Notitie archeologieduurzaam bouwen ’t Luwe Land, Swifterbant-Zuid, fase 1

Gemeente Dronten

dr. Maarten Groenendijk
03-09-2024

Green Archaeology
specialised archaeological consultancy

Colofon

Opdrachtgever: BPD Ontwikkeling BV Regio Noord-Oost & Midden
Project: Archeologieduurzaam bouwen ’t Luwe Land, Swifterbant-Zuid, fase 1
Titel: Notitie archeologieduurzaam bouwen ’t Luwe Land, Swifterbant-Zuid, fase 1
Datum en versie: 03-09-2024, versie 1.2 (definitief)
Auteur: dr. M.J. Groenendijk
© Green Archaeology, dr. M.J. Groenendijk, the Netherlands, 2024. No part of this publication may be reproduced, stored or transmitted in any form by any means without prior permission of the author.

Administratieve gegevens

Opdrachtgever	BPD Ontwikkeling BV Regio Noord-Oost & Midden
Uitvoerder, Beheer en plaats documentatie	Green Archaeology, Jupiterstraat 40, 2402 XP Alphen aan den Rijn
Bevoegd gezag	Gemeente Dronten
Provincie, Gemeente, Plaats	Flevoland, Dronten, Swifterbant-zuid
Toponiem	’t Luwe Land
Kaartblad	20H
x, y coördinaten	Centrum: 171.850/507500
Archis onderzoekmeldingsnr.	
Oppervlakte plangebied	Ca 41 HA
Huidig grondgebruik	Braakliggend/grasland
Toekomstig grondgebruik	Woonwijk

Inleiding

BPD Ontwikkeling BV ontwikkelt in Swifterbant-zuid het project ’t Luwe Land. Op het terrein moet een nieuwe woonwijk worden gerealiseerd. Dit zal gebeuren in verschillende fases (zie afb1), waarbij deze notitie specifiek ingaat op een deel van fase 1, zie afb 2. Voor de overige fases en delen zal een separate notitie worden opgesteld.

Vanwege de archeologische verwachting van het plangebied zijn er diverse archeologische onderzoeken uitgevoerd in het plangebied (Holl 2019, 2021). Hieruit blijkt dat er in de bodem mogelijk archeologische vindplaatsen bewaard kunnen zijn gebleven, in de top van het dekzand. Het advies was om aanvullend onderzoek uit te voeren wanneer deze dekzandtop werd verstoord door bouwactiviteiten. In overleg met het bevoegd gezag (gemeente Dronten) is echter besloten om de mogelijkheden te verkennen van een archeologieduurzaam plan op deze locatie, waarbij de archeologische resten duurzaam in situ bewaard kunnen blijven. Aanvullend archeologisch oonderzoek zou in dat geval niet noodzakelijk zijn.

Deze notitie zet de te nemen archeologieduurzame maatregelen uiteen en presenteert een gedetailleerde, locatiespecifieke analyse van het archeologisch informatieverlies dat in theorie kan optreden door dit bouwplan. De notitie gaat eerst globaal in op het bouwplan zelf en de archeologische verwachting op de locatie (op basis van eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken) Dat laatste gebeurt slechts globaal, voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar het bureau- en booronderzoek van Econsultancy (Holl 2019, 2021). Vervolgens worden alle bodemverstorende aspecten van het bouwplan en de gevolgen hiervan voor het bodemarchief stuk voor stuk besproken. Tot slot volgt een analyse van het informatieverlies dat optreedt, en een onderbouwing van de haalbaarheid van dit archeologie-duurzame plan als alternatief voor een archeologisch onderzoek.



Afbeelding 1: Nieuwbouwplan 't Luwe Land, deze notitie betreft een deel van Fase 1, zie afb 2



Afbeelding 2: het deel van Fase 1 waarvoor nu een vergunning is aangevraagd, binnen de rode contour.

Kenmerken van het bouwplan

Het nieuwbouwplan voor ’t Luwe Land heeft een totale oppervlakte van ca. 41 hectare. Het plangebied wordt in verschillende fases ontwikkeld, waarbij momenteel voor een deel van de eerste fase een vergunning wordt aangevraagd. Binnen deze vergunning vallen +/- 154 woningen van vier verschillende types, verdeeld in rijtjes en losse woningen met berging. Alle rijtjeswoningen zijn ook voorzien van een berging, die vanuit het oogpunt van archeologieduurzaam werken niet zal worden onderheid. Verderop in deze analyse zal elk huistype in meer detail worden besproken.

Daarnaast zal ten behoeve van het bouwplan een riool worden aangelegd. Omdat de archeologische laag hierbij op verschillende punten wordt benaderd (maar naar verwachting niet doorbroken), zal deze aanleg plaatselijk onder archeologische begeleiding plaatsvinden. Hiervoor is een separaat Programma van Eisen opgesteld.

Archeologische verwachting

De archeologische verwachting van het terrein is gebaseerd op een door Econsultancy uitgevoerd vooronderzoek, door middel van een bureauonderzoek (Holl 2019) en een booronderzoek (Holl 2021). Hieronder is een korte samenvatting van de resultaten opgenomen, gebaseerd op/overgenomen uit de genoemde rapportages. Voor het volledige beeld inclusief onderbouwing, kaarten en bronnen wordt verwezen naar Holl 2019 en 2021.

Ontstaansgeschiedenis

Het plangebied ligt in het Flevolands kleigebied. Dit landschap is grotendeels in het Holoceen gevormd. Ongeveer vijf-zesduizend jaar geleden bestond dit landschap uit een dekzandvlakte, doorsneden door rivieren en beken. Vanaf ongeveer 5300 voor Chr. kon zeewater de lagere delen van dit landschap binnendringen. Noordelijk van het plangebied kon zich hierdoor een getijdengebied vormen met kreeksystemen. Rond 3850 voor Chr. was het plangebied onderdeel van een kwelderlandschap. Tussen 3850 en 2750 voor Chr. kon veenvorming ontstaan. Het veenpakket handhaafde zich tot circa 1500 voor Chr. Rond 3000 voor Chr. was zuidelijk van het plangebied een groot meer ontstaan. Rond 1450 voor Chr. verslechterde de afwatering sterk. Hierdoor kon zich een groot merenstelsel in het veengebied – ook in het plangebied – vormen (het Flevo-meer). Op de bodem van het meer en op de eerdere veenafzettingen vormde zich een dikke gyttja-laag (Formatie van Nieuwkoop, Flevomeer Laag). Rond 800 na Chr. kreeg het Flevomeer een verbinding met de zee; vanaf dat moment wordt gesproken van het Almere en in deze periode wordt zeeklei afgezet (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, Almere Laag). Deze kenmerkt zich door een gelaagde, humeuze klei met verslagen veen- en plantenresten, silt en zandbandjes. In de 14e eeuw nam de invloed van zeewater in het Almere meer en meer toe. Hierdoor verzilte het water en ontstond de Zuiderzee. Tussen 1600 en 1932 werden Zuiderzeeafzettingen gevormd, bestaande uit kleiige meerbodemafzettingen (Formatie van Naaldwijk. Laagpakket van Walcheren). Vanaf 1950 werd oostelijk Flevoland ingepolderd. Door rijping van de bovenliggende kleilagen en inklinking van onderliggende klei- en veenlagen en deels ook oxidatie van het veen kreeg de polder te maken met een sterke maaivelddaling (circa 50 –150 cm).

