Notitie archeologieduurzaam bouwen Westervoort-Noord

Gemeente Westervoort



dr. Maarten Groenendijk
10-07-2025

Green Archaeology
specialised archaeological consultancy

Colofon

Opdrachtgever: BPD Ontwikkeling BV Regio Noord-Oost & Midden
Project: Archeologieduurzaam bouwen Westervoort-Noord
Titel: Notitie archeologieduurzaam bouwen Westervoort-Noord
Datum en versie: 10-07-2025, versie 1.0 (concept)
Auteur: dr. M.J. Groenendijk
© Green Archaeology, dr. M.J. Groenendijk, the Netherlands, 2025. 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

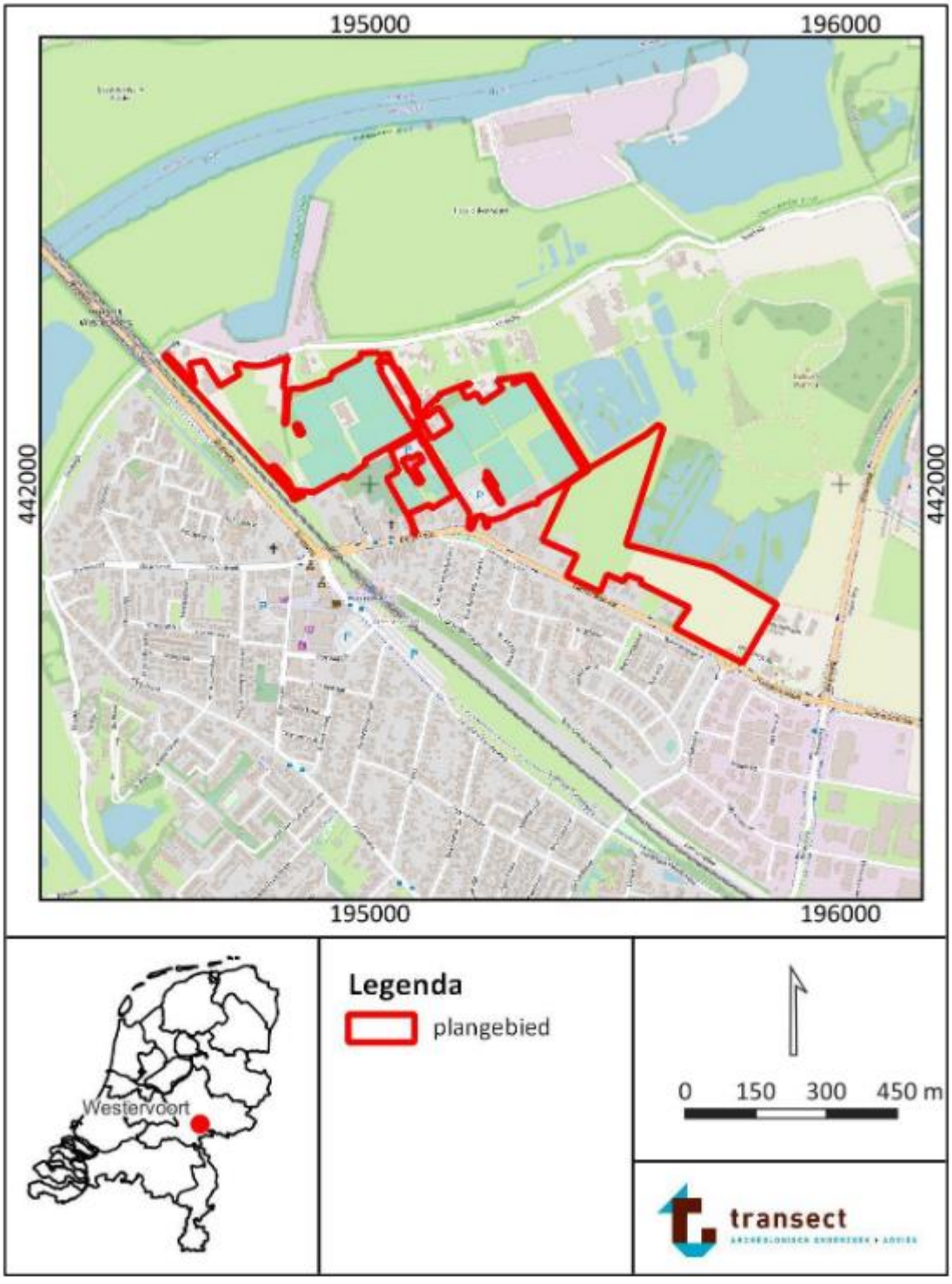
Opdrachtgever	BPD Ontwikkeling BV Regio Noord-Oost & Midden
Uitvoerder, Beheer en plaats documentatie	Green Archaeology, Jupiterstraat 40, 2402 XP Alphen aan den Rijn
Bevoegd gezag	Gemeente Westervoort
Provincie, Gemeente, Plaats	Westervoort
Toponiem	Westervoort-Noord
Kaartblad	40B
x, y coördinaten	Centrum: 195.275/442.084
Archis onderzoekmeldingsnr.	-
Oppervlakte plangebied	Ca 24 HA
Huidig grondgebruik	Sportvelden/agrarisch gebied
Toekomstig grondgebruik	Woonwijk

