ONDERZOEKCENTRUM B ware

BIOGEOCHEMICAL WATER-MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH ON ECOSYSTEMS

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK FORTMOND-DUURSCHE WAARDEN



- Definitief rapport -

Opdrachtgever: Provincie Overijssel • Auteurs: [redacted] • Projectnummer: PR-22.174 • Rapportnummer: RP-22.174.23.8 • Datum: 21-09-2023

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

FORTMOND-DUURSCHE WAARDEN

Definitief rapport

[redacted]

ONDERZOEKCENTRUM B ware

Titel rapport:
Bodemchemisch onderzoek Fortmond-Duursche Waarden, definitief rapport

Auteurs:
[redacted]

Rapportnummer: RP-22.147.23.8

Opdrachtgever:
Provincie Overijssel

Informatie:
Onderzoekcentrum B-WARE BV
Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator III, Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

Contactpersoon:
[redacted]
Tel: [redacted]
[redacted]@b-ware.eu
www.b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, 2023

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding 7

1.1 Aanleiding 7

1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek 8

1.3 Leeswijzer 9

2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond 11

2.1 Belang fosfaatlimitatie 11

2.2 Fosfaatbeschikbaarheid 11

2.3 Verschralingsmaatregelen 12

2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen 14

3. Materiaal en methoden 15

3.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek 15

3.2 Chemische analyse 20

3.3 Verschralingsduur 22

4. Abiotische condities habitattypen 23

4.1 Inleiding 23

4.2 Stroomdalgrasland 23

4.3 Glanshaverhooiland en vossenstaartgrasland 24

4.4 Kruiden- en faunarijk grasland 25

4.5 Vochtige alluviale bossen 27

4.6 Droge hardhoutooibossen 28

4.7 Bosontwikkeling onder voedselrijkere omstandigheden 28

4.8 Lokale referentiemetingen 29

4.9 Streefwaarden 31

5. Resultaten bodemchemisch onderzoek 33

5.1 Inleiding 33

5.2 Bodemopbouw en de kleiigheid 33

5.3 Potenties op basis van bodemtype 34

5.4 Trends in de diepte 36

5.5 Trends in de toplaag 37

5.6 Inundatie 41

6. Kansen voor graslandontwikkeling per deelgebied 45

6.1 Deelgebied Noord 45
6.2 Deelgebied Oost 52
6.3 Deelgebied Zuidwest 56

7. Kansen voor bosontwikkeling per deelgebied 63
7.1 Deelgebied Noord 63
7.2 Deelgebied Oost 68
7.3 Deelgebied Zuidwest 71

8. Synthese, Conclusies en aanbevelingen 75
8.1 Aanleiding en aanpak van het onderzoek 75
8.2 Belangrijkste conclusies 75
8.3 Aanbevelingen 78

9. Literatuur 79

10. Bijlagen 81
10.1 Bijlage 1. Profielbeschrijvingen 81

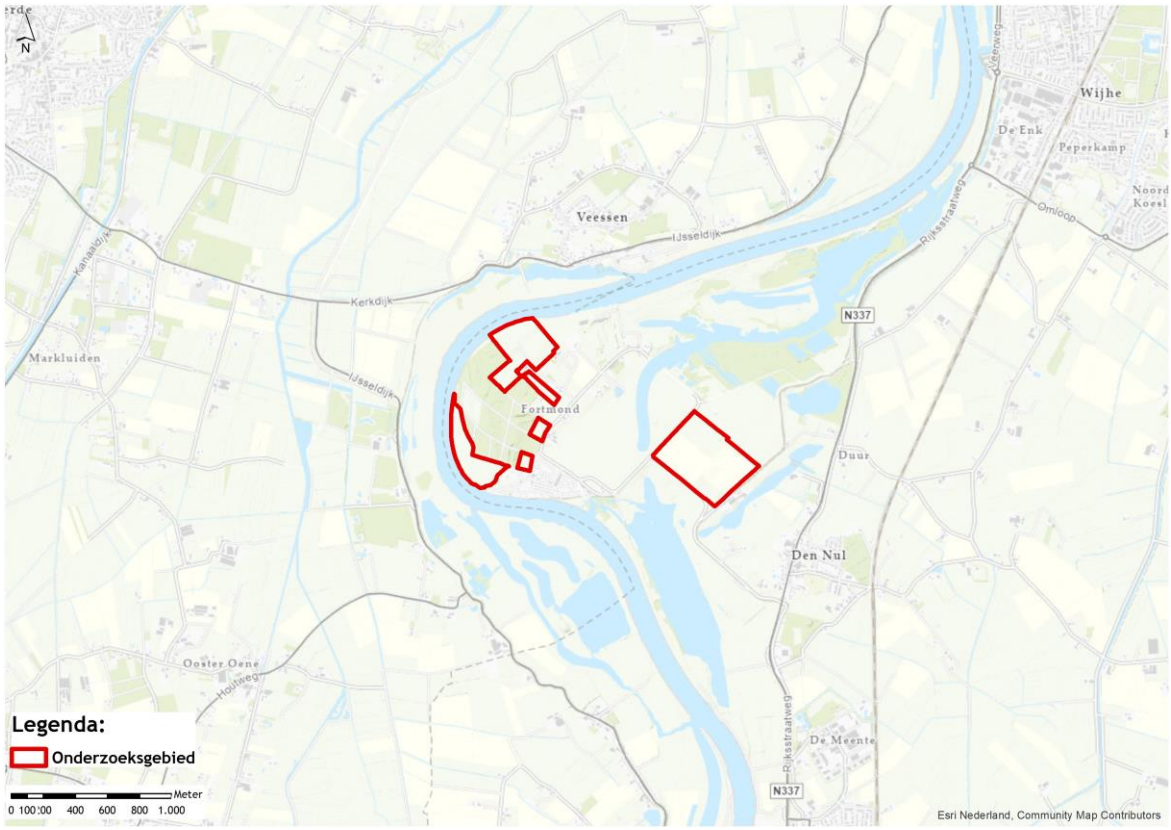
1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE is door Natuur en Milieu Overijssel (NMO) gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar de bodemopbouw en bodemchemie van een aantal voormalige landbouwpercelen in het gebied Fortmond-Duursche Waarden tussen Wijhe, Olst en Heerde (Figuur 1).

Het is de ambitie om voor de periode 2021 t/m 2027 voor het Overijsselse gedeelte van het Natura2000 gebied Rijntakken, de IJsseluiterwaarden, de doelen uit het vastgestelde beheerplan Rijntakken ter realiseren. Met het maatregelenpakket wordt ingezet op het behoud en waar mogelijk uitbreiding van de te beschermen habitattypen en vogelrichtlijnsoorten. Provincie Overijssel heeft NMO als bestuurlijk trekker aangesteld voor het realiseren van de Natura2000-ontwikkelopgave in de IJsseluiterwaarden.

Het huidige onderzoek heeft betrekking op het deelproject Fortmond-Duursche Waarden binnen het Natura 2000 gebied Rijntakken. Voor het gebied geldt een perspectief waarbij een aanvullende uitbreiding van het bosareaal met ooibos en natuurlijke graslanden is voorzien alsook de realisatie van KRW-maatregelen.



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied. Een deel is in 2018 reeds onderzocht door Onderzoekcentrum B-WARE.

Voor het in kaart brengen van de natuurontwikkelingsmogelijkheden is bodemchemisch onderzoek vereist naar de concentraties nutriënten (fosfaat, nitraat, ammonium) en andere relevante parameters als ijzer, aluminium (indicatief voor de mate van kleiigheid) en de buffering van de bodem (calcium, pH). Daarnaast spelen het bodemtype en de grondwaterstanden een belangrijke rol. Een eventuele overstromingsfrequentie is ook van invloed maar maakt geen onderdeel uit van

het onderzoek. De focus ligt op de bodemopbouw, bodemchemie, inrichtingsmaatregelen en natuurpotenties.

Het onderzoek naar de bodemchemie en bodemopbouw wordt uitgevoerd en gerapporteerd door Onderzoekcentrum B-WARE, waarbij de monstername door ATKB wordt uitgevoerd. De resultaten van het onderzoeken worden door RHDHV gebruikt bij het opstellen van een inrichtingsplan. De bodemchemie is één van de belangrijke puzzelstukken hierbij. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van de opdracht van Onderzoekcentrum B-WARE. Door middel van het bodemchemisch onderzoek wordt duidelijke welke ontwikkelingen op de betreffende percelen mogelijk zijn.

1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek

De fosfaatrijkdom, mate van buffering en overige concentraties van de bodem zijn bepaald aan de hand van een bodemchemisch onderzoek. Doordat niet voor alle locaties toestemming was verkregen werd op 31 locaties in het gebied een boring geplaatst tot 150 cm-mv geplaatst en bodemmonsters verzameld. Daarnaast zijn bodemmonsters van 6 lokale referenties, verzameld door de opdrachtgever, door B-WARE geanalyseerd. Op basis van de bodemchemische onderzoeksresultaten is aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschralingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Daarnaast zullen ook maatregelen die de vestiging van soorten kunnen stimuleren, zoals plagsel of maaisel, worden benoemd.

Op basis van zowel de bodemchemische informatie als het bodemtype (met name de zandigheid en aluminium-totaal concentratie, beiden indicatief voor de kleiigheid) wordt met name gekeken naar geschikte locaties voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland of glanshaverhooiland. Naast de ontwikkelingsmogelijkheden van fosfaatgelimiteerde graslanden wordt ook gekeken naar de mogelijkheden voor de ontwikkeling van hardhout- en zachthoutooibos.

Tevens kijken we naar de kansen voor de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland op de huidige toplaag waarbij de meest soortenrijke graslanden vooral voorkomen op de meer zandige (klei)bodems. Onder vochtige tot natte condities zijn daar vooral P-armere tot matig P-rijke condities vereist. Onder droge condities bieden P-arme condities ook kansen, al kunnen onder invloed van droogtestress en/of N-limitatie ook kruidenrijkere graslanden tot ontwikkeling komen onder P-rijkere condities. Experimentele maatregelen als chopperen in combinatie met het inzaaien van een passend gras-kruidenmengsel kan op dergelijke plekken de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland of zelfs een glanshaverhooiland mogelijk maken. Daarnaast kan de soortenrijkdom al toenemen wanneer de labiele nutriëntenconcentraties afnemen. Op basis van bodemchemische condities een harde inschatting maken van de kansrijkdom voor de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland is echter, met name onder droge condities, lastig omdat meerdere factoren (droogtestress, N-limitatie, P-limitatie, beheer/ doorbreken dichte zode, bodemtype) een rol kunnen spelen in een succesvolle ontwikkeling.

Concreet worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

1. Wat is de bodemopbouw (inclusief GLG/GHG) op de boorlocaties?
2. Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en wat is de vereiste verschralingsduur (indicatief) voor de ontwikkeling van de beoogde natuurlijke graslanden (bijvoorbeeld stroomdalgrasland, glanshaverhooiland) en ooibossen? Let op: onder droge condities zijn ook soortenrijkere omstandigheden (met name kruidenrijk grasland) mogelijk onder invloed van droogtestress en/of N-limitatie. In dat geval is de verschralingsduur op basis van de P-concentraties niet relevant.
3. Welke natuurontwikkelingsmogelijkheden zijn in het gebied aanwezig op basis van het bodemchemisch onderzoek?

4. Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen bij het realiseren van een kwaliteitsverbetering van de natuur?

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschralingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast zijn ook de grondwaterkwaliteit en (variatie in) grondwaterstanden van invloed op de vochtige tot natte natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Ook de overstromingsfrequenties speelt hierbij een rol. **Deze (geo)hydrologische aspecten maken echter geen (of in onvoldoende mate) onderdeel uit van dit onderzoek. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie.** Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgronding kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

1.3 Leeswijzer

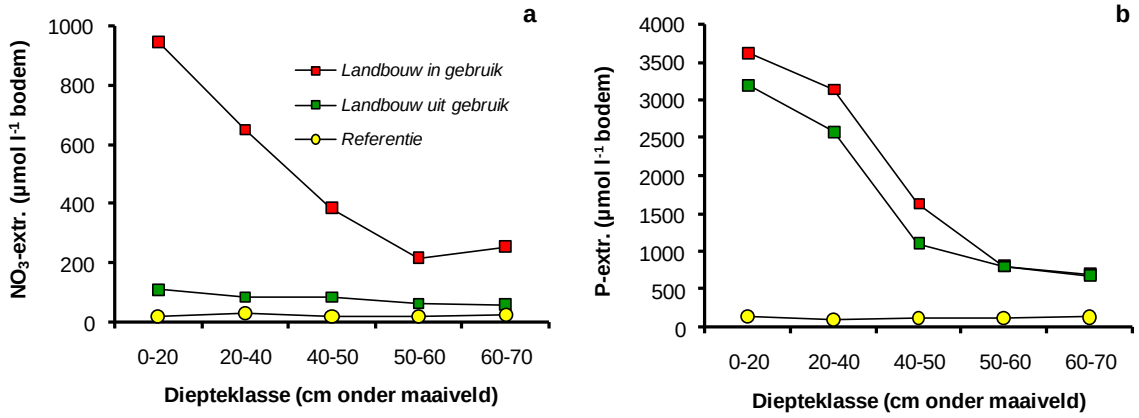
In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de problemen bij en kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden en in hoofdstuk 3 worden de toepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 4 worden de abiotische randvoorwaarden voor de verschillende vegetatietypen en de lokale referentiemetingen besproken. In hoofdstuk 5 wordt de algemene bodemchemie besproken. Daarna worden de bodemchemische data en de kansen per deelgebied voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde grasland (hoofdstuk 6) en bossen (hoofdstuk 7) en welke (inrichtings)maatregelen daarvoor nodig zijn besproken. In hoofdstuk 8 staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. In hoofdstuk 9 staat een overzicht van de gebruikte literatuur, gevolgd door de bijlagen in hoofdstuk 10.

2. NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGROND

2.1 Belang fosfaatlimitatie

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 3; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 3; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren (zie paragraaf 2.3).

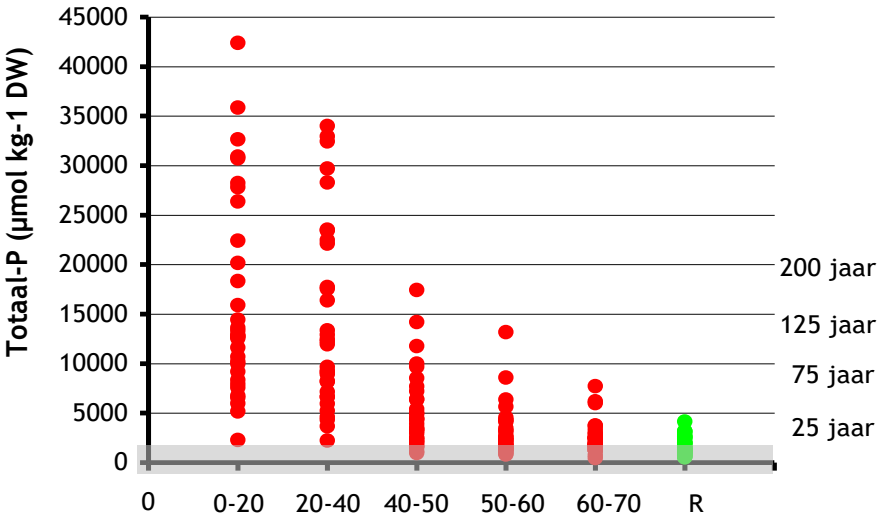


Figuur 2. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

2.2 Fosfaatbeschikbaarheid

Fosfor kan ook in zekere mate uitspoelen uit de bodem (de mate is mede afhankelijk van het bodemtype) maar in tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid door uitspoeling doorgaans niet sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 3; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen. In systemen waarbij inundatie plaatsvindt is dit risico het grootst bij zomerinundatie.



Figuur 3. Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

2.3 Verschralingsmaatregelen

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. Op basis van diverse redenen, zoals duur verschralingsmethode, financiële redenen, behoud oorspronkelijke bodem, etc., kan voor een bepaalde methode worden gekozen. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

Extensieve begrazing

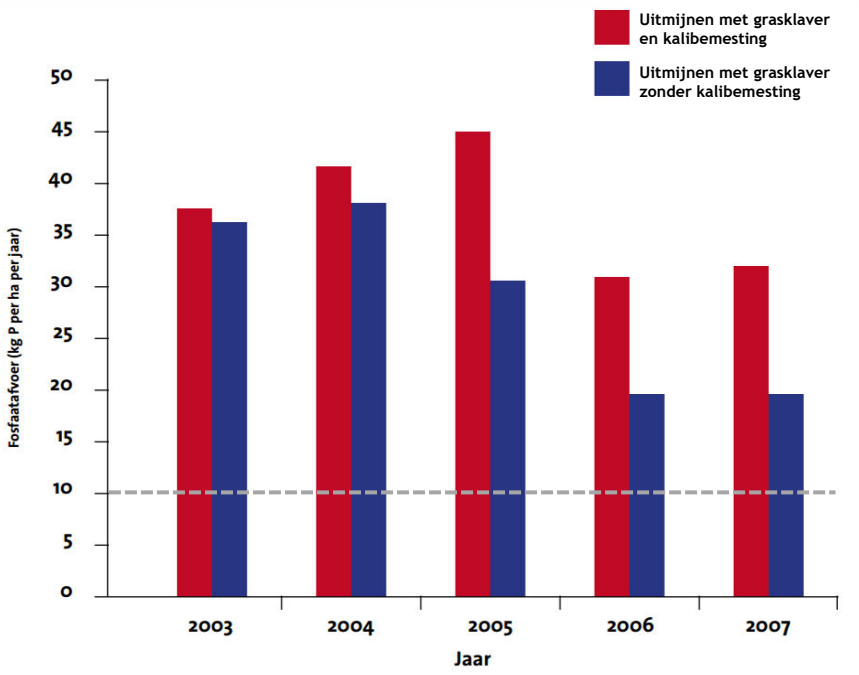
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 4, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschraling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschralingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



Figuur 4. Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide (P_2O_5) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen, dit is vaak het geval in zandige, bemeste bodems. Door middel van ontgronding kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter vaak al sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is vaak ook geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 2.4), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgronding van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschralingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Vooral de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013). Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn is, zonder introductie van doelsoorten, de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen (Klimkowska e.a., 2007).

Uiteraard is het voor het realiseren van een gewenst natuurdoeltype niet alleen van belang dat de bodemchemie geschikt is maar tevens dat de hydrologie van het systeem op orde is. Met name in grondwaterafhankelijke systemen (bijv. nat schraalland en dotterbloemhooiland) zullen veelal aanvullende hydrologische maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen moeten vaak in de omgeving genomen worden omdat grondwaterafhankelijke systemen vaak gevoed worden door grondwater dat inzijgt op aanzienlijke afstand. Een bijkomend voordeel van ontgronden, met als hoofddoel verlaging van de fosfaatconcentratie(s), is dat door verlaging van het maaiveld de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld stijgen, waardoor waarschijnlijk minder ingrijpende hydrologische maatregelen in de omgeving noodzakelijk zijn.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek

In de periode van 11-14 december 2022 werden op 31 locaties boringen tot 150 cm-mv gezet. De locaties werden geselecteerd op basis van de perceelverdeling, hoogteverschillen in het landschap, toegankelijkheid en variatie in het bodemtype. De locaties zijn onderverdeeld in 3 deelgebieden, voor de exacte ligging van de te ontwikkelen locaties zie Figuur 5, Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS. Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester Jan Vermeer van ATKB (zie Bijlage 1 voor de profielbeschrijvingen).

Tabel 1. Overzicht van de monsterdatum, deelgebied, coördinaten, hoogte maaiveld ten opzichte van NAP (in m), type maaiveld, actuele grondwaterstand (GWS; 11-14 december 2022), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) per te ontwikkelen locatie (>150 = niet waargenomen tot op 150 cm-mv). Voor de ligging van de te ontwikkelen locaties zie Figuur 5, Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8.

LOCATIE	DATUM	DEELGEBIED	X	Y	MVH	MVTYPE	GWS	GLG	GHG
1	11-12-2022	Zuidwest	202264	486355	3,85	gras	>150	>150	>150
2	12-12-2022	Zuidwest	202093	486647	2,97	gras	>150	>150	110
3	12-12-2022	Zuidwest	202118	486748	3,69	gras	>150	>150	>150
4	12-12-2022	Zuidwest	202170	486568	4,30	gras	>150	>150	>150
5	12-12-2022	Zuidwest	202149	486478	3,40	gras	>150	>150	>150
6	12-12-2022	Zuidwest	202246	486443	3,31	gras	>150	>150	>150
7	12-12-2022	Zuidwest	202349	486443	4,55	gras	>150	>150	>150
8	13-12-2022	Noord	202452	487197	5,34	gras	>150	>150	>150
9	13-12-2022	Noord	202494	487267	4,99	gras	>150	>150	>150
10	12-12-2022	Noord	202586	487192	5,09	gras	>150	>150	>150
11	13-12-2022	Noord	202437	487314	3,15	gras	>150	>150	110
12	12-12-2022	Noord	202578	487132	5,53	gras	>150	>150	>150
13	12-12-2022	Noord	202584	487267	4,18	gras	>150	>150	>150
14	12-12-2022	Noord	202551	487311	4,62	gras	>150	>150	110
15	12-12-2022	Noord	202655	487134	4,37	gras	>150	>150	>150
16	12-12-2022	Noord	202639	487210	5,08	gras	>150	>150	>150
17	12-12-2022	Noord	202510	487103	4,97	gras	>150	>150	>150
18	12-12-2022	Noord	202467	487131	3,92	gras	>150	>150	>150
19	13-12-2022	Noord	202412	487045	4,19	gras	>150	>150	>150
20	13-12-2022	Noord	202421	486975	5,63	gras	>150	>150	>150
21	13-12-2022	Noord	202592	486974	4,58	gras	>150	>150	>150
22	13-12-2022	Noord	202660	486923	4,37	gras	>150	>150	>150
23	13-12-2022	Noord	202681	486889	5,51	gras	>150	>150	>150
24	14-12-2022	Zuidwest	202582	486668	4,91	gras	>150	>150	>150
25	14-12-2022	Zuidwest	202639	486696	4,49	gras	>150	>150	>150
26	12-12-2022	Zuidwest	202501	486457	5,46	gras	>150	>150	>150
27	12-12-2022	Zuidwest	202555	486486	4,48	gras	>150	>150	>150
39	13-12-2022	Oost	203869	486530	3,86	gras	>150	>150	>150
43	14-12-2022	Oost	203623	486743	4,47	gras	>150	>150	100
44	14-12-2022	Oost	203754	486633	4,49	gras	>150	>150	120
45	13-12-2022	Noord	202384	487238	5,32	gras	>150	>150	>150

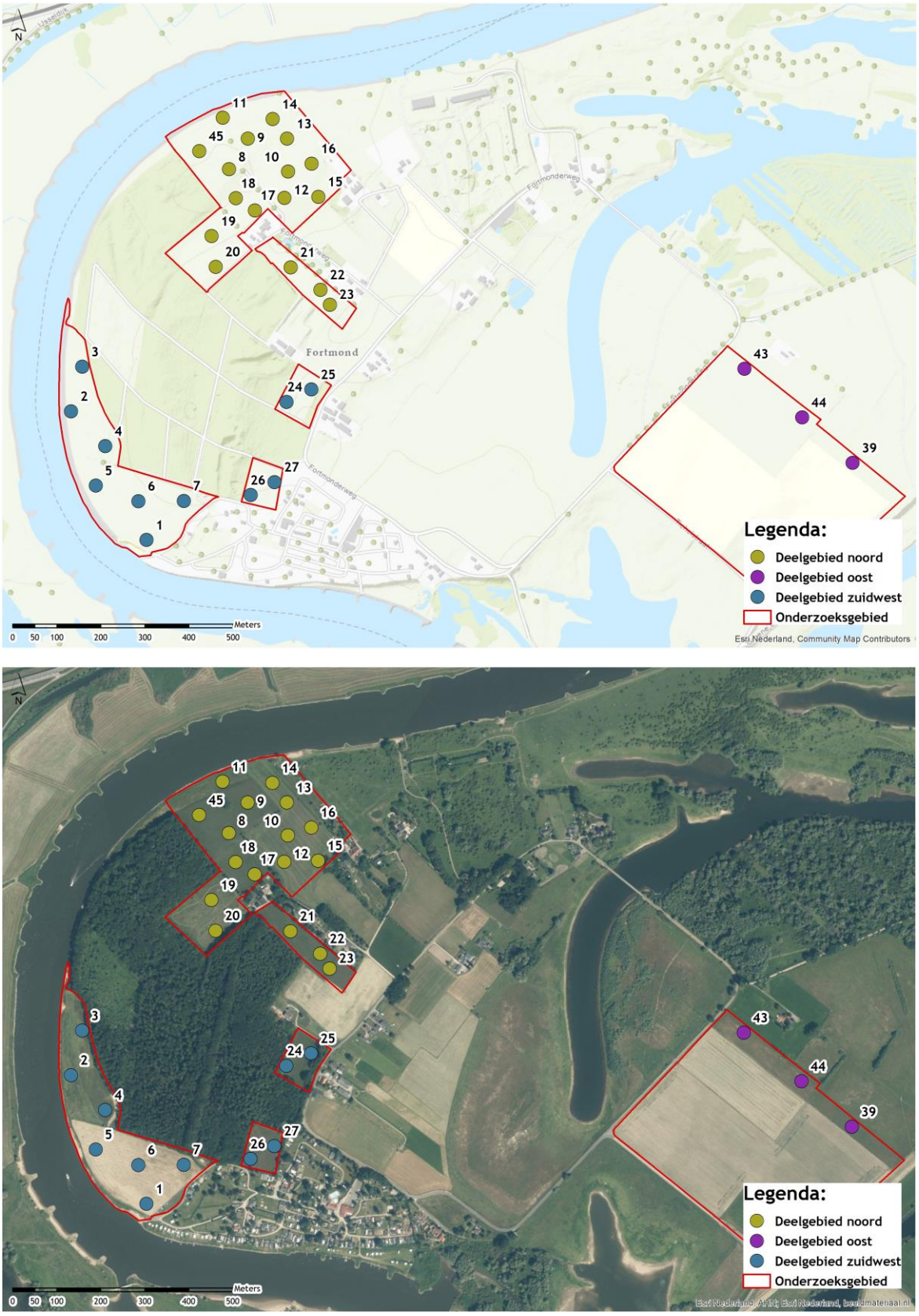
Op de bodemlocaties werden op 4 dieptes bodemmonsters verzameld. De globale strategie was:

- Toplaag (1-15 cm-mv)
- 15-30 cm-mv;
- 30-40 cm-mv;
- 40-50 cm-mv.

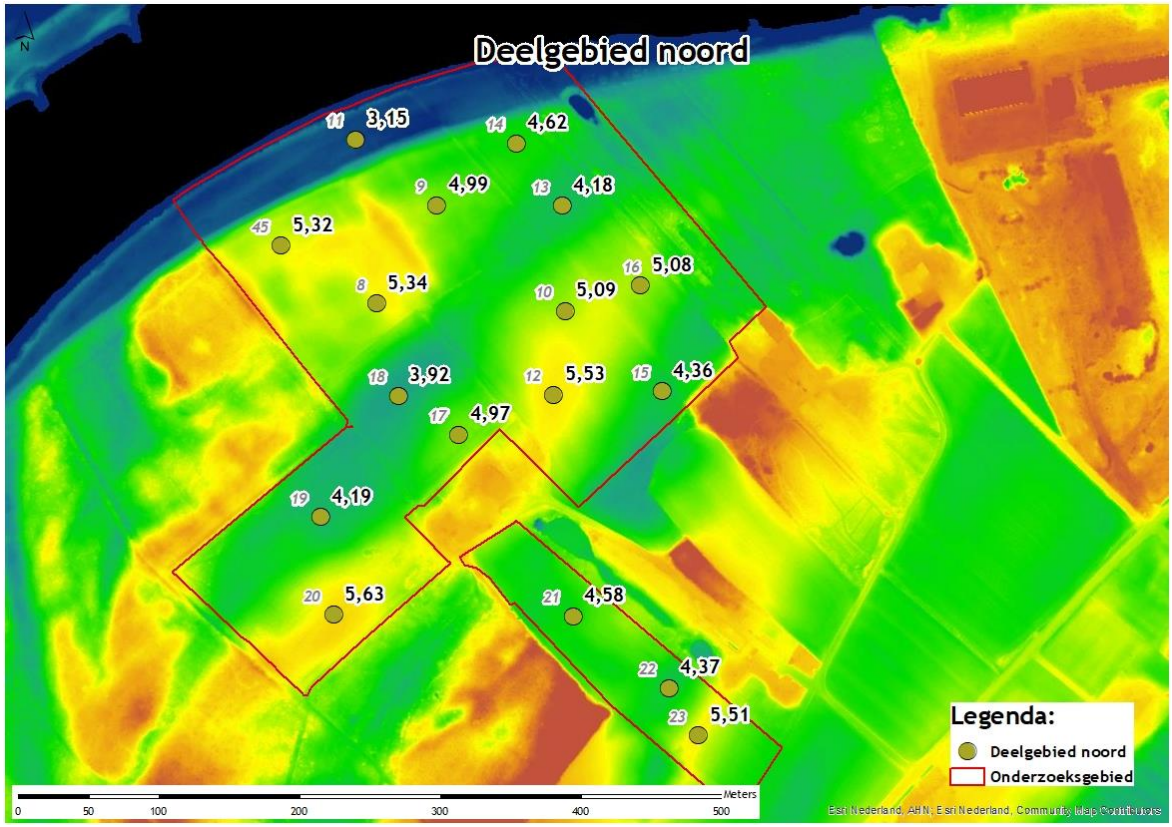
De opdrachtgever heeft op 6 referentielocaties bodemmonsters verzameld van de toplaag (0-20 cm-mv). Het betreft de volgende goed ontwikkelde habitattypen:

- Habitat H91E0B, Vochtige alluviale bossen (essen-iepenbossen);
- Habitat H91F0, droog hardhoutooibos;
- Habitat H91E0C, Vochtig alluviaal bos;
- Habitat H6120, Stroomdalgrasland;
- Habitat H6510A Glanshaverhooiland;
- Habitat H91E0A, Zachthoutooibos.

De bodemmonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal zijn 102 bodemmonsters en 6 referentiemonsters geanalyseerd. In paragraaf 3.2 worden de analysemethoden nader toegelicht.



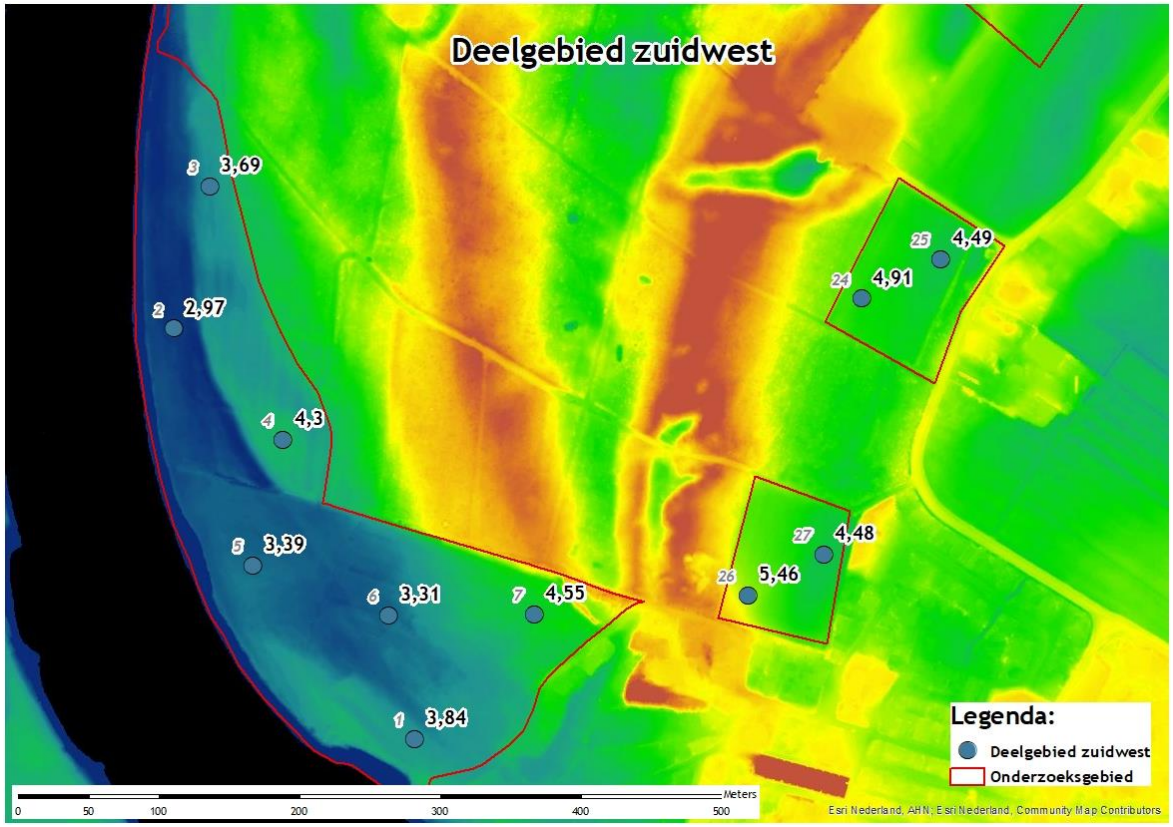
Figuur 5. Topografische en luchtfoto met de ligging van de monsterlocaties en deelgebieden in het onderzoeksgebied.