Uit het booronderzoek is gebleken dat in het plangebied verschillende zones voorkomen waar het dekzand boven -8,0 m NAP ligt. In deze hogere delen is in de top van het dekzand een podzolprofiel te herkennen. In de lagere delen is sprake van een AC-profiel en is het dekzand verspoeld. In het zuiden en oosten van het plangebied is een zuidwest-noordoost georiënteerde dekzandrug aangetroffen, waarvan de hoogste delen op 2,2 m -mv (-6,6 à -6,7 m NAP) gelegen zijn. De dekzandrug sluit aan op een dekzandopduiking die tijdens booronderzoek direct ten zuiden van het plangebied is aangetroffen en waarop destijds fragmenten houtskool zijn gevonden. Deze rug wordt doorsneden door een zuidoost-noordwest georiënteerde laagte. Het diepste niveau waarop binnen deze laagte dekzand is aangetroffen is 7,5 m -mv (-11,9 m NAP). In verschillende boringen binnen deze laagte zijn geulafzettingen aangetroffen, bestaande uit humeuze klei of zandig veen met zandlagen. Vermoedelijk heeft daarom een geul door deze laagte gelopen. In diverse boringen in de omgeving van deze geul is direct boven het dekzand een meestal enkele centimeters dik laagje wit, zwak tot matig siltig zand aangetroffen, of bevat de A-horizont bovenin witte vlekken. Dit betreft spoelzand, wat in Flevoland vaak voorkomt op de flanken van dekzandruggen of in geulen. Langs de westgrens van het plangebied zijn enkele dekzandhoogtes te herkennen, waar het dekzand op -7,6 à -7,9 m NAP gelegen is. Deze hogere delen zijn deels gelegen binnen de zone met een lage verwachting, maar hier betreffen het geïsoleerde boringen met lokale verhogingen. In het noord en zuidwesten van het plangebied is in enkele geïsoleerde boringen dekzand aangetroffen hoger dan 8,0 m NAP, met een maximale hoogte van -7,7 m NAP. Dit betreffen eveneens lokale opduikingen in het dekzandlandschap.

Boven het dekzandpakket is mineraalarm of zwak kleiig bosveen aangetroffen (Hollandveen Laagpakket). Dit pakket is gevormd in een periode dat het plangebied in een moerasbos lag (4500 – 1450 v. Chr.). Vanaf 1450 v. Chr. lag het plangebied in achtereenvolgens het Flevomeer, het Almere, de Zuiderzee en het IJsselmeer. In deze perioden zijn de Flevomeer Laag (zwak tot sterk kleiig veen met schelpresten), Almere Laag (sterk humeuze klei met zandlagen), Zuiderzee Laag (zeer fijn zand met klei- en detrituslagen) en IJsselmeer Laag (sterk siltige, zwak humeuze klei) afgezet. Binnen deze lagen worden geen bewoningsresten verwacht. Wel kunnen in de bovenste circa 2 m -mv resten van scheepswrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd of resten van vliegtuigen of munitie uit de Tweede Wereldoorlog voorkomen. Dit betreffen echter toevalsvondsten die niet met prospectieve methoden opgespoord kunnen worden.

In de zones met een intact podzolprofiel en waar het dekzand boven de -8,0 m NAP gelegen is, geldt een hoge verwachting voor archeologische resten uit het Meso- en Neolithicum. Op basis van het bureauonderzoek kunnen in een zone van 100 m rondom deze dekzandhoogtes off-site resten zoals jachtwerktuigen of deposities verwacht worden. Deze zone heeft een middelhoge verwachting. Voor het overige deel van het plangebied, enkele zones in het midden en noorden van het plangebied, geldt een lage verwachting.

In het noorden bevindt zich een zone waar op basis van de gemeentelijke beleidskaart geen archeologische resten verwacht werden, aangezien het dekzand dieper dan -8,8 m NAP zou liggen. Tijdens het booronderzoek is de lage verwachting echter niet bevestigd. Er zijn in deze zone enkele lokale dekzandopduikingen aangetroffen en de diepteligging van het dekzand varieert tussen -7,6 en -8,6 m NAP. De verwachting binnen deze zone kan daarom bijgesteld worden naar hoog (dekzandopduikingen) tot middelhoog (bufferzone rondom dekzandopduikingen).

Archeologische verwachting

In het plangebied worden overwegend archeologische resten uit de periode Paleolithicum – Vroeg-Neolithicum verwacht, in de top van het dekzand. Voor het Paleo- en Mesolithicum betreffen dit resten van jagers-verzamelaars. Deze resten zullen hoofdzakelijk bestaan uit vuursteenstrooiingen. Er kan sprake zijn van basiskampen, extractiekampen, depots en/of begravingen. Vanaf het Neolithicum ging men op vaste locaties wonen en werd landbouw toegepast. Uit het Vroeg-Neolithicum kunnen zowel resten van jagers-verzamelaars als resten van landbouwers voorkomen. De resten uit deze periode bestaan overwegend uit vondststrooiingen van aardewerk en vuursteen, aangevuld met grondsporen. Direct ten zuiden van het plangebied is een booronderzoek uitgevoerd. Op basis hiervan varieert de dekzandhoogte in het uiterste zuiden van het plangebied tussen -7,5 en -9,3 m NAP. Direct ten zuiden van het plangebied ligt een dekzandkopje. Op dit dekzandkopje, en andere dekzandhoogtes ten zuiden van het plangebied, is relatief veel houtskool aangetroffen, evenals (vis)botten en enkele vuurstenen artefacten. Vermoed wordt dat het uiterste zuiden van het plangebied op de flank van dit dekzandkopje gelegen is, waardoor het zeer waarschijnlijk is dat ook binnen het plangebied archeologische indicatoren voorkomen. Tijdens het booronderzoek zijn twee boringen net binnen het huidige plangebied geplaatst, waarbij fragmenten onverbrand bot en houtskool zijn aangetroffen. De archeologische indicatoren zijn overwegend tussen -6,9 en -8,0 m NAP aangetroffen, maar botresten en houtskool waren ook (in mindere mate) in de lagere delen nabij dekzandkopjes aanwezig. Dit komt overeen met een opgraving ten zuidwesten van het plangebied, waar geen sporen lager dan -7,9 m NAP zijn aangetroffen. Op basis van deze resultaten geldt een hoge archeologische verwachting voor de zones waar het dekzand hoger dan -8,0 m NAP ligt en een lage verwachting voor de zones waar dit dekzand dieper ligt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat in de lagere delen grenzend aan dekzandhoogtes nog wel off-site resten kunnen voorkomen, zoals resten van jachtwerktuigen of deposities. Op basis van booronderzoek direct ten zuiden van het plangebied bevinden dergelijke resten zich overwegend binnen 100 m afstand van de hoger gelegen delen. Op basis hiervan kan een bufferzone van 100 m gehanteerd worden rondom de zones met dekzand hoger dan -8,0 m NAP. Voor deze bufferzone geldt een middelhoge archeologische verwachting. Op basis van RIJP-boringen langs de oost- en westgrens van het plangebied ligt het dekzand in het oosten en westen van het plangebied op -8,0 tot -9,0 m NAP. In het noorden van het plangebied ligt het dekzand op -8,9 à -9,0 m NAP. Dit betreft een zone waar volgens deze boringen geen podzolprofiel aanwezig is en alleen een C-horizont is aangetroffen. Op basis is deze zone op de gemeentelijke beleidskaart gewaardeerd als ‘archeologievrij gebied’. Binnen deze zone worden geen archeologische resten meer verwacht. In het uiterste zuiden geldt een hoge verwachting voor archeologische resten (zie hierboven). Indien in de overige delen van het plangebied dekzandhoogtes voorkomen hoger dan -8,0 m NAP, geldt ook voor deze delen een hoge verwachting. Aangezien het dekzandlandschap op korte afstand sterk kan variëren, is de aan- of afwezigheid van dergelijke dekzandhoogtes op basis van de beschikbare gegevens niet te voorspellen.

