarentegen is zeer specifiek toepasbaar, lichtgewicht en zeer makkelijk aan te passen (zie Tabel 4 voor een compleet overzicht). Vanwege gebruikersgemak, makkelijke uitwisseling van bestanden en online hulp is uiteindelijk bij dit onderzoek gekozen voor Cinema 4D.

Na het antwoorden van deze vragen komen we tot slot bij het macroniveau van dit onderzoek:

- In hoeverre is de digitale reconstructie van het huistype Katwijk B, gevonden in Leiden Boshuizen, toepasbaar op andere Katwijk B types gevonden in Nederland?
- In hoeverre is de digitale reconstructie van het huistype Katwijk B, gevonden in Leiden Boshuizen, toepasbaar op ander vroeg-middeleeuwse huisplattegronden in Nederland?

De toepasbaarheid van de digitale reconstructie op de andere huisplattegronden van het type Katwijk B is groot. Zo is er voor deze reconstructie al gebruik gemaakt van de verschillende andere gevonden plattegronden. Tussen de verschillende plattegronden zijn dan ook maar kleine verschillen die snel aangepast zijn, zo is het stalgedeelte bij de plattegrond Den Burg 1 een veel langer stalgedeelte aanwezig (zie Figuur 10). Het stalgedeelte van deze digitale reconstructie zou met gemak langer uitgevoerd kunnen worden. De wandstructuur was bijna geheel verdwenen bij de opgraving aan de Boshuizerkade. Daarom is gekeken naar de buitenwanden van de andere gevonden plattegronden. Oegstgeest 2 en Katwijk 46 hebben beide een ander type wandstructuur en dit is toegepast in dit model. De geheel éénbeukige opbouw van het type Katwijk A en de geheel driebeukige opbouw van het type Katwijk C is in dit model makkelijk aan te passen en zou zo met weinig moeite kunnen dienen voor een reconstructie van deze huistypes. Zelfs het type Odoorn C, uit een geheel andere regio, zou gereconstrueerd kunnen worden aan de hand van kleine aanpassingen aan dit model. Met behulp van de beslisboom (bijlage 4) kunnen allerlei aanpassingen aan het standaardmodel worden aangebracht.

Door het beantwoorden van deze vragen zijn we aangekomen bij onze hoofdvraag:

Welke wetenschappelijke kennis kan er uit een digitale reconstructie van een vroeg-middeleeuws woonstalhuis, zoals opgegraven in Leiden Boshuizen, behaald worden ten opzichte van een analoge reconstructie?

De wetenschappelijke kennis van deze digitale reconstructie ten opzichte van een analoge reconstructie is behaald aan de hand van een aantal punten. Ten eerste zijn wijzigingen in het model veel sneller te realiseren dan bij een analoge reconstructie. Als er tijdens het onderzoek nieuwe inzichten ontstaan over de constructiewijze van bepaalde onderdelen kunnen deze gelijk verwerkt worden in het model, in tegenstelling tot een analoge reconstructie. Hierbij zijn veranderingen in bij analoge reconstructies moeilijker vanwege beschikbare materialen, tijd en de kosten die het met zich meebrengt.

Ten tweede is het niet alleen tijdens het reconstrueren makkelijker om wijzigingen aan te brengen maar ook na afronding. Het fysieke object bij een analoge reconstructie kan niet uit elkaar gehaald worden en herbouwd worden met bijvoorbeeld een andere wandstructuur. Voor een digitale reconstructie is dit echter geen probleem. Hier kunnen nieuwe varianten van een wandstructuur zonder problemen worden toegevoegd.

Ten derde is een digitale reconstructie niet gebonden aan een fysieke locatie, in tegenstelling tot een analoge reconstructie. Hierdoor is het makkelijker voor publiek en onderzoekers om toegang te krijgen tot het model. In combinatie met het eerste punt kan een toekomstige onderzoeker de gehele reconstructie demonteren, herschikken, aanvullen en opnieuw opbouwen zonder gelimiteerd te zijn tot fysieke objecten. Wanneer er de juiste documentatie aanwezig is bij de reconstructie kan elk onderdeel weer opnieuw geëvalueerd worden op relevantie. Deze verschillende punten geven daarmee het grote voordeel van digitale reconstructies ten opzichte van analoge reconstructies.

7- Discussie

Het doel van dit onderzoek is om een zo accuraat mogelijke reconstructie te maken van de huisplattegrond zoals die is gevonden aan de Boshuizerkade in Leiden. Door middel van uitgebreid literatuuronderzoek en het maken van een digitaal model is geprobeerd een zo goed mogelijk beeld te creëren van de situatie in het verleden. Omdat hier altijd keuzes bij te pas komen, is de digitale reconstructie niet gelimiteerd tot één enkele keuze maar zijn meerdere varianten ingebouwd. Zo kan de gebruiker zelf de keuze maken wat hij/zij het meest logische opstelling vindt. In dit hoofdstuk zullen de beperkingen en kansen van het onderzoek worden toegelicht. Deze discussie is onderverdeeld in de verschillende onderzoek niveaus (micro-, meso- en macroniveau).

7.1 Microniveau

Deze digitale reconstructie komt voor uit een definitieve opgraving door Diachron. In september 2013 is het onderzoek uitgevoerd en is de huisplattegrond blootgelegd. Het rapport is op het moment van schrijven nog niet verschenen. Een uitgebreide analyse van de hele opgraving is daarmee ook niet aanwezig, wat voor sommige aspecten wel makkelijk zou zijn geweest. De benodigde informatie over de huisplattegrond is wel gekregen maar het blijft een summier overzicht van de gehele opgraving. Hier hadden kansen kunnen liggen met betrekking tot de erfindeling, de toegepaste materialen en de omgeving. Een huis staat namelijk nooit op zichzelf maar is onderdeel van een groter geheel in het landschap. Deze relatie heb ik jammer genoeg niet kunnen leggen door het ontbreken van informatie.

De plattegrond zoals die gevonden is aan de Boshuizerkade is incompleet. Er zijn weinig wandsporen, de westzijde ontbreekt, evenals de gehele buitenwandconstructie van het stalgedeelte. De sporen die gevonden zijn, zijn afgetopt en bedragen maar een paar centimeter. Daardoor valt er weinig te zeggen over de mogelijke insteek van de palen, paalgrootte en de gehele constructie. Met een complete plattegrond was het mogelijk geweest om een meer accuraat beeld te geven van de situatie aan de Boshuizerkade. Ondanks deze beperkingen biedt deze digitale reconstructie, mede door het gebruik van vergelijkbare plattegronden, een accuraat beeld van de oorspronkelijke situatie.

Deze andere plattegronden zijn gevonden door heel Nederland en zijn veelal beschreven in onderzoeksrapporten of synthese onderzoeken naar huisplattegronden in Nederland. Het meest recente deel, *Huisplattegronden in Nederland* door G. Lange, zou ook digitaal beschikbaar komen. Via een website zou de gebruiker alle huisplattegronden in Nederland kunnen bekijken en deze digitaal opvragen. Op moment van schrijven is deze nog niet online. Dit zou zeer bruikbaar kunnen zijn geweest bij dit onderzoek. De huisplattegronden zijn nu met veel omwegen uit literatuur gehaald en overgetrokken met verschillende soorten software. Een complete digitale versie van deze huisplattegronden zou bij de totstandkoming van dit verslag bijzonder nuttig zijn geweest.