Inleiding

Deze notitie is opgesteld in opdracht van BPD Ontwikkeling regio Noord-Oost & Midden. De aanleiding voor het onderzoek vormt een voornemen om woningen te gaan ontwikkelen in het gebied Westervoort-Noord. Op basis van een eerder uitgevoerd bureauonderzoek (Melman 2023) en Inventariserend Veldonderzoek (De Wit 2025) blijkt dat door de toekomstige ontwikkelingen archeologische waarden verstoord kunnen worden. Er is daarom geadviseerd om op verschillende locaties in het plangebied een aanvullend archeologisch booronderzoek en proefsleuvenonderzoek uit te voeren wanneer bepaalde diepteliggingen door de bouw worden overschreden. Naar aanleiding daarvan is een notitie opgesteld die de mogelijkheid verkend om de woningbouw op archeologieduurzame wijze uit te voeren (Groenendijk 2025), wat in theorie inderdaad mogelijk bleek te 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. Omdat er in dit geval nog geen concreet bouwplan is, betreft deze notitie in feite een pre-advies dat kan dienen als richtlijn voor het verdere technische ontwerp van het bouwplan. Er is nog geen definitief palenplan beschikbaar, dus bij het beschrijven van de effecten van het bouwplan wordt uitgegaan van een ‘regulier’, optimaal archeologieduurzaam palenplan. Uitgangspunt is dat de in deze notitie beschreven eisen aan het te realiseren plan technisch haalbaar zijn en dus als basis zouden kunnen dienen bij het ontwerp van het definitieve plan. Wanneer dat (op punten) toch niet haalbaar blijkt, zal in overleg worden bekeken wat het beste archeologieduurzame alternatief is.

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 (Melman 2023, De Wit 2025). 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 archeologieduurzame plan als alternatief voor een archeologisch onderzoek.



Afbeelding 1: Ligging plangebied. Bron: De Wit 2025

Introductie: wat is archeologieduurzaam bouwen?

Archeologieduurzaam bouwen (voorheen ook wel archeologievriendelijk bouwen genoemd) is een methode waarbij een bouwplan bovenop een archeologische vindplaats wordt gerealiseerd, op zo'n manier dat de verstoring van de aanwezige archeologische resten zo gering is dat er geen sprake is van noemenswaardig archeologisch informatieverlies. Een archeologische opgraving is in dat geval niet meer noodzakelijk. Het idee hierachter is dat archeologen in de toekomst met betere technieken en andere onderzoeksvragen veel meer informatie uit een archeologische opgraving kunnen halen dan wij dat nu zouden kunnen. Dat is niet alleen een hypothese: recente ontwikkelingen van bijvoorbeeld DNA- en Isotopenonderzoek, maar ook de vooruitgang in non-destructieve methodes als grondradar tonen aan dat de effectiviteit van archeologisch onderzoek continu in ontwikkeling is en naar verwachting in de toekomst dus groter zal zijn.
Hoewel het archeologisch belang bij archeologieduurzaam bouwen in eerste instantie voorop staat, gaat het altijd om een wisselwerking met het belang van de ontwikkelaar en gemeente: het bouwplan moet wel technisch uitvoerbaar en betaalbaar blijven. Daar staat tegenover dat een archeologische opgraving eveneens technisch complex en kostbaar kan zijn. Archeologieduurzaam bouwen zorgt normaal gesproken dat er aanzienlijk op die kosten bespaard kan worden.
Het gewenste einddoel is een realistisch, uitvoerbaar bouwplan dat de archeologische waarden optimaal en duurzaam *in situ*, in de bodem beschermt. Om dit resultaat te bereiken, moet worden voldaan aan een aantal voorwaarden met betrekking tot het ontwerp en de uitvoering van bodemverstorende onderdelen van het bouwplan. Het kan gaan om voorwaarden aan dikte- en manier van ophogen, type, aantal en plaatsing van heipalen en voorwaarden aan alle ontgravingen en andere verstoringen die dieper gaan dan het archeologisch niveau. Verderop in de notitie wordt hierop dieper ingegaan.

Kenmerken van het bouwplan

Het nieuwbouwplan voor Westervoort-Noord heeft een totale oppervlakte van 24.1 hectare. Zoals aangegeven is er nog geen concreet bouwplan beschikbaar: de omvang en vorm van de bebouwing binnen het gebied is nog niet bepaald. Daarnaast zal ten behoeve van het bouwplan een diepteriool worden aangelegd, waarvan de exacte plaatsing nog niet bekend is. In deze notitie zal daarom uitgegaan worden van een plan dat vanuit archeologisch oogpunt optimaal zou zijn.

Archeologische verwachting

De archeologische verwachting van het terrein is gebaseerd op archeologisch vooronderzoek, door middel van een bureauonderzoek (Melman 2023) en een booronderzoek (De Wit 2025). 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 die rapportages.