Figuur 6. Hoogtekaart (AHN3) met de ligging van de monsterlocaties en de hoogte van het maaiveld ter hoogte van deze locaties in deelgebied Noord.



Figuur 7. Hoogtekaart (AHN3) met de ligging van de monsterlocaties en de hoogte van het maaiveld ter hoogte van deze locaties in deelgebied Oost.



Figuur 8. Hoogtekaart (AHN3) met de ligging van de monsterlocaties en de hoogte van het maaiveld ter hoogte van deze locaties in deelgebied Zuidwest.

De bemonstering is puntsgewijs uitgevoerd. Dit betekent dat op 31 locaties de bodem is bemonsterd in het gebied van 39,4 ha. De verspreiding en dichtheid van de monsterpunten is gebaseerd op het principe om minimaal 1 monster per hectare te nemen. In het geval van grote variatie in de bodem en/of historische perceelverdeling worden meer monsterpunten genomen. Over het algemeen is gebleken dat deze monsterdichtheid een relatief goed beeld geeft van de potenties en variatie in een gebied. Er zal echter altijd afwijkingen/ variatie in het gebied zijn die gemist worden.

In deelgebied Oost zijn maar drie locaties bemonsterd. Oorspronkelijk waren meer locaties gepland echter door gebrek aan toestemming voor betreden van de percelen konden deze niet bemonsterd worden. Hierdoor is de bemonsteringsdichtheid van 1 locatie/hectare niet gehaald, vooral niet in deelgebied 3 (3 locaties op 19,3 ha). Daarnaast liggen de 3 bemonsterde locaties aan de oostkant van dit deelgebied en op 1 perceel. De andere percelen zijn helemaal niet bemonsterd. Dit brengt grote onzekerheid met zich mee, de niet bemonsterde percelen zijn mogelijk in het verleden anders beheerd en bewerkt. In de huidige situatie worden ze in ieder geval door een andere boer/beheerder gebruikt en bewerkt waardoor dit een sterk afwijkend effect op de bodem kan hebben. Daarom is de kans op afwijkingen in deelgebied Oost groot.

3.2 Chemische analyse

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid;
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium/

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie

Plantenbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie (Olsen e.a.,1954) bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l^{-1} natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

Bodemdestructie

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

Zoutextractie (NaCl-extractie)

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l^{-1} NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

Elementenanalyse (ICP en Auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) en fosfaat (PO_4^{3-}) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur.

3.3 Verschralingsduur

Uit het bodemchemisch onderzoek blijkt dat de bodem, voornamelijk de bouwvoor, in het onderzoeksgebied als gevolg van het landbouwkundig gebruik (lokaal beperkt) verrijkt is met fosfaat. Om soortenrijke natuurtypen tot ontwikkeling te kunnen laten komen, is een verschralingsbeheer noodzakelijk om de fosfaatbeschikbaarheid te reduceren. Verschraling kan plaatsvinden door maaien en afvoeren, uitmijnen of het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag. Om te kunnen bepalen of verschraling via maaien en afvoeren of uitmijnen bij graslanden/hooilanden binnen een redelijke termijn te realiseren is, kan op basis van de Olsen-P en totaal-P concentratie een indicatieve verschralingsduur berekend worden.

De verschralingsduur voor maaien en afvoeren is berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 µmol Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ((0,5/10) x 100). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ((0,5/5) x 100). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschralingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschralingsduur 10-20% lager uit. Echter in de praktijk blijkt dat de gehanteerde formule overall, zonder te corrigeren, toch een goed beeld geeft van de indicatieve verschralingsduur. Dit komt omdat vaak de effectiviteit van de verschraling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verwachte overschatting van de verschralingsduur (zoals hierboven genoemd) vaak teniet wordt gedaan. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 3 mmol/l. Voor uitmijnen (vooral geschikt op droge locaties) kan de verschralingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Deze afvoer kan gehaald worden met uitmijnen met grasklaver in combinatie met kalibemesting of een productieve graszode in combinatie met stikstof- en kalimesting, maar de daadwerkelijke onttrekking is afhankelijk van de omstandigheden (o.a. effectiviteit en hydrologie).

Vanaf Tabel 5 wordt de berekende verschralingsduur via maaien en afvoeren voor iedere locatie en diepte gegeven. De verschralingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschralingsduur van de toplaag of van de nieuwe toplaag (na ontgronding) moet de verschralingsduur van alle bodemlagen worden opgeteld tot een diepte van 20-25 cm onder deze (nieuwe) toplaag opgeteld worden. Op deze manier wordt rekening gehouden met het feit dat planten vaak tot 20-25 cm diep wortelen en dus beschikking hebben tot de nutriënten in een bodempakket van 20-25 cm.

4. ABIOTISCHE CONDITIES HABITATTYPEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de abiotiek van de beoogde natuurtypen besproken. Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. Daarnaast zijn het bodemtype, de mate van buffering, ijzerconcentraties, grondwaterstanden en labiele nutriëntenconcentraties voor diverse vegetatietypen ook belangrijk. De waterkwaliteit en eventuele overstromingsfrequenties speelt ook een rol maar maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek.

Mogelijk te ontwikkelen vegetatietypen in het onderzoeksgebied zijn:

- Stroomdalgrasland;
- Glanshaverhooiland en vossenstaartgrasland;
- Vochtige alluviale bossen;
- Droge hardhoutooibossen
- Droog kruiden- en faunarijk grasland.

De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem weer waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties (gehalten) in deze rapportage hoofdzakelijk uitgedrukt per liter verse bodem.

4.2 Stroomdalgrasland

In het rivierengebied in Nederland komen onder andere stroomdalgraslanden (N11.01) voor. Dit vegetatietype komt voornamelijk voor langs zowel grote als kleine rivieren. Stroomdalgrasland wordt voornamelijk aangetroffen op zandige tot zavelige locaties (meestal <300 mmol/l aluminium-totaal) met een droge, relatief voedselarme (300-500(-800) µmol/l Olsen-P) bodem. Het is gekarakteriseerd als Verbond van droge stroomdalgraslanden (Sedo-Cerastion) met kenmerkende plantensoorten als Echte kruisdistel (*Eryngium campestre*), Cipreswolfsmelk (*Euphorbia cyparissias*), Veldsalie (*Salvia pratensis*) en Voorjaarsganzerik (*Potentilla tabernaemontani*). Dit vegetatietype komt met name voor op neutraal tot zwak zure, matig tot zeer sterk calciumhoudende bodems. De mate van buffering in stroomdalgraslanden is ook vaak afhankelijk van het afgezette materiaal vanuit de nabijgelegen rivieren. Zo zullen langs bijvoorbeeld de Niers en Overijsselse Vecht veelal kalkarme stroomdalgraslanden voorkomen terwijl stroomdalgraslanden langs bijvoorbeeld de Rijn en de zijtakken vaak vrij kalkrijk zijn. Op matig calciumhoudende bodems zal een wat opener stroomdalgrasland vegetatie ontstaan terwijl op kalkhoudende bodems een geslotener grasland ontstaat.

De buffering wordt deels instant gehouden door overstromingen die basenrijk water, vers zand en/of zavel aanvoeren. Deze overstromingen dienen wel gemiddeld minder dan 1x per jaar voor te komen en niet langer dan 10 dagen, anders kan een stroomdalgrasland zich niet standhouden. Door deze eigenschappen komt stroomdalgrasland voornamelijk voor op stroomruggen, oeverwallen en rivierduinen. Uit onderzoek blijkt dat met name een te hoge beschikbaarheid van P zal leiden tot vergrassing en vervilting van de grasmat, die arm is aan soorten. Snelgroeiende algemene soorten hebben dan meestal de overhand.

Zomerdroogten kunnen een grote invloed hebben op de vegetatiesamenstelling. Met name op hoge stroomruggen die vooral bestaan uit grof rivierzand kan de grasmat in droge zomers vrijwel volledig verbranden, waardoor kenmerkende soorten kunnen regenereren op de opengevallen plekken. Dat zijn diep wortelende soorten (kruisdistel, zandzegge, sikkelklaver), droogteresistente soorten (mossen en korstmossen, vetkruiden) en kortlevende soorten (eenjarige grassen, klavers). Dit droogte-effect kan deels compenseren voor (te) hoge concentraties voedingsstoffen.



Figuur 9. IJssel oeverrand/helling met stroomdalgrasland. Foto's: Mark van Mullekom.

4.3 Glanshaverhooiland en vossenstaartgrasland

In het onderzoeksgebied wil men onder andere inzetten op de ontwikkeling van glanshaverhooiland. Soortenrijke glanshaverhooilanden (N12.03) komen voor op tamelijk voedselarme tot matig voedselrijke, (zwak zuur) neutraal tot basische, goed ontwaterde bodems. Incidentele inundaties (10-20 dagen/jaar) zijn vaak kenmerkend voor glanshaverhooilanden in de uiterwaarden. Inundaties kunnen bijdragen aan de aanrijking met basen, echter langdurige inundaties (in het vegetatieseizoen) dienen te worden voorkomen. Veel kenmerkende soorten zijn namelijk gevoelig voor natte omstandigheden in het groeiseizoen, zowel overstroming als waterverzadiging in de bodem. De meest soortenrijke glanshaverhooilanden komen voor op zandige/zavelige locaties met een aluminium-totaal concentratie van circa 300-600/800 mmol/l. Locaties met een vette kleibodem (tot-Al >800 mmol/l) zijn veelal soortenarmer. Er zijn ook mooie glanshaverhooilanden waargenomen bij hogere totaal-Al concentraties, dit zijn waarschijnlijk locaties waar de afwatering goed is en (regen)water relatief kort op maaiveld blijft staan. Naarmate het kleigehalte van de bodem hoger wordt kan vocht in natte perioden minder snel wegzakken en wordt de bodem makkelijk zuurstofloos. Hetzelfde gebeurt als gronden lager in de uiterwaard liggen en dus langer overstromen of waar water minder goed kan worden afgevoerd. Soorten van glanshaverhooilanden worden dan vervangen door vochtminnende soorten als Grote vossenstaart, Rietzwenkgras, Pinksterbloem, Echte koekoeksbloem, Smeerwortel en Veldlathyrus. De vegetatie zal dan overgaan van een glanshaverhooiland naar een vossenstaartgrasland. De rijkdom aan kenmerkende rivierbegeleiders is in deze vossenstaartgraslanden doorgaans minder dan in glanshaverhooilanden. Glanshaverhooiland en vossenstaartgrasland kunnen over het algemeen tot ontwikkeling komen bij Olsen-P concentraties 500 tot 800/900 µmol/l (op basis van de referentie database van onderzoekscentrum B-WARE) Graslanden met een hogere Olsen-P concentratie zijn veelal soortenarmer.

Naast de abiotische condities voor deze graslanden is het type beheer ook belangrijk om de graslandtypen in stand te houden. Een hooilandbeheer (1 á 2 keer maaien en afvoeren per jaar) is

nodig om de vegetatie in stand te houden. Eventuele nabeweiding is een optie echter indien volledig op beweiding wordt ingezet zal er zich eerder een kamgrasweide ontwikkelen.

Zie 'kruiden- en faunarijk' grasland voor alternatieve/experimentele ontwikkelingsmogelijkheden.



Figuur 10. Glanshaverhooiland in de Amerongse Bovenpolder. Foto: Roland Bobbink.

4.4 Kruiden- en faunarijk grasland

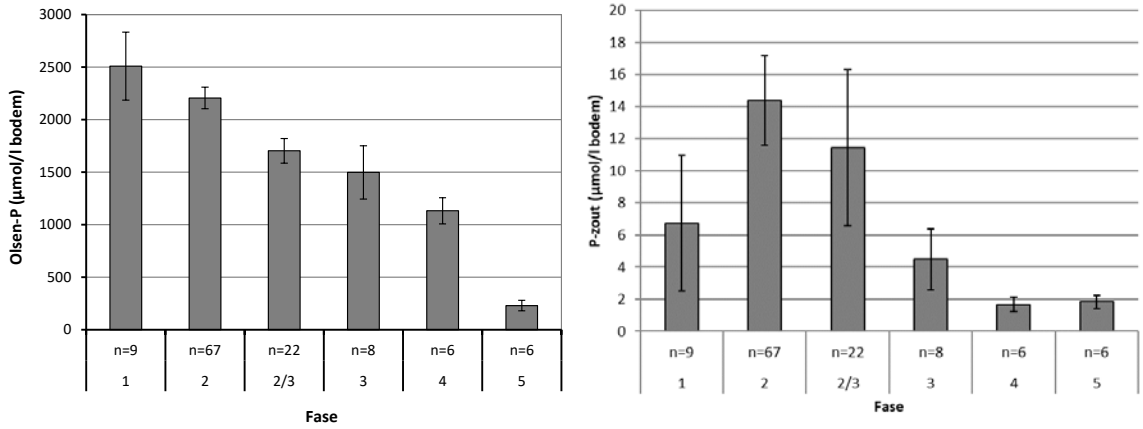
Uit onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<900-1200 µmol/l; Figuur 14). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Op bijvoorbeeld droge, voedselrijkere zandgronden (zoals ook op de hoge, droge kop) kunnen ook kruidenrijkere graslanden tot ontwikkeling komen als gevolg van droogtestress en/of lage concentraties organische stof (eventueel in combinatie met tijdelijk akkerbeheer) (Dorland e.a., 2020; Eichhorn e.a., 2020).



Figuur 11. Foto's van een goed ontwikkeld droog (links; Winterswijk) en vochtig (rechts; Doetinchem) kruiden- en faunarijk grasland. Foto's: Mark van Mullekom.

Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. Met name onder droge en ijzer- en calciumrijke condities lijkt de ontwikkeling van een (wat) kruidenrijker grasland kansrijk. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is (P-z < 1-2 µmol/l) en/of de nitraatconcentratie laag is (<100-200 µmol/l). Dit biedt perspectief bij hogere Olsen-P concentraties. Wanneer de nitraatconcentraties (nog) te hoog zijn, zullen deze afnemen door te stoppen met bemesting en een beheer van maaien en afvoeren. Hoe snel dit gaat is lastig te kwantificeren.

Om op voedselrijkere gronden de dominantie van witbol te doorbreken, wordt geadviseerd witbol vroeg af te maaien (bijvoorbeeld in mei) tot de bedekking voldoende laag is (bijvoorbeeld <25%). Deze grassen bloeien namelijk voordat de zomerkruiden gaan bloeien. Op deze manier wordt gestreepte witbol actief teruggedrongen ten gunste van later bloeiende kruidachtigen. Goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden worden vaak laat in de zomer (augustus/september) gemaaid.



Figuur 12. Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in µmol/l bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidenmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2017).

Bureau Natuurbalans (contactpersoon: Peter Verbeek) heeft de laatste jaren goede resultaten ondervonden met de ontwikkeling van glanshaverhooiland en kruiden- en faunarijkgrasland door middel van chopperen en gericht inzaaien op P-rijkere gronden. Door te chopperen wordt de dichte, soortenarme graszode verwijderd en ruimte gecreëerd voor de kieming van de doelsoorten. Na het chopperen wordt gericht zaadmengsel (bestaande uit zowel inheemse grassen als kruiden van Biodivers) van glanshaverhooiland of kruiden- en faunarijkgrasland opgebracht. Deze methode bevindt zich echter nog wel in de experimentele fase, het is nog niet duidelijk of de ontwikkelde vegetaties zich op de lange termijn standhouden en waarom het op sommige gronden wel en niet werkt (mogelijk speelt stikstoflimitatie een rol). Er loopt een onderzoek (B-WARE en Natuurbalans) in de uiterwaarden bij Vianen waarbij soortenrijke graslanden worden ontwikkeld op voormalige maisakkers.

Voor de ontwikkeling van kruiden- en faunarijke graslanden onder droge condities zijn er dan ook verschillende mogelijkheden. Aan de voorkant sturen op het bodemchemische aspect is lastig omdat meerdere factoren (droogtestress, N-limitatie, P-limitatie, beheer/ doorbreken dichte zode, bodemtype) een rol kunnen spelen in een succesvolle ontwikkeling. Een combinatie van deze opties is natuurlijk ook mogelijk waarbij monitoring van de vegetatieontwikkeling en bodemchemie sterk wordt aanbevolen:

- Stoppen met bemesting en een verschralingsbeheer van maaien en afvoeren hanteren om de nitraatconcentraties (NO_3^--z concentraties) en tevens de P-z concentraties verder te verlagen waardoor op termijn (lastig te kwantificeren) het aandeel aan kruiden kan gaan toenemen;
- Stoppen met bemesting en tijdelijk een gericht uitmijnbeheer van enkele jaren (ca. 2-4 jaar) hanteren om de nitraatconcentraties (NO_3^--z concentraties) en tevens de P-z concentraties relatief snel, fors te verlagen waardoor het aandeel aan kruiden kan gaan toenemen. Dit wordt vooral geadviseerd op percelen die nu nog vrij productief en soortenarm zijn;
- Alternatieve maatregel uitvoeren zoals tijdelijk akkeren;
- Experimentele maatregel uitvoeren zoals het chopperen van de zode in combinatie van het inzaaien van een passend gras-kruidenmengsel.

4.5 Vochtige alluviale bossen

Onder het habitattype vochtige alluviale bossen (H91E0) worden drie type bossen onderscheiden, waarvan alleen de eerste twee langs rivieren voorkomen:

- Zachthoutooibossen (H91E0_A);
- Essen-Iepenbossen (H91E0_B);
- Beekbegeleidende bossen (H91E0_C).

Zachthoutooibossen

Langs de rivieren kunnen diverse typen zo genoemde ooibossen ontstaan. De mate en frequentie van inundatie/overstroming heeft invloed op welk type ooibos zal ontstaan. Op locaties waar overstroming regelmatig voorkomt zal hoogstwaarschijnlijk zachthoutooibos ontstaan. Deze bossen bestaat voornamelijk uit diverse soorten wilgen. Een traditioneel zachthoutooibos kan zelfs langdurige overstromingsperiodes (meerdere maanden) doorstaan (Peters et al., 2021). De bodem kan, afhankelijk van het type afzetting, matig voedselarm tot behoorlijk voedselrijk zijn.

Het karakter en beeld van een zachthoutooibos verandert in de tijd. Tijdens de ontwikkeling zullen voornamelijk wilgen opkomen. De opkomst van wilgen en andere bomen is sterk afhankelijk van de overstromingsperiodes in het betreffende jaar. Indien de omstandigheden goed zijn kan binnen enkele jaren een dicht wilgenstruweel ontstaan. Naarmate de tijd verstrijkt zullen er bomen uitvallen. Na 60-80 jaar zullen hierdoor veel gaten ontstaan in het oorspronkelijk dichte struweel waardoor andere soorten, zowel bomen als schimmels en dieren, zich in het bos zullen vestigen.

Er zijn verschillende soorten typen zachthoutooibossen (Wolf et al., 2001, Peters et al., 2021):

- Lissen-ooibos, dit ooibos staat voornamelijk op kleiige of lemige bodems met frequente overstroming;
- Brandnetelooibos, dit ooibos volgt meestal na het Lissenooibos door successie of wanneer deze verdroogt;
- Het ‘Bijvoet-ooibos komt voor op drogere en zandigere standplaatsen met periodieke inundaties;
- Het ‘Veldkers-ooibos’ komt vooral voor in het getijdengebied waar de bodem (bijna) dagelijks overstroomd.

Essen-Iepenbos

Het Essen-Iepenbos wordt doorgaans als een vochtigere variant van hardhoutooibos gezien. Dit bos komt voor op vaak kleiige hoge delen in de uiterwaarden in het rivierengebied. Dit betekent dat de bodems met enige regelmaat maar nooit lang overstromen. In Essen-Iepenbos worden veel essen

aangetroffen maar ook boomsoorten als Zomereik en struiken als Gelderse Roos. Het aandeel Gladde iep is recent sterk verminderd door de Iepenziekte (Peters et al., 2021). En recent neemt het aandeel Es af door de essentaksterfte. Er zijn nauwelijks oude Essen-Iepenbossen aanwezig in Nederland, de afgelopen jaren neemt het aandeel jonge Essen-Iepenbos wel toe door ontwikkeling vanuit struweel- en bosranden in graslanden en ruigtes of vanuit oud wilgenbos (Peters et al., 2021).

In een recent onderzoek naar hardhoutooibossen (Brouwer en Tomassen, 2022) is ook deze variant van hardhoutooibos onderzocht. Hieruit is gebleken dat in Nederland goed ontwikkelde Essen-Iepenbos over het algemeen op niet te zware klei voorkomt (300-600 µmol aluminium-totaal/l bodem). Daarnaast kwamen deze bossen voor op bodems met een Olsen-P van 500-900 µmol/l, een totaal-P van 10-17 mmol/l en een goede Fe/P ratio (>15). Door de hogere Fe/P ratio blijft de directe beschikbaarheid van fosfaat (P-z) vrij laag (<10 µmol/l). Doordat dit type bos niet veel voorkomt in Nederland zijn deze ranges vastgesteld op basis van 4 bodemmonsters.

4.6 Droge hardhoutooibossen

Droge hardhoutooibossen (habitattype H91F0), ook wel Abelen-Iepenbos genoemd, komen zoals de naam al suggereert voor op drogere locaties. Dit zijn voornamelijk relatief hooggelegen plekken langs de rivieren zoals zandige oeverwallen, oude rivierduinen of hogere rivierterrassen. Droge hardhoutooibossen overstromen gemiddeld gezien minder dan 10 dagen per jaar en kan soms in een jaar ook niet overstromen (Peters et al., 2021). Door deze overstromingen worden voedingsstoffen en basen aangevoerd zodat de bodem onder andere niet uitloogt.

In het recente onderzoek naar hardhoutooibossen (Brouwer en Tomassen, 2022) is ook deze variant van hardhoutooibos onderzocht. Hieruit is gebleken dat goed ontwikkelde Abelen-Iepenbos voorkomt op zandige bodems (<300 µmol aluminium-totaal/l bodem) met een goede buffering (totaal-calcium: 75-200 mmol/l) en weinig organisch stof (<5%). Daarnaast kwamen deze bossen op iets fosfaatarmere bodems voor dan de Essen-Iepenbossen: Olsen-P: 300-900 µmol/l en totaal-P: 7-13 mmol/l. Daarnaast is de Fe/P ratio iets minder hoog (12-20).

Twee van de bemonsterde locaties lagen in de Fortmond uiterwaarden. Op deze locaties waren de Olsen-P concentraties 518 en 650 µmol/l in de toplaag (0-10 cm-mv), de totaal-P: 8,3 en 9,8 mmol/l en de totaal-calcium 52,4 en 78,6 mmol/l. Het organisch stofgehalte is iets hoger dan gemiddeld: 4,5 en 6,6%.

4.7 Bosontwikkeling onder voedselrijkere omstandigheden

Een tot dusver nauwelijks benutte kans is het ontwikkelen van bos na (gedeeltelijk) verwijderen van de bouwvoor. Er is nog niet veel ervaring met bosontwikkeling op voormalige landbouwgronden, vooral omdat het een lange periode vergt voor een bos om zich te ontwikkelen. Onderzoekcentrum B-WARE is betrokken geweest bij een recent afgerond onderzoek: ‘Naar een strategie voor ontwikkeling van soortenrijke bossen op voormalige landbouwgronden’ (Van den Berg et al., 2022) en heeft recent een onderzoek naar onder andere de bodemchemische parameters bij goed ontwikkelde hardhoutooibossen (Brouwer en Tomassen, 2022) uitgevoerd.

De totale fosforvoorraad in de bodem blijkt bij bosontwikkeling minder belangrijk dan in lage vegetaties. De meeste boomsoorten groeien goed op een bouwvoor, dus een bos met variatie in boomsoorten, leeftijden, licht, microklimaat, houtstructuur e.d. kan zich vrij eenvoudig ontwikkelen. De Olsen-P en P-zout concentraties zijn waarschijnlijk vooral sturend voor een soortenrijkere ondergroei: bossen met een soortenrijke ondergroei komen voor op voedselarme tot matig voedselrijke bodems. Uit de genoemde studie (Van den Berg et al., 2022) blijkt namelijk

dat, onder andere, soortenkeuze/samenstelling een belangrijk aspect is voor de ontwikkeling van bossen. Zo is de ontwikkeling van de ondergroei ook erg afhankelijk van de hoeveelheid zonlicht dat de bosbodem bereikt. In een bos met bomen met licht doorlatende kronen zal, vooral onder voedselrijke omstandigheden, eerder een ruige ondergroei met bijvoorbeeld grote brandnetel en braam ontstaan. Wanneer zich een schaduwrijk bos ontwikkelt op voedselrijke grond is de concurrentie van ruigtekruiden minder en ontstaan er kansen voor voorjaarsplanten in de ondergroei.

Daarnaast kan gekozen worden tussen rijkstrooiselsoorten en armstrooiselsoorten. Door middel van het aanplanten van rijkstrooiselsoorten kan verzuring geremd worden. Door de goede strooiselafbraak wordt de uitspoeling van basische kationen verminderd en blijven ze beschikbaar. Om verzuring gedeeltelijk tegen te gaan kan als richtlijn een aandeel van >50% aan rijkstrooiselsoorten worden aangehouden.

Bij de aanleg van nieuw bos wordt dus aangeraden om goed te kijken naar de soortkeuze (zie Tabel 2). Daarnaast kan de biodiversiteit worden verhoogd door het creëren van reliëf in de bodem en het creëren van gradiënten in de beplantingsdichtheid.

Tabel 2. Classificatie van enkele soorten van de hogere zandgronden, op basis van strooiselkwaliteit en schaduwwerping (Van den Berg et al., 2022).

strooiselkwaliteit	schaduwwerping	soorten
arm	donker	beuk, fijnspar, douglas spar, larix
arm	licht	zomereik, grove den, Corsicaanse den
rijk	donker	linde, esdoorn
rijk	licht	robinia, berk, es, ratelpopulier, populier, vogelkers

Uit het onderzoek naar hardhoutooibos is gebleken dat ook buiten de optimumrange ontwikkeling van hardhoutooibos mogelijk is. Echter er zal meer verruiging optreden en er moet met meer factoren rekening gehouden worden. Belangrijk benoemde aandachtspunten zijn (Brouwer en Tomassen, 2022):

- Het te ontwikkelen bos moet een laag aandeel populier en wilg bevatten; deze soorten bevorderen verruiging.
- Het te ontwikkelen bos moet niet gedomineerd worden door soorten met verzurend strooisel.
- Op de locatie moet geen of weinig vers slib worden ingevangen.
- Er moet sprake zijn van relatief ijzerrijke klei (Essen-Iepenbos, Fe/P-ratio >15), of van kalkrijk zand/zavel (Abelen-Iepenbos).

4.8 Lokale referentiemetingen

Door de opdrachtgever zijn ook 6 lokale referentiemonsters aangeleverd voor de verschillende habitattypen. Per locatie is de aangetroffen vegetatie genoteerd, vanwege het seizoen konden veel soorten niet herkend worden. Deze bodemmonsters zijn geanalyseerd. In Tabel 3 worden de bodemchemische data van deze locaties weergegeven.

Tabel 3. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de referentielocaties. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l), Fe/P= ijzer-fosfaatratio. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l
<5	<150	<10	<4000	<20	<1	<50
6-10	151-250	10-20	4001-8000	21-50	2-5	51-100
11-25	251-400	21-30	8001-15000	51-100	6-10	101-200
26-50	401-750	31-50	15001-25000	101-150	11-30	201-400
>50	>750	51-80	25001-40000	151-300	31-50	401-800
		>80	>40000	>300	51-100	801-1200
					>100	>1200

Referentie	Diepte	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	Fe/P	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z
Habitat H91E0B, Vochtige alluviale bossen (essen-iepenbossen)	0-20	8	15	1,0	2511	13,2	111	25	78	6	10	27	8	258	8453	1513	1402	3,7	79	126	1294	107
Habitat H91F0, droog hardhoutooibos	0-20	4	12	1,2	500	10,1	219	53	133	13	21	55	3	7	16061	994	2590	6,5	100	12	463	48
Habitat H91E0C, Vochtig alluviaal bos	0-20	5	10	1,0	495	4,2	108	11	69	17	7	24	2	926	2174	329	544	3,3	23	7	129	79
Habitat H6120, Stroomdalgrasland	0-20	2	8	1,3	464	8,0	129	304	83	10	11	57	1	5	10164	649	750	7,6	100	52	67	67
Habitat H6510A Glanshaverhooiland	0-20	0	20	1,2	627	15,9	480	70	217	14	32	124	5	8	20047	141	3470	5,0	99	1	40	149
Habitat H91E0A, Zachthoutooibos	0-20	9	26	0,9	1174	20,5	814	135	329	16	69	226	9	2	32625	158	4939	6,2	100	3	1487	22

Habitat H91E0B, Vochtige alluviale bossen (essen-iepenbossen)

Op de bemonsterde locatie zijn eik, beuk en vogelkers (soort onbekend) aangetroffen. Met name de aanwezigheid van beuk doet vermoeden dat de standplaats te droog is voor vochtig alluviaal bos. De bodem op deze locatie is zandig (111 mmol/l totaal-Al) en matig gebufferd (Ca-t: 25 mmol/l en Ca-z: ±8.450 µmol/l). Een essen-iepenbos staat doorgaans op kleiige bodem. De bodem is verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (2511 µmol/l), labiel-P (126 µmol/l) en nitraat (1294 µmol/l). In vergelijking met de ranges aangetroffen in het hardhoutooibos onderzoek (zie paragraaf 4.5; Brouwer en Tomassen, 2022) is de Olsen-P concentratie hoger en de Fe/P ratio lager (6 i.p.v. >15). Dit verklaart mogelijk de hoge concentratie labiel-P (126 µmol/l). Daarentegen valt de totaal-P concentratie (13,2 mol/l) wel binnen de range (10-17 mmol/l). Op basis van de bodemchemie lijkt op deze locatie verzuring plaats te vinden maar geen overstroming. Dit heeft geleid tot P- mobilisatie.

Habitat H91F0, droog hardhoutooibos

De bodem op deze locatie is zandig (219 mmol/l totaal-Al) en sterk gebufferd (Ca-t: 53 mmol/l en Ca-z: ±16.050 µmol/l). De aangetroffen bodemchemie komt overeen met de ranges aangetroffen in hardhoutooibos onderzoek (zie paragraaf 4.6 en Brouwer en Tomassen, 2022). De Olsen-P concentratie (500 µmol/l; range: 300-900 µmol/l) en de totaal-P concentratie (10,1 µmol/l; range: 7-13 µmol/l) zijn laag. Daarnaast is de Fe/P ratio gunstig (13).

Habitat H91E0C, Vochtig alluviaal bos

Op de locatie met vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend bos) is eik, berk, beuk, meidoorn, hulst, Douglas opslag en kamperfoelie aangetroffen. De bodem op deze locatie is zandig (108 mmol/l totaal-Al) en zwak-matig gebufferd (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: ±2.150 µmol/l). De bodem is niet verrijkt met fosfaat (495 µmol/l Olsen-P, 4,2 mmol/l totaal-P en 7 µmol/l P-z). Op basis van de bodemchemie lijkt op deze locatie verzuring plaats te vinden maar geen overstroming. Dit heeft geleid tot P- mobilisatie.

Habitat H6120, Stroomdalgrasland

Op de locatie zijn kruisdistel, duinsterretje en ooievaarsbek (soort onbekend) aangetroffen. De bodem op deze locatie is zandig (129 mmol/l totaal-Al) en goed gebufferd (Ca-t: 305 mmol/l en

Ca-z: ±10.150 µmol/l). De bodem is relatief fosfaatarm (464 µmol/l Olsen-P en 8,0 mmol/l totaal-P). De labiel-P is wel hoog (52 µmol/l).