7.2 Mesoniveau

Het archeologische onderzoek naar huisplattegronden richt zich ook voornamelijk op de grondsporen en houtresten in de grond. Hoewel deze van onschatbare waarde zijn gebleken, vooral in het onderzoek naar het materiaalgebruik of de opbouw van de wandstructuren, is er weinig informatie te vinden over het gedeelte boven de grond. De constructieve onderdelen die te vinden zijn in de grond zijn meestal goed beschreven maar hoe deze bovengronds aan elkaar verbonden waren komt meestal niet naar voren in archeologische rapporten. Hoekverbindingen, het gebruik van korbelen, een buitenwandligger die alle buitenwandstijlen met elkaar verbond, het gebruik van wolfeinden, deze informatie komt allemaal niet voor in archeologische literatuur. Hier zou men eerder naar bouwhistorische literatuur moeten kijken. Maar helaas gaan deze onderzoeken niet

zover terug als naar de Vroege-Middeleeuwen. De grootste bron van literatuur en kennis lijkt daarmee tot nu toe te komen vanuit analoge reconstructies. Er is vooral gekeken naar 1:1 reconstructies van huisplattegrond, de analoge tegenhanger van mijn reconstructie. Achteraf gezien hadden ook andere soorten van analoge reconstructies onderzocht kunnen worden zoals vindplaatsen in vogelperspectief of maquettes. Dit is besloten om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de analoge en digitale variant.

Bij analoge reconstructies van huisplattegronden wordt aandacht besteed aan middeleeuwse boerderijen tot aan de Steentijd. Dit gat in kennis en onderzoek naar de constructiewijze van vroeg-middeleeuwse boerderijen is dan ook zeer zeker een aandachtspunt voor de toekomst. De informatie die gebruikt is kan daarmee ook een vertekend beeld geven van de werkelijkheid in de Vroege-Middeleeuwen. Is het gebruik van vakwerk met leem gebruikelijk bij een woonstalboerderij in de Vroege-Middeleeuwen? Werd er in de Vroege-Middeleeuwen al gebruik gemaakt van korbelen en hoekverbindingen of kwam dit pas later? En hoe zit het met het gebruik van wolfeinden? Dit zijn allemaal vragen die tot nu toe nog niet beantwoord zijn. Deze opties zijn wel gemodelleerd, maar de informatie komt voornamelijk uit een latere tijdsperiode. Daarmee is de historische juistheid niet gegarandeerd.

Dan de digitale reconstructie zelf. De opzet van dit onderzoek komt uit het onderzoek van Niccolucci en Hermon.¹¹¹ Hier wordt aangegeven dat een reconstructie van verdwenen onderdelen op meerdere manieren uitgevoerd kunnen worden. Deze verschillende opties behoren ook uitgelegd te worden en krijgen een cijfer doormiddel van een door hen ontwikkelde formule. Gebruikt men deze formule voor elk onderdeel van de reconstructie dan krijgt men een *reliability index*. Aan de hand van deze index kunnen verschillende opties beoordeeld worden op de waarschijnlijkheid. Deze index had ik graag voor dit onderzoek ook nog uitgevoerd, maar helaas is dit door tijdgebrek niet gelukt. Deze index had de overtuigingskracht van mijn keuzes kunnen versterken en voor de gebruiker inzichtelijk kunnen maken hoe waarschijnlijk de verschillende opties zijn. Daarnaast kan de gebruiker op dit moment ook geen opmerkingen toevoegen aan het model of deze online bekijken. Hierdoor is het model net zo statisch geworden als een analoge reconstructie en zijn de volledige mogelijkheden niet toegankelijk.

7.3 Macroniveau

Het maken van de verschillende opties is tijdrovend. Het grootste gedeelte kan gekopieerd en geplakt worden, maar vaak moeten er nog veel kleine aanpassingen gemaakt worden. Juist in deze kleine aanpassingen bleek veel tijd te zitten. Ook zijn misschien niet alle mogelijke opties gemodelleerd. Tijdens dit onderzoek zijn meerdere keren opties naar voren gekomen die ook op andere plaatsen relevant konden zijn, zoals de overnaadse bevestiging bij de planken aan de kopse kanten. Deze opties zouden ook voor de begane grond vloer gelden. Maar zoals al eerder genoemd is dit door tijdgebrek niet uitgevoerd. Tevens ben ik van mening dat de opties die gemodelleerd zijn al voldoende zijn om een beeld te geven van de verschillende mogelijkheden. Men zou eindeloos door kunnen gaan met nieuwe opties toevoegen, maar dat is niet exact de bedoeling geweest van dit onderzoek. Hier is de basis gelegd voor verder onderzoek, hopen dat in de toekomst meer opties en versies worden toegevoegd.

¹¹¹ Niccolucci/Hermon 2006.

8 - Aanbevelingen

In dit hoofdstuk zullen aanbevelingen worden gedaan voor vervolgonderzoek. Hier zal niet alleen worden gesproken over de resultaten van het onderzoek en de mogelijke vervolgstappen, maar ook over kennishiaten die naar voren kwamen tijdens het realiseren van dit onderzoek. Deze aanbevelingen worden onderverdeeld in de micro-, meso- en macroniveaus die gehanteerd worden in dit onderzoek.

8.1 Microniveau

De eerste aanbeveling wordt gedaan op het gebied van bouwhistorisch en archeologisch onderzoek naar de bovengrondse resten van vroeg-middeleeuwse huisplattegronden. Tijdens dit onderzoek bleek dat er weinig bouwhistorisch onderzoek is gedaan naar deze vroege woonstalboerderijen. Dit komt deels omdat er geen gebouwen meer zijn uit deze tijd die bestudeerd kunnen worden. De organische resten zijn vaak ook niet meer aanwezig, behalve in zuurstofarme veengronden waar plantaardig materiaal goed bewaard blijft. Een combinatie van deze twee vormen, bouwhistorisch onderzoek aan de hand van organische resten van huisplattegronden zou veel informatie kunnen opleveren. Een model zoals in dit onderzoek kan hier zeker bij helpen. Het kan archeologen helpen de grondsporen in een bovengrondse context te visualiseren en bouwhistorici helpen om verschillende mogelijkheden te bestuderen bij het reconstrueren van oude gebouwen.

Het is daarbij niet zo dat digitale reconstructies het gebruik van analoge reconstructies zal laten verdwijnen. Deze twee onderzoeksmethoden kunnen geheel andere vragen beantwoorden bij uitvoer. Ik ben van mening dat deze twee methodes elkaar juist kunnen versterken door de hiaten in beide vormen van onderzoek aan te vullen.

8.2 Mesoniveau

De volgende aanbeveling is dan ook om meer gebruik te maken van digitale reconstructies waarbij men niet alleen één enkele optie voor weergave geeft. Hiermee kan er een zeer verkeerd beeld worden gegeven van het verleden. Daarnaast is het belangrijk om, als men een digitale reconstructie maakt, duidelijk te vermelden waar de informatie vandaan is gehaald en waar de eventuele onzekerheden in de reconstructie zijn verwerkt. Een optie hiervoor is het gebruik van de *reliability index* en alle onderdelen een cijfer te geven. Deze cijfers kunnen dan doormiddel van het gebruik van een database aan het model worden gekoppeld (Blender beschikt over deze mogelijkheid). Dan kan aan de hand van deze waarden een soort *heat map* worden gegenereerd waarin duidelijk wordt waar de onzekerheden liggen in het model.