Archeologische verwachting obv bureauonderzoek

Uit het bureauonderzoek blijkt dat het plangebied oorspronkelijk op een Pleistoceen rivierterras lag. Op de terrasafzettingen worden archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum – Mesolithicum verwacht. Tot op heden zijn in de omgeving van het plangebied nog geen archeologische waarden uit deze periode bekend op de terrasafzettingen, maar dit sluit de aanwezigheid ervan in het plangebied niet uit. De verwachting voor de periode Laat-Paleolithicum – Mesolithicum is daarom hoog. Ten oosten van het plangebied is een rivierduin opgestoven. Op deze rivierduin zijn archeologische (bewonings)resten bekend uit alle perioden tussen het Mesolithicum en de Nieuwe tijd. Deze duin is op basis van de reeds uitgevoerde onderzoeken intensief bewoond geweest. Het plangebied ligt waarschijnlijk op een lagere uitloper van de duin, maar de verwachting is dat ook op dit lagere deel bewonings- of landgebruiksresten aanwezig kunnen zijn. In het zuidoosten van het plangebied is hierom sprake van een hoge archeologische verwachting voor de periode Laat-Paleolithicum – Vroege Middeleeuwen.

De rest van het plangebied heeft vanaf het Neolithicum tot aan het actief worden van de Gelderse IJssel in de Vroege Middeleeuwen in een nat komgebied gelegen. Over het algemeen zijn komgebieden ongunstige locaties voor bewoning en landgebruik. Waarschijnlijk is de nabijgelegen rivierduin in deze periode uitgekozen voor bewoning. Op basis van onderzoek dat in het plangebied is uitgevoerd, blijkt dat in de top van de komafzettingen een laklaag gevormd is. Dit wijst erop dat de komafzettingen wel enige tijd droog gelegen hebben. Om deze reden is er sprake van een middelhoge archeologische verwachting voor de periode Neolithicum – Romeinse tijd in het plangebied buiten de rivierduin.

Gedurende de Vroege Middeleeuwen is de Gelderse IJssel actief geworden. Het plangebied ligt op oeverwallen van deze stroomrug. De kern van Westervoort is op een dergelijke oeverwal in de Vroege Middeleeuwen gesticht. De oevers van de IJssel vormden dus een gunstige locatie voor bewoning, vanwaar voor de periode Vroege Middeleeuwen – Late Middeleeuwen een hoge verwachting geldt. Voor de periode Nieuwe tijd geldt ter plaatse en direct rondom de erven op de Hottingerkaart (1741) en de Kadastrale Minuutplan (1811) een hoge archeologische verwachting. De rest van het plangebied is op basis van deze kaarten in gebruik als bouwland. Voor deze zones geldt een lage archeologische verwachting voor de periode Nieuwe Tijd.

Langs de Brouwerslaan heeft reeds een opgraving plaatsgevonden. Tijdens dit onderzoek zijn aan het dorpslint ten zuiden van het plangebied delen van een muur en een waterkelder aangetroffen. Deze resten dateren uit de 18e of 19e eeuw. Archeologische resten of sporen in de kom- of oeverafzettingen zijn tijdens het onderzoek niet aangetroffen. Voor het onderzoeksgebied van dit onderzoek geldt geen archeologische verwachting meer.

Resultaten archeologisch vooronderzoek

Op basis van het uitgevoerde veldonderzoek blijkt in het plangebied sprake te zijn een pleistoceen rivierterras waarop gedeeltelijk overstromingsafzettingen (‘hochflutlehm’) zijn afgezet. De top van het pleistoceen rivierterras is in delen van het plangebied intact aanwezig. In deze top zijn echter geen sporen van bodemvorming aangetroffen. Het ontbreken van een bodemniveau hoeft echter niet te betekenen dat er geen archeologische vindplaats aanwezig kan zijn. Omdat vindplaatsen uit de periodes Laat-Paleolithicum en Mesolithicum met name voorkomen op de randen van de hogere terrassen (gradiëntzone), is voor deze delen van de terrasafzettingen een hoge archeologische verwachting vastgesteld.

Voor de lagere delen van het pleistocene terras en ter plaatse van de dalen is een middelhoge archeologische verwachting voor de periode Laat-Paleolithicum en Mesolithicum vastgesteld, aangezien deze lagere delen en dalen minder aantrekkelijk waren voor bewoning. Deze lagere delen zijn eveneens gedurende het Neolithicum afgedekt door overstromingen komafzettingen van de Rijn. De hoogste delen van de terrasafzettingen (terrastoppen) die hoger liggen dan circa 8,0 m NAP zijn pas gedurende de Vroege Middeleeuwen bedekt geraakt met oeverafzettingen van de Gelderse IJssel. Deze terrastoppen zijn daardoor langduriger bewoonbaar geweest dan de lagere terrasafzettingen. Voor de terrastoppen geldt daarom een hoge archeologische verwachting voor de periodes Laat-Paleolithicum-Vroege Middeleeuwen.

In tegenstelling tot wat in het bureauonderzoek verwacht werd, zijn in het zuidoosten van het plangebied geen rivierduinafzettingen uit het Pleistoceen aangetroffen. In het centrale deel van het plangebied is daarentegen wel bovenop de terrasafzettingen een rivierduin opgestoven. De top van dit rivierduin is grotendeels intact aanwezig, wat blijkt uit de aanwezig van een zwak ontwikkelde A-horizont in de top. In deze top kunnen daarom archeologische resten uit de periode Laat-Paleolithicum-Vroege Middeleeuwen aangetroffen worden. De hoge verwachting uit het bureauonderzoek voor de top van de rivierduinafzettingen is dan ook bevestigd.