Habitat H6510A Glanshaverhooiland
De bodem op deze locatie is matig kleiig (480 mmol/l totaal-Al) en matig-sterk gebufferd (Ca-t: 70 mmol/l en Ca-z: ±20.050 µmol/l). De bodem is niet verrijkt met fosfaat (627 µmol/l Olsen-P, 15,9 mmol/l totaal-P en 1 µmol/l P-z).

Habitat H91E0A, Zachthoutooibos
Op de locatie zijn wilg (soort onbekend), braam (soort onbekend) en grote brandnetel aangetroffen. De bodem op deze locatie is kleiig (814 mmol/l totaal-Al) en goed gebufferd (Ca-t: 135 mmol/l en Ca-z: ±32.650 µmol/l). De bodem is licht verrijkt met fosfaat (1174 µmol/l Olsen-P en 20,5 mmol/l totaal-P). De labiel-P is niet verhoogd (3 µmol/l).

4.9 Streefwaarden

Op basis van de huidige bekende gegevens voor de vegetatietypen stroomdalgrasland, glanshaverhooiland, Essen-Iepenbos en Abelen-Iepenbos zijn streefwaarden voor de zandigheid/kleiigheid en de voedselrijkdom vastgesteld (zie Tabel 4). Het type zachthoutooibos is niet opgenomen aangezien dit bostype voornamelijk afhankelijk is van de overstromingsfrequentie. Doordat de soortensamenstelling op de lokale referentielocaties voor vochtig alluviale bossen en Essen-Iepenbos afwijkt van de verwachte samenstelling zijn deze niet meegenomen in de streefwaarden zoals weergegeven in Tabel 4).

Tabel 4. Streefwaarden voor de totaal-Al concentratie (Alt) en het plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) voor de vegetatietypen stroomdalgrasland (SGL), glanshaverhooiland (GHH), vossenstaartgrasland (VGL), Abelen-Iepenbos (AIB) en Essen-Iepenbos (EIB).

Bodemtype	Alt (mmol/l)	Graslandtype	Olsen-P (µmol/l)	Bostype	Olsen-P (µmol/l)
zand	<300	SGL	300-500 (800)	AIB	300-900
kleiig zand	301-600	GHH	300-800***	AIB**/EIB	300-900/500-900
zandige klei	601-900	GHH/VGL*	300-800***	EIB	500-900
klei	>900	VGL	300-800***	EIB	500-900
* = bij slechte ontwatering					
** = sterk zandige, droge plekken					
*** = ook mogelijk onder P-rijkere, droge condities bij N-limitatie (chopperen + herintroductie)					

5. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

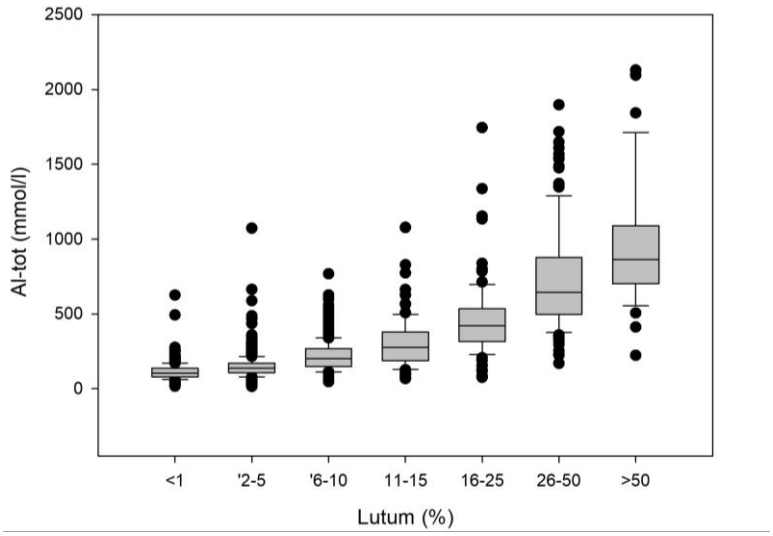
5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 5.2 wordt de bodemopbouw en kleiigheid besproken en in paragraaf 5.3 de potenties op basis van bodemtype. In paragraaf 5.4 worden de trends in de diepte toegelicht en in paragraaf 5.5 de trends in de toplaag.

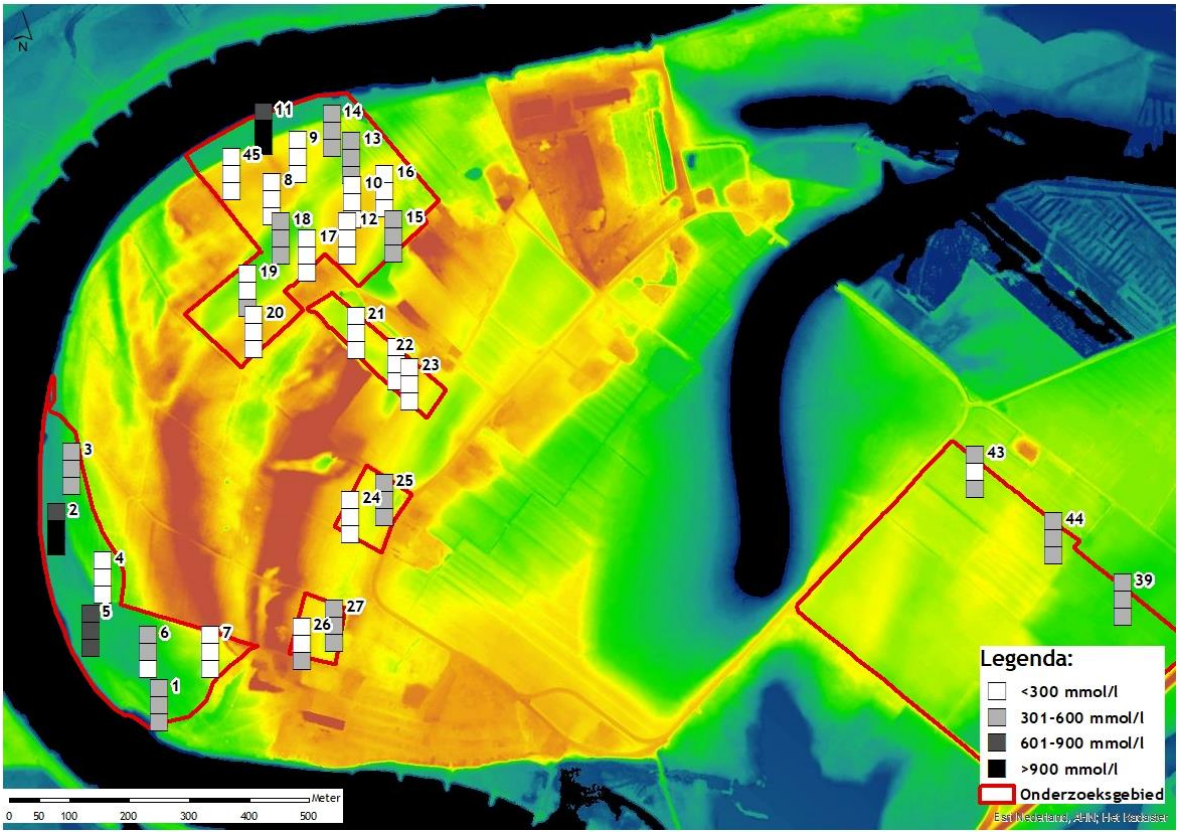
5.2 Bodemopbouw en de kleiigheid

Op 31 locaties werd de bodemopbouw in beeld gebracht (Figuur 5, Tabel 1 en Bijlage 1). De bodem in het gebied bestaat grotendeels, op 25 locaties, uit een zandbodem tot minimaal 100 cm-mv. Op 1 locatie (locatie 2) is tot 145 cm-mv een kleibodem aangetroffen. Op de andere 5 locaties is tot 100 cm-mv een zand- én kleibodem aanwezig (locatie 1, 5, 11, 27 en 39). De dikte van de bouwvoor is 15 tot 45 cm maar over het algemeen 30 cm. Over het algemeen is de zandigheid in het gebied relatief hoog (>75%). Op de locaties waar een kleiige toplaag is aangetroffen zijn logischerwijze de laagste zandpercentages (35-55%) en de hoogste lutumpercentages aangetroffen (17-35%).

Daarnaast is ook de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor de mate van de kleiigheid van de bodem (Figuur 13). In het onderzoeksgebied is de totaal-Al gemiddeld 336 mmol/l, maar deze varieert zeer sterk van 86 (zandbodem) tot 1162 mmol/l (vette kleibodem). De variatie tussen de verschillende locaties is dan ook groot qua totaal-Al concentratie/ kleiigheid. Dit is te zien in Figuur 14 waar een totaal-aluminium concentratie in de diepte (0-15; 15-30; 30-40/45 cm-mv) wordt weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat de locaties met een kleiige bodem (>600 mol/l) in de lagere delen in het gebied langs de rivier liggen. De kleiige bodems zullen zeer waarschijnlijk het gevolg zijn van slibafzettingen door inundaties. Daarnaast zijn de hoger gelegen locaties veelal zandiger.



Figuur 13. Boxplot waarin het verband tussen het lutumpercentage (Eurofins) en de totaal-Al concentratie (B-WARE) wordt weergegeven. De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. Bron: bodemdatabase Onderzoekcentrum B-WARE (n=1749).



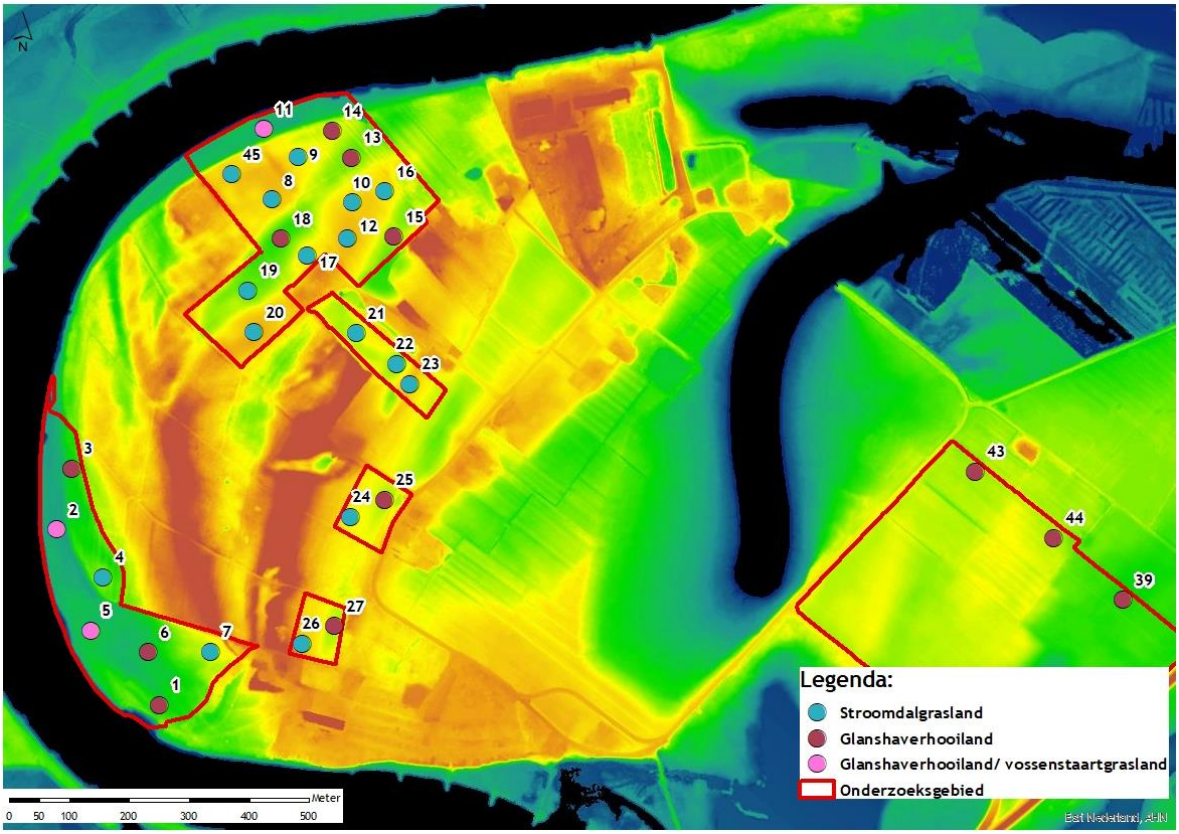
Figuur 14. Overzicht van de aluminiumconcentraties in de diepte (0-15; 15-30; 30-40/45 cm-mv) op de locaties op een hoogtekaart (AHN3).

5.3 Potenties op basis van bodemtype

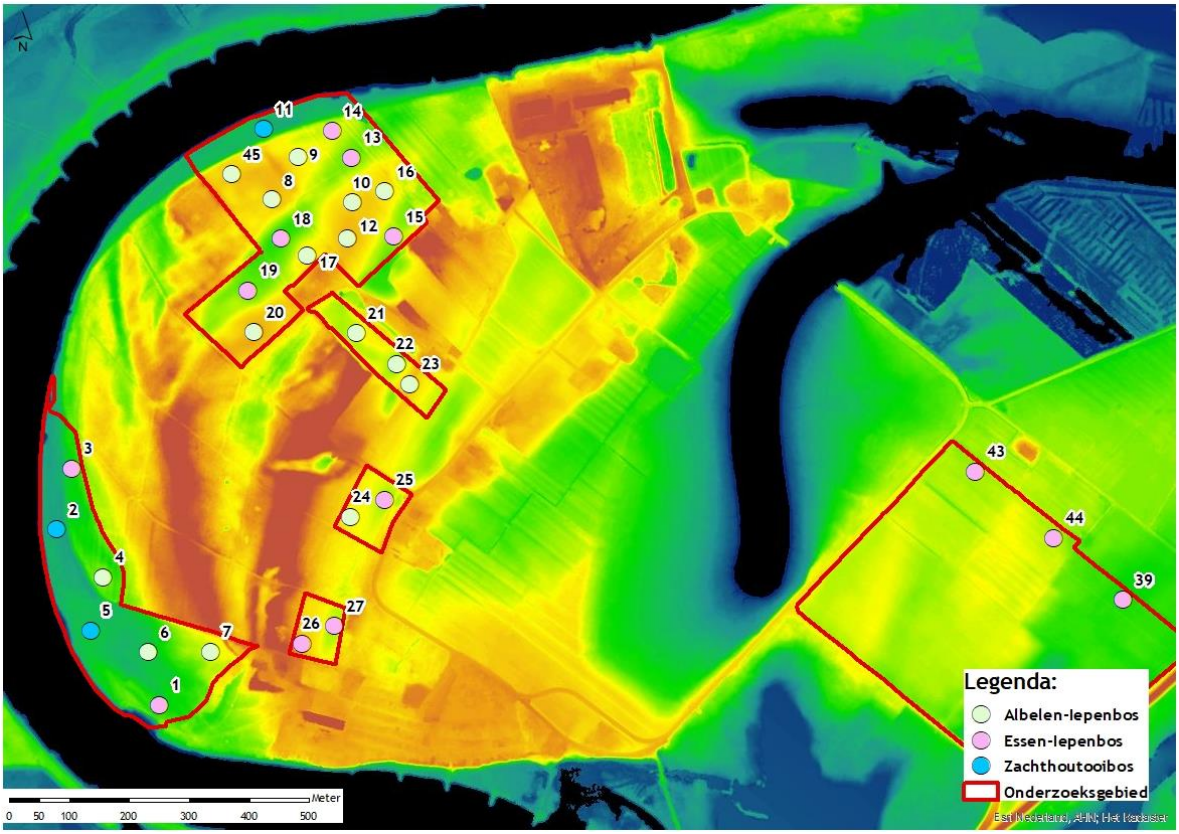
In het gebied ligt de focus op de ontwikkeling van stroomdalgrasland, glanshaverhooiland en ooibos. Voor dergelijke ontwikkelingen is het bodemtype, met name de kleiigheid/zandigheid, een belangrijke parameter om te bepalen of de bodem geschikt is voor een dergelijke ontwikkeling. Naast de kleiigheid is ook de inundatiefrequentie en de voedselrijkdom erg belangrijk. De voedselrijkdom wordt later in het rapport per deelgebied en locatie en de gevolgen voor eventuele natuurontwikkeling besproken (zie paragraaf 5.5 en Hoofdstuk 6 en 7). Hieronder worden de potenties in het gebied voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland, glanshaverhooiland en diverse typen ooibos behandeld op basis van de aluminiumconcentratie in de toplaag (indicatief voor het kleigehalte).

In het gebied zijn overwegend (kleiige) zandbodems aanwezig en op de meeste delen is de overstromingsfrequentie laag. Op basis van de aluminiumconcentraties en hoogteligging zullen op de hoge zandige koppen (<300 mmol/l Al-t) stroomdalgrasland of Abelen-Iepenbos het beste tot ontwikkeling komen. Op de wat kleiigere en lagere locaties (300-600 mmol/l Al-t; slenken en overgangssituaties) is de ontwikkeling van een glanshaverhooiland of Essen-Iepenbos meer voor de hand liggend. De nog kleiigere locaties liggen vooral in de lage gebieden nabij de rivier (zie Figuur 14) en zullen daarom meer onder invloed van overstroming staan en hier is de ontwikkeling van zachthoutooibos logischer. Voor de graslandtypen is de ontwikkeling van vossenstaartgrasland voor de hand liggend indien een bodem te kleiig is en niet voldoende afgewaterd wordt voor glanshaverhooiland. Echter in de huidige situatie zal eerder een pioniersgrasland ontstaan doordat de kleiige locaties naast de stroomgeul vermoedelijk regelmatig worden overstroomd, waarbij ook erosie en/of sedimentatie plaatsvindt. Op basis van de aluminiumconcentraties van de toplaag is voor de graslandtypen (stroomdalgrasland en glanshaverhooiland; Figuur 15) en voor de bostypen

(zacht- en hardhoutooibos; Figuur 16) een potentiekaart gemaakt. Deze kaarten houden geen rekening met de inundatiefrequentie en voedselrijkdom.



Figuur 15. Potenties voor stroomdalgrasland en glanshaverhooiland op basis van de aluminiumconcentraties van de toplaag (0-15 cm-mv) per locatie op een hoogtekaart (AHN3).



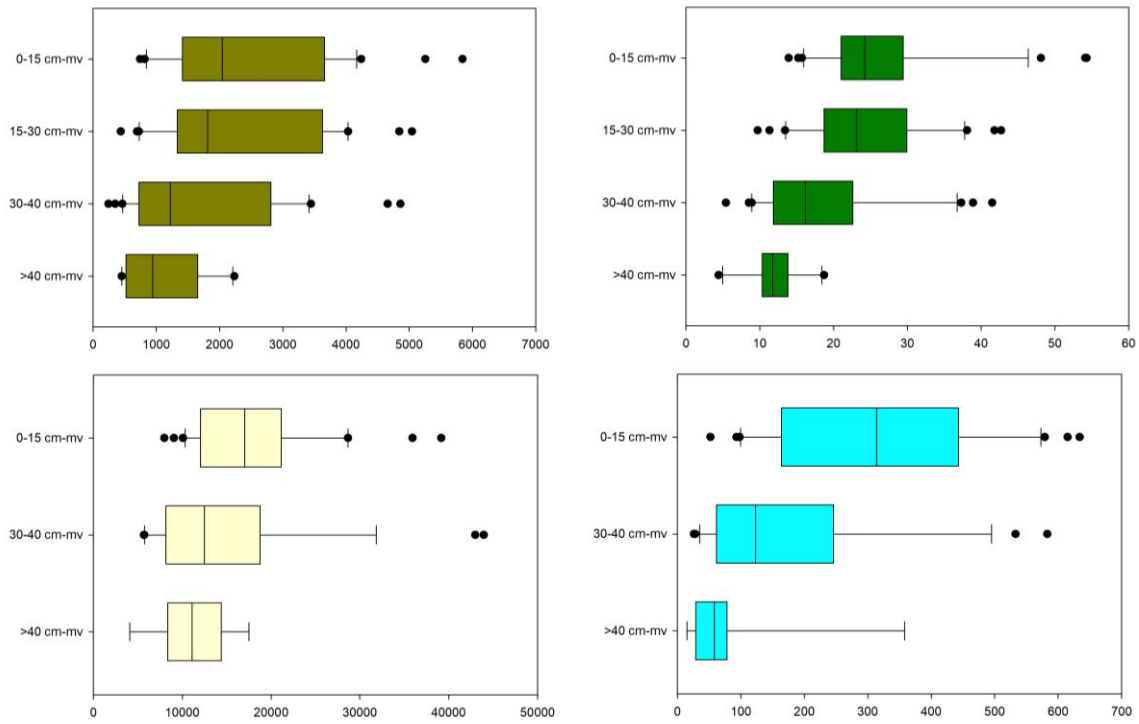
Figuur 16. Potenties voor zachthoutooibos en hardhoutooibos (Abelen-Iepenbos en Essen-Iepenbos) op basis van de aluminiumconcentraties van de toplaag (0-15 cm-mv) per locatie op een hoogtekaart (AHN3).

5.4 Trends in de diepte

Voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen is de buffering en de fosfaatconcentratie van de bodem belangrijk. In Figuur 17 worden de veranderingen van de fosfaatconcentraties (Olsen-P en totaal-P), de buffering (Ca-z) en de nitraatconcentraties (NO_3^-) in de diepte weergegeven. Hierin is duidelijk te zien dat de bovenste 30 cm (vaak de gehele bouwvoor) meer fosfaat (mediaan: 1873 µmol/l Olsen-P en 23,7 mmol/l totaal-P) bevat dan de onderliggende bodemlaag (mediaan: 1220 µmol/l Olsen-P en 16,1 mmol/l totaal-P). Daarnaast blijven de fosfaatconcentraties afnemen in de diepte (>40 cm-mv: mediaan: 941 µmol/l Olsen-P en 11,7 mmol/l totaal-P).

In de boxplot met de uitwisselbaar zoutconcentratie (Ca-z) is te zien dat de bodem over het algemeen matig calciumhoudend is. De uitwisselbaar zoutconcentratie in het gebied is gemiddeld 16.058 µmol/l, met een range van ±4.100 tot ±44.000 µmol/l; dit duidt op grote verschillen tussen locaties. De uitwisselbaar zoutconcentratie en de variatie in de concentratie neemt (iets) af in de diepte (zie Figuur 17).

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. De toplaag in het gebied heeft over het algemeen een matig hoge beschikbaarheid van nitraat (mediaan: 314 µmol/l bodem). Op een diepte van >40 cm-mv zijn de nitraatconcentraties sterk afgenomen (mediaan: 58 µmol/l bodem). Vaak is een hoge nitraatconcentratie het gevolg van bemesting (in recente jaren) en/of de mineralisatie van organische stof. In de huidige situatie kan eventuele slibafzettingen ook hebben bijgedragen aan de verhoogde nitraatconcentraties.



Figuur 17. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, Ca-z en - NO3- concentraties in het onderzoeksgebied. In de boxplots met de Olsen-P en totaal-P concentraties is onderscheid gemaakt tussen de 0-15 cm-mv (n =31), 15-30 cm-mv (n=31), 30-40/45 cm-mv (n=30) en >40/45 cm-mv (n=10). In de boxplots met de Ca-z en - NO3-concentraties is onderscheid gemaakt tussen de 0-15 cm-mv (n =31), 30-40/45 cm-mv (n=29) en >40/45 cm-mv (n=9). De Whiskers (horizontale lijnen met verticale uiteindes) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

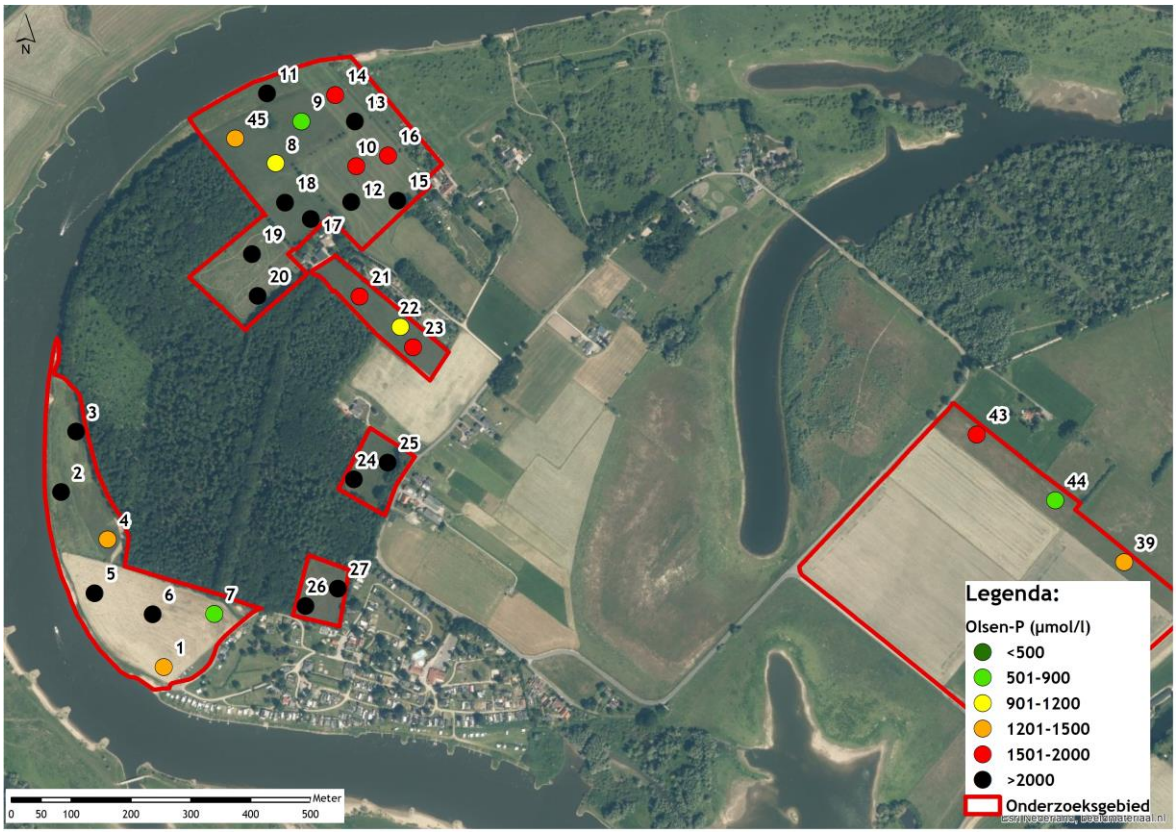
5.5 Trends in de toplaag

Per deelgebied verschillen de kansen voor natuurontwikkeling. In Figuur 18, Figuur 19 en Figuur 20 worden de ruimtelijke variatie in de Olsen-P, totaal-P en P-z concentratie van de bovenste 15 cm weergegeven. Hierdoor is te zien dat er grote ruimtelijke variatie aanwezig is in de fosfaatrijkdom van de locaties maar ook in het type fosfaat. De verschillen in de Olsen-P concentratie zijn beter per deelgebied te verklaren. Zo lijkt de Olsen-P concentratie in deelgebied Noord vooral te variëren per perceel (locatie 8, 9 en 45 zijn het gunstigst), in deelgebied Oost is de variatie groot en geen duidelijke verklaring aanwezig en in deelgebied Zuidwest lijken vooral de hogere locaties (locatie 1, 4 en 7: 3,85-4,55 m NAP; zie Tabel 1) minder verrijkt te zijn met Olsen-P in vergelijking met de lagere locaties (locatie 2, 3, 4 en 6; 2,97-3,69 m NAP; zie Tabel 1).

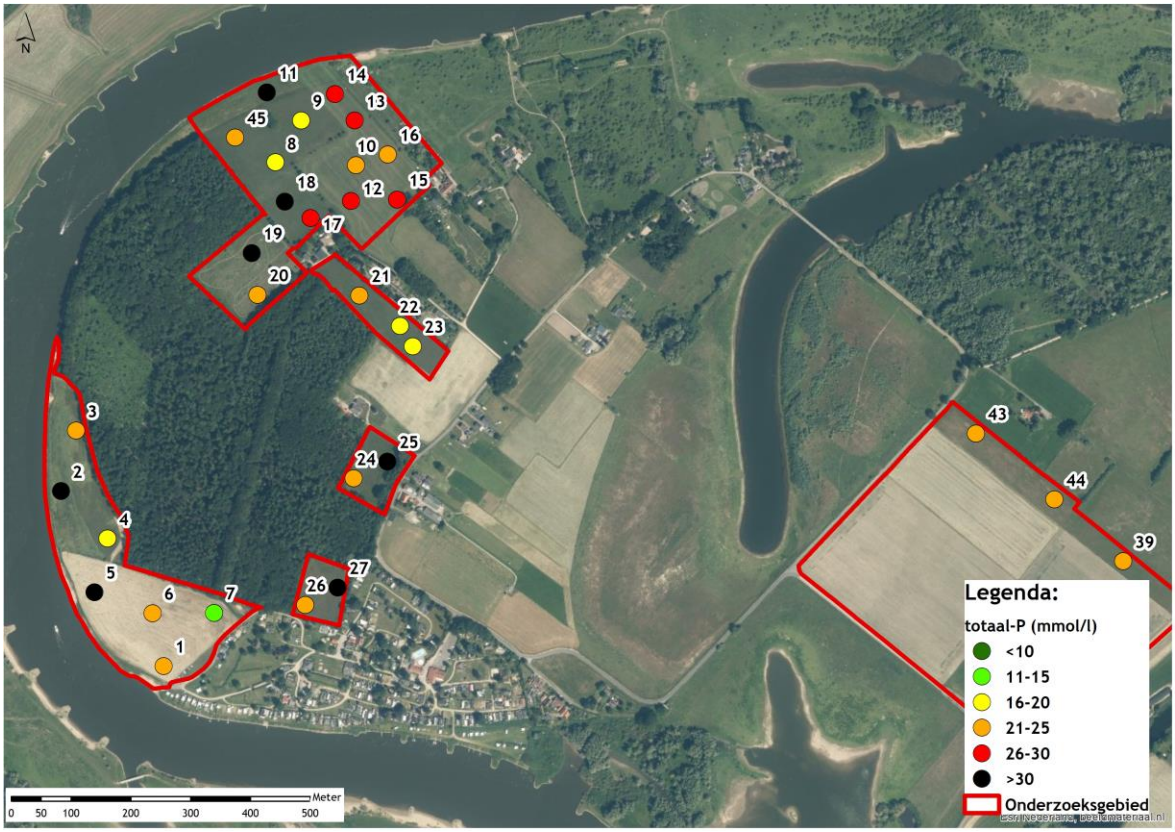
De totaal-P concentratie lijkt over het algemeen gunstiger dan de Olsen-P concentratie. Er is geen duidelijk patroon op basis van hoogte of perceel te vinden in de totaal-P concentraties. Daarentegen is deelgebied Noord duidelijk sterker verrijkt met labiel-P (P-z) ten opzichte van de andere twee deelgebieden. Het is goed mogelijk dat dit is veroorzaakt doordat hier later of nog niet gestopt is met bemesten.