Alle verantwoorde digitale reconstructies beginnen aan de hand van richtlijnen zoals de *Seville Principles* en de *London Charter*. Al voordat men aan de reconstructie begint moet het plan getoetst worden aan de hand van deze richtlijnen. Het wordt dan ook zeer aanbevolen om het gebruik van deze richtlijnen standaard te maken voor archeologische reconstructies. Dit brengt dan hopelijk met zich mee dat digitale reconstructies niet alleen als visualisaties worden gebruikt maar meer als een onderzoeksmethode. Het belangrijke hieraan is dat jonge archeologen worden opgeleid in deze technieken. Veelal zijn het nu archeologen met een voorliefde voor digitale archeologie die dit type onderzoeken uitvoeren. Als alle toekomstige archeologen tenminste van het bestaan en de mogelijkheden van digitale reconstructies afweten, zal het verantwoord gebruik van deze technieken ook toe kunnen nemen. Saxion Hogescholen neemt hier al goede stappen door het vak 3D-modelleren in de archeologie aan te bieden aan zijn studenten. Leiden University heeft ook

wisselende vakken met betrekking tot digitale reconstructies. Het is belangrijk om op deze opleidingen toekomstig archeologen mee te geven dat een digitale reconstructies meer opbrengt dan alleen een mooi plaatje.

Dit resulteert in een groter aantal archeologen die op een verantwoorde manier digitale reconstructies kunnen toepassen bij het uitwerken van een definitieve opgraving. Hetgeen overigens niet betekent dat bij elke nieuwe opgraving gekozen moet worden voor digitale reconstructie. Het opleiden van archeologen zou juist moeten leiden tot een verantwoord gebruik van digitale reconstructies. Pas wanneer het gebruik van een 3D-model een rendabele oplossing blijkt voor het onderzoek, zou het toegepast moeten worden. Daarna moet worden gekeken welk soort van digitale reconstructie het beste past bij de gestelde onderzoeksvraag.

Om het gebruik van de reconstructie te stimuleren als onderzoeksmiddel naar de verschillende mogelijkheden in constructiewijze wordt het aanbevolen om het online beschikbaar te stellen. Door een internetportaal te maken waarbij de gebruiker de reconstructie kan bekijken, aanpassen en eventuele opmerkingen erbij kan plaatsen. Deze interacties en opmerkingen kunnen dan worden gedeeld met andere gebruikers zodat er een groot netwerk van specialisten ontstaat die hun onderbouwde mening kunnen geven op de reconstructie. Een andere aanbeveling op het gebied van online interactie is het bouwen van een onlinedatabase met archeologisch en/of bouwhistorisch verantwoorde modellen. Gebruikers kunnen hier dan delen van of zelfs gehele reconstructies downloaden (met meta- en paradata) om ze vervolgens te verwerken in hun eigen model. Hierdoor ontstaat een platform van verantwoorde modellen die door de gebruikers zelf kan worden gereguleerd.

8.3 Macroniveau

Een manier om de toepasbaarheid te vergroten op andere huisplattegronden in de Vroege-Middeleeuwen is het gebruik van *procedural modelling*¹¹². Dit is in dit onderzoek niet behandeld omdat het niet direct toepasbaar is. Er zou op een veel grotere schaal aan moeten gewerkt worden dan alleen één enkele plattegrond. Deze methode wordt meestal toegepast om op een veel grotere schaal snel reconstructies te maken. Aan de hand van een paar regels zou er een simpele versie van de huisplattegrond gemaakt worden. Door de regels aan te passen aan de verschillende omstandigheden per huisplattegrond zou er een ruwe vorm van een reconstructie gemaakt kunnen worden. Hiermee kan heel snel voor verschillende huisplattegronden een digitale reconstructie gemaakt kunnen worden. Het nadeel aan deze methode is dat het zeer grof is. Details zouden niet aanwezig zijn.

Naast *procedural modelling* bestaat er ook nog een kans voor software gespecialiseerd in het maken van constructieberekeningen. Een aantal BIM-Software pakketten zoals Autocad, Revit, RFEM of RSTAB bieden uitgebreide constructieve berekeningen. Hiermee zou een uitgebreide constructieve berekening gerealiseerd kunnen worden om verschillende varianten te toetsen op hun structurele stabiliteit. Daarnaast zouden de voordelen van verschillende verbindingen getoetst kunnen worden evenals de lasten op (verschillende) ondergronden ten behoeve van de fundatiewijze. Dit zou dan gecombineerd kunnen worden met onderzoek naar regionale verschillen of grondonderzoeken om tot een interessant resultaat te kunnen komen.

Al deze aanbevelingen gaan er natuurlijk vanuit dat in de toekomst meer gebruik gemaakt gaat worden van deze technieken. Hoewel het er sterk op lijkt dat dit ook gebeurt, kan het in de

¹¹² **Procedural modelling** – het automatisch genereren van modellen op basis van een bepaalde set aan regels. Vooral toegepast om grootte oppervlaktes tegelijk te modelleren zoals steden.

toekomst natuurlijk anders worden. De situatie in de archeologie is vergeleken met tien jaar geleden al drastisch veranderd. Het gebruik van digitale inmeettechnieken in het werkveld neemt toe en daarmee ook de data die gegenereerd wordt. Oude opgravingen worden gedigitaliseerd en online beschikbaar gesteld. Inmeettechnieken voor archeologische objecten worden steeds meer verfijnd en worden in een hogere resolutie vervaardigd. De beste aanbeveling die ik hierbij wil doen is het gebruik van standaarden. Niet alleen in de zin van bestandsformaten en software maar ook onderzoeksmethoden. Denk hierbij aan het gebruik van de *Seville Principles* en de *London Charter*. Een gedegen basis is essentieel voor het vervaardigen van hoogwaardige digitale archeologie. Als men in deze basis al verkeerd gaat dan blijft men wankel.

9 – Literatuurlijst

Apollonio, F. I./M. Gaiani/B. Benedetti, 2012: 3D reality-based artefact models for the management of archaeological sites using 3D Gis: a framework starting from the case study of the Pompeii Archaeological area, in P. Grattan/G. Klein/T. Rehren/C. Hunt (eds.), *Journal of archaeological Science*, Oxford (Issue 39, Volume 5), 1271-1287.

Bazelmans, J.G.A./M.F.P. Dijkstra/J. de Koning, 2002: Voorspel. Holland in het eerste millenium, in T. de Nijs/E. Beukers (eds.), *Holland in het eerste millennium. Deel I, Geschiedenis van Holland tot 1572*, Hilversum (Deel 1), 20-68.

Cassen, S./Grimaud, V./Lescop, L., 2015: Intuition and analysis in the recording, interpretation and public translation of Neolithic engraved signs in western France, in B. Frischer/G. Guidi (eds.), *Journal for Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, Oxford (Volume 2, Issue 2-3), 213-221.

Denard, H., 2009: *London charter*, London.

Dijkstra, M.F.P., 2011: *Rondom de mondingen van de Rijn & Maas. Landschap en bewoning tussen de 3e en 9e eeuw in Zuid-Holland, in het bijzonder de Oude Rijnstreek*, Amsterdam (Academisch proefschrift).

Dijkstra, M.F.P./ B.C. ter Steege, in prep.: *Vroeg-middeleeuwse bewoning op de zuidoever van de Oude Rijn in Leiden. Rapportage van de opgraving Boshuizen (2014)*, Amsterdam (Diachron publicatie 64).

Doesburg, J. van, 2014: Middeleeuwse huisplattegronden in west- en midden-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, 341–366.

Durand, F., 2002: An invitation to discuss computer depiction, in A. Finkelstein (ed.) *Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, New York, 111-124.