In het midden en oosten van het plangebied is in de top van de komafzettingen, zoals verwacht in het bureauonderzoek, een laklaag aanwezig. Deze laklaag bevindt zich op een diepte van circa 105-180 cm -Mv (circa 8,9-8,0 m +NAP). Deze laklaag vormt een archeologisch relevant niveau. In de laklaag kunnen archeologische resten en sporen uit de periode Neolithicum – Romeinse tijd aangetroffen worden. De middelhoge archeologische verwachting voor deze laklaag uit het bureauonderzoek is bevestigd.

Vanwege het ontbreken van een goed ontwikkelde top en vegetatiehorizont in de oeverafzettingen van de IJssel is de hoge verwachting op resten uit de periode Vroege en Late Middeleeuwen uit het bureauonderzoek naar laag bijgesteld.

Ter plaatse van de vermoedelijk ligging van een huisplaats in het westen van het plangebied (boring 78, 80 en 89) blijft de archeologische verwachting op basis van het bureauonderzoek gelden. Ter plaatse kon immers de bodemopbouw niet vastgesteld worden, waardoor de verwachting niet getoetst is. Ter plaatse van de verwachtingszone waarin resten uit de Nieuwe Tijd verwacht worden, blijft de hoge verwachting uit het bureauonderzoek gelden. Ter plaatse van de huisplaats in het midden van het plangebied (boring 100 en 110) geldt dat voor het oosten van deze zone de verwachting naar laag bij te stellen is.

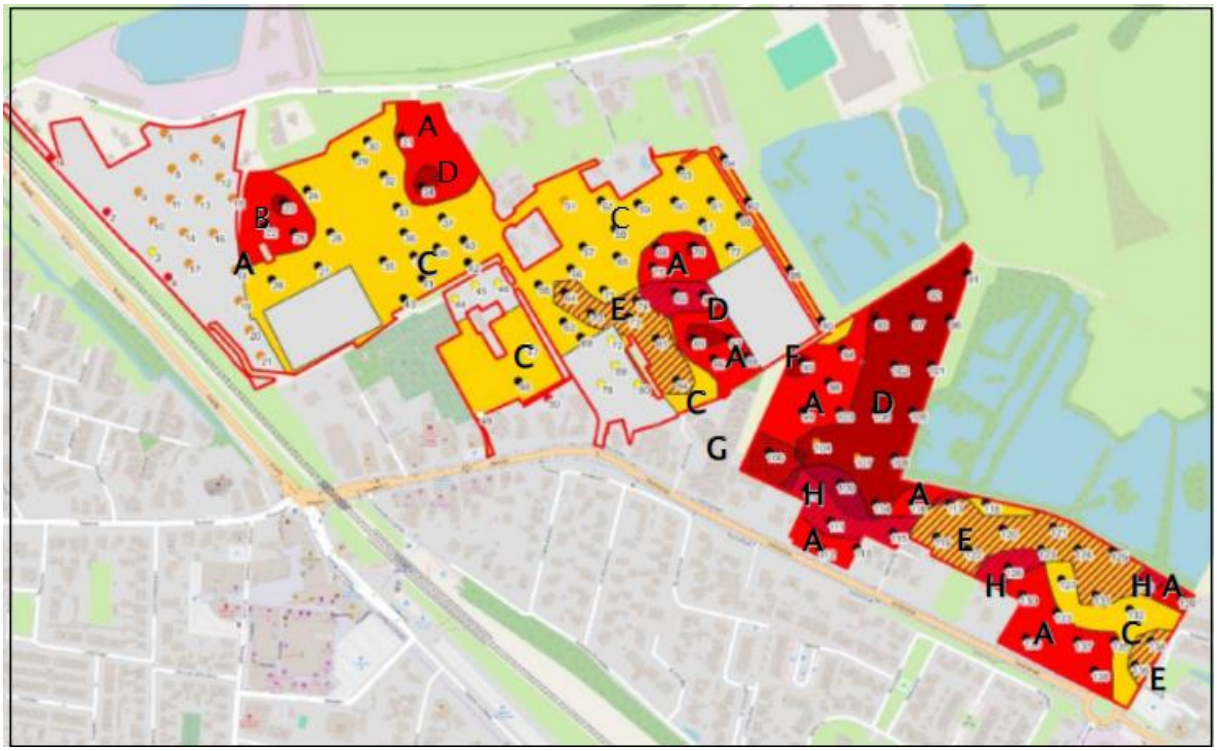
In boring 110 is namelijk tot een diepte van 100 cm -Mv (9,3 m NAP) sprake van verstoorde grond waarin modern afval aanwezig is. Eventuele archeologische resten of sporen die te relateren zijn aan de historische huisplaatsen zullen vanwege de verstoringsdiepte niet meer intact aanwezig zijn. In boring 100 is onder de moderne bouwvoor van 30 cm dik, wel sprake van intacte oeverafzettingen waarin enkele brokjes en spikkels baksteen zijn aangetroffen. Omdat in boring 100 wel een intacte bodemopbouw is aangetroffen, is voor de het westen van de verwachtingszone de hoge verwachting op resten uit de Nieuwe Tijd bevestigd