Door de verhoogde fosfaatconcentraties kost het ook vaak >80 jaar aan maaien en afvoeren (of >20 jaar uitmijnen) om een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l bodem te realiseren (zie Figuur 21). Dit is de optimale streefconcentratie voor stroomdalgrasland. Indien we kijken naar de verschralingsduur om een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l bodem te krijgen (bovengrens gewenste graslanden en binnen de range van hardhoutooibossen) is het verschralen van de toplaag

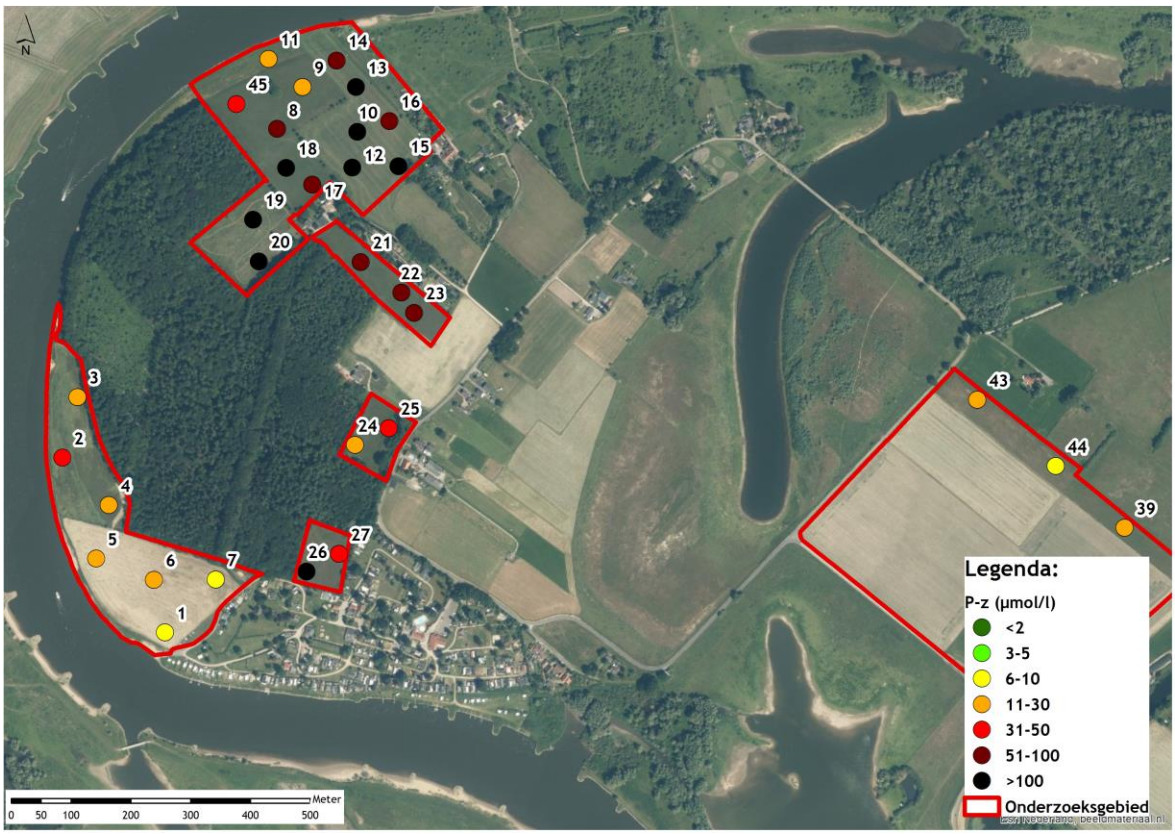
op meer locaties haalbaar binnen een redelijke tijd (< 40 jaar of <10 jaar uitmijnen). Echter dit zijn dan nog steeds maar 4 locaties (zie Figuur 22).



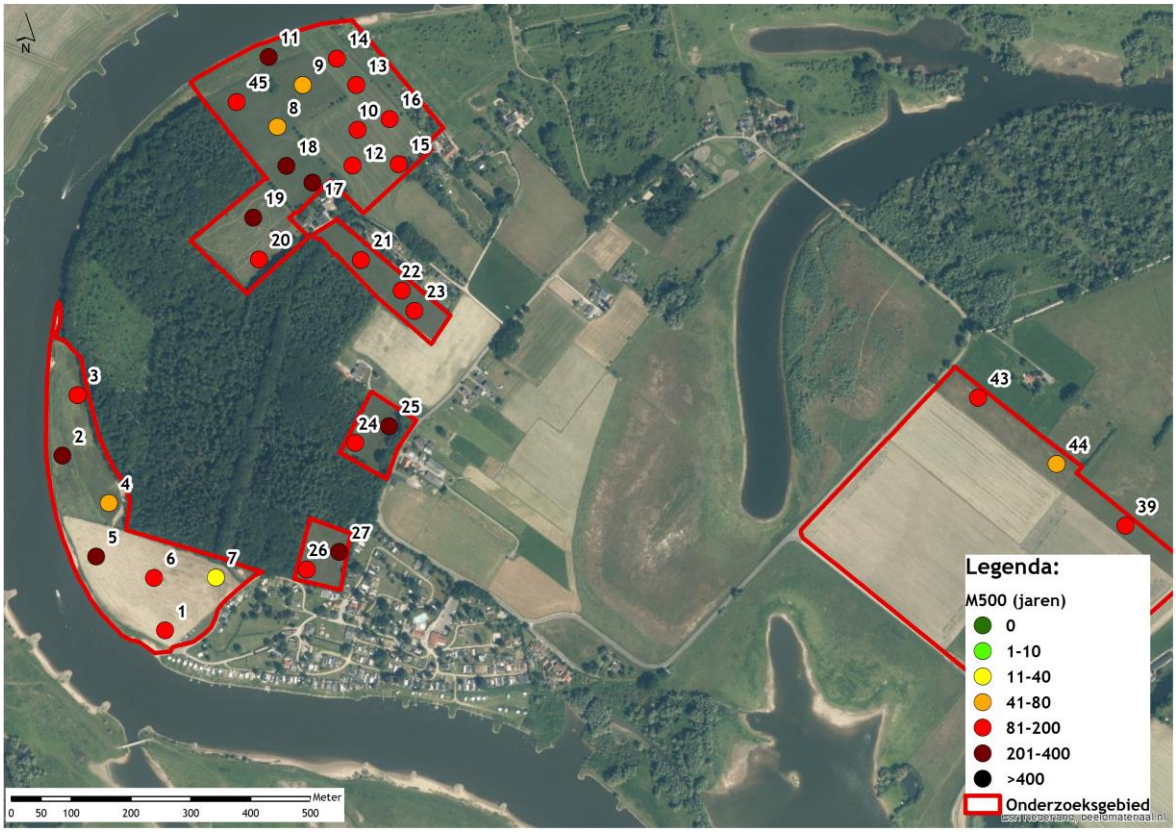
Figuur 18. Overzicht van de Olsen-P concentratie van de toplaag (0-15 cm-mv) op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.



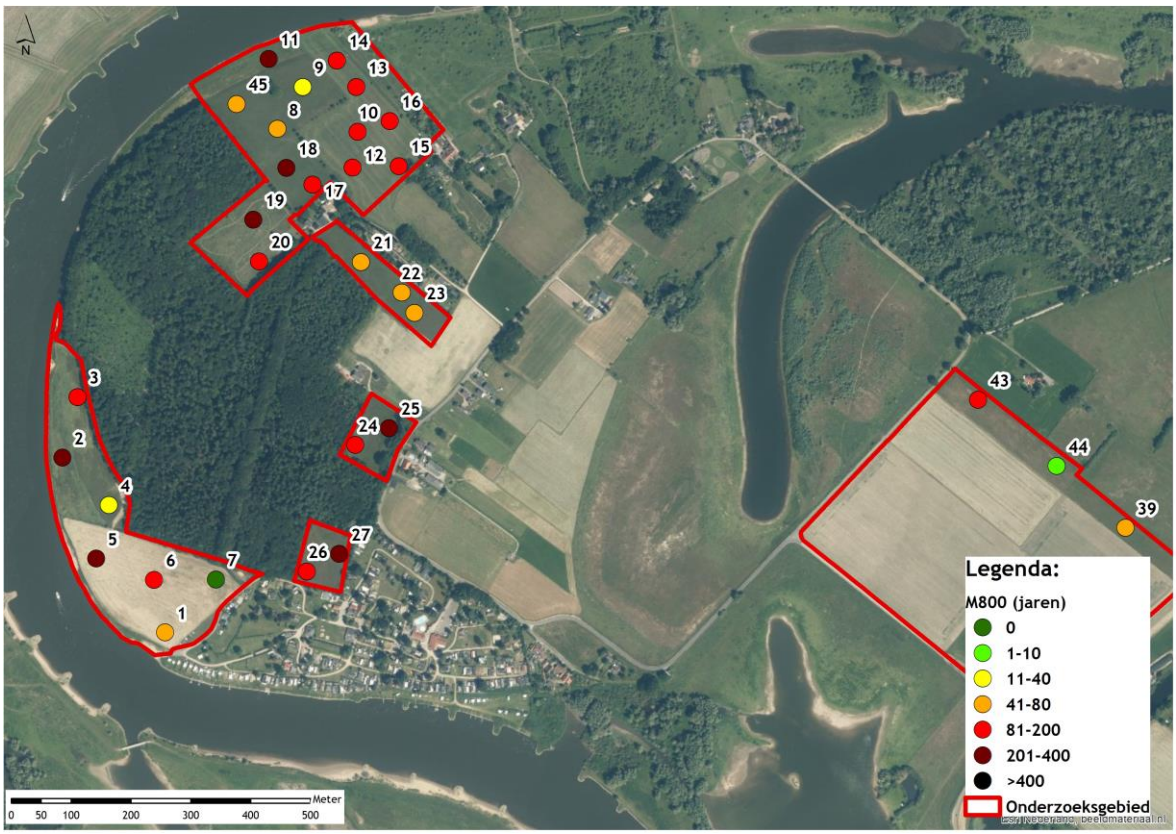
Figuur 19. Overzicht van de totaal-P concentratie van de toplaag (0-15 cm-mv) op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.



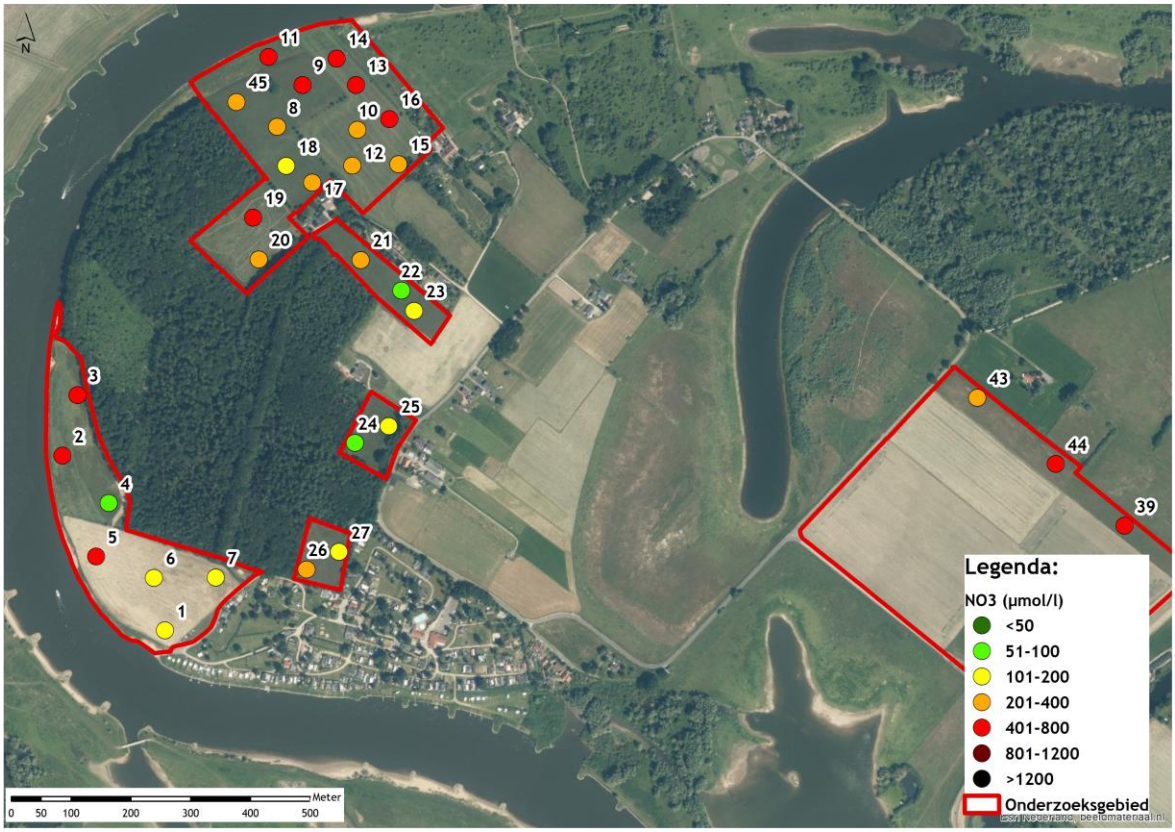
Figuur 20. Overzicht van de P-z concentratie van de toplaag (0-15 cm-mv) op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.



Figuur 21. Overzicht van de verschralingsduur van de toplaag (0-25 cm-mv) om tot 500 µmol Olsen-P /l bodem te komen op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.



Figuur 22. Overzicht van de verschralingsduur van de toplaag (0-25 cm-mv) om tot 800 µmol Olsen-P /l bodem te komen op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.

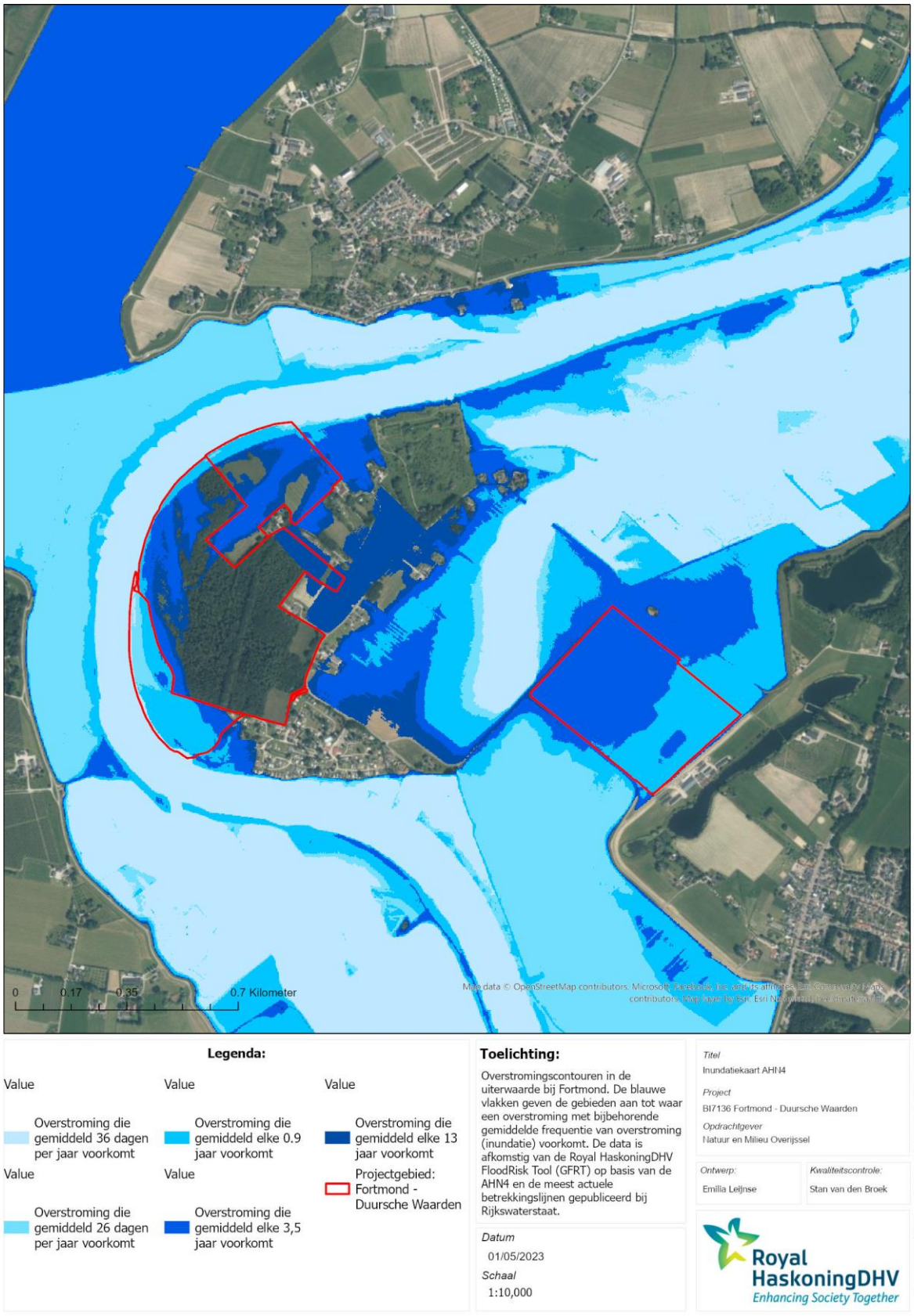


Figuur 23. Overzicht van de nitraat (NO_3^-) concentratie van de toplaag (0-15 cm-mv) op de verschillende locaties weergegeven op een luchtfoto.

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. Zoals in paragraaf 5.4 aan bod kwam nemen de nitraatconcentraties af in de diepte. Er zijn echter ook grote verschillen tussen locaties in de toplaag aanwezig. De hoge nitraatconcentraties zijn vooral aan één zijde per deelgebied te vinden: in deelgebied Noord is dit de noord(oost)zijde, in deelgebied oost de zuidoostzijde en in deelgebied zuidwest de westelijke zijde. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de combinatie van inundatie en bemesting.

5.6 Inundatie

In de Fortmond- Duursche Waarden speelt inundatie ook een belangrijke rol in de dynamiek van de vegetatie. RoyalHaskoning DHV heeft voor die project een inundatiekaart gemaakt. Op deze kaart worden verschillende overstromingsfrequenties aangegeven. De 'juiste' overstromingsfrequentie voor hardhoutooibos is maximaal 1 keer per 10 jaar. Bij hogere frequenties zal het aandeel zachthoutooibos soorten groter zijn. Het is echter niet alleen van belang hoe vaak een overstroming plaatsvindt maar ook hoe lang en in welke periode in het jaar. Bijvoorbeeld een overstroming die één keer plaatsvindt in de twintig jaar kan toch hardhoutooibos vernielen indien dit een week lang duurt en in de zomer plaatsvindt.



Figuur 24. Inundatiekaart geproduceerd door Royal Haskoning DHV (datum; 01-05-2023)

In Figuur 24 worden gemodelleerde overstromingscontouren in het gebied en de omgeving weergegeven. Hardhoutooibos komt voor bij een overstroming van elk jaar tot elke 10 jaar. Dit betekent dat in de kaart het overstromingsvlak elke 0,9 jaar als ondergrens dient (op basis van onze hoogtegegevens circa 4,0 m NAP) en het overstromingsvlak van elke 3,5 jaar dient als bovengrens (op basis van onze hoogtegegevens circa 5,3 m NAP). Inundatie heeft via verschillende wegen invloed op de vegetatie. Inundatie leidt tot lichtgebrek en hierdoor geleidelijk afsterven. Echter, vaak is de inundatie ondiep en is het vooral het zuurstofloos worden van de bodem wat schadelijk is voor plantenwortels. Dit zal sneller gaan op bodems met een hoog gehalte organisch stof. En kleibodems zullen langer zuurstofloos blijven omdat zuurstof hier slecht in doordringt. Verder worden met de waterstroom ook slibdeeltjes meegevoerd en afgezet op de bodem en vegetatie. De afzetting van dit slib kan ook effect hebben op de vegetatie. Dit slib is echter (bijna) niet onderzocht waardoor het niet bekend of dit slib door de vele menselijke activiteiten langs de rivieren is verrijkt met elementen zoals fosfaat en stikstof en in welke vorm deze aanwezig zijn. Wij vermoeden echter, mede door praktijkvoorbeelden, sterk dat dit slib ook rijk is aan voedingsstoffen. Hierdoor kan bij overstroming de voedselrijkdom van de bodem (sterk) toenemen.

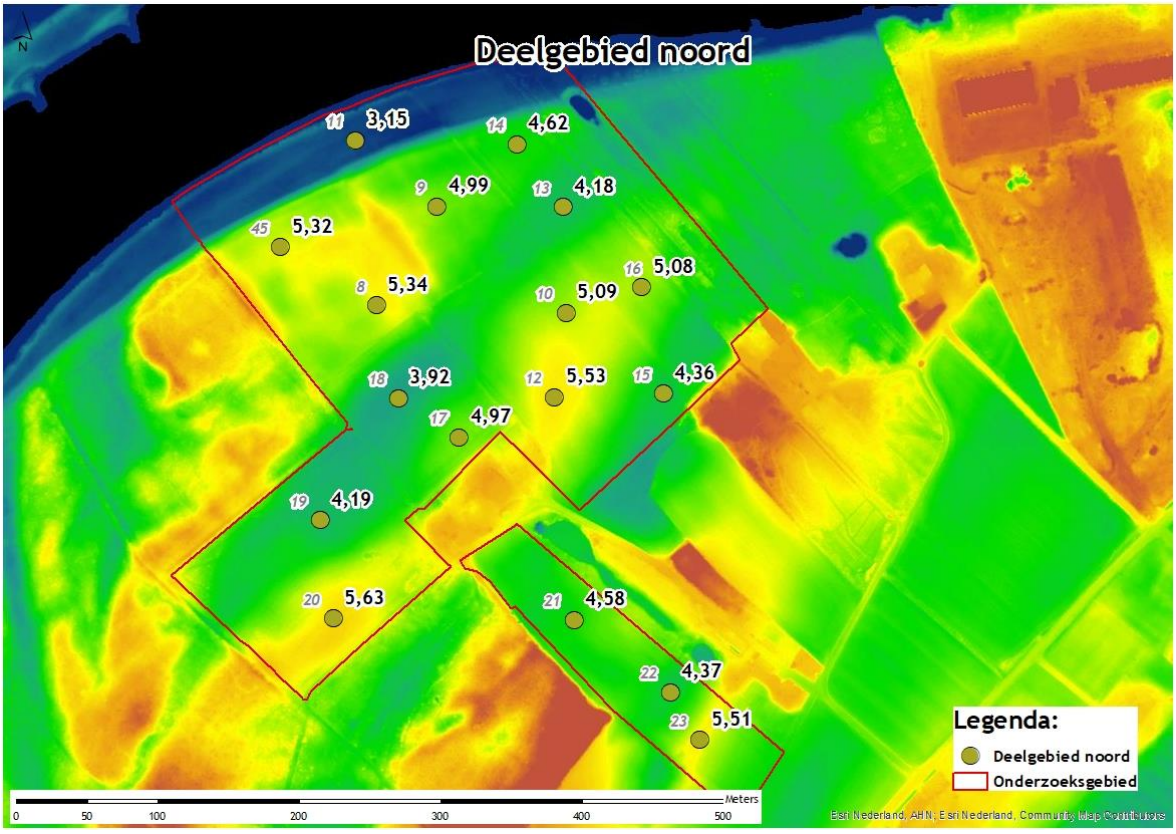
6. KANSEN VOOR GRASLANDONTWIKKELING PER DEELGEBIED

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van een aantal percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden met name sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 2). Op droge gronden kunnen ook andere factoren een rol spelen (paragraaf 4.4). In dit hoofdstuk worden op basis van bodemtype, bodemchemie en grondwaterstanden de kansen voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland en glanshaverhooiland per deelgebied besproken. De data worden per deelgebied gepresenteerd en daarna wordt het advies besproken.

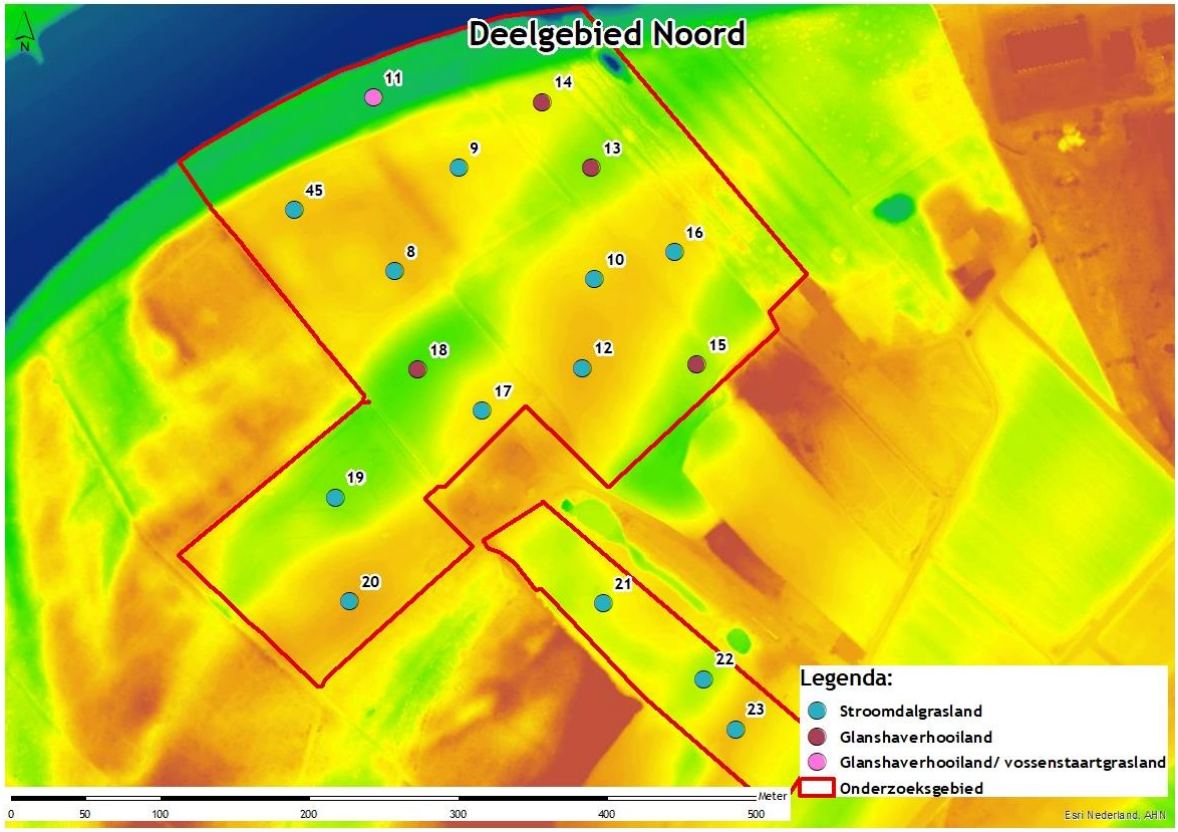
In dit onderzoek worden de potenties gepresenteerd van de bodem, puur gebaseerd op de bodemchemie van de verschillende bodemlagen. Andere geo-/hydrologische aspecten maken geen (of in onvoldoende mate) onderdeel uit van dit onderzoek.

Wanneer keuzes moeten worden gemaakt heeft het de voorkeur om een kleiner oppervlak goed in te richten dan op een groter oppervlak voor 'half werk' te kiezen. Dit laatste levert over het algemeen vooral teleurstellingen op en is uiteindelijk zonde van de inspanningen en gemaakte kosten.

6.1 Deelgebied Noord



Figuur 25. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 26. Overzicht van de potenties voor stroomdalgrasland en glanshaverhooiland op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 27. Impressie van deelgebied Noord op de locaties 8 (links) en 20 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.



Figuur 28. Boorprofielen van de locaties 8 (links) en 20 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.

Deelgebied Noord bestaat uit locatie 8-23 en 45. De locaties 9, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21 en 22 liggen <5 m NAP. De locaties 8, 10, 12, 16, 20, 23 en 45 liggen >5 m NAP. Op basis van de hoogtekaart lijken locatie 13, 18 en 19 te liggen in een slenk. Locatie 10, 12 en 20 liggen daarentegen op hogere koppen. Alleen op locatie 11 en 14 is een GHG aangetroffen (110 cm-mv).

Tabel 5. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in deelgebied Noord. Mvh = hoogte van maaiveld (m), L = geschat lutumpercentage, Z = geschat zandpercentage, OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M5/M8 = berekende verschralingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500/800 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). Let op: voor het berekenen van de totale verschralingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschralingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<150	<10	<4000	<20	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	10-20	4001-8000	21-50	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	21-30	8001-15000	51-100	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	31-50	15001-25000	101-150	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	51-80	25001-40000	151-300	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>80	>40000	>300	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Mvh	Diepte	Grondsoort	HZT	L	Z	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M8
8	5,34	0-20	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	4,1	12	1,0	1137	18,2	153	344	100	12	89	6	4	12664	202	509	7,5	100	53	221	17	64	34
		20-40	zand, omgew.	BC	2	90	1,5	7	1,2	1332	13,4	177	585	120	15	108	1										52	34
		40-55	zand, omgew.	BC	2	90	1,1	6	1,2	1057	11,0	181	578	125	14	107	12	3	8934	295	432	8,3	100	81	58	24	27	13
9	4,99	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	4,5	13	0,9	812	15,7	208	452	143	17	135	5	3	18274	193	900	7,4	100	15	496	33	28	1
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	3,0	12	1,1	957	18,7	281	656	172	26	170	5										42	14
		30-40	zand	BC	2	90	1,5	8	1,2	758	13,8	239	997	160	21	165	2	3	11259	270	434	8,3	100	25	85	25	15	0
		40-50	zand	C	2	95	0,8	6	1,2	452	10,0	176	1484	136	16	176	30	5	7787	236	390	8,2	100	25	15	16	0	0
10	5,09	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,4	10	1,1	1871	20,1	196	246	119	20	90	6	5	11654	1847	1461	7,7	100	133	259	23	69	54
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,5	8	1,1	1875	17,6	178	264	109	17	83	2										60	47
		30-40	zand	C	1	97	0,7	5	1,2	1241	11,9	135	470	96	12	76	10	4	5714	1556	588	8,2	100	141	50	30	22	13
11	3,15	0-15	klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	25	35	10,9	28	0,8	3873	48,1	781	584	427	69	319	17	2	35919	62	2840	7,4	100	18	443	18	196	179
		15-30	klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	25	35	8,9	22	1,0	1354	31,5	933	1010	519	80	391	13										93	60
		30-40	klei, sterk siltig	BC	25	40	5,5	19	1,2	461	23,4	1004	1132	494	91	435	6	3	43945	42	3863	7,6	100	1	200	20	0	0
12	5,53	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,2	9	1,3	2491	27,2	205	269	131	20	99	5	31	11674	1549	1750	7,5	100	122	228	31	102	87
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,9	8	1,3	2467	27,2	191	419	131	18	105	4										102	86
		30-40	zand	C	2	95	0,5	5	1,3	968	8,9	125	600	93	12	86	12	6	5738	1160	606	8,0	100	145	59	33	13	5
13	4,18	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	6,5	20	1,1	3775	25,6	324	166	175	39	140	10	4	17617	4271	2931	7,3	100	636	634	150	104	95
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	2,3	12	1,3	2580	25,8	368	250	213	38	166	5										97	83
		30-40	zand	BC	4	90	1,9	10	1,3	1933	19,6	366	428	207	38	178	3	2	15088	2516	1297	7,8	100	68	495	21	45	36
14	4,62	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,3	13	1,2	1613	25,7	398	499	218	47	196	7	3	17285	3061	2180	7,6	100	71	615	21	83	61
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,0	13	1,2	1378	23,3	351	543	213	39	208	6										70	46
		30-40	zand	BC	4	85	1,7	10	1,3	965	17,2	346	1025	216	35	220	2	3	16382	1980	1117	7,8	100	26	533	22	26	9
15	4,36	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	4,8	15	1,1	3029	25,2	333	113	172	34	128	7	2	14208	1999	3033	7,0	100	116	312	20	99	87
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,3	14	1,2	3318	27,9	345	132	190	34	133	5										111	99
		30-40	zand, kleiig	BC	6	80	2,5	12	1,3	2942	22,3	425	173	225	40	165	3	2	14840	1698	1830	7,5	100	72	444	22	58	51
16	5,08	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	4	80	3,1	11	1,2	1539	22,0	217	446	144	21	134	5	5	10072	1216	987	7,6	100	65	548	37	70	49
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	4	80	2,2	9	1,4	1812	22,9	285	626	173	31	164	4										78	60
		30-40	zand	BC	2	90	1,4	8	1,4	1525	18,3	243	790	163	25	168	1	3	7936	1717	582	7,8	100	83	256	25	38	27
17	4,97	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	3,3	11	1,3	3545	29,4	205	327	147	15	115	5	33	11951	259	844	7,4	99	83	259	77	118	107
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	3,2	11	1,2	3630	33,3	283	370	171	24	142	6										135	122
		30-45	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,8	9	1,3	3069	28,1	252	478	174	19	147	3	4	15343	406	1852	7,7	100	172	196	25	110	97
		45-55	zand	BC	2	90	1,1	7	1,4	1987	15,6	246	654	162	21	144	0	3	13503	426	1607	7,9	100	158	93	27	36	29
18	3,92	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	3,3	13	1,2	3662	33,8	358	341	207	31	168	5	1	21369	206	1549	7,3	100	107	150	21	182	165
		20-35	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	2,7	12	1,3	4034	34,7	378	405	219	33	184	4										143	131
		35-50	zand	BC	3	90	1,1	10	1,5	2766	20,8	328	1137	225	27	238	25	1	20094	392	1859	7,7	100	149	101	31	80	69
		50-60	zand	C	1	97	0,3	5	1,4	824	10,7	161	1267	138	12	142	26										13	1
19	4,19	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	2,6	12	1,2	3708	34,9	250	665	179	23	154	4	2	19513	2751	1421	7,3	100	190	415	26	142	129
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	2,6	11	1,3	4843	29,9	272	607	175	25	155	3										126	117
		30-40	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	2,7	12	1,3	4659	38,9	321	857	199	31	184	4	1	18108	588	1967	7,4	100	201	285	23	108	101
		40-50	zand	BC	2	90	1,5	9	1,4	2232	18,7	264	1062	182	23	186	24	3	13645	693	1296	8,0	100	199	63	22	45	38
20	5,63	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	2	90	3,1	9	1,2	2184	24,0	164	220	111	14	67	3	2	12456	535	660	7,3	100	126	349	30	87	71
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	2	90	1,5	6	1,4	2440	23,1	176	334	114	15	71	1										57	48
		30-40	zand	C	2	95	0,4	5	1,4	761	10,3	137	654	104	11	77	13	5	5874	389	239	8,5	100	104	35	29	11	0
21	4,58	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	3,4	11	1,2	1530	21,9	196	316	120	15	93	7	2	17041	260	693	7,2	100	97	314	50	69	49
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,3	9	1,3	1489	20,1	188	414	120	14	99	3										63	44
		30-40	zand	BC	2	90	0,7	5	1,4	792	11,6	144	622	104	11	89	13	11	8387	289	251	8,4	100	94	81	34	13	0
22	4,37	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,2	9	1,3	963	18,7	202	65	119	15	66	6	5	12613	180	1933	6,0	99	55	98	114	42	15
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,9	8	1,4	1381	21,9	202	97	116	16	63	3										66	43
		30-45	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,5	7	1,4	1611	20,8	184	102	112	14	60	2	7	11412	337	1032	7,6	100	123	236	30	67	49
		45-55	zand	BC	2	90	0,5	6	1,5	1543	12,5	217	222	136	15	95	4	6	8965	335	798	7,6	100	145	42	27	26	19
23	5,51	0-20	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,5	9	1,2	1705	16,9	168	55	102	13	53	5	9	11318	281	1643	6,2	99	53	106	81	75	56
		20-35	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	1,5	7	1,3	2131	13,8	173	44	105	13	54	1										50	40
		35-45	zand	BC	2	90	0,7	5	1,4	1414	11,1	212	43	131	14	74	0	4	7643	253	788	7,0	100	90	28	32	22	15
45	5,32	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,9	10	1,2	1360	22,8	201	739	150	15	147	4	3	17615	223	628	7,6	100	39	326	29	68	44
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	85	2,5	11	1,2	1318	17,4	182	650	133	15	130	2										51	32
		30-40	zand	BC	3	90	1,5	8	1,3	1199	15,3	198	867	149	16	147	0	3	12493	326	436	7,8	100	54	127	27	28	16

Hieronder worden de potenties voor graslandontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 8:

30 cm afgraven en 13 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van stroomdalgrasland. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

Locatie 9:

Toplaag 15 jaar verschralen of 30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland.