Frischer, B.A./A. Dakouri-Hild, 2008: *Beyond illustration. 2D and 3D digital technologies as tools for discovery in archaeology*, Oxford.

Frischer, B./J. Fillwalk, 2013: A computer simulation to test the Buchner thesis: The relationship of the Ara Pacis and the meridian in the Campus Martius, Rome, in A.C. Addison/G. Guidi/L. de Luca/S. Pescarin (eds.), *Digital Heritage International Congress*, Marseille (Volume 1), 341-345.

Giffen, A.E. van, 1936: Der Warf in Ezing, Provinz Groningen, Holland, und seine westgermanischen Häuser, *Germania: Anzeiger der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts* 20(1), 40-47.

Grellert, M./M. Pfarr-Harfts, 2013: 25 Years Virtual Reconstructions: Current Challenges and the Comeback of Physical Models, in A.C. Addison/G. Guidi/L. de Luca/S. Pescarin (eds.), *Digital Heritage International Congress*, Marseille (Volume 2), 91-94.

Harsema, O. H., 1978: De reconstructie van een ijzertijdhuis bij Orvelte, gem. Westerbork, in *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 97, 149-175.

- Hemminga, M./T. Hamburg, 2006: *Een Merovingische nederzetting op de oever van de Oude Rijn*. Opgraving (DO) en Inventariserend Veldonderzoek (IVO) Oegstgeest - Rijnfront zuid 2004, Leiden (Archol Rapport 69).
- Hemminga, M.E., 2013: *Vroeg-middeleeuwse nederzetting in Leiden*. Resultaten van een archeologisch inventariserend proefsleuvenonderzoek Boshuizerkade in Leiden, Alblasserdam (Archol Rapport 217).
- Herrmann, H. V., 1987: *Die Olympia-skulpturen*, Darmstadt.
- Hermon, S./J. Nikodem, 2007: 3D Modelling as Scientific Research Tool in Archaeology, in A. Posluschny/K. Lambers/I. Herzog (eds.), *CAA Conference Proceedings*, Berlin, 140-146.
- Hermon, S., 2008: Reasoning in 3D: a critical appraisal of the role of 3D modelling and virtual reconstructions in archaeology, in B.A. Frischer/A. Dakouri-Hild (eds.), *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology*, Oxford, 36-45.
- Jezeer, W. (ed.), 2011: *Een Merovingische nederzetting aan de monding van de Rijn*, Amersfoort (ADC-rapport 2054).
- Johanson, C./B. Frischer, 2008: A digital model of the Inca sanctuary of the sun, in B.A. Frischer/A. Dakouri-Hild (eds.), *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology*, Oxford, 98-102.
- Lange, A. G./E. M. Theunissen/J. H. C. Deebe/J. van Doesburg/J. Bouwmeester/T. de Groot, 2014: *Huisplattegronden in Nederland. Archeologische sporen van het huis*, Amersfoort.
- Lulof, P. S./L. Opgenhaffen/M.H. Sepers, 2013: The Art of Reconstruction: Documenting the process of 3D modeling: Some preliminary results, in A.C. Addison/G. Guidi/L. de Luca/S. Pescarin (eds.), *Digital Heritage International Congress*, Marseille (Volume 2), 333-336.
- López-Menchero, V. M./A. Grande, 2012: *The Seville principles. International principles of virtual archaeology*, Seville.
- Micoli, L./ G. Guidi/D. Angheluddu/M. Russo, 2013: A multidisciplinary approach to 3D survey and reconstruction of historical buildings, in A.C. Addison/G. Guidi/L. de Luca/S. Pescarin (eds.), *Digital Heritage International Congress*, Marseille (Volume 2), 241-248.
- Miller, P./J. Richards, 1995: The Good, the Bad, and the Downright Misleading: Archaeological Adoption of Computer Visualisation, in J. Huggett/N. Ryan (eds.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1994*, Oxford (BAR International Series 600), 19-22.
- Niccolucci, F./S. Hermon, 2006: A Fuzzy Logic Approach to Reliability in Archaeological Virtual Reconstruction, in F. Niccolucci/S. Hermon (eds.), *Beyond the Artifact. Digital Interpretation of the Past*. Budapest, 28-35.
- Okamoto, Y./T. Oishi/K. Ikeuchi, 2010: *An associating, retrieval and display system for archaeological information using huge 3d models of cultural heritage*. Tokyo.
- Patay-Horváth, A., 2012: Reconstructions of the East Pediment of the Temple of Zeus at Olympia—A comparison of drawings, plaster casts and digital models, in M. Ioannides/F. Remondino (eds.), *International Journal of Heritage in the Digital Era*, Oxford (Volume 1, Issue 3), 331-349.

Patay-Horváth, A., 2016: Master-hand Attributions of Classical Greek Sculptors by 3D-Analysis in Olympia—Some Preliminary Remarks, in S. Campana/R. Scopigno/G. Carpentiero/M. Cirillo (eds.), *CAA 2015: Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Oxford, 329-336.

Postma, D., 2011: *Reconstructie van een 'Oud-Friese' bouwtraditie, Van Wierden en Terpen. Mededelingen van de Vereniging voor Terpenonderzoek* 16, 5-7.

Schiltmans, D.E.A., 2006: *Plangebied Boshuizerkade, gemeente Leiden*. Archeologisch vooronderzoek: een bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase), Amsterdam (RAAP-notitie 1670).

Sier M. (ed.), 2003: *Ellewoutsdijk in de Romeinse tijd*, Bunschoten (ADC-Rapport 200).

Stanley-Price, N., 2009: The reconstruction of ruins: principles and practice, in A. Richmond/A. Bracker/A.L. Bracker (eds.), *Conservation: Principles, Dilemmas and Uncomfortable Truths*, Oxford, 32-46.

Trier, B., 1969: *Das Haus im Nordwesten der Germania Libera*, Munster.

Velde, H.M. van der (ed.), 2008: *Cananefaten en Friezen aan de monding van de Rijn*. Tien jaar archeologisch onderzoek op de Zanderij-Westerbaan te Katwijk (1996-2006), Amersfoort (ADC Monografie 5).

Wallace, P.F., 2016: *Viking Dublin. The Wood Quay excavations*, Kildare.

Waterbolk, H.T., 2009: *Getimmerd verleden. Sporen van voor- en vroeg historische houtbouw op de zand- en kleigronden tussen Eems en IJssel*, Groningen.

Woltering, P.J., 1994: Texel – Landschap en bewoning van Midden Bronstijd tot Vroege Middeleeuwen, in M. Rappol/C.M. Soonius (eds.), *In de bodem van Noord-Holland. Geologie en Archeologie*, Amsterdam, 189-217.

Haslinghuis, E.J./H. Janse, 2005⁵ (1997): *Bouwkundige Termen, Verklarend woordenboek van de westerse architectuur- en bouwhistorie*, Leiden.

Internetbronnen:

Auteur onbekend, 2013: Het neolitische huis van Haamstede-Brabers.

(<https://archeologieonline.nl/blog/het-neolithische-huis-van-haamstede-brabers> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Auteur onbekend, 2018: Reconstructing a medieval house in Vlaardingen.

(<https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2018/07/reconstructing-a-medieval-house> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Auteur onbekend, 2016: School of archaeology builds a viking dublin longhouse on campus.

(<https://archaeofox.com/2016/06/13/ucd-school-of-archaeology-builds-a-viking-dublin-longhouse-on-campus/> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Gijn, A. van, 2014: Experimental project Huize Horsterwold.