Conclusie

Op basis van het vooronderzoek is het plangebied opgedeeld in verschillende deelgebieden met verschillende verwachtingen en diepteliggingen, zie afbeelding 2. Per deelgebied is een archeologisch

vervolgonderzoek geadviseerd wanneer bodemingrepen optreden die dieper gaan dan een bepaalde waarde:

- Deelgebied A: Terrasrand, hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,5 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, karterend onderzoek methode A3.
- Deelgebied B: Terrastop en rivierduin, hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,3 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, proefsleuvenonderzoek.
- Deelgebied C: Lager terrasdelen, middelhoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,1m NAP en groter dan 1000 vierkante meter.
- Deelgebied D: Terrastop en rivierduin, hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 9,3 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, proefsleuvenonderzoek.
- Deelgebied E: Laklaag, middelhoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,4 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, karterend onderzoek methode C3.
- Deelgebied F: Terrastop en rivierduin, hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,8 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, proefsleuvenonderzoek.
- Deelgebied G: Huisplaats, nieuwe tijd. hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 9,6 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, proefsleuvenonderzoek. Deelgebied H: Terrasrand en laklaag, hoge verwachting, bij bodemingrepen dieper dan 8,7 m NAP en groter dan 200 vierkante meter, karterend onderzoek methode A3.



Afbeelding 2: onderverdeling plangebied in archeologische deelgebieden. Bron: Transect.

Standpunt gemeente Westervoort

De gemeente Westervoort heeft in principe de bovenstaande aanbevelingen van Transect met betrekking tot het vervolgonderzoek overgenomen. Tegelijkertijd wordt echter onderkend dat het een complexe situatie betreft, mede vanwege de risico's op opbarsting en kwel die gravend onderzoek in het gebied langs de Ijssel problematisch maken. Daarom staat de gemeente in principe zeker open voor een archeologieduurzaam alternatief (telefonisch contact met regioarcheoloog Sander Diependaal op 14-4-2025), mits dit alternatief goed wordt onderbouwd en er specifieke aandacht is voor de risico's op informatieverlies door het verwijderen van heipalen in de toekomst. Deze notitie voorziet daarin.

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 Westervoort-Noord een rol (kunnen) spelen, eerst in algemene zin, en vervolgens specifiek voor Westervoort-Noord (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 (deze eis zal in de toekomstige, geupdate richtlijn (Sonneveld, Groenendijk en Luksen, in prep.) danook aangepast worden). 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 Westervoort-Noord geldt dat er vanwege de risico's op opbarsting sowieso zal worden opgehoogd naar een waarde van minimaal 10,4m +NAP, over het gehele gebied. De huizen komen nog 20 cm hoger te liggen, op minimaal 10.6m +NAP. Dat komt neer op een ophoging van één tot twee meter. 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 is op basis van de huidige beschikbare kennis niet problematisch. 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. De standaard ontgravingsdiepte voor funderingen bedraagt 1 meter (90 cm fundering + 10 cm vlijlaag), voor kabels en leidingen +/- 90 cm (80 cm dekking + 10 cm werkruimte) en voor diepteriolen +/- 2 meter -maaiveld.

Voor het plangebied Westervoort-Noord geldt dat het maaiveld komt te liggen op een hoogte van minimaal 10,6 + NAP. Dat biedt een marge ten opzichte van de archeologische lagen van +/- 2,5 meter in deelgebied C tot 1,08 meter in deelgebied G. Hieruit volgt dat funderingen en kabels en leidingen op alle plaatsen zonder problemen aangelegd kunnen worden, behalve wellicht in deelgebied G, waar beide niveaus elkaar net zouden kunnen raken. Hiervoor zou in meer detail gekeken moeten worden naar zowel de diepte van de laag als de definitieve maaiveldhoogte. Tegelijkertijd lijkt deelgebied G vooralsnog buiten het plangebied te vallen (afb 2) en is het dus de vraag of onderzoek hier nodig is binnen deze planontwikkeling.

Voor het diepteriool geldt dat dit zonder problemen aangelegd kan worden in deelgebied B en C, maar dat in de overige deelgebieden mogelijk de archeologische laag verstoord zou kunnen worden. Het is daarom aan te bevelen om de aanleg van dat deel te laten plaatsvinden onder archeologische begeleiding. Qua oppervlak is de verstoring van het diepriool echter zo gering ten opzichte van het totale plan dat het geen belemmering vormt voor de archeologieduurzame aanpak als geheel.

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.

Voor het bouwplan Westervoort-Noord geldt op basis van deze informatie dat het uitgangspunt moet zijn dat gebruik wordt gemaakt van grondverdringende heipalen. Voor zover bekend is er ook geen civieltechnische reden om voor een ander type dan dat te kiezen, dus dit zou geen probleem moeten zijn. Indien dat anders blijkt te zijn, dient de noodzaak van het gebruik van grondvervangende palen in detail gemotiveerd te worden.