Locatie 10:

30 cm afgraven en 14 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van stroomdalgrasland. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

Locatie 11:

Vegetatie verder laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond. Op 30 cm-mv is een fosfaatarme bodem aanwezig echter afgraven heeft vermoedelijk slechts op korte termijn effect aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Locatie 12:

30 cm afgraven en minimaal 5 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

Locatie 13:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 14:

30 cm afgraven en 9 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Locatie 15:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 16:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 17:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan. Op 45-55 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 18:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Op 40-50 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Daarnaast ligt locatie 19 ligt in een afvoerloze kom die gevoelig is voor incidentele zomeroverstroming waarna het water lang kan blijven staan, dit risico wordt groter bij afgraven. Hierdoor wordt afgraven niet geadviseerd.

Locatie 19:

Niet afgraven, voedselrijke toplaag laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Op 40-50 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Daarnaast ligt locatie 19 ligt in een afvoerloze kom die gevoelig is voor incidentele zomeroverstroming waarna het water lang kan blijven staan, dit risico wordt groter bij afgraven. Hierdoor wordt afgraven niet geadviseerd.

Locatie 20:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

Locatie 21:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland.

Locatie 22:

45 cm afgraven en 19 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 55 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Locatie 23:

35 cm afgraven en 15 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 45 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

Locatie 45:

30 cm afgraven en 16 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

De locatie is gelegen op een hoge rug waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.

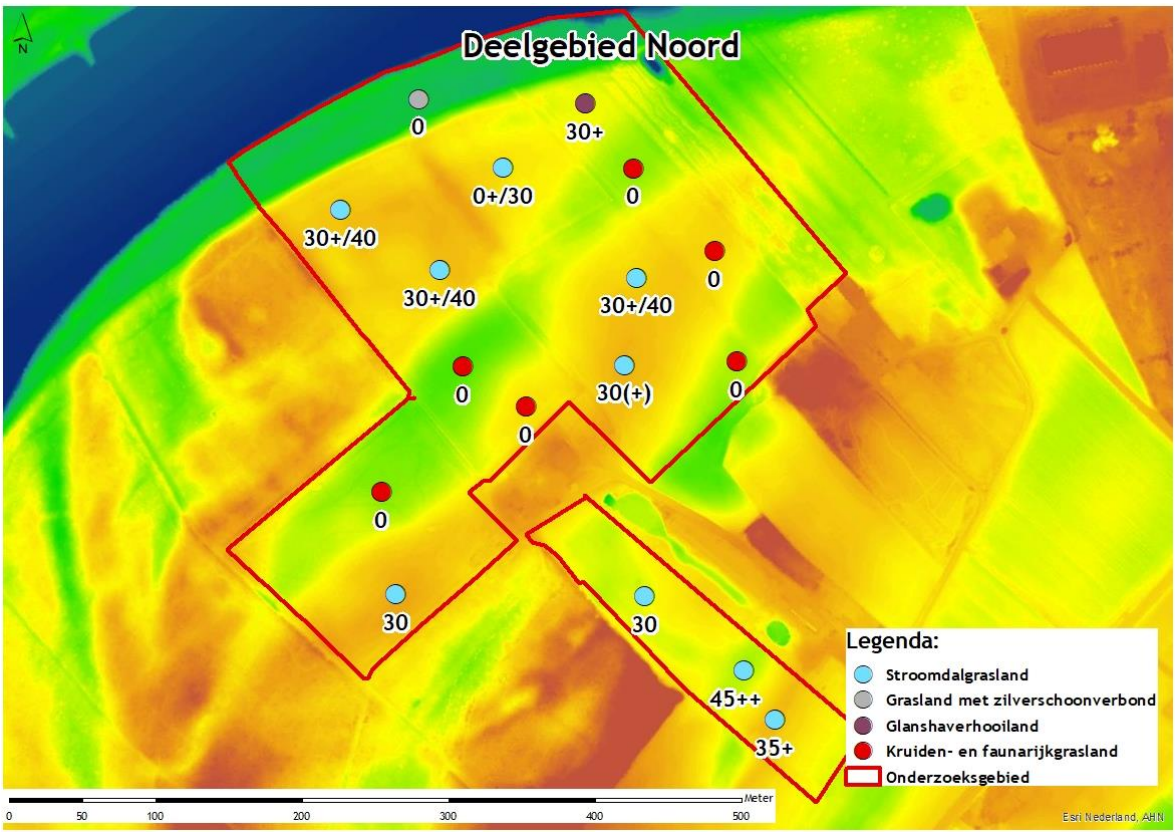
Samenvatting kansen graslandontwikkeling deelgebied Noord

Op basis van de potenties en de ligging kunnen de locaties in deelgebied Noord in 5 groepen worden verdeeld:

- Op de hoge koppen (locatie 8,10, 12, 20, 23 en 45) is 30/35 cm afgraven en circa 5-16 jaar maaien en afvoeren voldoende voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Deze locaties liggen allemaal op een hoge kop waardoor afgraven misschien niet wenselijk is. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Echter vermoedelijk zal er een suboptimaal stroomdalgrasland met een voedselrijk karakter ontstaan.
- De slenken (locatie 13, 18 en 19). Afgraven biedt geen duidelijke potenties voor fosfaatgelimiteerde graslandvegetatie. Advies is de voedselrijke toplaag door ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress (buiten inundatie om) of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan (zie paragraaf 4.4).
- De overgangssituatie:
    - Noordelijke (locatie 9 en 14) en zuidelijke locaties (locatie 21 en 22). Het afgraven van de bouwvoor (30-45 cm) en (eventueel) circa 9-19 jaar verschralen voldoende voor de ontwikkeling van een stroomdalgrasland. Op locatie 9 is het ook mogelijk om een stroomdalgrasland te ontwikkelen na 15 jaar verschralen.
    - Centrale locaties (locatie 15, 16 en 17). Afgraven biedt geen duidelijke potenties voor fosfaatgelimiteerde graslandvegetatie. Advies is de voedselrijke toplaag te ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Mogelijk zal door droogtestress (buiten inundatie om) of N-limitatie alsnog een soortenrijk kruiden- en faunarijkgrasland ontstaan (zie paragraaf 4.4).
- Lage oever (locatie 11). Op locatie 11 is het advies om de toplaag door te ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond. Op 30 cm-mv is een fosfaatarme bodem aanwezig. Echter afgraven heeft vermoedelijk slecht op korte termijn effect aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Voor alle locaties geldt dat 10-15 cm extra afgraven vermoedelijk betere bodemchemische omstandigheden biedt, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid. Indien een ontgronding niet gewenst is kan ook worden gekozen voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland op de voedselrijke toplaag (zie paragraaf 4.4).

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in deelgebied Noord.

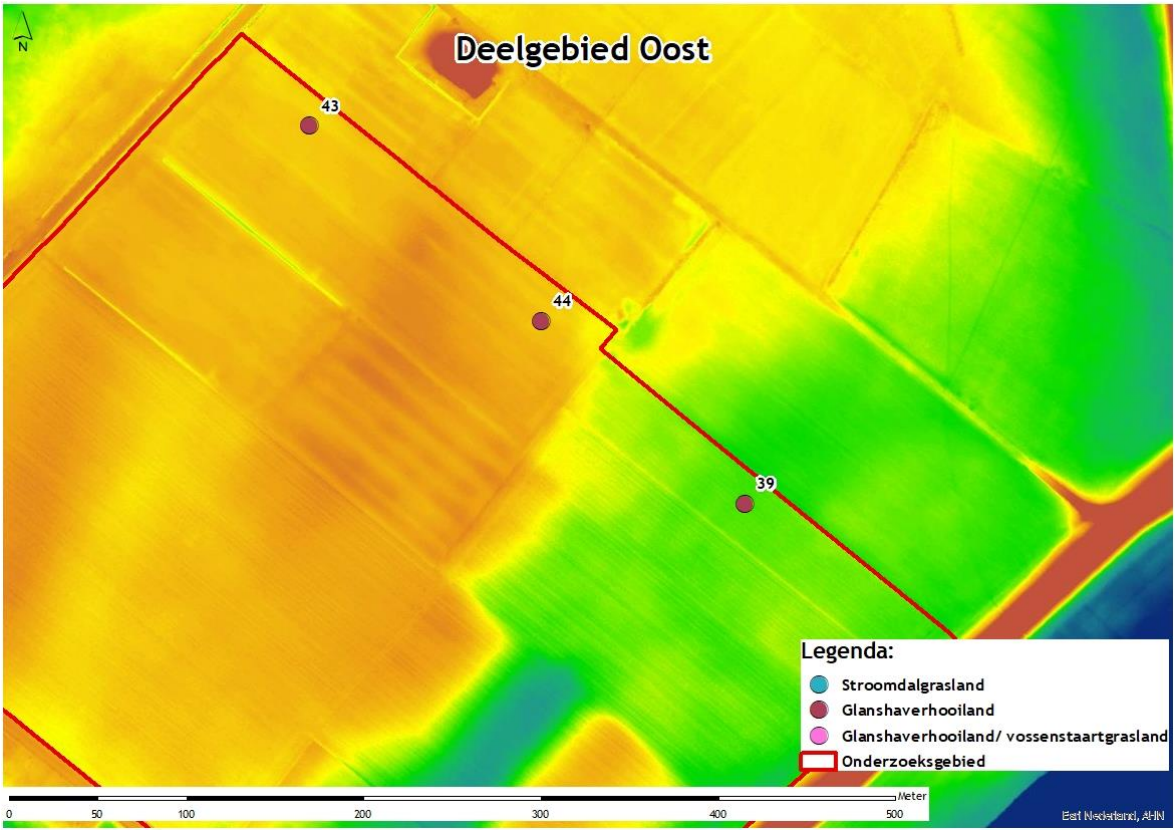


Figuur 29. Overzichtsfiguur van de kansen voor graslandontwikkeling per boorlocatie in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte en indien nodig de verschralingsduur ((+) = <5 jaar, + = 6-15 jaar en ++ = >15 jaar maaien en afvoeren).

6.2 Deelgebied Oost



Figuur 30. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 31. Overzicht van de potenties voor stroomdalgrasland en glanshaverhooiland op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 32. Impressie van deelgebied Noord op de locaties 39 (links) en 43 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.



Figuur 33. Boorprofielen van de locaties 39 (links) en 43 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.

Deelgebied Oost bestaat uit locatie 39, 43 en 44. De locatie 39 ligt een stuk lager (3,86 Mvh) dan de locaties 43 en 44 (4,47-4,49 Mvh). Op locatie 43 en 44 is een GHG waargenomen van 110 en 120 cm onder maaiveld.

Tabel 6. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in deelgebied Oost. Voor de gebruikte parameters en arcering zie Tabel 5.

Nr	Mvh	Diepte	Grondsoort	HZT	L	Z	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M8
39	3,86	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	4,2	17	1,3	1375	21,8	398	88	221	37	143	7	2	20431	866	4738	6,5	100	16	541	33	65	43
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,1	13	1,3	1124	18,9	427	159	232	37	167	3										49	25
		30-40	zand	BC	3	90	2,4	12	1,3	758	15,3	389	232	219	35	167	4	1	19827	646	3036	7,5	100	15	342	64	16	0
		40-50	zand	BC	3	90	1,2	10	1,4	536	12,5	362	530	205	34	182	12	5	17505	1187	2243	7,7	100	8	358	34	3	0
43	4,47	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	5,0	19	1,1	1815	24,2	323	381	190	27	178	8	1	24172	245	2221	7,4	100	25	344	21	82	63
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	75	3,2	15	1,2	1622	24,0	294	431	209	21	191	5										78	57
		30-40	zand	BC	5	80	1,6	12	1,4	611	15,7	312	740	203	26	201	1	3	17905	208	1695	7,8	100	2	86	22	9	0
44	4,49	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	80	3,8	17	1,2	815	21,0	374	378	218	30	205	6	3	25549	188	2360	7,6	100	7	401	22	38	2
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	6	80	2,4	15	1,3	744	19,4	384	519	229	31	221	4										30	0
		30-40	zand	BC	4	85	1,8	13	1,5	243	15,6	426	954	259	35	263	1	2	23438	143	2399	7,8	100	2	583	24	0	0

Hieronder worden de potenties voor graslandontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 39:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. Of toplaag ontwikkelen door middel van akkeren.

Locatie 43:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. Of toplaag ontwikkelen door middel van akkeren.

Locatie 44:

Toplaag 2 jaar verschralen voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland (zode verwijderen, indien soortarm, en maaisel opbrengen).

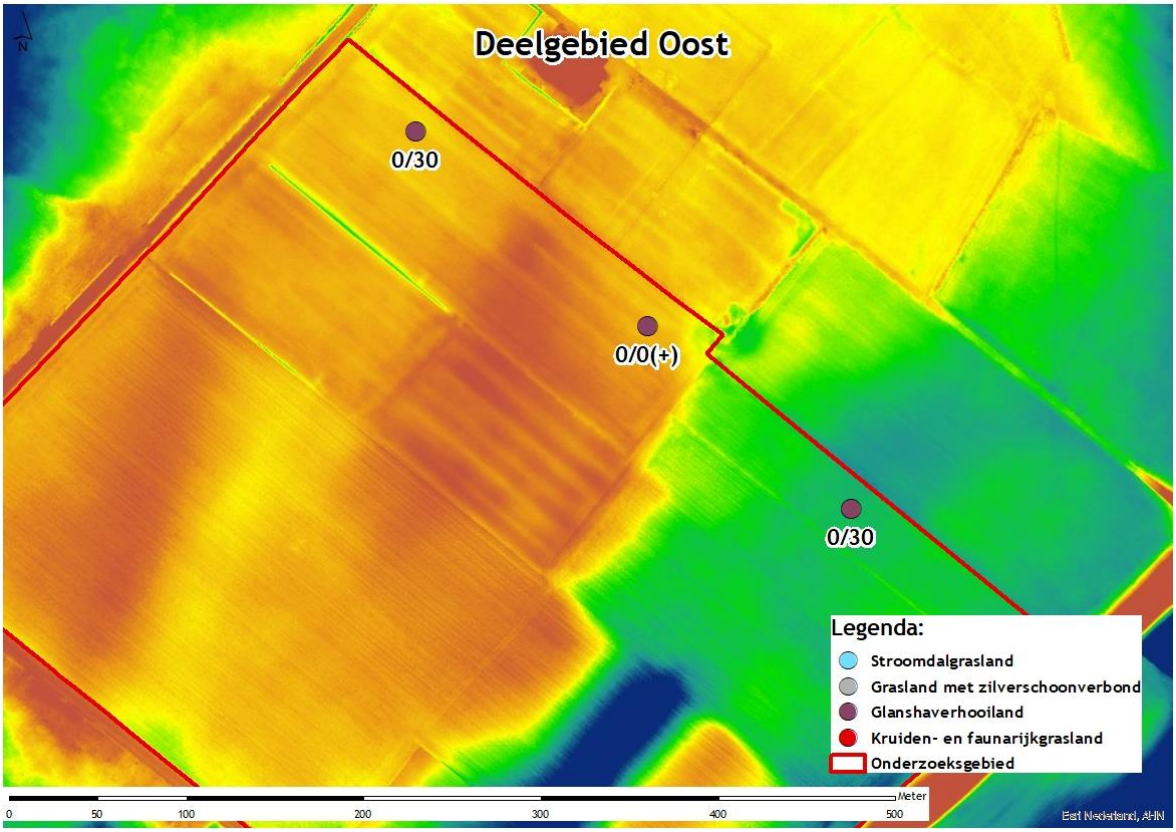
Samenvatting kansen graslandontwikkeling deelgebied Oost

De locaties 39, 43 en 44 hebben een bodemsamenstelling die tamelijk homogeen is. De bovenste 30 cm is duidelijk met fosfaat verrijkt, maar niet extreem rijk. Er zijn twee alternatieven. Bij afgraven van 30 cm ontstaan gunstige bodemcondities voor een glanshaverhooiland (locaties 39, 43 en 44). Bij niet afgraven ontwikkelt zich eerder een kruiden-en faunarijk grasland op de voedselrijke toplaag (zie paragraaf 4.4). Op sommige plekken, bijvoorbeeld ter hoogte van locatie 43, is de bodem al schraal genoeg voor een ontwikkeling van glanshaverhooiland op de bouwvoor.

Het is ook mogelijk om op de locaties enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Door middel van het akkeren zonder te bemesten worden de locaties minder rijk aan voedingstoffen. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van glanshaverhooiland ter hoogte van locatie 44 en waarschijnlijk ter hoogte van locatie 39 en 43 een kruiden- en faunarijkgrasland.

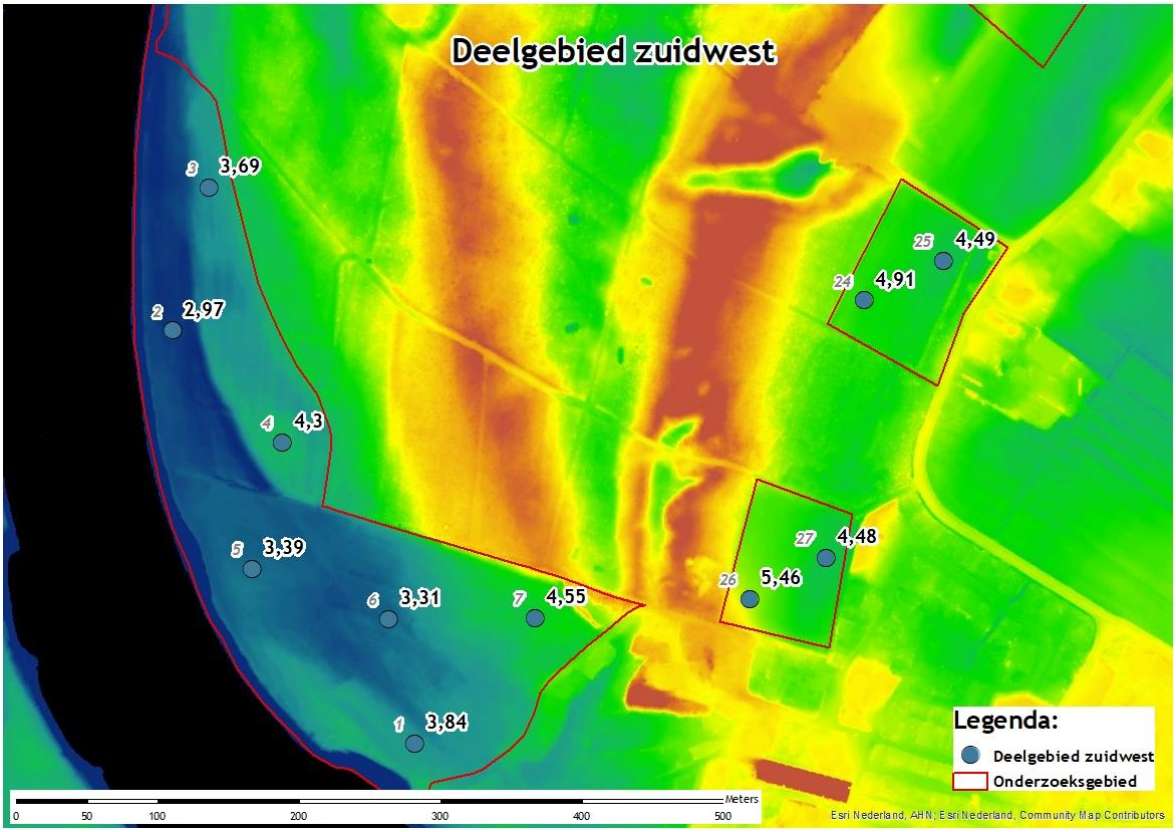
Er wordt wel geadviseerd om dit deelgebied pas te ontwikkelen nadat de overige percelen (kadastrale nummers: 1363 en 1852) ook zijn onderzocht zodat een beter inzicht in de bodemchemie van dit deelgebied ontwikkeld kan worden.

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in het deelgebied Oost.

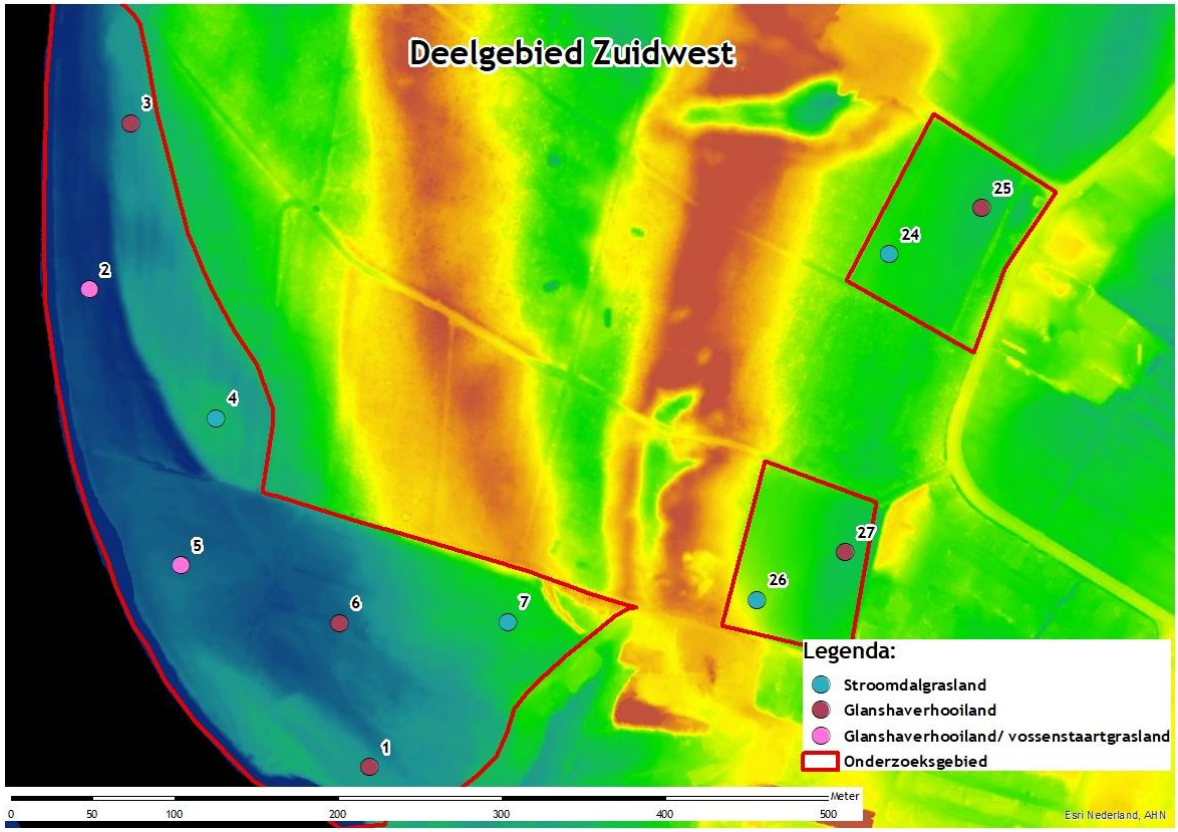


Figuur 34. Overzichtsfiguur van de kansen voor graslandontwikkeling per boorlocatie in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte en indien nodig de verschralingsduur ((+)=<5 jaar maaien en afvoeren).

6.3 Deelgebied Zuidwest



Figuur 35. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 36. Overzicht van de potenties voor stroomdalgrasland en glanshaverhooiland op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 37. Impressie van deelgebied Zuidwest op de locaties 2 (links) en 6 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.



Figuur 38. Boorprofielen van de locaties 2 (links) en 6 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.

Deelgebied Zuidwest bestaat uit locatie 1-7 en 24-27. De locaties 1, 2, 3, 4, 5, en 6 liggen <4,5 m NAP. De locaties 7, 24, 25, 26 en 27 liggen >4,5 m NAP. Alleen op locatie 2 is een GHG aangetroffen (110 cm-mv).

Tabel 7. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in deelgebied Zuidwest. Voor de gebruikte parameters en arcering zie Tabel 5.

Nr	Mvh	Diepte	Grondsoort	HZT	L	Z	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M8
1	3,85	0-15	klei, matig humeus, bv	AP	17	55	4,8	19	1,0	1457	24,4	514	515	295	43	214	15	0	28592	162	1496	7,2	100	7	134	16	75	52
		15-30	klei, matig humeus, bv	AP	17	55	4,7	16	1,1	695	17,2	455	588	273	39	195	8										23	0
		30-40	zand	BC	2	90	2,5	11	1,1	516	12,5	336	662	209	29	168	4	4	16940	166	1175	7,4	100	3	99	15	1	0
2	2,97	0-15	klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	25	35	10,7	28	0,9	5843	54,1	803	803	449	72	324	15	15	39165	71	2929	7,3	100	33	524	16	232	219
		15-30	klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	25	35	6,4	21	1,2	3964	41,8	1049	1539	591	100	482	12										171	157
		30-40	klei, sterk siltig, opgebr.	AB	30	30	7,2	21	1,3	3123	41,5	1162	1698	634	114	516	12	3	42986	84	4028	7,3	100	12	191	21	109	96
3	3,69	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	6,0	18	1,0	2042	25,0	489	74	246	44	122	8	0	20814	103	3130	6,3	100	12	401	16	88	71
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,4	13	1,2	1362	20,0	474	70	252	41	126	6										59	39
		30-40	zand	B	3	90	1,4	8	1,3	777	13,4	362	47	208	31	102	2	0	10830	174	1525	7,0	100	6	64	16	15	0
4	4,3	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	2,0	9	1,2	1413	15,2	198	36	125	16	48	4	0	9047	132	1279	6,1	100	22	93	33	46	31
		15-30	zand	BC	1	95	0,9	6	1,3	724	9,7	149	27	115	11	44	1										14	0
		30-40	zand	BC	1	95	0,6	5	1,3	559	5,4	92	118	77	7	30	9	1	5679	158	457	8,1	100	44	50	29	2	0
		40-50	zand, rivierduin	C	1	95	0,3	4	1,3	468	4,4	86	72	76	7	26	5	2	4098	223	264	8,3	100	41	19	17	0	0
5	3,4	0-15	klei, matig humeus, bv	AP	22	40	12,6	22	0,9	5255	54,3	722	696	437	68	281	17	0	28666	72	2217	7,3	100	25	579	20	230	216
		15-30	klei, matig humeus, bv	AP	22	40	6,7	20	1,2	2484	38,1	886	1167	545	80	373	14										143	121
		30-40	klei, sterk siltig	BC	25	40	4,5	17	1,2	1404	25,0	863	1046	466	83	364	7	0	31855	80	3137	7,5	100	2	157	17	50	34
		40-50	zand	BC	1	95	1,7	8	1,3	775	10,4	272	361	184	23	122	1	0	11106	184	747	8,1	100	13	58	23	12	0
6	3,31	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	4,1	14	1,1	2163	24,5	446	111	260	37	147	8	3	21116	99	4113	7,1	100	12	164	16	88	72
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	3,5	12	1,2	1464	19,9	420	102	248	36	147	6										61	42
		30-40	zand	BC	1	96	1,1	7	1,3	632	9,0	223	74	143	20	80	1	3	10521	259	1563	7,9	100	19	93	22	6	0
7	4,55	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	3	80	4,3	14	0,9	742	13,9	267	68	135	22	74	8	3	15530	108	2628	7,0	100	8	153	16	21	0
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	3	80	2,5	9	1,1	438	11,3	270	85	142	24	95	4										0	0
		30-40	zand	BC	2	90	1,4	7	1,2	349	8,5	192	255	120	16	77	1	5	11593	301	1078	8,0	100	11	123	20	0	0
24	4,91	0-15	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	2,4	10	1,3	3313	21,6	277	23	154	22	82	1	160	7979	299	3422	4,5	92	15	52	63	86	77
		15-30	zand, matig humeus, bv	AP	4	85	1,3	9	1,5	4032	24,5	263	24	174	20	82	0										101	92
		30-40	zand	BC	2	90	0,9	8	1,4	3013	19,1	282	22	160	23	92	0	103	6930	543	3065	4,8	94	31	26	38	50	44
25	4,49	0-15	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	2,6	13	1,4	3673	30,3	432	49	231	38	137	2	10	16506	1152	4275	5,5	97	43	170	1036	123	111
		15-30	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	2,4	13	1,5	3757	42,7	462	68	261	41	158	3										174	158
		30-45	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	2,0	13	1,6	3445	31,7	452	60	254	40	155	2	3	19435	675	4018	6,2	100	50	174	32	127	114
		45-55	zand	BC	3	90	0,9	8	1,5	1474	13,2	299	302	174	26	134	6	8	15101	646	2203	7,6	100	117	39	38	27	19
26	5,46	0-20	zand, matig humeus, bv	AP	2	85	3,4	11	1,2	2557	21,8	194	81	114	16	59	4	5	12056	383	1486	6,8	100	118	362	89	110	94
		20-35	zand, matig humeus, bv	AP	2	85	1,5	8	1,4	4017	27,2	218	105	131	20	68	2										111	102
		35-45	zand	BC	3	90	0,9	8	1,5	2293	16,6	354	47	186	32	107	0	1	12505	500	2364	7,1	100	156	45	31	41	34
27	4,48	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	AP	7	75	2,8	14	1,4	4241	39,5	373	54	204	31	109	3	43	14394	194	4303	4,9	98	37	167	52	218	200
		20-30	klei, matig zandig	BC	14	65	1,9	11	1,5	5044	36,4	419	48	226	36	127	1	23	15474	243	3658	5,2	99	71	106	32	103	96
		30-40	klei, matig zandig	BC	14	65	1,5	12	1,6	4862	37,3	450	53	244	39	136	0										105	97

Hieronder worden de potenties voor graslandontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 1:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond.

Of 15 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. De vraag is echter of afgraving hier wenselijk is en niet slechts een korte termijn effect heeft aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Locatie 2:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond.

Locatie 3:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond.

Of 30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. De vraag is echter of afgraving hier wenselijk is en niet slechts een korte termijn effect heeft aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Locatie 4:

15 cm afgraven van de kleine hogere kop ter hoogte van locatie 4 voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland.