(<https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/archaeology/experimental-project-huize-horsterwold> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Auteur onbekend, 2020: Dans Easy KNAW. (<https://easy.dans.knaw.nl/ui/home> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Auteur onbekend, 2020: Houtinfo balkenschuif (<https://www.houtinfo.nl/toepassingen/balkenschuif> geraadpleegd op: 21-04-2020).

Bijlage 1 – Meta-data Model

Deze bijlage geeft de metadata weer van het 3D model wat geconstrueerd is in Cinema 4D. In deze metadata worden alle bestanden beschreven die meegeleverd worden met het model. Cinema 4D zet zelf alle objecten in 1 .c4d bestand en alle gebruikte texturen in een tex folder. Ik zal daarom als eerste de folderstructuur en de .c4d bestand beschrijven en daarna alle objecten in het model. Per object zullen de volgende eigenschappen beschreven worden:

- Naam
- Type
- Groote
- Korte omschrijving object

Niet alle objecten zullen apart beschreven worden om onnodige informatie te besparen. Sommige objecten zijn gevuld met een paar honderd objecten die wezenlijk hetzelfde zijn behalve hun afmetingen. Deze objecten zullen dan ook gegroepeerd weergegeven worden.

Folderstructuur Boshuizerkade_V1.0:

 tex	21/04/2020 17:53	File folder	
 Boshuizerkade_V1.c4d	13/05/2020 23:27	C4D File	181,129 KB

Naam	Type	Groote	Korte omschrijving object
Tex	Folder	132 MB	Folder waarin de textures zijn opgeslagen die gebruikt worden in het model.

Boshuizerkade_V1.C4d project file

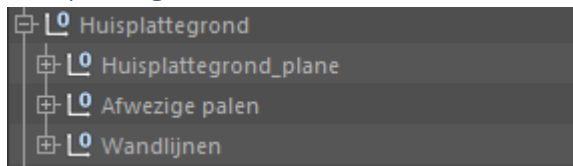
Programmanaam	MAXON CINEMA 4D Studio
Versie	(RC - R18) 18.057 (#200000219)
Maker	Leander Pierik
Datum gemaakt	21-04-2020
Grootte	173 MB
Project schaal	1:1
Inhoud	Project file waar alle objecten van het model instaan. Opent met Cinema 4D.

Environment



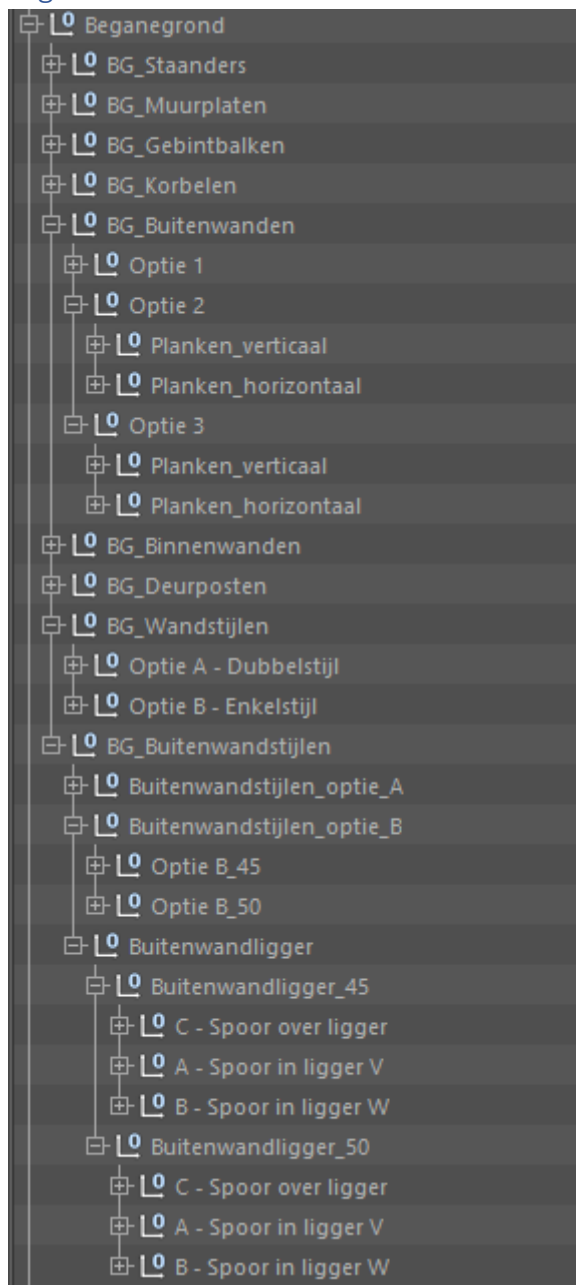
Naam	Type Object	Grootte	Korte omschrijving object
Environment	Null	<1kb	Folder waarin alle objecten staan die de omgeving van het model vormgeven.
Camera's	Null	<1kb	Folder waarin alle Camera's staan die gebruikt zijn om de afbeeldingen te maken in de scriptie.
Camera	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Camera schuine einden afbeeldingen	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen van de schuine einden.
Camera voor afbeeldingen	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Camera.3	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Camera.2	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Camera.1	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Camera	Camera	<1kb	Camera gebruikt voor het genereren van afbeeldingen.
Floor	Floor	<1kb	Vloer object om de maaiveldhoogte aan te geven van de reconstructie. Deze is in de virtuele omgeving op 0 gezet in de Z as.
Physical Sky	Sky	<1kb	Virtueel lucht object gebruikt om natuurlijk licht te simuleren voor de gemaakte afbeeldingen.

Huisplattegronden



Naam	Groote	Aantal sub elementen	Korte omschrijving object
Huisplattegrond	304kb	3	Folder met alle objecten die behoren tot de huisplattegrond wat geïmporteerd is vanuit Qgis en aangevuld in Cinema 4d.
Huisplattegronden plane	18kb	39	Folder waarin alle objecten staan van de archeologische sporen. Geïmporteerd vanuit Qgis.
Afwezige palen	213kb	24	Alle afwezige palen zijn aangegeven in de vorm van kruizen. Twee cilinders per kruis.
Wandlijnen	72kb	16	Alle wandlijnen van de huisplattegrond.