Tussenafstand tussen (rijen) palen
Het idee achter archeologieduurzaam 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 Westervoort-Noord zal het uitgangspunt zijn dat waar mogelijk de ruimste marge gehanteerd: minimaal vijf meter tussen rijen heipalen. Het gaat hierbij echt nadrukkelijk over de afstand tussen rijen met palen: binnen een rij mogen palen wel (veel) dichter bij elkaar staan. Bij reguliere huizenbouw is die marge van vijf meter tussen rijen prima haalbaar, zeker wanneer (indien nodig) nog aanpassingen kunnen worden gedaan aan dikte en wapening van funderingsbalken. Wel kan een probleem optreden bij het onderheien van garages, schuurtjes en dergelijke zaken: die palen staan vaak dichter op elkaar. Het is dus van belang dat een constructeur hier op voorhand al naar kijkt en rekening houdt met deze marges, bijvoorbeeld door dergelijke gebouwtjes te schakelen of aan het huis vast te maken. Op die manier kan de tussenafstand tussen palen in elk geval worden vergroot naar een acceptabel niveau.

In het geval van herontwikkelingen is het van belang om ook te kijken naar mogelijk aanwezige heipalen van oudere bebouwing, omdat die de tussenafstand tussen palen negatief zouden kunnen beinvloeden. In het geval van Westervoort-Noord gaat het om onbebouwd terrein, waar dus geen oude heipalen aanwezig kunnen zijn.

Het gewenste 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.

Oppervlakte van de verstoring

Het inslaan van heipalen leidt tot een bepaalde mate van verstoring van de bodem, die afhankelijk is van het gebruikte paaltype. Vooropgesteld: er is nog geen concreet palenplan, en dus ook nog geen enkel inzicht in paaltype (anders dan dat het grondverdringend moet zijn), paaldiameter etcetera. Om toch iets over dit onderwerp te kunnen zeggen, ben ik uitgegaan van het meest gebruikelijke paaltype: vierkante prefab betonnen heipalen. Normaal gesproken varieert de doorsnede van dit type palen tussen de 30 tot maximaal 40 cm, voor deze notitie ga ik uit van een doorsnede van 35 cm.

De heipalen zorgen voor een verstoring die wordt bepaald door de omvang van de paal zelf, plus een zone rondom de paal die wordt verstoord tijdens het inbrengen. De omvang van die laatste 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.

Voor dit bouwplan is de ondergrond zeer wisselend, met lagen zand, klei en in sommige gevallen veen. Het overgrote deel van de bodem betreft klei. Deze analyse gaat bij de berekeningen echter niet uit van klei, maar van het kengetal voor zand, omdat de verstoring van heipalen in veen en klei per definitie kleiner is dan in zand (afb. 4/5). 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 4: Voorbeeld van verstoring rondom grondverdringende heipalen in veen. Rondom de paal is geen enkele verstoring zichtbaar. Foto: Gemeente Gouda



Afbeelding 5: 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. Afgezet tegen de oppervlakte van deze fase van het bouwplan (+/- 210.000 m2) kunnen er dan minimaal 7900 heipalen worden geslagen voordat de verstoring in de buurt komt van de door de RCE geadviseerde maximale verstoring van 2%. Let wel: dat gaat uit van de grootste paaldoorsnede voor álle palen en alle cijfers zijn steeds naar boven afgerond. Het werkelijke aantal toegestane palen ligt dus nog hoger.

Op basis van bovenstaande theoretische berekening is duidelijk dat het oppervlak van de verstoring door heipalen van het bouwplan op de Westervoort-Noord met zekerheid lager zal uitvallen 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 de heipalen van het toekomstige bouwplan op Westervoort-Noord, spitst zich toe op de archeologische complextypes die op basis van het archeologisch vooronderzoek op de locatie verwacht kunnen worden. Dat betreft, uitgaande van het vooronderzoek, de volgende zaken: mogelijke prehistorische sporen op de terrasafzettingen, mogelijke Neolithisch-Romeinse sporen op de laklaag en mogelijke prehistorisch-Vroeg Middeleeuwse sporen op de terrastoppen. Daarnaast bestaat er nog een kans op het aantreffen van sporen uit de Nieuwe Tijd. Wat betreft het archeologisch informatieverlies door heipalen worden deze

complextypes op basis van Groenendijk 2021 ingedeeld in de volgende categorieen: Solide constructies, grote complexen (nederzettingsterreinen), kleine complexen (individuele sporen binnen het grote complex, zoals en kuilen), lineaire structuren, constructies van organisch materiaal 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 Westervoort-Noord (cursief).

Solide constructies

Bij solide constructies gaat het om solide bouwwerken, zoals vloeren, straten en bakstenen muren. Hoewel de verstoring rondom heipalen door deze constructies qua omvang vaak aanzienlijk is, blijkt het informatieverlies in de praktijk doorgaans gering: de betreffende constructies kunnen ook met één of enkele heipalen erdoorheen prima worden geidentificeerd (afb 4). Daarnaast kunnen alle standaard onderzoeken aan bijvoorbeeld muurwerk, zoals de constructiemethode, baksteengrootte, voegenonderzoek etcetera nog steeds worden onderzocht op korte afstand van de heipaal. Zelfs wanneer verbindingen tussen twee muren verstoord zijn door de paal, kan de verbinding doorgaans nog worden gereconstrueerd, omdat deze alleen opzij is geduwd. Problemen ontstaan wel wanneer meerdere palen op korte afstand van elkaar door dezelfde muur worden geslagen (afb.7).