Locatie 5:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond.

Of 40 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. De vraag is echter of afgraving hier wenselijk is en niet slechts een korte termijn effect heeft aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Locatie 6:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond.

Of 30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. De vraag is echter of afgraving hier wenselijk is en niet slechts een korte termijn effect heeft aangezien door nieuwe slibafzetting de fosfaatconcentraties vermoedelijk weer zullen toenemen.

Locatie 7:

Toplaag is geschikt voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. Indien doelsoorten ontbreken de zode chopperen, ploegen of zode omkeren en maaisel uit een referentieterrein opbrengen.

Locatie 24:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een voedselrijk kruiden- en faunarijkgrasland. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de gewenste vegetatie. Hierdoor zal de voedselrijkdom van de bodem afnemen en de kruidenrijkdom toenemen. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 25:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de gewenste vegetatie. Hierdoor zal de voedselrijkdom van de bodem afnemen en de kruidenrijkdom toenemen. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 25 (en 27) zijn gelegen onder 5,3 m NAP, hierdoor is er een mogelijkheid voor inundatie indien een oplossing voor de barrière (de weg) aan de noordkant wordt gevonden, zoals een duiker.

Locatie 26:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Hierdoor zal de voedselrijkdom van de bodem afnemen en de kruidenrijkdom toenemen. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 27:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Hierdoor zal de voedselrijkdom van de bodem afnemen en de kruidenrijkdom toenemen. Op 30-40 cm-mv zijn de fosfaatconcentraties nog steeds verhoogd. Het is niet bekend welke bodemlaag voldoende fosfaatarm is voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde vegetatie.

Locatie 27 (en 25) zijn gelegen onder 5,3 m NAP, hierdoor is er een mogelijkheid voor inundatie indien een oplossing voor de barrière (de weg) aan de noordkant wordt gevonden, zoals een duiker.

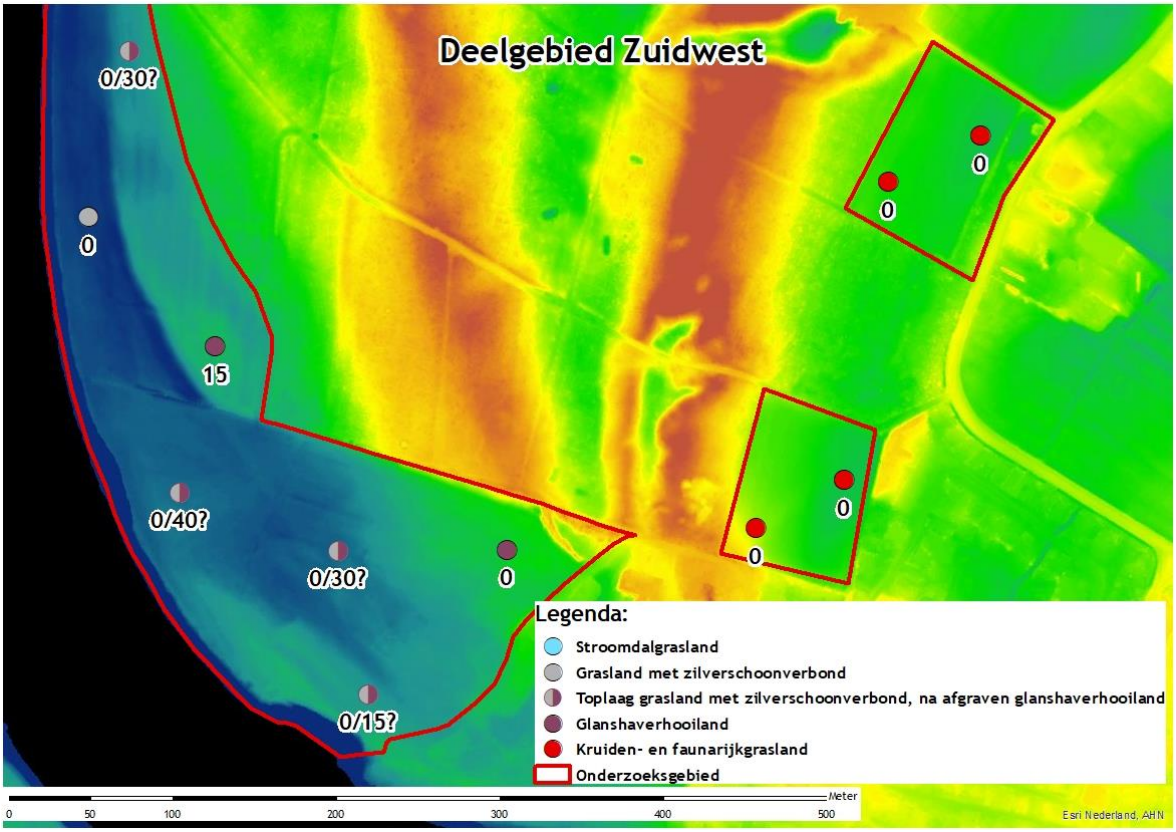
Samenvatting kansen graslandontwikkeling deelgebied Zuidwest

Op basis van de potenties en de ligging kunnen de locaties in deelgebied Zuidwest in 5 groepen worden verdeeld:

- Laaggelegen locaties aan de rivieroever (locatie 1, 2, 3, 5 en 6). Niet afgraven en de toplaag ontwikkelen tot een grasland met soorten van het zilverschoonverbond. Op de locaties (1, 3, 4, 5 en 6) zorgt afgraven waarschijnlijk alleen op de korte termijn voor vermindering in fosfaatconcentraties.
- Hooggelegen locaties aan de rivieroever.
    - Locatie 4. 15 cm afgraven van de kleine hogere kop ter hoogte van locatie 4 voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland.
    - Locatie 7. Toplaag is geschikt voor de ontwikkeling van een glanshaverhooiland. Indien doelsoorten ontbreken de zode chopperen, ploegen of zode omkeren en maaisel uit een referentieterrein opbrengen.
- Percelen met locatie 24, 25, 26 en 27 (aan de oostzijde van de hogere koppen in het gebied). Afgraven biedt geen duidelijke potenties voor fosfaatgelimiteerd grasland. Advies is om niet af te graven en de huidige toplaag te laten ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijkgrasland. Het is ook mogelijk om op de huidige toplaag enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van de vegetatie. Hierdoor zal de voedselrijkdom van de bodem afnemen en de kruidenrijkdom toenemen. Op de locatie 25 en 27 kan inundatie mogelijk gemaakt worden. Dit kan het aandeel soorten van het zilverschoon-verbond bevorderen, vooral omdat hier sprake is van afvoerloze kommen op kleiige bodem waar het water na overstroming slechts langzaam inzijgt.

Locatie 25 en 27 zijn gelegen onder 5,3 m NAP, hierdoor is er een mogelijkheid voor inundatie indien een oplossing voor de barrière (de weg) aan de noordkant wordt gevonden, zoals een duiker.

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in deelgebied Zuidwest.



Figuur 39. Overzichtsfiguur van de kansen voor graslandontwikkeling per boorlocatie in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte. ? betekent dat een ontgronding mogelijk alleen korte termijneffecten heeft.

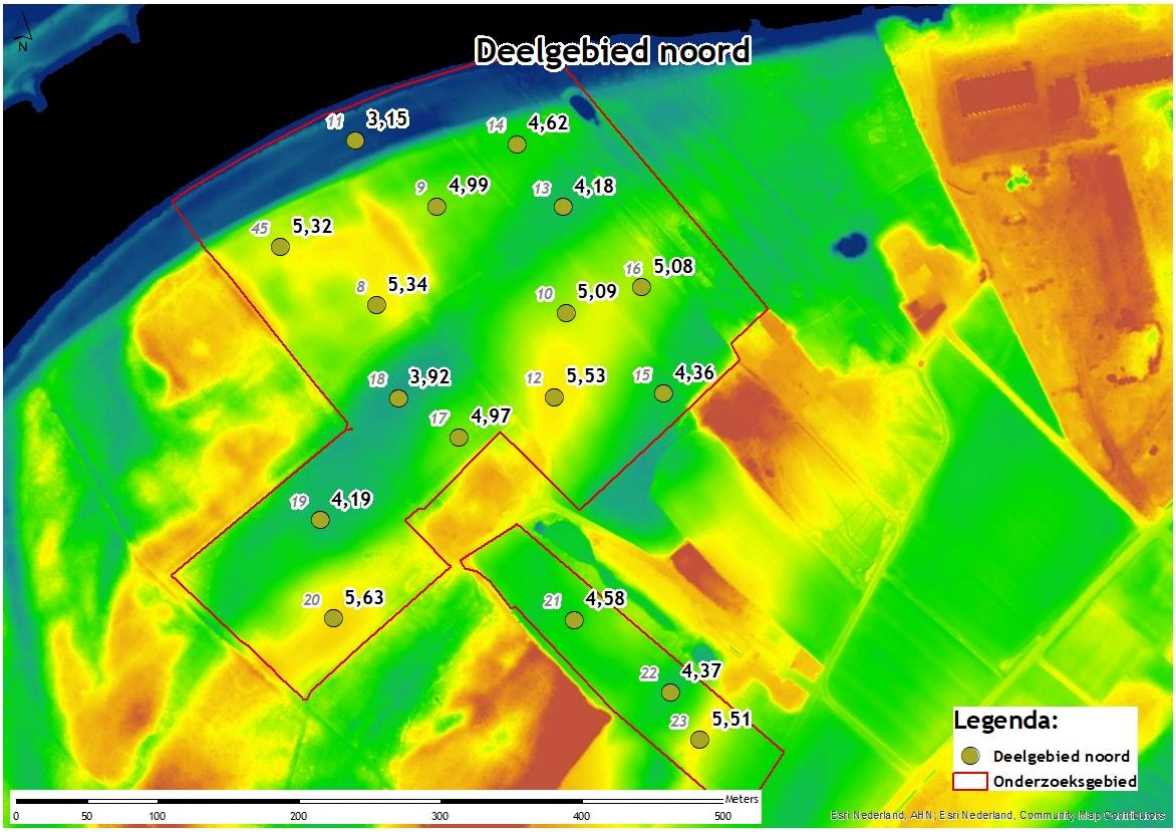
7. KANSEN VOOR BOSONTWIKKELING PER DEELGEBIED

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van een aantal percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden met name sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 2). In dit hoofdstuk worden op basis van bodemtype, bodemchemie en grondwaterstanden de kansen voor de ontwikkeling van zachthoutooibos en hardhoutooibos per deelgebied besproken. De data worden per deelgebied gepresenteerd en daarna wordt het advies besproken.

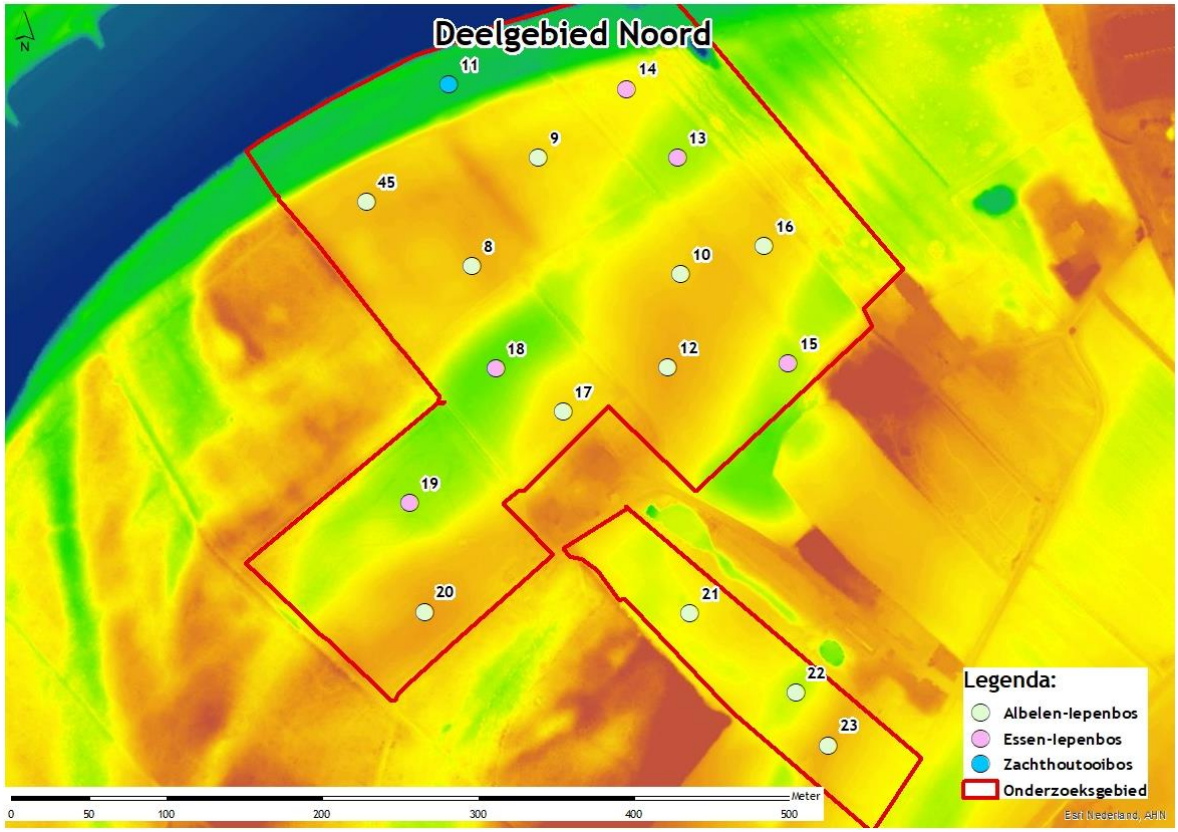
In dit onderzoek worden de potenties van de bodem gebaseerd op de bodemchemie van de verschillende bodemlagen. Andere geo-/hydrologische aspecten maken geen (of in onvoldoende mate) onderdeel uit van dit onderzoek.

Wanneer keuzes moeten worden gemaakt heeft het de voorkeur om een kleiner oppervlak goed in te richten dan op een groter oppervlak voor 'half werk' te kiezen. Dit laatste levert over het algemeen vooral teleurstellingen op en is uiteindelijk zonde van de inspanningen en gemaakte kosten.

7.1 Deelgebied Noord



Figuur 40. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 41. Overzicht van de potenties voor zachthoutooibos en hardhoutooibos (Abelen-Iepenbos en Essen-Iepenbos) op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3).

Deelgebied Noord bestaat uit locatie 8-23 en 45. Zie paragraaf 6.1 voor de bodemchemische data en foto's van deelgebied Noord. Hieronder worden de potenties voor bosontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 8:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een Essen-Iepenbos. In de huidige situatie ligt deze locatie te hoog voor inundatie (5,34 m NAP) echter door het afgraven van 30 cm zal deze locatie waarschijnlijk ook frequent genoeg inunderen (range 4,0-5,3 m NAP; zie paragraaf 5.6). Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Locatie 9:

Toplaag verschralen of 30 cm afgraven en daarna een Abelen-Iepenbos ontwikkelen.

Locatie 10:

30 cm afgraven en een Abelen-Iepenbos te ontwikkelen met een wat voedselrijkere ondergroei. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Locatie 11:

Geschikt voor de ontwikkeling van zachthoutooibos.

Locatie 12:

30 cm afgraven om vervolgens Abelen-Iepenbos te ontwikkelen. In de huidige situatie ligt deze locatie wat te hoog voor inundatie (5,53 m NAP) echter door het afgraven van 30 cm zal deze locatie waarschijnlijk ook frequent genoeg inunderen om verzuring te voorkomen (range 4,0-5,3 m NAP; zie paragraaf 5.6).

Locatie 13:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7).

Locatie 14:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een Essen-Iepenbos. Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Locatie 15:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7).

Locatie 16:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een Abelen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7).

Locatie 17:

Niet afgraven, laten ontwikkelen tot een Abelen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7).

Locatie 18:

Locatie 18 ligt in een afvoerloze kom die gevoelig is voor incidentele zomeroverstroming waarna het water te lang kan blijven staan voor hardhoutooibos. Dit risico wordt groter bij afgraven. Het beste is niet afgraven en ontwikkeling van eutrofe vorm van zachthoutooibos (met elementen van hardhoutooibos).

Locatie 19:

Locatie 19 ligt in een afvoerloze kom die gevoelig is voor incidentele zomeroverstroming waarna het water te lang kan blijven staan voor hardhoutooibos. Dit risico wordt groter bij afgraven. Het beste is niet afgraven en ontwikkeling van eutrofe vorm van zachthoutooibos (met elementen van hardhoutooibos).

Locatie 20:

30 cm afgraven om vervolgens Abelen-Iepenbos te ontwikkelen. In de huidige situatie ligt deze locatie te hoog voor inundatie (5,63 m NAP) echter door het afgraven van 30 cm zal deze locatie waarschijnlijk ook frequent genoeg inunderen (range 4,0-5,3 m NAP; zie paragraaf 5.6) om verzuring te voorkomen.

Locatie 21:

30 cm afgraven om vervolgens Abelen-Iepenbos te ontwikkelen.

Locatie 22:

45 cm afgraven en een Abelen-Iepenbos te ontwikkelen met een wat voedselrijkere ondergroei., Het is ook mogelijk om op een voedselrijk bos te ontwikkelen op de toplaag.

Locatie 23:

20 cm afgraven en een Abelen-Iepenbos te ontwikkelen met een wat voedselrijkere ondergroei. Het is ook mogelijk om op een voedselrijk bos te ontwikkelen op de toplaag.

Locatie 45:

30 cm afgraven en een Abelen-Iepenbos te ontwikkelen met een wat voedselrijkere ondergroei. Of een voedselrijkere ondergroei accepteren. In de huidige situatie ligt deze locatie op de grens (5,32 m NAP) voor regelmatige inundatie (1x per 12 jaar) echter door het afgraven van 30 cm zal de hoogte van deze locatie zeker binnen de grenswaardes liggen (range 4,0-5,3 m NAP; zie paragraaf 5.6). Het is vermoedelijk optimaal om 40 cm af te graven, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid. Aan de andere kant, vanaf 15 cm diepte is de bodem al niet meer bijzonder fosfaatrijk, dit biedt mogelijkheden om hier en daar meer reliëf te handhaven en daarmee een iets voedselrijkere situatie te accepteren. Bijvoorbeeld door het centrale deel van de rug slechts 15 cm te ontgraven en de flanken 30-40 cm.

Samenvatting kansen bosontwikkeling deelgebied Noord

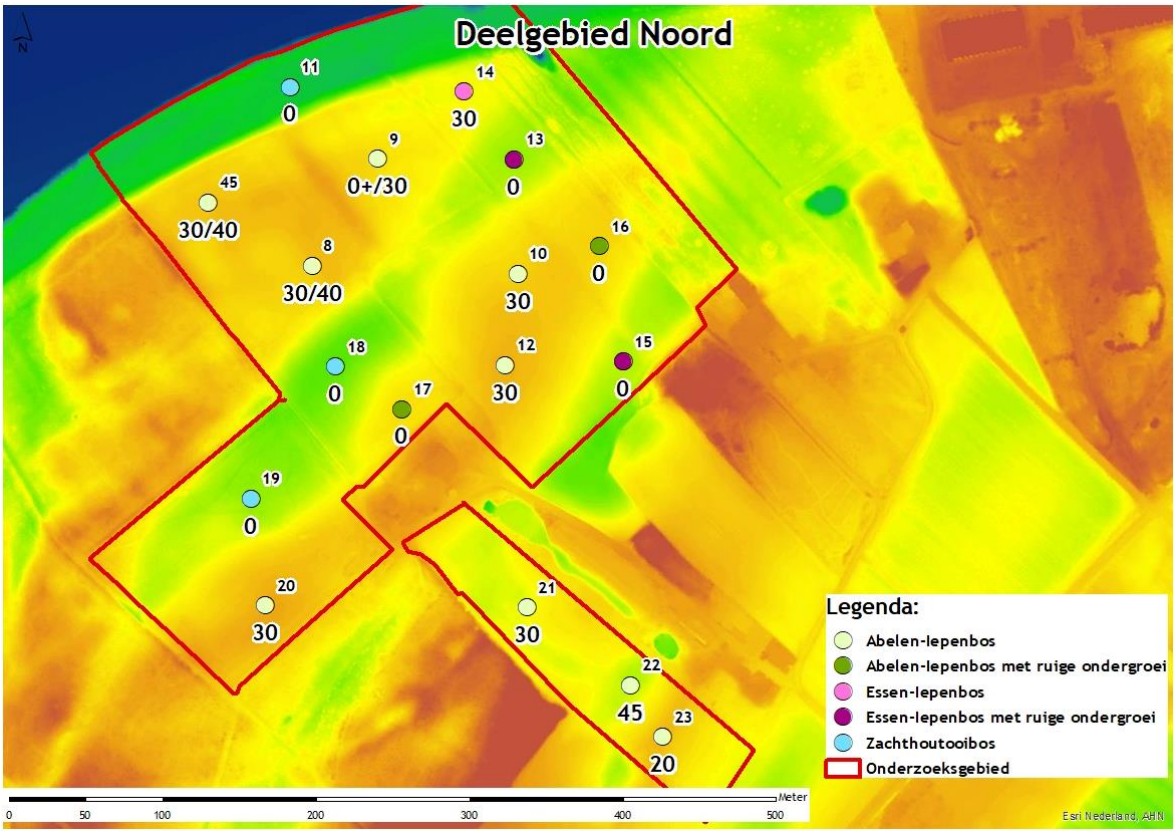
Op basis van de potenties en de ligging kunnen de locaties in deelgebied Noord in 4 groepen worden verdeeld:

- Op de hoge koppen (locatie 8, 10, 12, 20, 23 en 45) is 20/30 cm afgraven voldoende voor de ontwikkeling van een Essen-Iepenbos (locatie 8) of een Abelen-Iepenbos (locatie 10, 12, 20, 23 en 45). Op locatie 10, 23 en 45 ontstaat mogelijk een wat voedselrijkere ondergroei. Indien mogelijk wordt geadviseerd om na afgraving nog circa 15 jaar te verschralen om een schrale situatie te creëren.
- De overgangssituatie:
    - Noordelijke (locatie 9 en 14) en zuidelijke locaties (locatie 21 en 22). Het afgraven van de bouwvoor (30-45 cm) en ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos (locatie 14) of Abelen-Iepenbos (locatie 9, 21 en 22). Op locatie 22 ontstaat mogelijk een wat voedselrijkere ondergroei. Op locatie 9 is het ook mogelijk om een Abelen-Iepenbos te ontwikkelen op de toplaag na verschralen.
    - Centrale locaties (locatie 13, 15, 16 en 17). Afgraven biedt geen duidelijke potenties voor fosfaatgelimiteerde bosontwikkeling. Advies is de voedselrijke toplaag te ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos (locatie 13 en 15) of Abelen-Iepenbos (locatie 16 en 17) met ruige voedselrijke ondergroei.
- Lage oever (locatie 11) en de afgesloten slenk/kom (locatie 18 en 19). Toplaag laten ontwikkelen tot een zachthoutooibos. Op locatie 18 en 19 zal iets meer een overgang naar eutroof hardhoutooibos tot ontwikkeling komen.

Voor sommige locaties geldt dat 10-15 cm extra afgraven vermoedelijk betere bodemchemische omstandigheden biedt, echter de onderliggende bodemlaag is niet geanalyseerd en daardoor bestaat er onzekerheid.

Sommige locaties liggen in de huidige situatie te hoog voor een inundatie (5,09-5,63 m NAP) die frequent genoeg is. Echter door het afgraven zullen deze locaties waarschijnlijk frequent genoeg inunderen (range 4,0-5,3 m NAP; zie paragraaf 5.6) om verzuring te voorkomen. Ook is het een meerwaarde om overgangen te hebben naar zelden inunderende bostypen met een zwak zure bodem. Hier kan zich bijvoorbeeld Gierstgras-Beukenbos ontwikkelen.

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in deelgebied Noord.

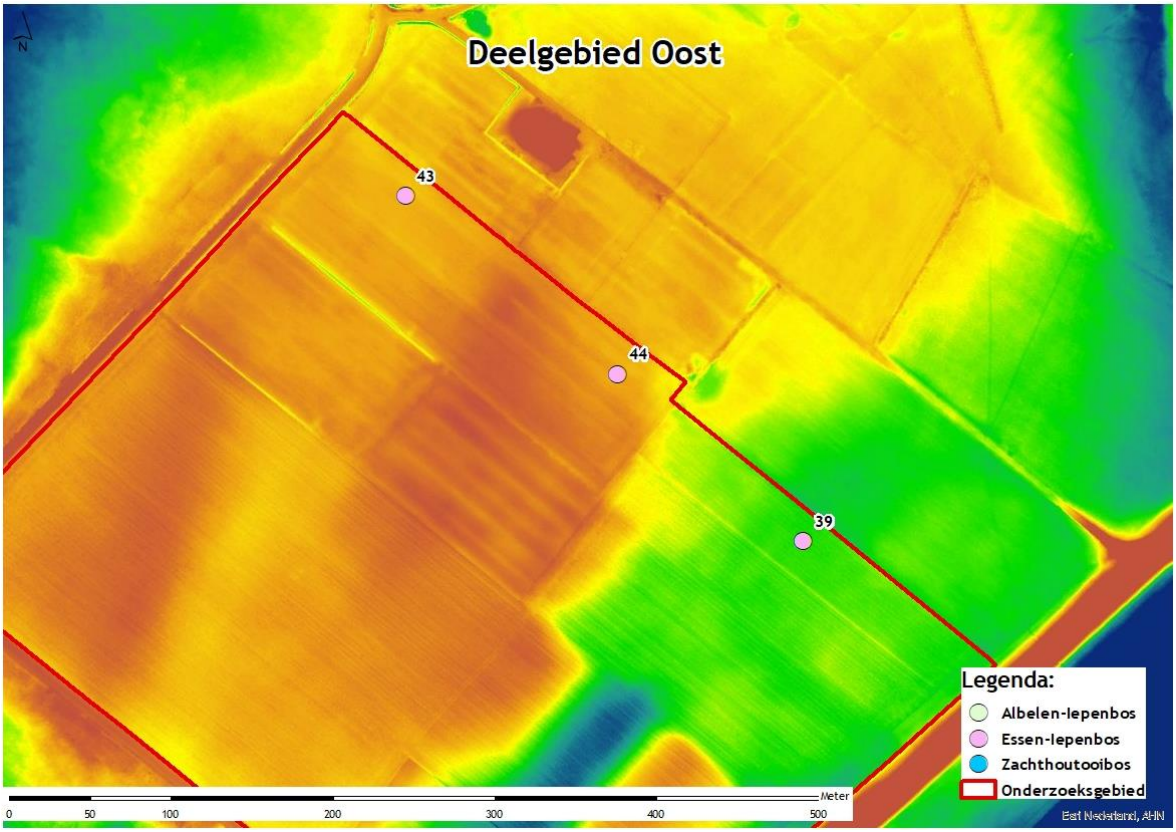


Figuur 42. Overzichtsfiguur van de kansen voor bosontwikkeling per boorlocatie in deelgebied Noord op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte.

7.2 Deelgebied Oost



Figuur 43. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 44. Overzicht van de potenties voor Zachthoutooibos, Abelen-Iepenbos en Essen-Iepenbos op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3).

Deelgebied Oost bestaat uit locatie 39, 43 en 44. Zie paragraaf 6.2 voor de bodemchemische data en foto's van deelgebied Oost. Hieronder worden de potenties voor bosontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 39:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van zachthoutooibos of Essen-Iepenbos. Waarschijnlijk zal het bos ter hoogte van deze locatie qua definitie op de grens liggen van zachthoutooibos en een Essen-Iepenbos. Afgraven verkleint namelijk de potentie voor hardhoutooibos door de verwachte hogere frequentie van inundatie.

Afgraven op deze locatie is wel een optie, in tegenstelling tot de locaties in deelgebied Zuidwest omdat er minder erosie en afzetting wordt verwacht vanwege de ligging verder van de rivier en lage barrières.

Locatie 43:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een Essen-Iepenbos of op de toplaag een Essen-Iepenbos met een ruige voedselrijke ondergroei.

Locatie 44:

30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een schrale versie van een Essen-Iepenbos of op de toplaag een Essen-Iepenbos ontwikkelen.

Samenvatting kansen bosontwikkeling deelgebied Oost

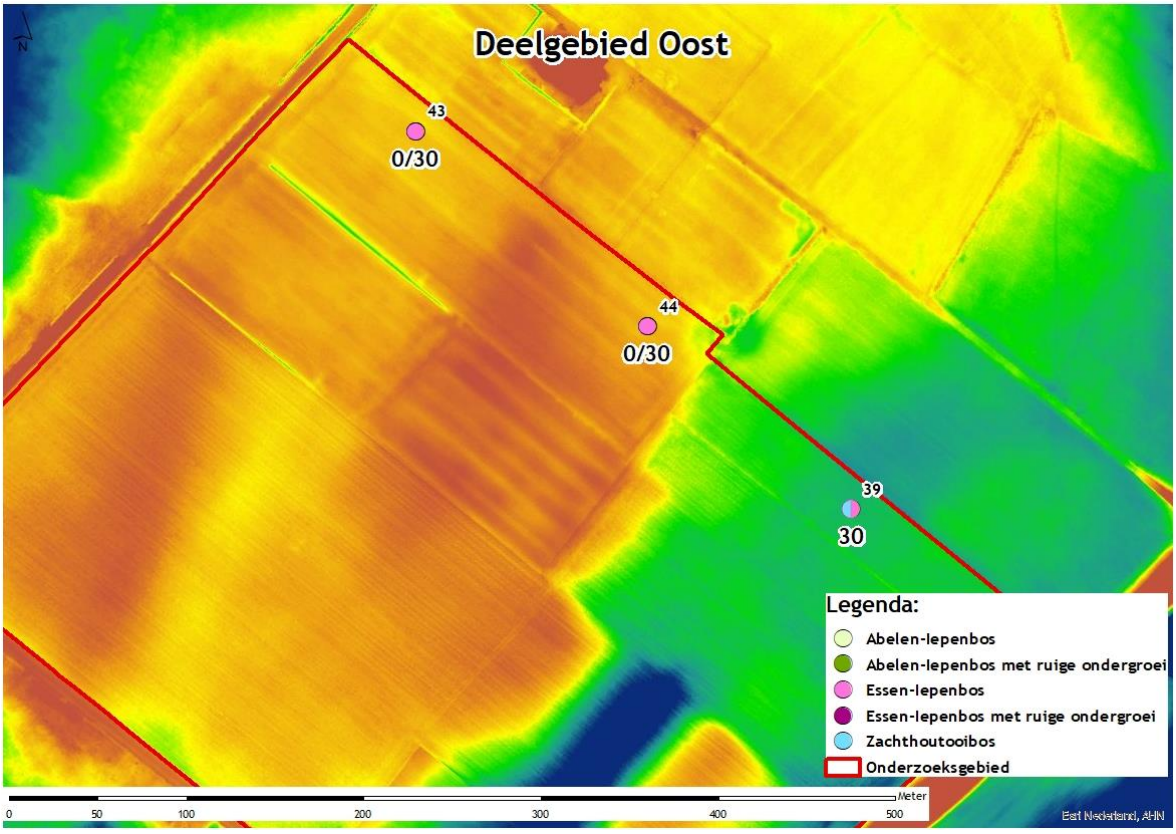
Op basis van de potenties en ligging kunnen de locaties in deelgebied Oost in twee groepen worden verdeeld:

- De hooggelegen locaties (locatie 43 en 44): 30 cm afgraven voor de ontwikkeling van een Essen-Iepenbos. Of een Essen-Iepenbos op de toplaag ontwikkelen waarbij in een deel van het terrein een ruige voedselrijke ondergroei aanwezig zal zijn.
- De laaggelegen locatie (locatie 39). Na 30 cm afgraven is de ontwikkeling van een zachthoutooibos of Essen-Iepenbos. Waarschijnlijk zal het bos ter hoogte van deze locatie qua definitie op de grens liggen van zachthoutooibos en een Essen-Iepenbos. Afgraven verkleint namelijk de potentie voor hardhoutooibos door de verwachte hogere frequentie van inundatie.

Het is ook mogelijk om op de locaties enkele jaren te akkeren zonder aanvullende bemesting. Door middel van het akkeren zonder te bemesten worden de locaties minder rijk aan voedingstoffen. Wanneer het gewas slecht gaat groeien kan overgegaan worden op het ontwikkelen van Essen-Iepenbos. Ter hoogte van de laaggelegen locatie 39 zal waarschijnlijk een bos tot ontwikkeling komen dat qua definitie op de grens ligt van zachthoutooibos en een Essen-Iepenbos.