Begane Grond

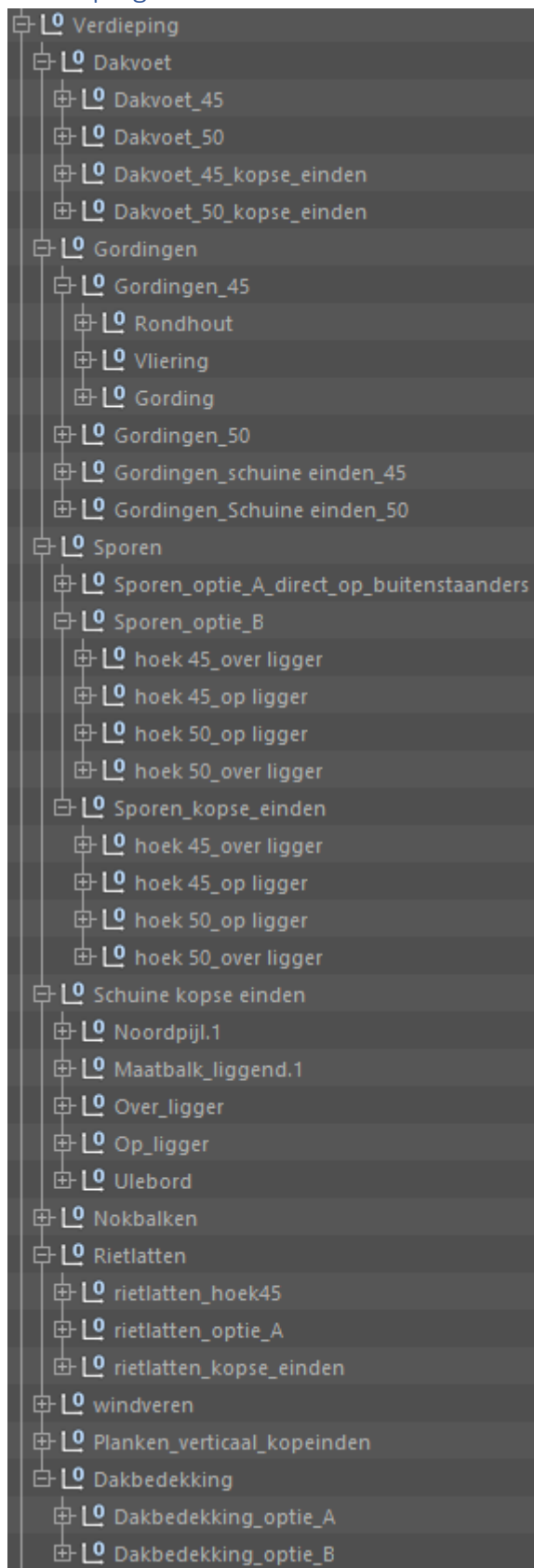


Naam	Groote	Aantal SubElementen	Korte omschrijving object
Beganegrond	158480kb	9	Deze folder omvat alle objecten die bij de begane grond horen.
BG_Staanders	115kb	29	Bevat alle objecten die de staanders aangeven.
BG_Muurplaten	<1kb	2	Bevat alle objecten die de muurplaten aangeven.

BG_Gebintbalken	45kb	10	Bevat alle objecten die de gebintbalken aangeven.
BG_Korbelen	25kb	54	Bevat alle objecten die de Korbelen aangeven.
BG_Buitenwanden	140479kb	3	Bevat alle onderdelen die de buitenwanden aangeven. Map is verdeeld in de drie opties voor de buitenwanden.
Optie 1	14kb	17	Geeft alle objecten die bij Optie 1 – dubbelwand leem horen aan.
Optie 2	94315kb	2	Geeft alle objecten die bij Optie 2 – Dubbelwand planken horen voor de buitenwanden.
*Planken_verticaal	40473kb	350	Geeft alle objecten voor variant planken verticaal van optie 2 weer.
*Planken_horizontaal	53841kb	469	Geeft alle objecten voor variant planken horizontaal van optie 2 weer.
Optie 3	46149kb	2	Geeft alle objecten die bij optie 3 – enkelwand planken horen voor de buitenwanden.
*Planken verticaal	20434kb	178	Geeft alle objecten voor variant planken verticaal van optie 3 weer.
*Planken horizontaal	25751kb	224	Geeft alle objecten voor variant planken horizontaal van optie 3 weer.
BG_Binnenwanden	6096kb	1218	Geeft alle objecten weer die behoren bij de binnenwanden. Er zijn 14 wanden met 87 takken ieders.
BG_Deurposten	4kb	10	Geeft alle objecten die behoren bij de deurposten weer.
BG_Wandstijlen	2071kb	2	Geeft alle objecten die bij beide opties voor de wandstijlen behoren.
Optie A – dubbelstijl	1375kb	162	Geeft alle stijlen weer die bij Optie A horen.
Optie B – enkelstijl	696kb	82	Geeft alle stijlen weer die bij Optie B horen.
BG_Buitenwandstijlen	7095kb	3	Bevat alle opties voor de Buitenwandstijlen.
Buitenwandstijlen Optie A	11kb	24	Bevat alle buitenwandstijlen die behoren tot optie A – Stijl direct op de buitenstaanders.
Buitenwandstijlen Optie B	410kb	2	Bevat de hoge en lage variant voor buitenwandstijlen optie b – Stijl met

			buitenwandligger.
OptieB_45	205	24	Bevat de hoge variant van de buitenwandstijlen optie b voor een dakhoek met een helling van 45 graden.
OptieB_50	205	24	Bevat de hoge variant van de buitenwandstijlen optie b voor een dakhoek met een helling van 50 graden.
Buitenwandligger	6674kb	2	Bevat beide variant van de buitenwandligger voor optie B. Afhankelijk van de dakhoek.
Buitenwandligger 45	4529kb	3	Bevat 3 varianten van de buiten met een dakhoek van 45 graden.
A – Spoor in ligger V	2256kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor in ligger V-vorm met een dakhoek van 45 graden.
B – Spoor in ligger W	2251kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor in ligger W-vorm met een dakhoek van 45 graden.
C – Spoor op ligger	21kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor over ligger met een dakhoek van 45 graden.
Buitenwandligger 50	4529kb	3	Bevat 3 varianten van de buiten met een dakhoek van 50 graden.
A – Spoor in ligger V	2256kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor in ligger V-vorm met een dakhoek van 50 graden.
B – Spoor in ligger W	2251kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor in ligger W-vorm met een dakhoek van 50 graden.
C – Spoor op ligger	21kb	5	Bevat alle buitenwandliggers voor de variant spoor over ligger met een dakhoek van 50 graden.

Verdieping



Naam	Groote	Aantal	Korte omschrijving object
------	--------	--------	---------------------------

		SubElementen	
Verdieping	11934kb	9	Bevat alle objecten die behoren tot de Verdieping van de reconstructie.
Dakvoet	54kb	4	Bevat alle varianten van de dakvoet
Dakvoet_45	15kb	32	Bevat alle objecten voor de dakvoet met een dakhelling van 45 graden.
Dakvoet_50	15kb	32	Bevat alle objecten voor de dakvoet met een dakhelling van 50 graden.
Dakvoet_45 Kopse einden	12kb	27	Bevat alle objecten voor de dakvoet met een dakhelling van 45 graden met schuin aflopende kopse kanten.
Dakvoet_50 Kopse einden	12kb	27	Bevat alle objecten voor de dakvoet met een dakhelling van 50 graden met schuin aflopende kopse kanten.
Gordingen	668kb	5	Bevat alle verschillende opties voor de Gordingen.
Gordingen_45	133kb	3	Bevat alle opties voor de gordingen met een dakhoek van 45 graden.
Rondhout	131kb	2	Bevat de rondhout versie van de Gordingen met een dakhoek van 45 graden.
Vliering	<1kb	2	Bevat de Vliering versie van de gordingen met een dakhoek van 45 graden.
Gording	<1kb	2	Bevat de gording versie van de gordingen met een dakhoek van 45 graden.
Gordingen_50	133kb	6	Bevat de gording, vliering en rondhout versie voor de gordingen met een dakhoek van 50 graden.
Gordingen schuine einden 45	133kb	6	Bevat de gording, vliering en rondhout versie voor de gordingen met een dakhoek van 45 graden en schuine kopse einden.
Gordingen schuine einden 50	133kb	6	Bevat de gording, vliering en rondhout versie voor de gordingen met een dakhoek van 50 graden en schuine kopse einden.
Sporen	186kb	3	Bevat alle opties voor de Sporen.
Sporen optie A direct op de buitenstaanders	11kb	24	Bevat alle sporen die behoren tot optie A direct op de buitenstaanders.