Vanwege de geplande afstand tussen de palen is er in Westervoort-Noord geen risico op zeer grote schade door meerdere heipalen. Gecombineerd met de relatief lage archeologische informatiewaarde van het Nieuwe Tijds-muurwerk is het informatieverlies van een enkele paal naar verwachting minimaal.



Afbeelding 6: beperkte verstoring van muurwerk door een heipaal in Gouda. Foto: Archeomedia.



Afbeelding 7: grote verstoring van muurwerk door meerdere heipalen in Amsterdam. Foto: BMA Amsterdam

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. 8). Wel kunnen individuele sporen binnen de grotere context worden verstoord, bijvoorbeeld paalgaten van huisplattegronden (afb. 9). 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 Westervoort-Noord betreft de mogelijke vindplaats één of meerdere plattegronden van gebouwen, uit verschillende periodes. Het aantal geplande heipalen zal het overzicht van deze structuren en hun onderlinge relatie naar verwachting niet negatief beinvloeden.



Afbeelding 8: Diverse heipalen door een Romeinse boerderijplattegrond in Velp Elsweijden. Foto: RAAP Archeologisch Adviesbureau BV.



Afbeelding 9: 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.

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 Westervoort-Noord ervoor dat een spoor nooit helemaal zal verdwijnen door de heipaal en dat regulier onderzoek dus mogelijk blijft. 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 Westervoort-Noord is het risico op verstoring door meerdere palen niet aanwezig.

Lineaire structuren

Lineaire structuren zijn archeologische sporen die zich over een grote afstand doorzetten, zoals grachten en greppels, maar bijvoorbeeld ook stadsmuren. In dit specifieke geval gaat het om zaken als sloten, greppels en perceelsscheidingen. In alle gevallen geldt dat de verstoring door heipalen van dergelijke structuren geen enkele invloed heeft op de informatiewaarde. De structuren zijn zo groot en langgerekt, dat rondom het door een heipaal verstoorde gedeelte nog steeds al het nodigde archeologische onderzoek mogelijk is, en alle archeologische vragen beantwoord kunnen worden (afb. 10).



Afbeelding 10: heipaal door een greppel in Eindhoven. Foto: BAAC bv.

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 Westervoort-Noord 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. In de aanwezige veenlagen en in de kleipakketten kunnen wel organische resten voorkomen, maar op basis van gegevens over de grondwaterstand is dit nog onzeker: het grondwater lijkt doorgaans lager te staan dan de aanwezige kleipakketten. Zijn er organische resten aanwezig en worden deze geraakt door heipalen, 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 bijvoorbeeld vlechtwerk wel verstoord worden door de heipaal, maar blijft daaromheen altijd voldoende bewaard voor verder onderzoek.

<u>Artefact-gebonden onderzoek</u>
In het plangebied kunnen resten aanwezig zijn van meerdere vindplaatsen uit de prehistorie. Het onderzoek naar dit type vindplaats richt zich primair op de verspreiding van (vuurstenen) 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 Westervoort-Noord geldt, net als voor andere prehistorische vindplaatsen, 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.

Verwijderen van heipalen

Uit bovenstaande blijkt dat zowel de omvang van de verstoring als de hoeveelheid informatieverlies door heipalen gering is. Er is echter nog een ander aspect dat aandacht verdient: schade en informatieverlies door het verwijderen van heipalen, in de toekomst. Dit punt werd al onder de aandacht gebracht door het bevoegd gezag, en niet zonder reden: het verwijderen van heipalen zou in theorie meer schade- en meer informatieverlies kunnen veroorzaken dan het plaatsen ervan. Zo zijn er voorbeelden bekend waarbij rondom de heipaal een groot gat werd gegraven om de paal te verwijderen, of situaties waarbij de paal heen en weer wordt gewrikt, waardoor een zeer grote verstoring ontstaat.

Dergelijke verstoringen zijn in principe alleen uit te sluiten door in het gemeentelijk beleid een voorwaarde op te nemen dat heipalen bij een toekomstige ontwikkeling niet verwijderd mogen worden. In veel gevallen klinkt dat als lastig te handhaven, maar in het geval van Westervoort-Noord ligt dat anders: vanwege het grote risico op opbarsting van de deklaag en op kwel vanuit de ondergrond, zal het vanuit civieltrechnische redenen sowieso niet toegestaan zijn om heipalen te verwijderen. Daarmee is het risico voor archeologie ook weggenomen.

Conclusie

Samenvattend kan worden gesteld dat de condities voor een archeologieduurzaam bouwplan in Westervoort-Noord vrij gunstig zijn. Met uitzondering van Nieuwe Tijd-sporen in deelgebied G bevindt de eerste archeologische laag zich op een diepte die normaal gesproken niet zal worden verstoord door reguliere, ondiepe bouwwerkzaamheden zoals kabels en leidingen, mede dankzij de sowieso noodzakelijke ophoging. Deze ophoging is basis van de ondergrond en het integrale karakter geen probleem. Daarnaast is de te verwachten archeologie niet specifiek gevoelig voor informatieverlies door heipalen, mits op de juiste manier uitgevoerd. Wel kan lokaal, ter plaatse van bijvoorbeeld een diepriool, sprake zijn van een beperkte verstoring van de archeologische laag. Hierbij is wellicht dus archeologische begeleiding wenselijk.