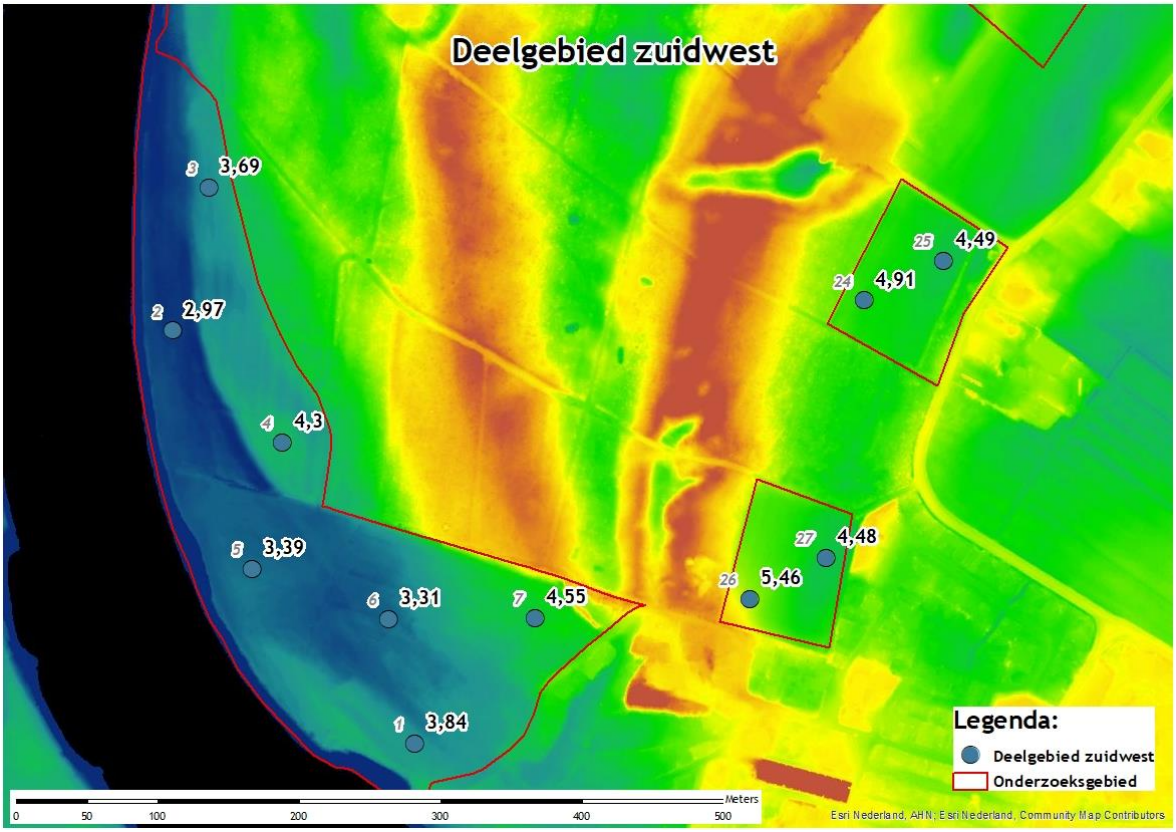
Er wordt wel geadviseerd om dit deelgebied pas te ontwikkelen nadat de overige percelen (kadastrale nummers: 1363 en 1852) ook zijn onderzocht zodat een beter inzicht in de bodemchemie van dit deelgebied ontwikkeld kan worden.

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in het deelgebied Oost.

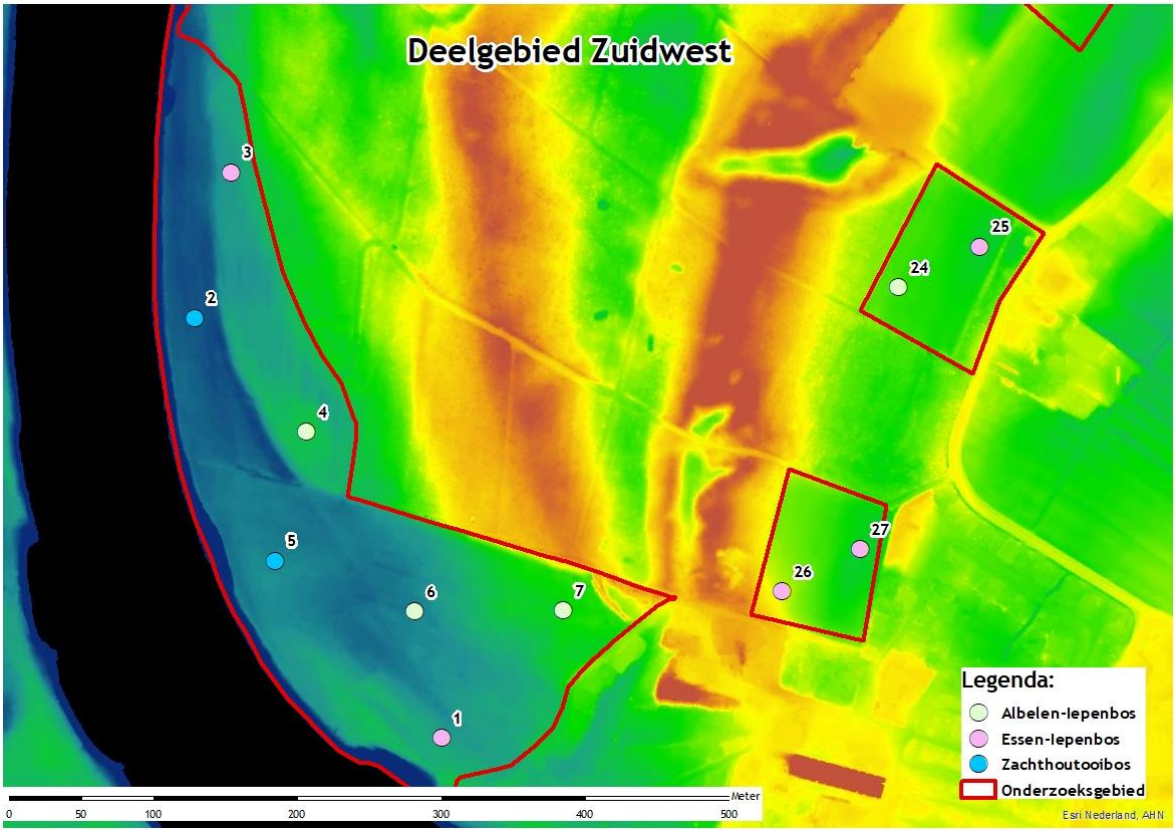


Figuur 45. Overzichtsfiguur van de kansen voor bosontwikkeling per boorlocatie in deelgebied Oost op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte.

7.3 Deelgebied Zuidwest



Figuur 46. Overzicht van de ligging van de locaties en de hoogte van het maaiveld in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3).



Figuur 47. Overzicht van de potenties voor zachthoutooibos, Abelen-Iepenbos of Essen-Iepenbos op basis van de aluminium-totaal concentratie in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3).

Deelgebied Zuidwest bestaat uit locatie 1-7 en 24-27. Zie paragraaf 6.3 voor de bodemchemische data en foto's van deelgebied Zuidwest. Hieronder worden de potenties voor bosontwikkeling per locatie kort behandeld.

Locatie 1:

Vrij laaggelegen deel langs de rivier. Na bosontwikkeling vindt er vermoedelijk invang van slib en aanspoelsel plaats waardoor het niet voor de hand ligt om hier af te gaan graven. Laten ontwikkelen tot zachthoutooibos, gezien de hoogteligging mogelijk met elementen van eutroof hardhoutooibos.

Locatie 2:

Zeer laaggelegen deel direct langs de rivier. Bij bosontwikkeling gevoelig voor invang van slib en aanspoelsel, maar dit kan ook weer makkelijk wegspoelen. Gezien de grote kans op erosie en sedimentatie ligt afgraven niet voor de hand. Verdere ontwikkeling tot zachthoutooibos kan wel gunstig zijn voor eventueel bos op de naastliggende gronden die hoger en iets verder van de rivier af liggen. Bijvoorbeeld door afvang van slib en aanspoelsel.

Locatie 3:

Toplaag laten door ontwikkelen tot zachthoutooibos. Er kan een mooie gradiënt ontstaan met de lagergelegen zone (locatie 2).

Locatie 4:

Kopje met kalkarm zand. Na 15 cm afgraven kan zich een Abelen-Iepenbos ontwikkelen. Er vindt voldoende overstroming plaats om verzuring te voorkomen.

Locatie 5:

Gevoelig voor sedimentatie. Huidige bodem laten ontwikkelen tot zachthoutooibos.

Locatie 6:

Gevoelig voor sedimentatie. Huidige bodem laten ontwikkelen tot zachthoutooibos.

Locatie 7:

Toplaag min of meer voldoende schraal voor ontwikkeling van Abelen-Iepenbos. Het perceel is afgevlakt; het is een optie om de ontstane "steilrand" waar de stroomrug is afgesneden weer af te vlakken door zand van de stroomrug over het perceel aan te brengen. Zo ontstaat weer een geleidelijke overgang.

Locatie 24:

Tot grote diepte te voedselrijk. Vrij zandig, ontwikkelen tot een Abelen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7). Houtteelt is op deze locatie ook mogelijk.

Locatie 25:

Tot grote diepte te voedselrijk Vrij kleiig, ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7). Houtteelt is op deze locatie ook mogelijk.

Locatie 26:

Tot grote diepte te voedselrijk. Vrij zandig, ontwikkelen tot een Abelen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7). Houtteelt is op deze locatie ook mogelijk.

Locatie 27:

Tot grote diepte te voedselrijk. Vrij kleiig, ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7). Houtteelt is op deze locatie ook mogelijk.

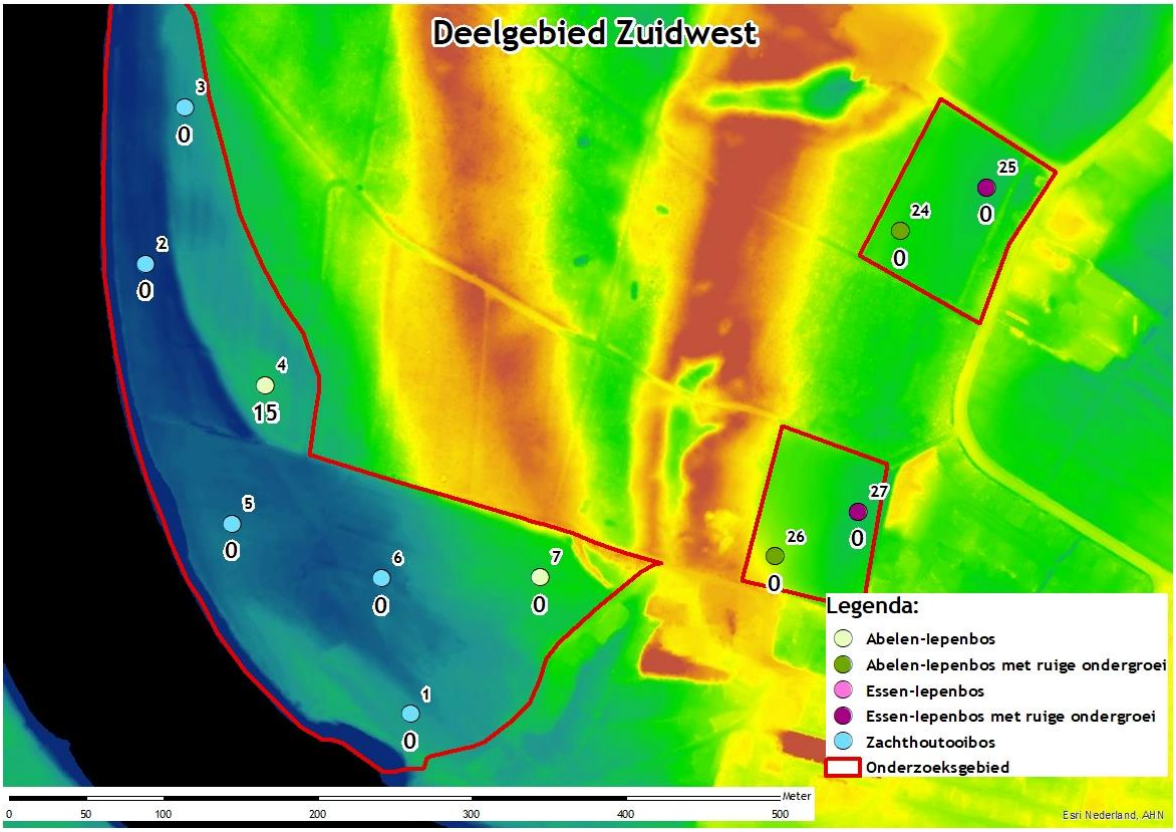
Samenvatting kansen bosontwikkeling deelgebied Zuidwest

Op basis van de potenties en de ligging kunnen de locaties in deelgebied Zuidwest in 5 groepen worden verdeeld:

- Laaggelegen locaties aan de rivieroever (locatie 1, 2, 3, 5 en 6). Niet afgraven en de toplaag laten ontwikkelen tot een zachthoutooibos.
- Hooggelegen locaties aan de rivieroever.
  - Locatie 4. Na 15 cm afgraven kan zich een Abelen-Iepenbos ontwikkelen.
  - Locatie 7. Toplaag min of meer voldoende schraal voor ontwikkeling van Abelen-Iepenbos. Het perceel is afgevlakt; het is een optie om de ontstane "steilrand" waar de stroomrug is afgesneden weer af te vlakken door zand van de stroomrug over het perceel aan te brengen. Zo ontstaat weer een geleidelijke overgang.
- Percelen met locatie 24, 25, 26 en 27 (aan de oostzijde van de hogere koppen in het gebied). Afgraven biedt geen duidelijke voordelen. Toplaag ontwikkelen tot een Essen-Iepenbos (locatie 25 en 27) of Abelen-Iepenbos (locatie 24 en 26) met ruigere ondergroei (zie paragraaf 4.7). Deze locaties lenen zich minder goed voor ontwikkeling van soortenrijke bossen, wellicht is houtteelt een betere optie.

De slenk aan de oostzijde (locaties 25 en 27) gelegen onder 5,3 m NAP, hierdoor is er een mogelijkheid voor inundatie indien een oplossing voor de barrière (de weg) aan de noordkant wordt gevonden, zoals een duiker. Hiermee zou verzuring kunnen worden voorkomen.

In Figuur 29 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingsmogelijkheden in deelgebied Zuidwest.



Figuur 48. Overzichtsfiguur van de kansen per boorlocatie in deelgebied Zuidwest op een hoogtekaart (AHN3). Onder de locatie staat de benodigde ontgrondingsdiepte.

8. SYNTHESE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Aanleiding en aanpak van het onderzoek

- Onderzoekcentrum B-WARE is door Natuur en Milieu Overijssel (NMO) gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar de bodemopbouw en bodemchemie van een aantal voormalige landbouwpercelen in het gebied Fortmond-Duursche Waarden tussen Wijhe, Olst en Heerde (Figuur 1). Door middel van het bodemchemisch onderzoek wordt duidelijke welke ontwikkelingen op de betreffende percelen mogelijk zijn.
- Het huidige onderzoek heeft betrekking op het deelproject Fortmond-Duursche Waarden binnen het Natura 2000 gebied Rijntakken. Voor het gebied geldt een perspectief waarbij een aanvullende uitbreiding van het bosareaal met ooibos en natuurlijke graslanden is voorzien alsook de realisatie van KRW-maatregelen.
- Een eventuele overstromingsfrequentie is ook van invloed maar is alleen op basis van een kaart van RHDHV meegenomen in het onderzoek. De focus ligt op de bodemopbouw (mate van kleiigheid is veelal ook al indicatief voor de overstromingsfrequentie), bodemchemie, inrichtingsmaatregelen en natuurpotenties.
- De resultaten van het onderzoeken worden door RHDHV gebruikt bij het opstellen van een inrichtingsplan. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van de opdracht van Onderzoekcentrum B-WARE.
- In de periode van 11-14 december 2022 werden op 31 locaties boringen tot 150 cm-mv gezet. De locaties zijn onderverdeeld in 3 deelgebieden, voor de exacte ligging van de te ontwikkelen locaties zie Figuur 5, Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8.
- Daarnaast zijn bodemmonsters van 6 lokale referenties, verzameld door de opdrachtgever, door B-WARE geanalyseerd.

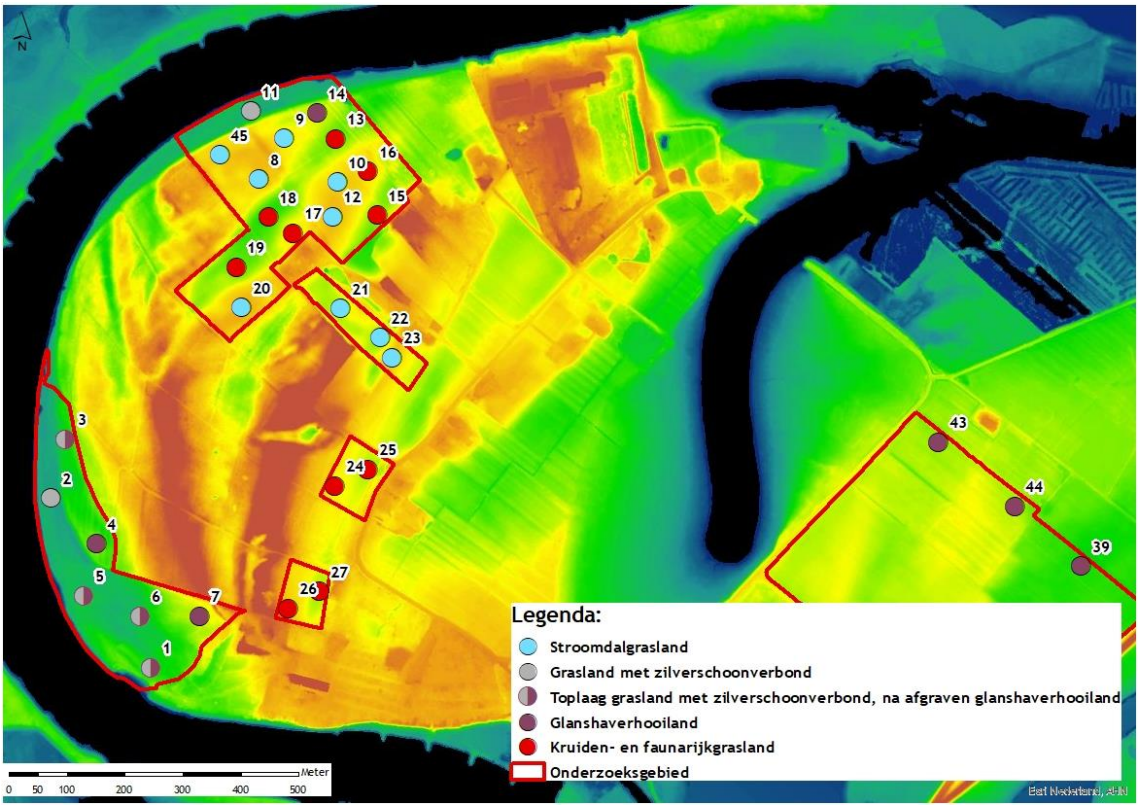
8.2 Belangrijkste conclusies

- Op basis van de huidige bekende gegevens voor de vegetatietypen stroomdalgrasland, glanshaverhooiland, Essen-Iepenbos en Abelen-Iepenbos zijn streefwaarden voor de zandigheid/kleiigheid en de voedselrijkdom vastgesteld (zie Tabel 4). Het type zachthoutooibos is niet opgenomen aangezien dit bostype voornamelijk afhankelijk is van de overstromingsfrequentie. Doordat de soortensamenstelling op de lokale referentielocaties voor vochtig alluviale bossen en Essen-Iepenbos afwijkt van de verwachte samenstelling zijn deze niet meegenomen in de streefwaarden zoals weergegeven in Tabel 4).

Tabel 8. Streefwaarden voor de totaal-Al concentratie en het plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) voor de vegetatietypen stroomdalgrasland (SGL), glanshaverhooiland (GHH), vossenstaartgrasland (VGL), Abelen-Iepenbos (AIB) en Essen-Iepenbos (EIB).

Bodemtype	Alt (mmol/l)	Graslandtype	Olsen-P (µmol/l)	Bostype	Olsen-P (µmol/l)
zand	<300	SGL	300-500 (800)	AIB	300-900
kleiig zand	301-600	GHH	300-800***	AIB**/EIB	300-900/500-900
zandige klei	601-900	GHH/VGL*	300-800***	EIB	500-900
klei	>900	VGL	300-800***	EIB	500-900
* = bij slechte ontwatering					
** = sterk zandige, droge plekken					
*** = ook mogelijk onder P-rijkere, droge condities bij N-limitatie (chopperen + herintroductie)					

- De bodem bestaat uit een afwisseling van zandige stroomruggen en kleiige slenken en overstromingsvlakten. De dikte van de bouwvoor is 15 tot 45 cm maar over het algemeen 30 cm.
- De locaties met een kleiige bodem liggen in de lagere delen in het gebied langs de rivier. De kleiige bodems zullen zeer waarschijnlijk het gevolg zijn van slibafzettingen door inundaties. De hoger gelegen locaties (ruggen) zijn veelal zandiger (Figuur 14). Op basis van de aluminiumconcentraties van de toplaag is voor de graslandtypen (stroomdalgrasland en glanshaverhooiland; Figuur 15) en voor de bostypen (zacht- en hardhoutooibos; Figuur 16) een potentiekaart gemaakt. Deze kaarten houden geen rekening met de inundatiefrequentie en voedselrijkdom.
- Op basis van de bodemchemische data zijn per deelgebied de mogelijkheden voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland en glanshaverhooiland bepaald. Voor de adviezen per locaties en overzicht van de kansen per deelgebied wordt verwezen naar paragraaf 6.1, 6.2 en 6.3.
- In Figuur 49 worden de mogelijke graslandtypen (zie de adviezen per locatie) weergegeven voor het gebied. Hieruit blijkt dat de beste kansen voor de ontwikkeling van soortenrijk voedselarm tot matig voedselrijk grasland aanwezig is in het meest oostelijk perceel echter er zijn weinig monsters genomen wat extra onzekerheid met zich meebrengt. In het noordelijk gebied zijn de kansen wisselend maar kan door middel van afgraven veel bereikt worden, daarentegen is in het zuidwestelijk deelgebied afgraven niet altijd zinvol.

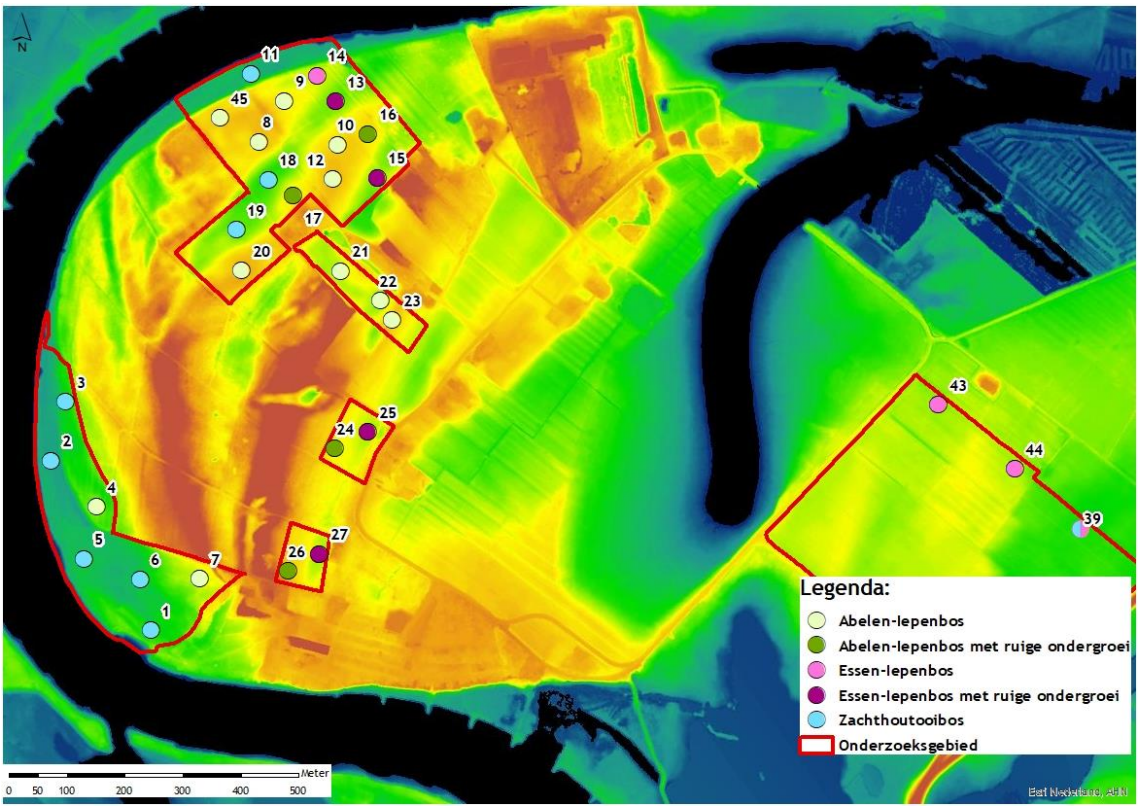


Figuur 49. Overzichtsfiguur van de kansen (na ontgronding) voor de ontwikkeling van soortenrijke graslanden in het onderzoeksgebied op een hoogtekaart (AHN3).

- Op basis van de bodemchemische data zijn per deelgebied de mogelijkheden voor de ontwikkeling van zachthoutooibos, Abelen-Iepenbos en Essen-Iepenbos bepaald. Voor de

adviezen per locaties en overzicht van de kansen per deelgebied wordt verwezen naar paragraaf 7.1, 7.2 en 7.3.

- In Figuur 50 worden de mogelijke bostypen (zie de adviezen per locatie) weergegeven voor het gebied. Hieruit blijkt dat er goede ontwikkelingsmogelijkheden zijn in deelgebied oost (echter er zijn weinig monsters genomen wat extra onzekerheid met zich meebrengt). In het noordelijk gebied zijn de kansen wisselend maar kan door middel van ontgronding veel bereikt worden. Hier zal een gevarieerd bos ontstaan met plaatselijk ruige of soortenrijke ondergroei en een wisseling in Abelen-Iepenbos en Essen-Iepenbos. Het meest westelijk gelegen perceel is daarentegen niet echt geschikt voor ontwikkeling door middel van afgraving.



Figuur 50. Overzichtsfiguur van de kansen (soms na ontgronding) voor de ontwikkeling van soortenrijke ooibossen in het onderzoeksgebied op een hoogtekaart (AHN3).

- Bureau Natuurbalans (Peter Verbeek) heeft op P-rijkere droge gronden goede ervaringen met de omvorming naar kruidenrijk grasland en zelfs ook glanshaverhooiland door middel van chopperen/ ploegen of zode omkeren in combinatie met het inzaaien van een gras-/kruidenmengsel. Dit bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Waarschijnlijk speelt N- en/of K-limitatie een rol. Meer onderzoek moet uitwijzen hoe hier meer op gestuurd kan worden en onder welke condities deze maatregel wel of juist niet kansrijk is. Men kan overwegen om deze maatregel experimenteel toe te passen in delen van het onderzoeksgebied waarbij onder invloed van droogtestress en/of N-limitatie (kansrijk bij <50 µmol/l nitraat in het zoutextract van de toplaag) mogelijk kruidenrijkere ontwikkelingen kunnen worden gestimuleerd op fosfaatrijke bodems. Monitoring wordt aanbevolen. Voor het inzetten van deze maatregel wordt geadviseerd om contact op te nemen met Peter Verbeek van Bureau Natuurbalans.

8.3 Aanbevelingen

- Na afgraving van de P-rijke toplaag, het verwijderen van de zode of het bereiken van de gewenste verschraling (na verwijdering van de dichte soortenarme zode) wordt geadviseerd om voor graslandontwikkeling maaisel en/of plagsel uit een goed ontwikkeld grasland van het gewenste type in het IJsseldal op te brengen (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden te creëren voor de beoogde doelsoorten. Het zorgt er bovendien voor dat extra organisch materiaal wordt ingebracht na ontgraving en remt de ontwikkeling van algemene (ruigte)soorten; na enkele jaren sluit de grasmat zich weer en wordt het voor soorten veel moeilijker om zich te vestigen De eerste jaren na herintroductie volstaat klepelen indien slechts een ijle vegetatie aanwezig is. Bij een dichtere zode wordt maaien en afvoeren geadviseerd. Zie paragraaf 2.4 voor aanvullende informatie omtrent het aanvullend beheer wanneer de gewenste verschraling is bereikt. Het is een maatregel die behoorlijk wat regelwerk en afstemming vereist maar het is wel dé manier om de potenties te benutten en ervoor te zorgen dat alle voorgaande werkzaamheden en investeringen niet voor niets zijn geweest.
- Voor bosontwikkeling wordt na afgraving van de P-rijke toplaag, het verwijderen van de zode of het bereiken van de gewenste verschraling (na verwijdering van de dichte soortenarme zode) geadviseerd om de ontwikkeling te sturen door middel van de juiste aanplant. Na afgraving van de bouwvoor is er weinig organisch materiaal aanwezig en zijn er weinig voedingsstoffen, dit kan de ontwikkeling van bodem en struiken van oudere bossen verminderen. Ook is zo'n bodem gevoeliger voor droogte, wat de overlevingskansen voor jonge aanplant tijdens droogteperioden vermindert. De bodem kan geschikter worden gemaakt door een humushoudende toplaag te ontwikkelen door eerst de ontwikkeling van een pioniersfase met bijvoorbeeld meidoorns, berken of wilgen te stimuleren of deze soorten aan te planten (zie paragraaf 4.1 Brouwer en Tomassen, 2022). Soorten als iepen, kersen en eiken kunnen dan later worden bijgeplant. Daarnaast moet worden opgelet dat de locaties geen voedselrijk slib gaan invangen, anders zal alsnog een bos met een ruige ondergroei tot ontwikkeling komen (zie paragraaf 4.1 Brouwer en Tomassen, 2022). De uiterwaarden van Fortmond kennen al stukjes hardhoutooibos en zachthoutooibos. Wellicht kan hier plantmateriaal worden verzameld.

9. LITERATUUR

Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.

Brouwer, E. en H. Tomassen (2022) Bodemsamenstelling, flora en fungi van hardhoutooibos. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.

Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.

Dorland, E., K. Eichhorn, T. Van den Broek & M. Courbois (2020) Herstel kruidenrijke graslanden op zandgrond door tijdelijk akkerbeheer. De Levende Natuur 121: 86-91.

Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar & T. van den broek (2020) Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond. Wat is er mogelijk? De Levende Natuur 121: 92-95.

Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* **140**: 318-328.

Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H_2O* **38** (17): 28-30.

Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* **110** (1): 43-46.

Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.

Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **6**: 2-7.

Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* **114**: 120-126.

Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture* circular No. 939.

Peters B., R.J. Bijlsma en G. Maas (2021) Ooibossen, van Ooievaar tot Stroomlijn… en verder. BN-deskundigenteam Rivierenlandschap. OBN-VBNE, Driebergen.

Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2017) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. Natuurbalans – Limens Divergens BV, Nijmegen.

Schippers, W. (2012) Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. *Samenwerkende Uitgevers Vof*.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **3**(4): 5-11.

Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* **110**: 33-38.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **1**: 12-15.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* **45**: 701-708.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* **21**: 973–985.