Sporen optie B	88kb	4	Bevat de varianten voor optie B, sporen op de buitenwandligger.
Hoek 45 over ligger	21kb	46	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 45 graden en die over de buitenwandligger geplaatst zijn.
Hoek 45 op ligger	21kb	46	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 45 graden en die op de buitenwandligger geplaatst zijn.
Hoek 50 over ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 50 graden en die over de buitenwandligger geplaatst zijn.
Hoek 50 op ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 50 graden en die op de buitenwandligger geplaatst zijn.
Sporen kopse einden	87kb	4	Bevat de verschillende varianten voor de sporen voor de optie met schuine zijdes. Hier zijn de sporen aan de kopse einden weggehaald of ingekort.
Hoek 45 op ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 45 graden, die op de buitenwandligger geplaatst zijn met schuine kopse einden.
Hoek 50 over ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 50 graden en die over de buitenwandligger geplaatst zijn met schuine kopse einden.
Hoek 50 op ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 50 graden en die op de buitenwandligger geplaatst zijn met schuine kopse einden.
Hoek 45 op ligger	22kb	47	Bevat alle objecten die de sporen weergeven die behoren tot de sporen met een dakhoek van 45 graden en die op de buitenwandligger geplaatst zijn met schuine kopse einden.
Schuine kopse einden	1188kb	5	Bevat alle objecten voor de schuine kopse einden. Dit omvat alleen de objecten die bij de verdieping horen.
Noordpijl.1	9kb	4	Noordpijl voor het maken van correcte afbeeldingen bij de kopse einden.

Maatbalk liggend.1	1kb	5	Maatbalk voor het maken van correcte afbeeldingen bij de kopse einden. Elk blok is 1 meter.
Over ligger	64kb	31	Alle onderdelen voor de dakconstructie van de schuine einden. Verdeeld in de oostelijke en westelijke zijde met de sporen over de buitenwandligger.
Op ligger	64kb	31	Alle onderdelen voor de dakconstructie van de schuine einden. Verdeeld in de oostelijke en westelijke zijde met de sporen op de buitenwandligger.
Ulebord	1048	14	Alle objecten die gebruikt zijn bij het maken van het Ulebord/Makelaar die gevonden is tijdens de opgraving.
Nokbalken	<1kb	5	Alle nokbalken voor de verschillende dakhoeken en met of zonder kopse einden.
Rietlatten	6005kb	3	Bevat de verschillende opties voor rietlatten.
Rietlatten hoek 45	4031kb	12	Rietlatten voor het dak met een hoek van 45 graden. Incompleteet.
Rietlatten optie a	1042kb	245	Rietlatten voor de optie A direct op de buitenstaanders.
Rietlatten kopse einden	931kb	222	Rietlatten aan de lange zijdes voor de optie met schuin aflopende kopse kanten.
Windveren	688kb	7	Windveren voor de rechte kopse kanten.
Planken verticaal kopeinden	2914kb	47	Bevat de planken voor het verticaal afwerken van de kopse einden. Onderverdeeld in noord en zuid.
Dakbedekking	225kb	2	Bevat beide opties voor de dakbedekking.
Dakbedekking optie A	113kb	5	Bevat alle objecten voor de dakbedekking voor optie A sporen direct op de buitenstaanders.
Dakbedekking optie B	111kb	5	Bevat alle objecten voor de dakbedekking voor optie b sporen op buitenwandligger.

Overig

  Maatbalk_liggend
  Maatbalk_rechtopstaand
  Noordpijl

Naam	Grootte	Aantal Subelementen	Korte omschrijving object
Maatbalk liggend	<1kb	5	Maatbalk voor het correct weergeven van de afbeeldingen. Elk blok is 1 meter.
Maatbalk rechtopstaand	<1kb	5	Maatbalk voor het correct weergeven van de afbeeldingen. Elk blok is 1 meter.
Noordpijl	9kb	5	Noordpijl voor het correct weergeven van de afbeeldingen.

Bijlage 2 – Para-data Model

Verschillende onderdelen van de digitale reconstructie en hun status		Bron	Gemaakte keuzes
Model			
Onderdelen	Subonderdelen		
Environment	Camera's	Eigen onderzoek	Camera's toegevoegd om render images op dezelfde plaats te krijgen
	Light	Eigen onderzoek	Licht toegevoegd om de reconstructie natuurlijk licht te geven
	Floor	Eigen onderzoek	Vloer toegevoegd zodat het duidelijk voor de gebruiker is waar de vloer heeft gelegen
	Sky	Eigen onderzoek	Lucht toegevoegd voor natuurlijke belichting en mooiere aanblik
Begane grond	Staanders	Schiltmans 2006, Hemminga 2013, Schiltmans 2006, Dijkstra 2019, Menno Dijkstra	Alle gevonden staanders zijn overgenomen vanuit de verschillende onderzoeken. De staanders die niet zijn aangetroffen zijn in overleg met Menno Dijkstra geplaatst. Afmetingen uit onderzoek Orvelte gehaald.
	Muurplaten	Eigen onderzoek, Dijkstra 2011	De muurplaten zijn gemodelleerd aan de hand van eigen inzicht uit mijn bouwopleiding. Als inspiratie heb ik gekeken naar figuur 5.1 in Hoofdstuk 5 van Menno Dijkstra's onderzoek. Afmetingen uit onderzoek Orvelte gehaald.
	Buitenwanden	Dijkstra 2011	De verschillende opties voor de buitenwanden zijn aan de hand van het onderzoek van Menno Dijkstra samengesteld.
	Binnenwanden	Hemminga/Hamburg 2006, Jezeer 2011, Van der Velde 2008, Dijkstra 2011, Waterbolk 2009, Harsema 1978	Aan de hand van oude opgravingen van hetzelfde huistype zijn de binnenwanden geplaatst. Daar waar de binnenwanden bewaard zijn gebleven. Aan de hand van een persoonlijk gesprek met Menno Dijkstra zijn deze keuzes verder uitgewerkt of weggelaten. Uiteindelijk is besloten om maar 1 variatie te gebruiken omdat dit onderdeel zo vrij in te delen is. Als men alle opties zou gaan modelleren dan zou men zo 40+ opties kunnen maken. Afmetingen uit

			onderzoek Orvelte gehaald.
	Deurposten	Hemminga/Hamburg 2006, Jezeer 2011, Van der Velde 2008, Dijkstra 2011, Waterbolk 2009, Harsema 1978	Aan de hand van oude opgravingen van hetzelfde huistype en het onderzoek van Menno Dijkstra is de breedte en dikte van de deurposten vastgesteld. Uit het onderzoek van Menno Dijkstra komt het idee om de deurposten met houtsnijwerk te voorzien.
	Wandstijlen	Hemminga/Hamburg 2006, Jezeer 2011, Van der Velde 2008, Dijkstra 2011, Waterbolk 2009, Harsema 1978	Aan de hand van de verschillende oude onderzoeken zijn de meest gebruikte wandconstructies geïnventariseerd. Hieruit zijn 5 keuzes gemaakt die tot de meest waarschijnlijke behoren. Er zijn meerder opties mogelijk maar vanwege tijdgebrek zijn deze niet gemodelleerd.
	Interieur	-	Niet gemodelleerd vanwege tijdgebrek. Verder geeft het ook geen nuttige informatie voor mijn onderzoek.
	Buitenwandstijlen	Hemminga/Hamburg 2006, Jezeer 2011, Van der Velde 2008, Dijkstra 2011, Waterbolk 2009, Harsema 1978	Aan de hand van de gevonden plattegronden zijn de buitenwandstijlen geplaatst. De dikte en diepte zijn bepaald aan de hand van oude archeologische onderzoeken. De lengte bepaald door eigen onderzoek en wat bleek wanneer het dakvlak de buitenwandstijlen sneed.
	Buitenwandstijlen - Korte zijde	Hemminga/Hamburg 2006, Jezeer 2011, Van der Velde 2008, Dijkstra 2011, Waterbolk 2009, Harsema 1978	Aan de hand van de verschillende plattegronden die buitenwandstijlen aan de korte zijde hadden. Veel info gehaald uit het onderzoek van Menno Dijkstra.
Verdieping	Gordingen	Janse, Houten kappen, Eigen onderzoek	Definities gehaald uit <i>Houten Kappen</i> . Uit mijn eigen ervaring met houten kappen en opleiding als bouwkundige zijn de variaties ontstaan. Afmetingen uit onderzoek Orvelte gehaald.