Op basis van bovenstaande is mijn conclusie dat het in Westervoort-Noord mogelijk moet zijn om een archeologieduurzaam bouwplan te realiseren waaronder eventuele archeologische resten op hoogwaardige wijze in situ bewaard blijven. Als dat plan voldoet aan de randvoorwaarden zoals geschetst in het samenvatttende overzicht, is de verstoring van de potentiële archeologische lagen zeer beperkt. 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 dat de wetenschappelijke resultaten van toekomstig archeologisch onderzoek hierdoor niet negatief beinvloedt zullen worden. Een archeologieduurzame plan dat voldoet aan de randvoorwaarden, in combinatie met archeologische begeleiding van bepaalde verstorende activiteiten die niet voorkomen kunnen worden, vormt daarmee naar mijn professionele mening een goed alternatief voor verder archeologisch onderzoek.

Borging

Een belangrijke kanttekening bij bovenstaande conlusie betreft de borging. Een bouwplan kan op papier volledig voldoen aan de randvoorwaarden, maar kan soms in de aanloop naar uitvoering op cruciale punten gewijzigd worden waardoor het toch niet meer voldoet. Ook kan het buiten tijdens de bouw verkeerd gaan, waarmee alle winst teniet gedaan wordt. Om de archeologieduurzame aspecten te waarborgen, is het dus van groot belang dat zowel in de periode tussen planvorming en realisatie als bij de start van de bouw de archeologieduurzame randvoorwaarden expliciet worden gevolgd en gecontroleerd.

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
- Groenendijk, M.J., 2025: Quickscan mogelijkheden archeologieduurzaam bouwen Westervoort-Noord
- 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.
- Melman, J.G.E., 2023. Westervoort, Westervoort-Noord, gemeente Westervoort. Een archeologisch bureauonderzoek (BO). Transect-rapport 4788.

- 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
- Sonneveld, M., M.J. Groenendijk en A. Luksen, 2025 (in prep): Handreiking bouwen op archeologische vindplaatsen (werktitel)
- Wit, J.P.M., de, 2025: Westervoort, Westervoort-Noord Gemeente Westervoort (GD) Een Inventariserend Veldonderzoek (IVO), verkennende fase. Transect-rapport 5369
-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.

Samenvattend overzicht van archeologieduurzame eisen waaraan het nog op te stellen plan zou moeten voldoen.

Heipalen:
In overleg met een specialist archeologieduurzaam bouwen een maatwerk heipalenplan opstellen dat uitgaat van de volgende eisen:
- Geslagen, grondverdringende heipalen.
- Heipalen in voorspelbare, rechte lijnen met tussenafstand tussen rijen van vijf meter hart op hart. Meer dan 5 meter waar mogelijk, minder dan 5 (maar minimaal 4) meter waar echt nodig bespreekbaar.
- Zo min mogelijk heipalen gebruiken, bijvoorbeeld door gebruik te maken van zwaardere funderingsbalken.
- geen 'poeren' gebruiken: bij poeren van 3 of meer heipalen is effectief niet alleen de locatie van de paal, maar ook alle ruimte tussen de palen in ontoegankelijk voor archeologisch onderzoek. Dat zorgt relatief gezien voor een zeer groot verstoringsoppervlak.
- Maximale verstoring door heipalen van 2 % van het plangebied. Dit kan na het uitwerken van een concreet palenplan nog inhoudelijk worden gecontroleerd en onderbouwd in een afzonderlijke notitie.
- Geen funderingen of andere ondergrondse obstakels verwijderen.

Ophogen (indien van toepassing):
- Zoveel mogelijk integraal ophogen over het gehele terrein
- Gelijkmatig ophogen om ongelijkmatige zettingen van archeologische lagen te voorkomen.
- Ophogen met waterdoorlatend materiaal om verblauwing te voorkomen

Vergravingen en andere verstoringen:
- Vooraf controleren dat de geplande graafwerkzaamheden inderdaad niet tot het archeologisch niveau reiken, daarbij ook rekening houdend met vlijlagen (zandlagen onder een fundering), werkruimte en drainage.
- Graafwerkzaamheden dieper dan het hoogste archeologische niveau waar mogelijk voorkomen. Dit niveau verschilt per deelgebied:

  - Deelgebied A: 8,5 m NAP
  - Deelgebied B: 8,3 m NAP
  - Deelgebied C: 8,1 m NAP
  - Deelgebied D: 9,3 m NAP
  - Deelgebied E: 8,4 m NAP
  - Deelgebied F: 8,8 m NAP
  - Deelgebied G: 9,6 m NAP
  - Deelgebied H: 8,7 m NAP

- Funderingsbalken boven het archeologisch niveau houden.
- Voorafgaand aan- of tijdens de aanleg van het HWA-hoofdriool archeologisch onderzoek laten uitvoeren in deelgebieden A, D-H.
- Geen grondwaterpeil-verlaging, of in elk geval niet op de diepte van de archeologische laag.

Borging:
- Ontwerpen palenplannen in overleg met specialist archeologieduurzaam bouwen
- Controleren bouwtekeningen op archeologieduurzame aspecten
- Bij afwijkingen: in overleg met het bevoegd gezag een passende oplossing zoeken.