Vanaf 4500 v. Chr. was het plangebied in een veengebied gelegen en vanaf 1450 v. Chr. lag het in achtereenvolgens het meer Flevo, het Almere (vanaf 800 n. Chr.), de Zuiderzee (vanaf de 14e eeuw) en het IJsselmeer (vanaf 1932). Vandaar dat geen bewoningsresten vanaf het Midden-Neolithicum verwacht worden (met uitzondering van de huidige boerderij uit 1966). Wel kunnen resten van scheepswrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd voorkomen, verband houdend met scheepvaart op het Almere en de Zuiderzee. Deze bevinden zich naar verwachting in de Almere-Laag en bovenliggende Zuiderzee-afzettingen, tot ca. 2 m –mv. Dergelijke resten betreffen echter toevalsvondsten die niet met prospectieve methoden opgespoord kunnen worden. Hetzelfde geldt

voor resten van vliegtuigen en munitie uit de Tweede Wereldoorlog. Dergelijke resten worden op hetzelfde niveau verwacht.

Beleid gemeente Dronten

Het uitgangspunt voor dit onderzoek wordt gevormd door het wettelijk en beleidsmatig kader voor de ruimtelijke ordening en monumentenzorg. De gemeente Dronten is de bevoegde overheid die een besluit zal nemen over hoe om te gaan met de eventueel aanwezige archeologische waarden. De gemeente heeft een eigen archeologiebeleid. Op basis van het bestemmingsplan dient archeologisch onderzoek uitgevoerd te worden om aan te tonen dat eventueel aanwezige archeologische waarden niet onevenredig worden of kunnen worden geschaad door de geplande bouwactiviteiten. In dit geval heeft de gemeente aangegeven open te staan voor een archeologieduurzame aanpak, mits deze aanpak goed wordt uitgewerkt en onderbouwd. Voorliggende notitie voorziet hierin.

Archeologieduurzaam bouwen

Diverse zaken zijn van invloed op de mate van verstoring die een bouwplan toebrengt aan aanwezige archeologische resten. Hieronder worden de belangrijkste aspecten besproken die bij ’t Luwe Land een rol (kunnen) spelen, eerst in algemene zin, en vervolgens specifiek voor ’t Luwe Land (cursief).

Ophogen

Ophoging van de bodem zou in theorie verschillende negatieve gevolgen kunnen hebben voor archeologische waarden in de bodem (Huisman en Ngan-Tillard, 2019), om drie verschillende redenen. Ten eerste kunnen bodemlagen worden vervormd of samengedrukt, wat interpretatie en reconstructie van grondsporen kan bemoeilijken. De RCE heeft daarom gesteld dat bij ophogingen zwaarder dan 0,8 ton/m2 (wat overeen komt met ongeveer een halve meter zand) zettingsonderzoek noodzakelijk is om de gevolgen op het archeologisch erfgoed in te kunnen schatten (Roorda en Stöver 2016). Recent onderzoek heeft echter uitgewezen dat deze effecten niet altijd optreden, en zeker niet bij een ophoging van een halve meter dikte. Zo heeft een zeven meter hoge ophoging in Vechten niet geleid tot enige meetbare vervorming van de ondergrond, terwijl in Weesp en Dronten juist wel aanzienlijke bodemdaling werd waargenomen onder proefterpen en gronddepots (Weterings 2017, Hoefsloot en Schadee 2016). Een ander voorbeeld betreft Rijnsburg-Merovechpark, een archeologisch rijksmonument. Hiervoor is een monumentenvergunning afgegeven voor ophoging met een pakket klei van 60-240 cm dikte. Ook hier was de mate van compactie en zetting op ca 1 meter diepte (klei op zand) beperkt (De Kort en Dijkstra 2016). Hieruit blijkt dat de aanwezige grondsoort van groot belang is bij het voorspellen van de mate van vervorming door ophoging. Veengronden zijn extreem gevoelig voor zetting, terwijl zand- en (gerijpte) kleigronden weinig gevolgen ondervinden. Daarnaast is het van groot belang om integraal op te hogen en puntbelastingen te voorkomen, zeker bij een slechte ondergrond.

Daarnaast zou kwetsbaar vondstmateriaal, zoals al dan niet verkoold plantmateriaal, verbrand bot en zwak aardewerk kunnen breken of zelfs kunnen verbrokkelen onder het extra gewicht van de ophoging. De hierboven genoemde onderzoeken in Vechten, Weesp en Dronten en een vierde onderzoek in Hogebeintum tonen echter aan dat dit effect niet snel optreedt: ook onder

ophogingspakketten van meer dan acht meter dikte blijken kwetsbare botanische resten nog in perfecte staat geconserveerd te zijn. Testen in het laboratorium bevestigen dit beeld (Woudstra 2018, Franx 2018).
Tot slot is ook indirecte aantasting door ophoging mogelijk: door zuurstofgebrek in bodemlagen onder de ophoging kan verblauwing optreden: een verkleuring van kleibodems waardoor sommige grondsporen onzichtbaar worden. Deze chemische reactie tussen in de bodem aanwezige organische stoffen en ijzerverbindingen blijkt vooral op te treden wanneer wordt opgehoogd met een fijn, niet-waterdoorlatend materiaal zoals klei. Wanneer grofkorrelig, goed doorlatend materiaal wordt gebruikt, is de kans op verblauwing zeer klein (Huisman 2007, 2011, 2012).

Voor het plangebied 't Luwe Land geldt dat er zal worden opgehoogd naar een waarde van -3,3 NAP, over het gehele gebied. Dat komt, inclusief overhoogte, neer op een ophoging van gemiddeld 2 meter. Deze ophoging vindt plaats met zandige grond, dus geen klei. Daarnaast is voorafgaand aan het ophogen een laag klei verwijderd. De kans op verblauwing, voor zover er uberhaupt klei in de bovengrind aanwezig is, is daardoor nihil.

De ophoging vindt integraal over het hele terrein plaats, waardoor er geen risico is op lokale puntbelasting (met lokale vervormingen tot gevolg). Er zal als gevolg van de ophoging wel zetting van de bodem optreden, maar die vindt grotendeels plaats in de archeologisch niet relevante klei- en veenlagen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de geplande ophoging geen risico vormt voor de aanwezige archeologische waarden.

Ontgravingen

Ontgravingen vormen een evident risico voor het archeologisch bodemarchief: als archeologische lagen worden vergraven, verdwijnen de vondsten en sporen en gaat archeologische informatie verloren. Bij een standaard bouwplan zijn ontgravingen noodzakelijk voor de aanleg van funderingsbalken, eventuele kelders of kruipruimtes, voor kabels en leidingen en voor rioolsleuven.

Voor het plangebied 't Luwe Land geldt op basis van het vooronderzoek dat de hoogste archeologische lagen op de dekzandrug te verwachten zijn vanaf een diepte van ongeveer 2,2 m tot 4,3 meter – huidig maaiveld. Rekening houdend met een bufferzone van 30 cm boven die meest ondiepe vondsten, zouden graafwerkzaamheden zich dus moeten beperken tot een diepte van maximaal 1,7 m -maaiveld. Voor alle woningen is dit ruimschoots voldoende om zonder aanpassingen funderingen, inclusief werkruimte en vlijlaag, aan te kunnen leggen.