	Windveren	Janse, Houten kappen, Eigen onderzoek	Definities gehaald uit <i>Houten Kappen</i> . Uit mijn eigen ervaring met houten kappen en opleiding als bouwkundige zijn de variaties ontstaan.
	Afwerking kopse einden	Eigen onderzoek	De afwerking van de kopse einden zijn gemodelleerd aan de hand van eigen inzicht en het bekijken van historische kappen.
	Afwerking schuine einden	Eigen onderzoek, Dijkstra 2019	De afwerking van de kopse einden zijn gemodelleerd aan de hand van eigen inzicht en het bekijken van historische kappen. De makelaar is gemodelleerd aan de hand van het gevonden hout bij de opgraving aan de Boshuizerkade.
	Dakbedekking	Harsema 1978	Dakbedekking aan de hand van de reconstructie in Orvelte. De twee varianten van stro en riet met hun bijbehorende hellingshoek overgenomen vanuit het onderzoek.
	Sporen	Harsema 1978, eigen onderzoek	Sporen gemodelleerd aan de hand van het onderzoek in Orvelte. De radius ongeveer overgenomen uit dit onderzoek.
	Rietlatten	Eigen onderzoek	Kleine ronde houtjes gemodelleerd naar eigen inzicht. Ongeveer dezelfde grootte genomen als een panlat.
	Gebintbalken	Harsema 1978, eigen onderzoek	Afmetingen uit onderzoek Orvelte overgenomen.
	Dakvoet	Harsema 1978, Dijkstra 2019, Janse, Houten Kappen	Afmetingen en vorm overgenomen uit het onderzoek van Dijkstra. Bij Orvelte zijn geen dakvoeten bekend maar deze informatie heb ik gebruikt bij het driebeukige gedeelte.
Overig	Juiste verbindingen	n.v.t.	Niet uitgevoerd vanwege tijdgebrek
	Stalgoot	n.v.t.	Niet uitgevoerd vanwege tijdgebrek
	Maatbalk	Eigen onderzoek	Geplaatst om de gebruiker een gevoel van schaal te geven
	Noordpijl	Eigen onderzoek	Geplaatst om de gebruiker een gevoel van ruimte te geven

Bijlage 3 - Totaal Onderdelen Reconstructie

Onderstaande tabel zijn alle onderdelen gegroepeerd weergegeven. Een overzicht van alle individuele elementen zou ongeveer 20 pagina's beslaan en is daarom niet opgenomen in deze bijlage. Voor dit gedetailleerde overzicht verwijs ik naar het Totaal_Elementen.xlsx bestand in de bijgeleverde bestanden.

Onderdelen	Aantal	Radius	Breedte	Lengte	Hoogte	m ¹	m ²	m ³
BG Staanders	15		10	10		36,00		0,36
BG Muurplaat	2		10	10		42,00		0,42
BG Gebintbalk	10		10	10		53,96		1,38
BG Korbelen	54		5	5		27,00		0,07
BG Wanden Optie 1	17		4		200	94,76	189,52	6,05
BG Wanden Optie 2 Planken Verticaal	349		28	5		863,16	241,68	12,08
BG Wanden Optie 2 Planken Horizontaal	470		30	5		669,16	200,70	10,03
BG Wanden Optie 3 Planken Verticaal	178		28	5		439,09	122,95	6,15
BG Wanden Optie 3 Planken Horizontaal	224		30	5		335,93	100,78	5,04
BG Binnenwanden	1218	1,5				1579,20		0,28
BG Deurposten	10		40	15		25,00		1,50
BG Wandstijlen Optie B	82	5				489,50		0,96
BG Buitenwandstijlen Optie A	24	10				58,62		0,46
BG Buitenwandstijlen Optie B Hoek 45 Laag	24	10				57,90		0,45
BG Buitenwandstijlen Optie B Hoek 45 Hoog	24	10				65,03		0,51
BG Buitenwandstijlen Optie B Hoek 50 Laag	24	10				50,08		0,39
BG Buitenwandstijlen	24	10				56,77		0,45

Optie B Hoek 50 Hoog								
BG Buitenwandligger 45 Optie A	5	20				38,32		1,20
BG Buitenwandligger 45 Optie B	5	20				38,32		1,20
BG Buitenwandligger 45 Optie C	5	20				38,32		1,20
BG Buitenwandligger 50 Optie A	5	20				38,32		1,20
BG Buitenwandligger 50 Optie B	5	20				38,32		1,20
BG Buitenwandligger 50 Optie C	5	20				38,32		1,20
VD Gording 45	2		10	10		42,00		0,42
VD Fliering 45	2		10	10		42,00		0,42
VD Rondhout 45	2	10				42,00		0,33
VD Gording 50	2		10	10		42,00		0,42
VD Fliering 50	2		10	10		42,00		0,42
VD Rondhout 50	2	10				42,00		0,33
VD Nokbalk 45	1		10	10		21,00		0,21
VD Nokbalk 50	1		10	10		21,00		0,21
VD Schuine einden Gording 45	2		10	10		36,30		0,36
VD Schuine einden Fliering 45	2		10	10		36,30		0,36
VD Schuine einden Rondhout 45	2	10				36,30		0,29
VD Schuine einden Gording 50	2		10	10		36,30		0,36
VD Schuine einden Fliering 50	2		10	10		36,30		0,36
VD Schuine einden Rondhout 50	2	10				36,30		0,29
VD Schuine einden Nokbalk 45	1		10	10		18,15		0,18
VD Schuine einden Nokbalk 50	1		10	10		18,15		0,18
VD Windveren	6		35	5		22,99		0,37
VD Planken verticaal kopeinden noord	20		28	5		36,92		0,52

VD Planken verticaal kopeinden zuid	20		28	5		36,92		0,52
VD Dakbedekking optie A	2						225,78	
VD Dakbedekking optie B	2						264,17	
VD Rietlatten Optie A	245	2,5				499,90		0,25
VD Dakvoet 45	32		10	10		63,60		0,64
VD Dakvoet 50	32		10	10		69,60		0,70
VD Sporen Gemaakt	46	10				279,40		2,19
VD Sporen Optie A direct op buitenstaanders	24	10				125,51		0,99
VD Sporen Optie B 1 45 Over Ligger	46	10				280,59		2,20
VD Sporen Optie B 1 45 Op Ligger	46	10				237,52		1,87
VD Sporen Optie B 1 50 Op Ligger	47	10				267,93		2,10
VD Sporen Optie B 1 50 over Ligger	46	10				303,17		2,38

Bijlage 4 – Beslisboom