Voor de riolering geldt dat deze wel tot op een diepte van 1,9 m in maiaveld aangelegd wordt. Om te bepalen of dit een risico vormt voor de aanwezige (potentieel) archeologische laag, is de diepte van het rioleringstracé vergeleken met de diepteligging van deze laag, zoals bekend uit het archeologisch boorodnerzoek. Rekening houdend met de buffer van 50 cm boven de archeologische laag, is er één zone in het oosten van het plangebied waar de onderkant van de rioleringssleuf en de bovenkant van de archeologische laag bij elkaar in de buurt komen. De aanleg van dit deel zal daarom plaatsvinden onder archeologische begeleiding.

Let wel: bovenstaande geldt specifiek voor de oudere, dieper gelegen archeologische lagen op 't Luwe Land maar er zijn mogelijk ook meer recente archeologische sporen en vondsten uit de Nieuwe Tijd aanwezig, die vlak onder het maaiveld kunnen liggen. Gedacht kan worden aan scheepswrakken of vliegtuigwrakken uit WOII. Dergelijke locaties zijn voorzover bekend niet aanwezig in het plangebied en kunnen vooraf ook niet met regulier archeologisch onderzoek worden opgespoord. Daarom zijn ze

in deze analyse buiten beschouwing gelaten. Indien een scheeps- of vliegtuigwrak aan wezig blijkt te zijn, zal dit worden behandeld als een toevalsvondst.

Heipalen

Algemeen

Een niet te voorkomen verstoring van de bodem ontstaat door het gebruik van heipalen. Deze palen vervormen en verplaatsen het bodemarchief, bemoeilijken het interpreteren van grondsporen, kunnen artefacten beschadigen en vormen (bij grote aantallen) een logistiek probleem bij het uitvoeren van een (toekomstige) opgraving. Daarbij zijn verschillende factoren van belang: het type paal dat wordt gebruikt, de omvang van de verstoring, de tussenafstand tussen (rijen) palen en het daadwerkelijke informatieverlies dat hierdoor ontstaat, afhankelijk van de archeologische context.

Aard van de verstoring

Bij het inbrengen van een heipaal wordt grond rondom de paal mee naar beneden getrokken, waardoor een trechtervormige verstoring ontstaat: de zogenaamde drag-down. Deze trechter wordt steeds smaller, totdat er alleen een uitgesmeerde zone overblijft, direct langs het paaloppervlak (zie afb. 3). Wanneer een nieuwe lithologische laag wordt doorboord, herhaalt dit proces zich. De omvang van de verstoring rond de paal varieert dus tussen de breedste omvang van de trechter en de smalle uitgesmeerde zone langs de paal. Aangezien archeologische resten zich normaal gesproken bevinden op het kruispunt van lithologische lagen en de verstoring daar het breedst is, wordt een worst-case scenario gehanteerd, waarbij wordt verondersteld dat de verstoring overal even breed is. De breedste verstoring (de bovenkant van de dragdown), is daarbij leidend.



Afbeelding 3: Trechtervormige verstoring die langzaam terugloopt tot een uitgesmeerde zone direct langs de paal. Foto: BOOR Rotterdam.

Type heipaal

Bij heipalen wordt onderscheid gemaakt tussen geschroefde, grondvervangende palen en geslagen, grondverdringende palen. Het type heipaal dat gebruikt wordt, is van invloed op de mate van bodemverstoring. De handreiking van de RCE stelt dat grondvervangende, geschroefde palen minder schade toebrengen aan het archeologisch erfgoed (Roorda en Stöver 2016). Uit recenter onderzoek (Groenendijk 2021) blijkt echter dat deze stelling onjuist is. Hoewel de omvang van de vervorming rondom een grondvervangende paal doorgaans inderdaad kleiner is dan de vervorming rond een geslagen grondverdringende paal, is de diameter van de grondvervangende paal per definitie groter. Per saldo blijkt de totale verstoring (paal + vervormde zone daaromheen) daardoor vrijwel altijd groter te zijn bij grondvervangende palen dan bij grondverdringende palen.

Belangrijker dan dat: ook archeologisch-inhoudelijk hebben grondverdringende palen nadrukkelijk de voorkeur. Hoewel vondstmateriaal aan de kant wordt gedrukt door de grondverdringende paal en mogelijk gefragmenteerd raakt, blijft al het materiaal wel in de bodem aanwezig en kan het dus ook nog bestudeerd worden. Grondvervangende palen daarentegen verwijderen alle grond, en dus alle archeologische vondsten daarin, uit de bodem en daarmee ook uit context. Hierdoor kan de relatie van het materiaal met aanwezige sporen of andere vondstcomplexen nooit meer bestudeerd worden. Het bekijken van vondsten in de voor de heipaal verwijderde grond biedt hiervoor geen goed alternatief: de gebruikte boor is zo groot en grof dat een goede stratigrafie onmogelijk vastgesteld kan worden. Ook de herkomst van de in de boringen aanwezige vondsten kan daardoor niet goed worden bepaald.

Bij het bouwplan ’t Luwe Land wordt gebruik gemaakt van grondverdringende heipalen. Vanuit archeologie-duurzaam opzicht is dat dus optimaal geschikt.

Tussenafstand tussen (rijen) palen

Het idee achter archeologie-duurzaam bouwen is dat de keuze om op te graven of te behouden wordt doorgeschoven naar een toekomstige generatie. Die generatie moet zonder beperkingen een eigen keuze kunnen maken. Het is daarom cruciaal dat er in de toekomst, tussen de heipalen van de oude bebouwing in, voldoende ruimte is om enerzijds een groot vlak aan te leggen en goed overzicht te hebben over de archeologische sporen, en anderzijds te garanderen dat de heipalen geen logistiek probleem vormen: er moet met een flink formaat graafmachine gewerkt kunnen worden. Hiervoor is het noodzakelijk dat rijen palen op flinke afstand van elkaar staan en dat er buiten die rijen geen ‘losse’ heipalen voorkomen. Een consensus over de afstand die hiervoor minimaal benodigd is, is er niet: de handleiding van de RCE gaat uit van vier meter tussen rijen palen, de richtlijn archeologievriendelijk bouwen van de gemeente Gouda stelt vijf meter als norm (Roorda en Stöver 2016, Groenendijk 2011). Ook experts hebben geen eenduidige mening: afstanden tussen de twee en vijf meter worden genoemd, afhankelijk van de archeologische context (Groenendijk 2021).

Voor de ’t Luwe Land is waar mogelijk de ruimste marge gehanteerd: minimaal vijf meter tussen rijen heipalen, zo mogelijk meer. Het bestaande heipalenplannen zijn hierop aangepast: buiten de rijen staande losse palen zijn verplaatst en rijen die te dicht op elkaar stonden zijn op zo’n manier aangepast dat de tussenafstand afdoende is. Het resultaat is een plan waarbij vrijwel overal vijf meter afstand tussen voorspelbare rijen heipalen wordt gehouden, en op sommige plekken zelfs meer. Effectief blijven hierdoor aaneengesloten, onverstoorde vlakken van minimaal 5x5 meter in situ bewaard, en op basis van de gangbare praktijk in archeologisch Nederland is dat zonder meer voldoende om een goede archeologische opgraving mogelijk te maken.

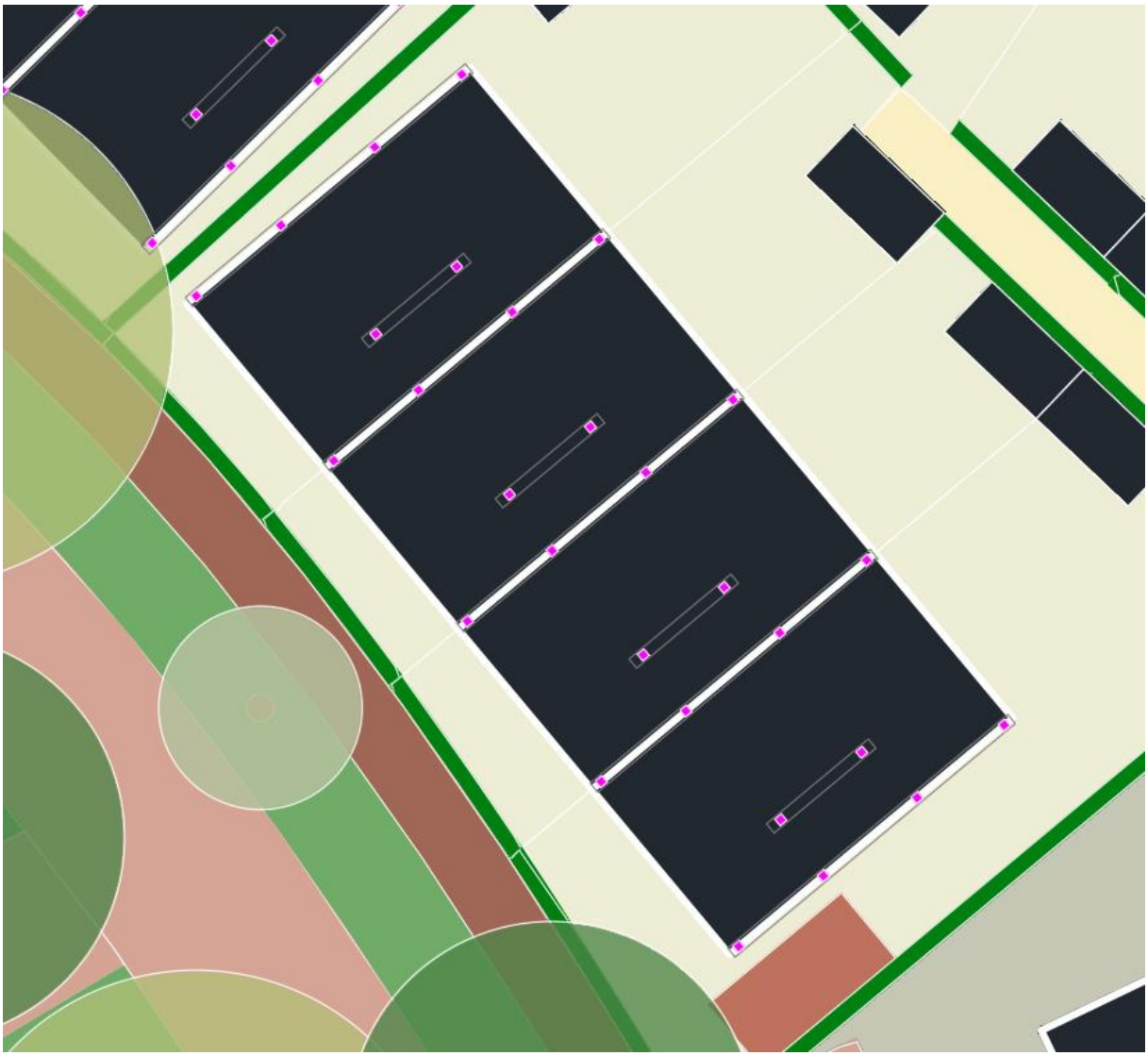
Inzoomend op de specifieke huistypes zijn er wel enige verschillen:

Het grootste deel van de woningen (113) bestaat uit relatief lichte bebouwing in (grotendeels) hout. Hierdoor zijn alleen heipalen nodig onder de buitenwanden, zie afb. Hierdoor ontstaan tussenruimtes tussen rijen palen van 5,1 tot zelfs 6,1 meter.



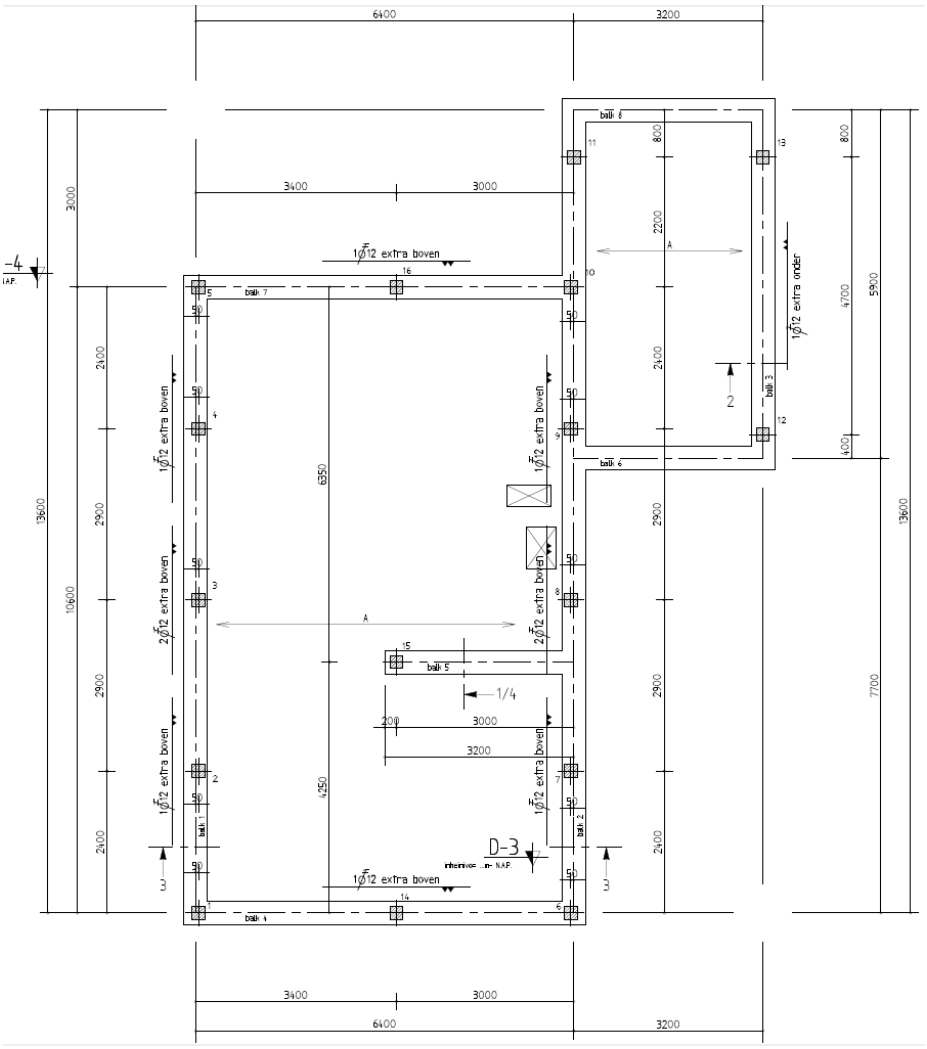
Afbeelding 4: Lichtgewicht huizen met alleen heipalen onder de wanden. Tussen deze rijen met palen blijven open ruimtes van minimaal 5,1 meter breed bewaard.

Daarnaast zijn er 15 woningen van het type 101-LLB *die wat breder zijn, en daardoor een extra onderheid tussenpunt nodig hebben, zie afb. 5. De begane grondvloer is dunner gemaakt ter plaatse van de badkamer module, die bij deze levensloopbestendige woning op de begane grond zit. Daardoor kan dit vloerdeel de overspanning van bouwmuur naar bouwmuur niet aan en is er een tussensteunpunt nodig. De constructeur heeft in dit geval gekozen voor een extra balk en 2 palen. Dat is vanuit archeologieduurzaam oogpunt niet ideaal omdat deze twee palen de open ruimte enigszins doorbreken. Omdat de elementen zo uit de fabrieken komen, wat een grotendeels geautomatiseerd en geprogrammeerd proces is, kan daarvan echter niet meer worden afgeweken. Een en ander resulteerd in een open ruimte tussen de rijen heipalen van 10,8 x 6,1 meter, waarin dan nog wel twee losse palen staan. Gezien de extreme omvang van de ruimte zie ik die twee palen niet als een onoverkomelijk bezwaar.*



Afbeelding 5: Huistype 101-LLB. De twee palen in de ruimte zijn niet ideaal, maar gezien het grote oppervlak van die ruimte (10,8 x 6,1 meter) niet bezwaarlijk.

Het laatste huistype betreft een vrijstaande woning met aangebouwde berging, type E, waarbij de palen met name onder de buitenwanden zijn geplaatst (afb 6). Één paal doorbreekt de verder geheel open middenruimte in het huis, deze is nodig om de wand die daarboven staat te funderen. Ook met die paal blijven de afstanden echter ruim voldoende.



Afbeelding 6: Huistype E, vrijstaande woning. Ook hier voldoetr het palenplan aan de archeologieduurzame principes.

Al met al voldoen de huistypes in Swifterbant, met enkele beperkte, onvermijdelijke afwijkingen, aan het principe van archeologieduurzaam bouwen. Dit leidt tot een bepaalde mate van verstoring van de bodem, zie hieronder.

Oppervlakte van de verstoring

Het palenplan voorziet in het gebruik van in totaal 856 vierkante heipalen. De doorsnede van die palen varieert van 25 tot maximaal 32 cm. Het betreft prefab betonnen palen, die de grond verdringen wanneer ze worden ingeslagen. Deze heipalen zorgen daarmee voor een verstoring die wordt bepaald door de omvang van de paal zelf, plus een zone rondom de paal die wordt verstoord. De omvang van die zone verschilt, afhankelijk van het paaltype en de grondsoort waarin de paal wordt geplaatst. Op basis van Groenendijk 2021 zijn hiervoor kengetallen beschikbaar. Met die kengetallen kan het totale oppervlak van de verstoring door heipalen worden berekend.

Nu zijn er in de ondergrond van dit bouwplan meerdere grondsoorten aanwezig die worden geraakt door de heipalen, te weten: zand, klei en veen. Deze analyse gaat bij de berekeningen uit van het kengetal voor zand, omdat de verstoring van heipalen in veen en klei per definitie kleiner is dan in zand (afb. 7/8). In het belang van de archeologische vondsten en sporen is het beter om van de hoogst mogelijke verstoring uit te gaan (worst case scenario).



Afbeelding 7: Voorbeeld van verstoring rondom grondverdringende heipalen in veen. Rondom de paal is geen enkele verstoring zichtbaar. Foto: Gemeente Gouda



Afbeelding 8: Voorbeeld van verstoring rondom grondverdringende heipalen in zand. Rondom de paal is een donkere zone zichtbaar: dit is de bovenkant van de drag-down rondom de paal. Foto: Gemeente Eindhoven

Het kengetal voor de verstoring rondom dit type geslagen palen in zand is 63 (Groenendijk 2021) (ter vergelijking: het kengetal voor klei is 33, voor veen 5). Dit betekent dat elke paal gemiddeld gezien een zone verstoord van 63% van de doorsnede van de paal, aan beide zijden van de paal.

Per paal van 32 cm bedraagt de doorsnede van verstoring dan 2 x 20,2 + 32 cm = 72,4 cm, afgerond 73 cm. Uitgaande van een vierkante paal is de oppervlakte van de verstoring per paal vervolgens 0,53 m2. Voor deze hele fase van het bouwplan is de verstoring 856 x 0,53 = 454 m2. Afgezet tegen de oppervlakte van deze fase van het bouwplan (+/- 27.000 m2) komt de verstoring daarmee op 1,7 %. Let wel: dat gaat uit van de grootste paaldoorsnede voor álle palen en alle cijfers zijn steeds naar boven afgerond. Het werkelijke percentage is dus nog aanzienlijk kleiner, eerder richting 1,3 %.

Dit totale oppervlak van het bouwplan op de 't Luwe Land ligt met zekerheid lager dan het in de richtlijnen van de RCE genoemde getal van 2%. Echter: de oppervlakte van de verstoring zegt niet alles over het informatieverlies: dat hangt met name af van de positie van de paal en de aard van de archeologische resten. Daarover hieronder meer.

Informatieverlies

De analyse van het informatieverlies dat kan optreden door het bouwplan op de 't Luwe Land, spitst zich toe op de archeologische complextypes die op basis van het archeologisch vooronderzoek op de locatie verwacht kunnen worden. Dat betreft, uitgaande van de opgravingen in de omgeving met sporen van de Swifterbantcultuur, primair zaken als haardkuilen, vuurstenen artefacten, visfuiken en mogelijk sporen van een nederzetting. Wat betreft het archeologisch informatieverlies worden deze complextypes op basis van Groenendijk 2021 ingedeeld in de volgende categorieen: grote complexen (nederzettingsterreinen), kleine complexen (individuele sporen binnen het grote complex, zoals en kuilen), constructies van organisch materiaal (fuiken) en artefact-gebonden research (vuursteen).

Hieronder wordt per categorie het mogelijke informatieverlies door heipalen beschreven, uitgaande van het palenplan zoals dat nu is voorgesteld. Wederom wordt het effect eerst in algemene zin beschreven, en daarna specifiek voor 't Luwe Land (cursief).

Grote complexen

De analyse van dit type sites is in grote mate gebaseerd op een ruimtelijke studie van het complex als geheel en van de positie van specifieke archeologische resten binnen het complex, in relatie tot dat complex. Rijen van heipalen zoals gebruikt bij dit bouwplan zullen op deze ruimtelijke studie weinig of geen invloed hebben, omdat er rondom en tussen de rijen nog meer dan voldoende overzicht overblijft om de ruimtelijke vragen te beantwoorden (afb. 9). Wel kunnen individuele sporen binnen de grotere context worden verstoord, bijvoorbeeld paalgaten van huisplattegronden (afb. 10). Het informatieverlies hiervan is gering omdat de identificatie van huisplattegronden afhangt van een analyse van het totale patroon van paalgaten. Wanneer enkele van deze paalgaten verstoord worden of zelfs geheel verdwenen zijn, kan hun positie nog steeds worden afgeleid van de rest van de paalgaten. Bovendien zal een paalgat zelden geheel verstoord zijn door een heipaal, zeker bij gebruik van een grondverdringende heipaal zijn er altijd wel restanten van de kuil zichtbaar (afb 10).
In het geval van een palimpsest aan paalsporen, waaruit het sowieso moeilijk kan zijn om de huisplattegronden te identificeren, kunnen de extra verstoringen door heipalen het proces wel extra compliceren.

In het geval van de 't Luwe Land betreft de mogelijke vindplaats één of meerdere hutten op een rivierduin. Het aantal geplande heipalen zal het overzicht van deze structuren en hun onderlinge relatie naar verwachting niet negatief beinvloeden.



Afbeelding 9: Diverse heipalen door een Romeinse boerderijplattegrond in Velp Elsweijden. Foto: RAAP Archeologisch Adviesbureau BV.



Afbeelding 10: Detail van een heipaal door een paalgat van een Romeinse boerderijplattegrond in Velp Elsweijden. Foto: RAAP Archeologisch Adviesbureau BV.

Kleine complexen

De tegenhanger van grote complexen betreft de kleine archeologische complexen zoals kleine kuilen, haardplaatsen en houtskoolmijlers. In dit geval is de kans op informatieverlies door heipalen in potentie aanzienlijk, omdat de toch al kleine oppervlakte van de archeologische sporen nog aanzienlijk verminderd kan worden door de verstoring van de heipaal. In sommige gevallen kan het complete spoor zelfs verdwenen zijn. Doorgaans is het betreffende spoor echter wel groter dan de verstoring van de heipaal. In die gevallen is in elk geval een deel van het spoor nog *in situ* aanwezig en kan daaraan onderzoek plaatsvinden, zeker wanneer grondverdringende palen zijn gebruikt. De inhoud van kleine kuilen is dan wel verplaatst, maar is niet weg en kan in de dragdown rondom de heipaal nog worden teruggevonden. Bij grondvervangende palen ligt dat lastiger: hier worden alle vondsten uit hun context verwijderd en kan toekomstig onderzoek dus niet meer plaatsvinden.
Bij gebruik van meerdere heipalen kan monstername en optekening van een spoor lastig worden (bij één paal is dat nog goed te doen), maar gezien de tussenafstand tussen palen op 't Luwe Land is het risico op verstoring door meerdere palen niet aanwezig.

De verstoring van kleine complexen door heipalen is moeilijk te voorkomen. De exacte positie van deze complexen is doorgaans niet bekend, en het palenplan kan dus niet worden aangepast om ze te vermijden. Tegelijkertijd is, juist vanwege die kleine omvang, de kans zeer gering dat een klein archeologisch complex precies wordt geraakt door een heipaal. Daarnaast zorgt het gebruik van grondverdringende palen bij het bouwplan 't Luwe Land ervoor dat een spoor nooit helemaal zal verdwijnen door de heipaal en dat regulier onderzoek dus mogelijk blijft.

Kijkend naar het hypothetische effect van heipalen op een complex van haardkuilen zoals eerder aangetroffen bij de N23, zou het kunnen dat enkele van de ruim 700 haardkuilen niet- of niet volledig onderzocht hadden kunnen worden vanwege de aanwezigheid van een heipaal. Aangezien er tijdens het project sowieso sprake zal zijn geweest van een bepaalde mate van selectie (niet alle 700 kuilen zullen met hetzelfde detailniveau zijn onderzocht), zouden de kuilen met een heipaal erdoor vermoedelijk zijn gedeselecteerd voor verder onderzoek. Hoewel het dan onwenselijk blijft dat deze deselectie wordt beinvloed door externe factoren in plaats van archeologishce factoren, zou dit inhoudelijk gezien de resultaten niet hebben beinvloed.

Organische constructies en organisch materiaal

In deze categorie vallen archeologische sporen als vlechtwerkwanden en fuiken, maar ook organische voorwerpen en archeologische contexten waaruit botanische monsters genomen kunnen worden. Het informatieverlies dat optreedt door heipalen in deze contexten, heeft twee dimensies. Aan de ene kant betreft het de directe archeologische informatie over de opbouw en datering van de constructies, zeker wanneer cruciale verbindingspunten verstoord worden. Daarnaast kunnen reparatiesporen en merktekens verdwijnen door de verstoring. In het geval van vlechtwerkwanden kan lastiger onderzoek meer worden gedaan naar de lengte van de gehanteerde strengen (afb. 11/12). Daarnaast wordt de reconstructie van vlechtwerk, wat zelfs onder de meest gunstigste omstandigheden al lastig kan zijn, nog verder bemoeilijkt. Ander onderzoek, bijvoorbeeld naar houtsoort, en monstername voor C14 of dendrochronologie, blijft doorgaans wel gewoon mogelijk. Dat geldt ook voor het nemen van botanische monsters: uitzonderingen daargelaten is er normaal gesproken voldoende ruimte om deze monsters te nemen, op dusdanige afstand van de paal dat ze niet gecontamineerd zijn.



Afbeelding. 11 Heipaal door een vlechtwerk hek of wand in Gorinchem. Foto: Archeomedia BV.



Afbeelding 12: diverse heipalen door vlechtwerk in Leiden, Aalmarkt. Foto: gemeente Leiden

Aan de andere kant is organisch materiaal vaak kwetsbaar en fragiel en kunnen veranderingen in de bodemomstandigheden leiden tot achteruitgang van de conservering (Huisman 2009). Uit onderzoek blijkt echter dat er geen aanwijzingen zijn dat heipalen op zichzelf zorgen voor inbreng van zuurstof, verandering van waterstromen of andere factoren die de conservering in gevaar kunnen brengen. Bij het inbrengen van de heipaal blijft na de initiële dragdown namelijk slechts een zeer beperkte, dichtgesmeerde verstoringslaag direct langs de paal over, en die is niet waterdoorlatend. Gedocumenteerde gevallen waar wel achteruitgang van organisch materiaal is waargenomen, blijken veroorzaakt door verlaging van de grondwaterstand. Die verlaging hangt wel samen met de ontwikkeling waarvoor de heipaal is geplaats, maar is dus niet veroorzaakt door die paal zelf (Groenendijk 2021).
Tot slot kan de museale waarde van een fuik of ander artefact worden aangetast door verstoring van een heipaal. Het voorwerp is dan niet meer volledig intact, en daarmee minder geschikt voor expositie. In de meeste gevallen is herstel naar museale toestand echter nog prima mogelijk.

Voor de 't Luwe Land geldt dat de kans op het aantreffen van organische resten in het zand relatief klein is, vanwege de doorgaans slechte conservering van dergelijke resten in het zand en anderzijds omdat er op basis van het vooronderzoek geen sprake is van een nederzettingsterrein waar dergelijke resten verwacht kunnen worden. In de top van het veen kunnen wel organische resten voorkomen. Gebeurt dit inderdaad, dan zorgt de geringe diameter van de heipaal in combinatie met de (in veen) zeer geringe verstoring daaromheen ervoor dat het standaard onderzoek naar deze organische resten altijd mogelijk blijft. Zoals op de foto's zichtbaar is, zullen delen van het vlechtwerk wel verstoord worden door de heipaal, maar blijft daaromheem altijd voldoende bewaard voor verder onderzoek.

Artefact-gebonden onderzoek

In de omgeving van het plangebied zijn resten aangetoond van meerdere vindplaatsen uit de prehistorie. Deze vindplaatsen bevatten vele primaire indicatoren, met name vuursteen en verkoolde hazelnootdoppen. Het onderzoek naar dit type vindplaats richt zich primair op de verspreiding van deze artefacten en het in kaart brengen van de onderlinge relatie tussen clusters van vondsten. Doorgaans gebeurt dit door het vaksgewijs verzamelen van artefacten, waarbij de grond per vak wordt gezeefd. Bijzondere vondsten worden driedimensionaal ingemeten.

Verstoring door heipalen kan in dit proces een rol spelen, enerzijds door het verplaatsen van artefacten, anderzijds doordat die artefacten (in het geval van grondvervangende palen) uit het bodemarchief worden verwijderd. Dat laatste leidt direct tot archeologisch informatieverlies. Een kleine verschuiving van artefacten binnen de site heeft echter relatief weinig gevolgen. Dit hangt samen met bovengenoemde vaksgewijze verzamelingsmethode die doorgaans wordt gehanteerd. Vondsten worden alleen toegewezen aan een 50 x50 x5 cm vak, niet aan een puntlocatie. Hierdoor kan het zo zijn dat vondsten uit twee naastgelegen vakken enkele millimeters van elkaar hebben gelegen, maar ook dat er ruim een meter tussen deze twee vondsten heeft gezeten. Die onnauwkeurigheid is zo groot dat een kleine verschuiving door een heipaal geen grote invloed heeft op de resultaten. Ook als een vak met een heipaal geheel niet onderzocht kan worden, kan de inhoud op basis van de resultaten van rondom gelegen vakken in aanzienlijke mate worden geëxtrapoleerd. Vaak is dit zelfs standaard de werkwijze en wordt er steekproefsgewijs onderzoek gedaan, waarbij sommige vakken wel- en andere niet worden onderzocht.

Alleen wanneer hele specifieke, unieke artefacten voledig door heipalen worden vernietigd of verwijderd, heeft dat in theorie grote gevolgen voor de informatiewaarde van een opgraving.

Gedacht kan worden aan complete werktuigen of soortgelijke artefacten. In de praktijk valt dit effect echter mee, omdat archeologisch onderzoek gebaseerd is op wat wél wordt aangetroffen, niet op speculatie over wat niet is aangetroffen.

Voor 't Luwe Land geldt, net als voor andere prehistorische vndplaatsen, dat de mogelijke verschuiving van artefacten door heipalen zo gering is in relatie tot de inherente onnauwkeurigheid van het opgraven in vakken, dat de effecten hiervan wetenschappelijk gezien nihil zijn. Door het gebruik van grondverdringende palen kan worden voorkomen dat artefacten uit de bodem worden verwijderd.

Borging

Een bouwplan kan mooi lijken op papier, maar kan buiten tijdens de bouw soms toch verkeerd kan gaan, waarmee alle winst teniet gedaan wordt. Om de archeologieduurzame aspecten te waarborgen, zet BPD ook tijdens de uitvoering nadrukkelijk in op deze manier van werken. Zo is afgesproken dat Green Archaeology ook tijdens de (voorbereiding van de) uitvoering betrokken zal zijn, om definitieve palenplannen te controleren, tijdens bouwvergaderingen de aanpak uit te leggen aan de uitvoerders en om te monitoren dat volgens de afgesproken richtlijnen wordt gewerkt. Wanneer tijdens de bouw eventuele knelpunten ontstaan waardoor het archeologisch erfgoed meer dan afgesproken wordt verstoord, zal altijd (in overleg met het bevoegd gezag) worden gezocht naar een alternatief dat past binnen de archeologie-duurzame aanpak. Uit vergelijkbare ervaring in Gouda (het Koningshof-project, Groenendijk 2009) is gebleken dat met deze werkwijze de archeologie-duurzame aanpak goed is geborgd.

Conclusie

Samenvattend voorziet het nieuwbouwplan voor 't Luwe Land in:

- voorspelbare rijen van heipalen (geen lossse palen);
- tussenafstand tussen rijen heipalen van minimaal 4 meter;
- totale verstoring door heipalen van maximaal 2 % van het plangebied;
- mogelijke verstoring van diepere archeologische lagen door de aan te leggen riolerlingssleuf. Deze graafwerkzaamheden zullen daarom archeologisch begeleid moeten worden.
- borging van bovenstaande aspecten door begeleiding en controle op archeologieduurzame aspecten tijdens de uitvoering.

Op basis daarvan is de conclusie dat onder dit deel van het bouwplan, in deze vorm, de archeologische resten op hoogwaardige wijze in situ bewaard blijven. Het plan voldoet in alle opzichten aan de richtlijnen van de RCE en is in veel gevallen zelfs strenger dan dat. Hoewel er lokaal zeker verstoringen door heipalen zullen ontstaan, blijven (vrijwel) alle diepere lagen volwaardig in situ bewaard. De verstoringen die wel optreden, zijn zo beperkt in omvang en er blijft nog zoveel van de vindplaats in situ bewaard, dat de wetenschappelijke resultaten van toekomstig archeologisch onderzoek hierdoor niet negatief beinvloedt zullen worden. Het archeologieduurzame plan, in combinatie met archeologische begeleiding van de verstorende werkzaamheden die niet voorkomen kunnen worden, vormt daarmee naar mijn professionele mening in deze vorm een goed alternatief voor een gravend archeologisch onderzoek.

Literatuur

- Groenendijk, M.J., 2009: Archeologievriendelijk bouwen op de Koningshof te Gouda. Een evaluatie van de archeologievriendelijke aanpak.
- Groenendijk, M.J., 2011: Richtlijnen voor Archeologievriendelijk Bouwen. In: Archeologische basiskaart Gouda
- Groenendijk, M.J., 2021: Piles in the picture. A study of the physical disturbance and archaeological information loss caused by piling through archaeological sites and features, based on photographs. Academisch Proefschrift
- Holl, J., 2019. Archeologisch bureauonderzoek Bisonweg (ong.) te Swifterbant, gemeente Dronten. Econsultancy. Zwolle

Holl, J., 2021. Verkennend booronderzoek Bisonweg (ong.) te Swifterbant Gemeente Dronten. Econsultancy. Zwolle.
- Huisman, D.J., 2007: How Redox-Induced Soil Colour Changes Masks Soil Features; Cases from Alluvial Soils in the Netherlands. *Berichten van de Rijksdienst voor het oudheidkundig Bodemonderzoek / Proceedings of the National Service for Archaeological Heritage in the Netherlands,* 46: 315-27
- Huisman, D.J. (ed) *et al.*, 2009: Degradation of archaeological remains

Huisman, D.J., *et al.*, 2011: De invloed van bouwwerkzaamheden op archeologische vindplaatsen.
- Huisman, D.J., 2012: Deep impact: what happens when archaeological sites are built on? In: D. Gregory and H. Matthiesen 2012: Conservation and management of archaeological sites. Special issue: the 4th International Conference on Preserving Archaeological Remains in situ.
- Huisman, D.J. en D. Ngan-Tillard, 2019: Archeologie onder druk. Is behoud in situ mogelijk onder ophogingen? In: Archeologie in Nederland, jaargang 3, vol. 1.
- Kappel, K. van, 2004: Ondergedekt verleden, het effect van kunstmatige ophogingen op archeologische vindplaatsen in het noordelijke mariene gebied in Nederland.
- Kort, P. de en M. Dijkstra 2016: Het Kralenveld. Merovechpark, de Horn voorontwerp, Den Bosch.
- Müller, A., H. van Meerten, R. Brinkgreeve en D. Ngan-Tillard, 2014: Flevoland Kennisontwikkeling programma Archeologie Hanzelijn. Mogelijkheden tot in-situ conservering van begraven archeologische landschappen.
- Ngan-Tillard, D., J. Dijkstra, W. Verwaal, A. Mulder, D.J. Huisman and A. Müller, 2015: Under pressure: A laboratory investigation into the effects of mechanical loading on charred organic matter in archaeological sites. Conservation and Management of Archaeological Sites. Volume 17, Issue 2, p. 122-142.
- Roorda, I. en J. Stover, 2016: Handreiking archeologievriendelijk bouwen
- Woudstra, L.-J.J., 2018: A laboratory Investigation into the Effects of Mechanical Loading on Fishbone Artifacts in Archaeological Sites. Degree of Resilience to Loading of Variously Altered Fish Vertebrae.