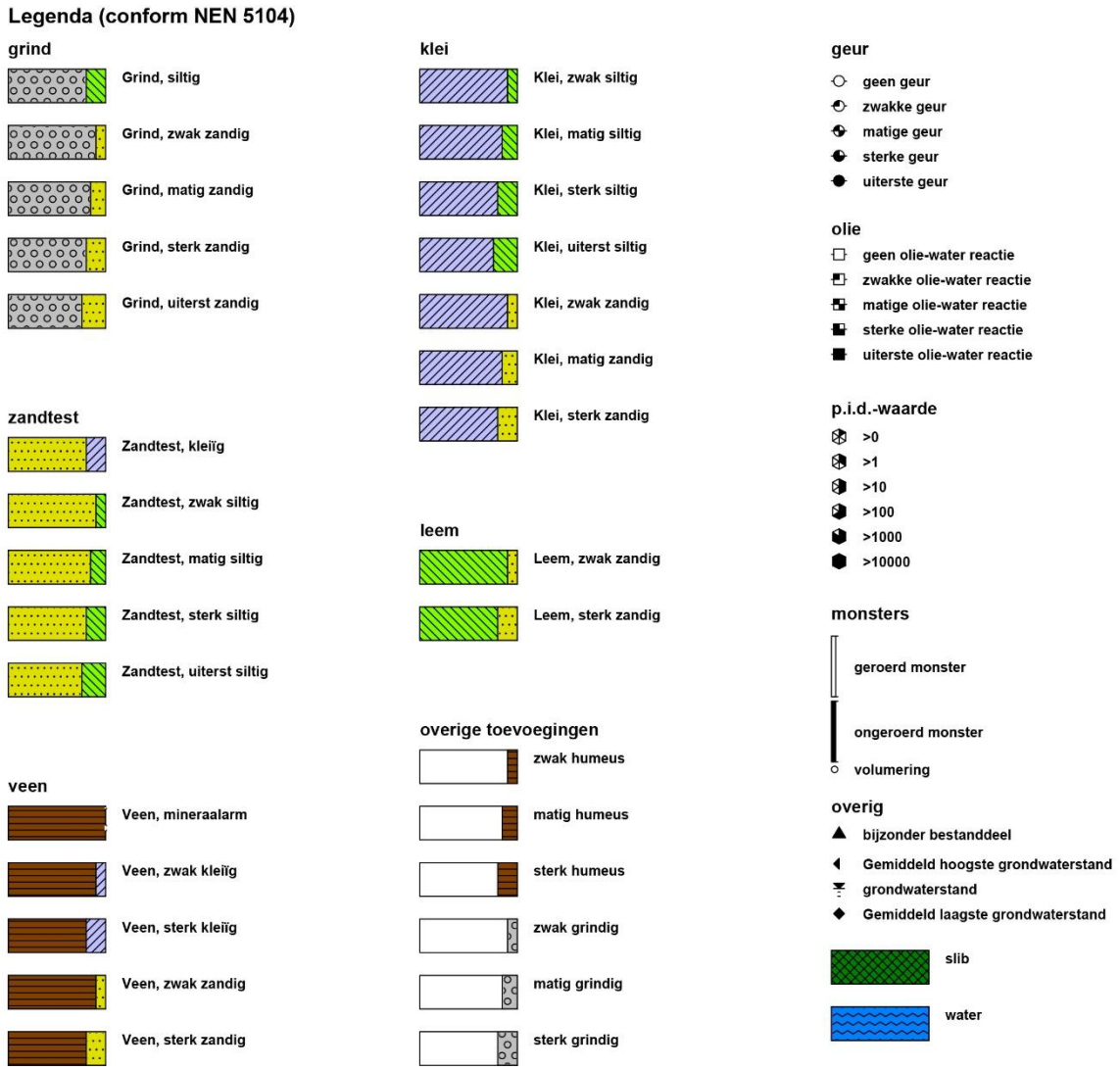
Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder & R. W. De Waal (2001). Ooibossen. KNNV-uitgeverij, ISBN 90 5011 115 7.

10. BIJLAGEN

10.1 Bijlage 1. Profielbeschrijvingen

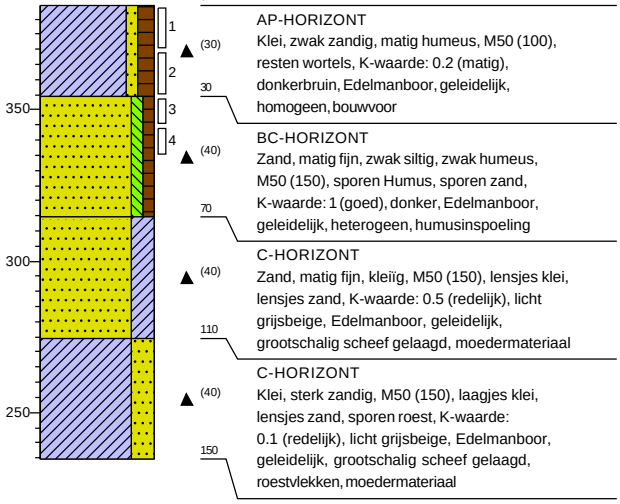
Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in Fortmond- Duursche waarden. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door ATKB (Jan Vermeer).

Legenda:



Boring: 01

X:	202264,20
Y:	486354,55
Datum:	11-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.845
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Klei, zwak zandig, matig humeus, M50 (100), resten wortels, K-waarde: 0.2 (matig), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (150), sporen Humus, sporen zand, K-waarde: 1 (goed), donker, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

70

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, kleïg, M50 (150), lensjes klei, lensjes zand, K-waarde: 0.5 (redelijk), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

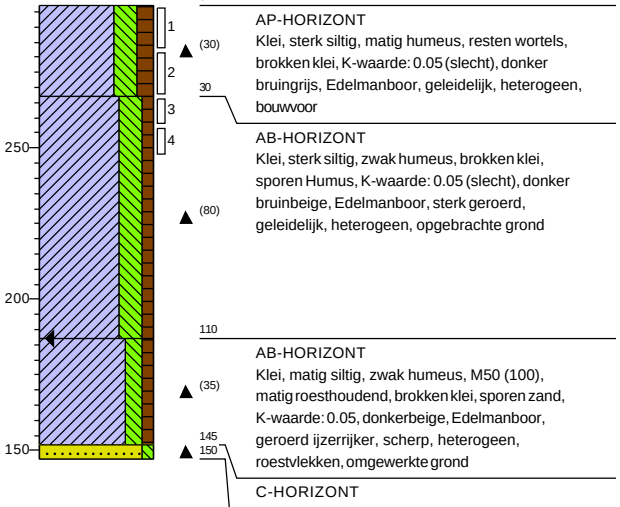
110

C-HORIZONT
Klei, sterk zandig, M50 (150), laagjes klei, lensjes zand, sporen roest, K-waarde: 0.1 (redelijk), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, roestvlekken, moedermateriaal

150

Boring: 02

X:	202092,60
Y:	486646,84
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	2.972
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers
GHG:	110



0 gras

AP-HORIZONT
Klei, sterk siltig, matig humeus, resten wortels, brokken klei, K-waarde: 0.05 (slecht), donker bruingrijs, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

30

AB-HORIZONT
Klei, sterk siltig, zwak humeus, brokken klei, sporen Humus, K-waarde: 0.05 (slecht), donker bruinbeige, Edelmanboor, sterk geroerd, geleidelijk, heterogeen, opgebrachte grond

110

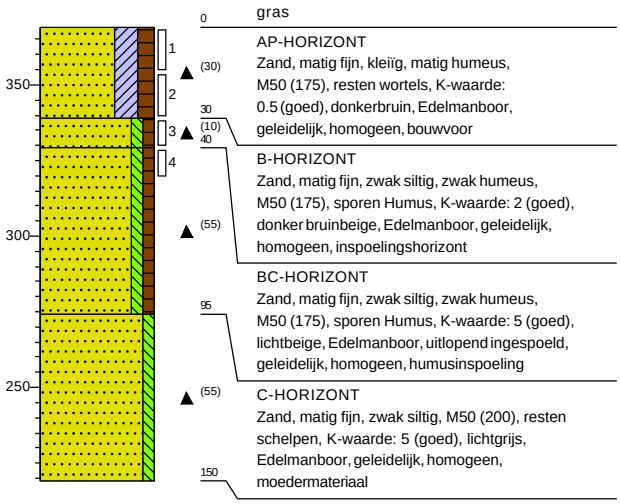
AB-HORIZONT
Klei, matig siltig, zwak humeus, M50 (100), matig roesthoudend, brokken klei, sporen zand, K-waarde: 0.05, donkerbeige, Edelmanboor, geroerd ijzerrijker, scherp, heterogeen, roestvlekken, omgewerkte grond

145
150

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (195), zwak roesthoudend, K-waarde: 2 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, intact zand, geleidelijk, homogeen, roestvlekken, moedermateriaal

Boring: 03

X:	202117,89
Y:	486748,24
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.69
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, kleïg, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.5 (goed), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30
40

B-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 2 (goed), donker bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, inspoelingshorizont

95

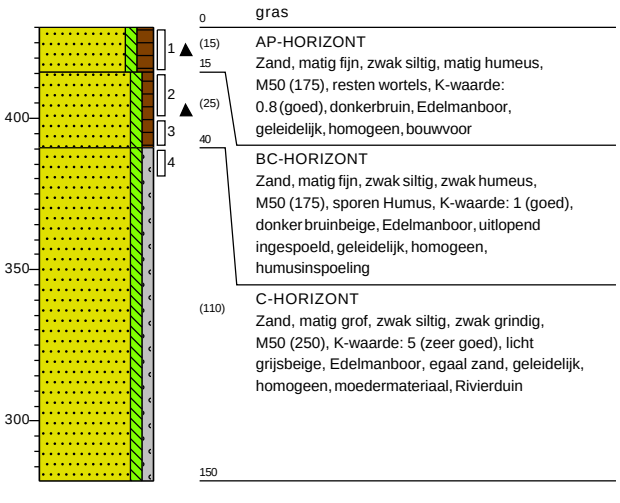
BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 5 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, uitlopend ingespoeld, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (200), resten schelpen, K-waarde: 5 (goed), lichtgrijs, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

150

Boring: 04

X:	202170,34
Y:	486567,70
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.301
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.8 (goed), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

15
40

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 1 (goed), donker bruinbeige, Edelmanboor, uitlopend ingespoeld, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

C-HORIZONT
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, M50 (250), K-waarde: 5 (zeer goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, egaal zand, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal, Rivierduin

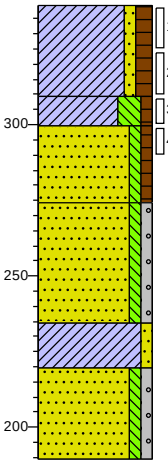
150

Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

Boring: 05

X:	202148,82
Y:	486478,04
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.395
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Klei, zwak zandig, matig humeus, M50 (100), resten wortels, K-waarde: 0.05 (matig), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

(30) 30

(10) 40

BC-HORIZONT
Klei, sterk siltig, zwak humeus, M50 (100), sporen Humus, brokken klei, K-waarde: 0.05 (slecht), donker bruinbeige, Edelmanboor, doorgewerkt klei, scherp, heterogeen, humusinspoeling

(25) 65

(40)

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (200), brokken zand, sporen Humus, K-waarde: 1 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, iets omgewerkt, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

105 (15) 120

(30)

C-HORIZONT
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, M50 (250), K-waarde: 5 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, intact, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

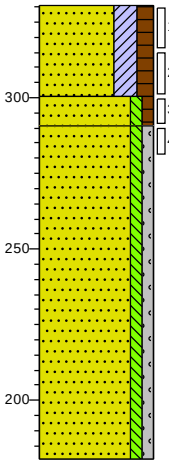
150

C-HORIZONT
Klei, zwak zandig, zwak roesthoudend, K-waarde: 0.05 (matig), licht bruinbeige, Edelmanboor, ingesloten klei, geleidelijk, heterogeen, roestvlekken, moedermateriaal

C-HORIZONT
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, M50 (250), K-waarde: 5 (zeer goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, egaal zand, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

Boring: 06

X:	202245,75
Y:	486442,63
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.306
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, kleïig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.5 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

(30) 30

(10) 40

BC-HORIZONT
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, M50 (250), brokken zand, sporen Humus, K-waarde: 3 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, iets doorgewerkt, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

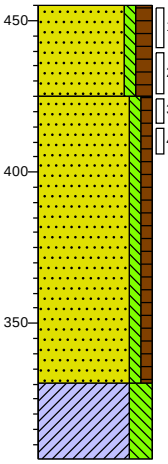
(110)

C-HORIZONT
Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, M50 (300), K-waarde: 5 (zeer goed), lichtbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal, Rivierduin

150

Boring: 07

X:	202348,89
Y:	486443,30
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.551
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.8 (goed), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

(30) 30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (150), sporen zand, sporen Humus, K-waarde: 2 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, iets rommelig minimaal ingespoeld, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

(95)

125

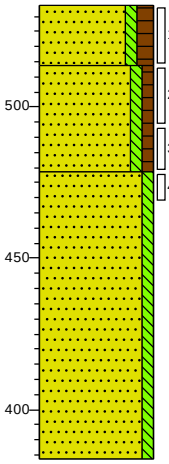
C-HORIZONT
Klei, sterk siltig, lensjes zand, sporen roest, K-waarde: 0.05 (matig), lichtbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, roestvlekken, moedermateriaal

(25)

150

Boring: 08

X:	202451,71
Y:	487197,04
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.337
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (165), resten wortels, brokken zand, K-waarde: 0.5 (redelijk), donker bruingrijs, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

(20) 20

(35)

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), brokken zand, sporen Humus, K-waarde: 2 (goed), donker bruinbeige, Edelmanboor, erg los omgewerkt, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

55

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (190), K-waarde: 2 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

(95)

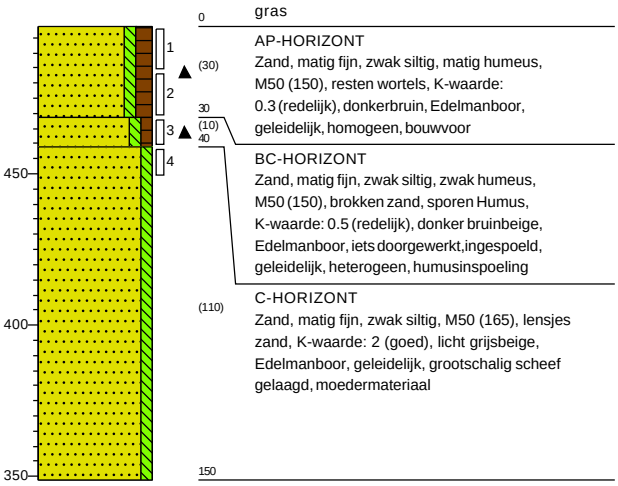
150

Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

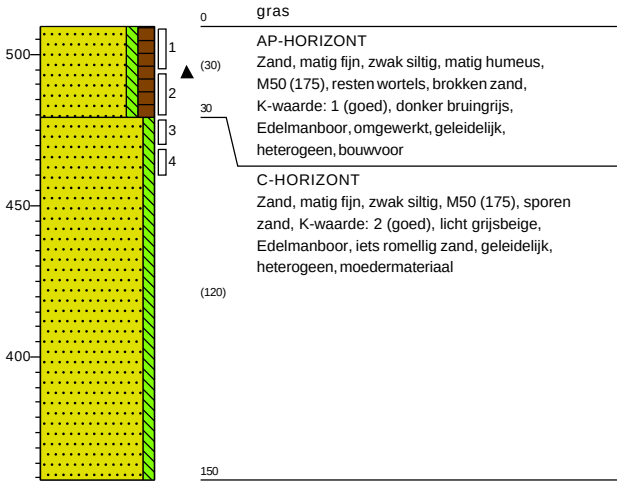
Boring: 09

X:	202494,48
Y:	487266,82
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.988
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



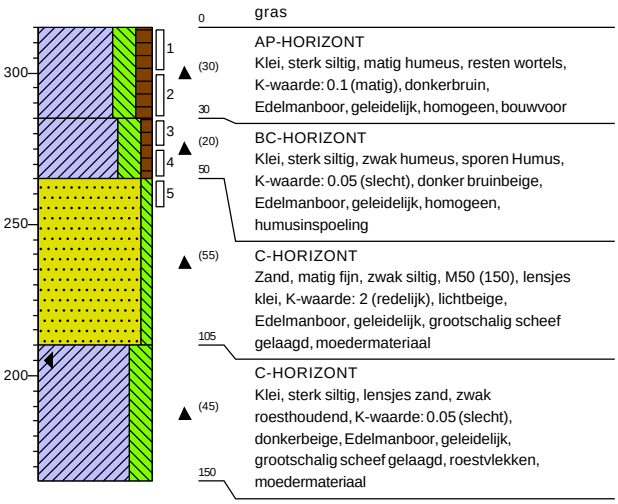
Boring: 10

X:	202585,97
Y:	487191,77
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.093
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



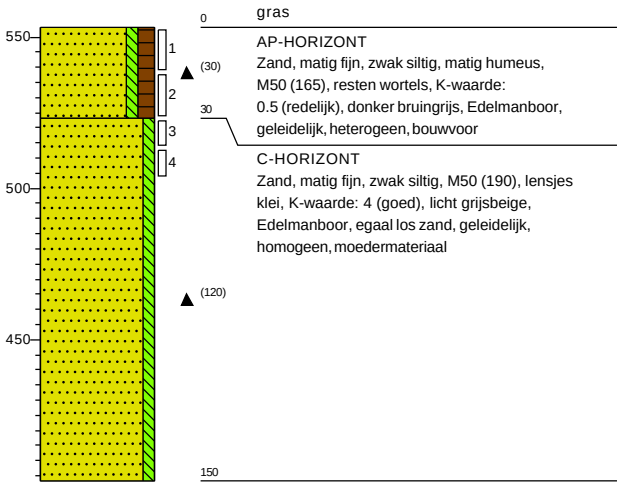
Boring: 11

X:	202437,14
Y:	487313,90
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.152
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers
GHG:	110



Boring: 12

X:	202577,75
Y:	487132,04
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.532
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers

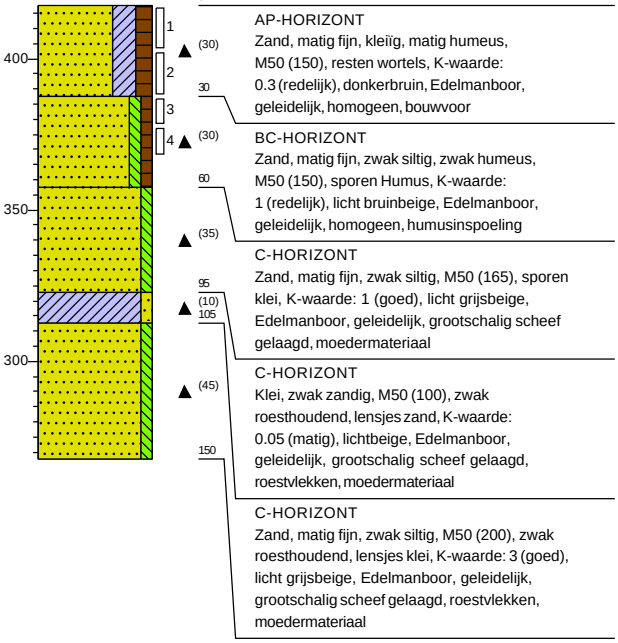


Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

Boring: 13

X:	202583,80
Y:	487266,59
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.176
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, kleïg, matig humeus, M50 (150), resten wortels, K-waarde: 0.3 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (150), sporen Humus, K-waarde: 1 (redelijk), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

60

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (165), sporen klei, K-waarde: 1 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

95

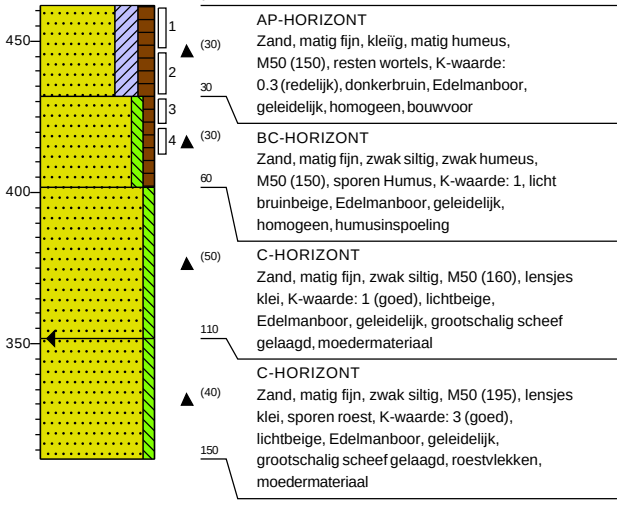
C-HORIZONT
Klei, zwak zandig, M50 (100), zwak roesthoudend, lensjes zand, K-waarde: 0.05 (matig), lichtbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, roestvlekken, moedermateriaal

150

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (200), zwak roesthoudend, lensjes klei, K-waarde: 3 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, roestvlekken, moedermateriaal

Boring: 14

X:	202551,06
Y:	487310,94
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.619
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers
GHG:	110



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, kleïg, matig humeus, M50 (150), resten wortels, K-waarde: 0.3 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (150), sporen Humus, K-waarde: 1, licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

60

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (160), lensjes klei, K-waarde: 1 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

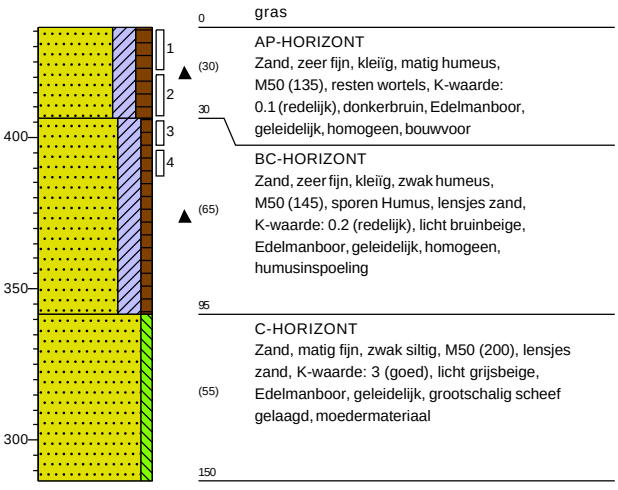
110

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (195), lensjes klei, sporen roest, K-waarde: 3 (goed), lichtbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, roestvlekken, moedermateriaal

150

Boring: 15

X:	202654,87
Y:	487134,41
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.365
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, zeer fijn, kleïg, matig humeus, M50 (135), resten wortels, K-waarde: 0.1 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, zeer fijn, kleïg, zwak humeus, M50 (145), sporen Humus, lensjes zand, K-waarde: 0.2 (redelijk), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

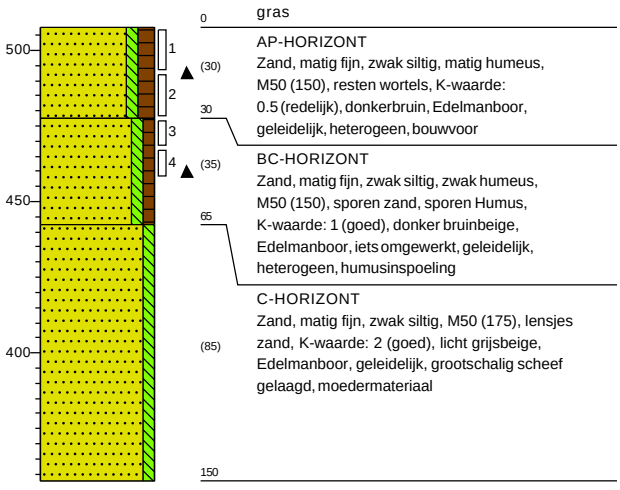
95

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (200), lensjes zand, K-waarde: 3 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

150

Boring: 16

X:	202639,47
Y:	487209,90
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.076
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (150), resten wortels, K-waarde: 0.5 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (150), sporen zand, sporen Humus, K-waarde: 1 (goed), donker bruinbeige, Edelmanboor, iets omgewerkt, geleidelijk, heterogeen, humusinspoeling

65

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (175), lensjes zand, K-waarde: 2 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

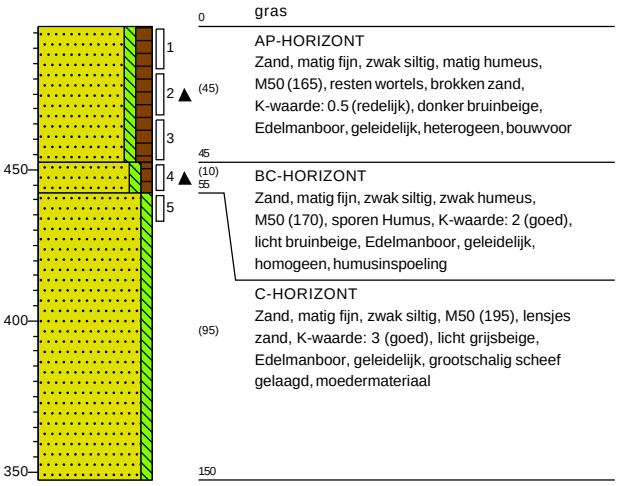
150

Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

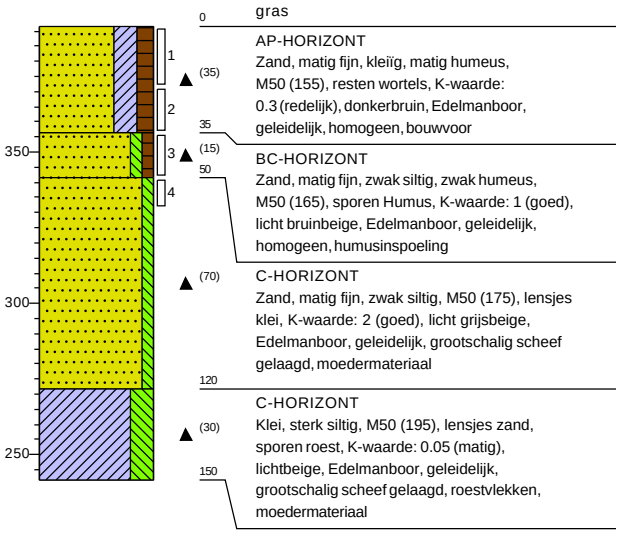
Boring: 17

X:	202510,27
Y:	487103,47
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.974
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



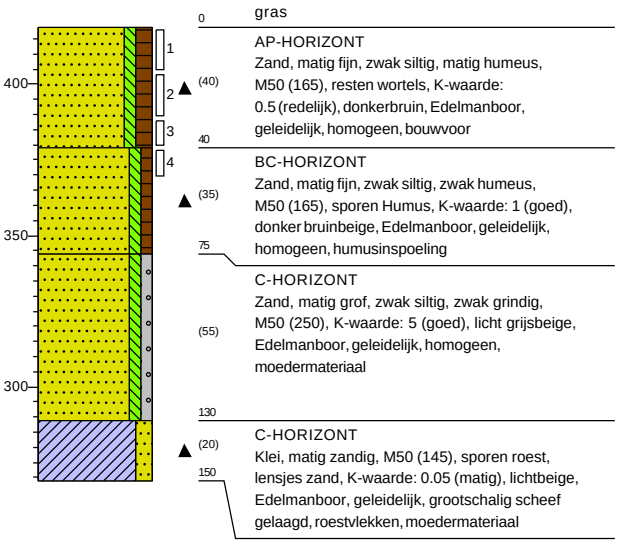
Boring: 18

X:	202467,18
Y:	487131,21
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.916
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



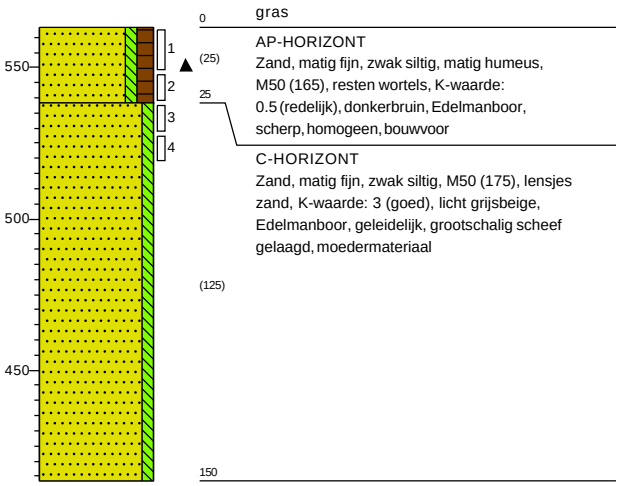
Boring: 19

X:	202411,66
Y:	487045,00
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.188
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



Boring: 20

X:	202421,23
Y:	486975,10
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.634
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers

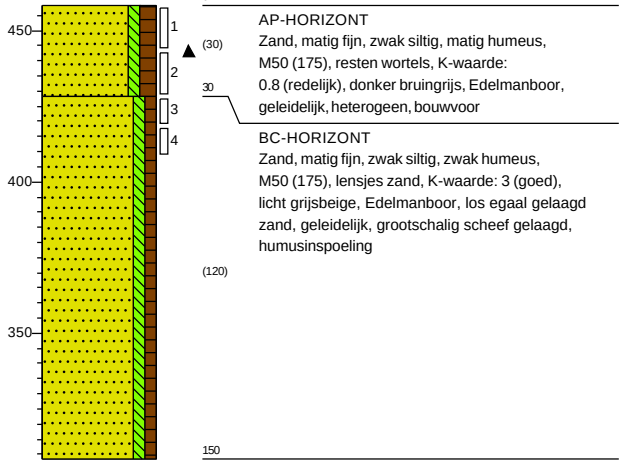


Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

Boring: 21

X:	202591,82
Y:	486974,01
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.583
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.8 (redelijk), donker bruingrijs, Edelmanboor, geleidelijk, heterogeen, bouwvoor

30

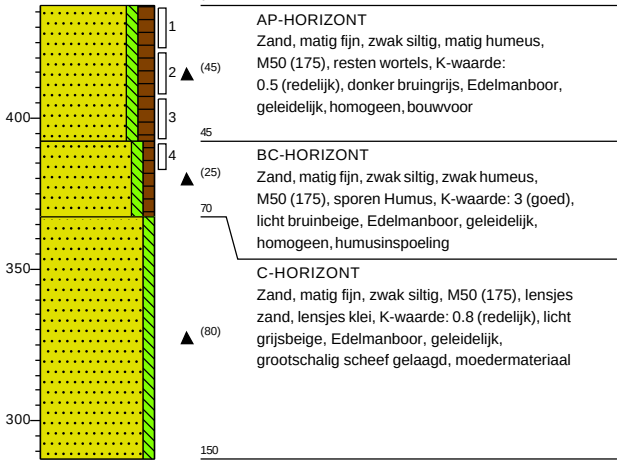
BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), lensjes zand, K-waarde: 3 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, los egaal gelaagd zand, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, humusinspoeling

(120)

150

Boring: 22

X:	202659,67
Y:	486923,05
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.372
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.5 (redelijk), donker bruingrijs, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

45

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 3 (goed), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

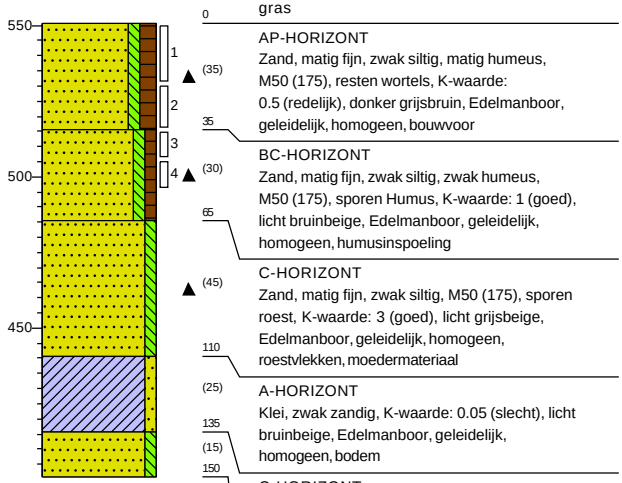
70

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (175), lensjes zand, lensjes klei, K-waarde: 0.8 (redelijk), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, grootschalig scheef gelaagd, moedermateriaal

150

Boring: 23

X:	202680,88
Y:	486889,21
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.508
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.5 (redelijk), donker grijsbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

35

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 1 (goed), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

65

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (175), sporen roest, K-waarde: 3 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, roestvlekken, moedermateriaal

110

A-HORIZONT
Klei, zwak zandig, K-waarde: 0.05 (slecht), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bodem

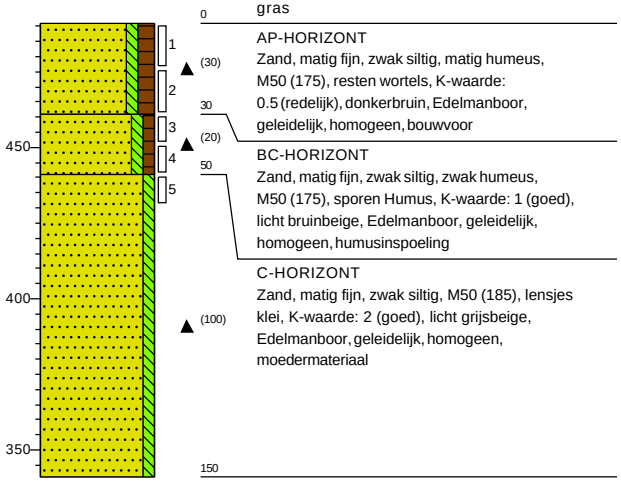
135

150

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (175), K-waarde: 3 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

Boring: 24

X:	202582,28
Y:	486668,16
Datum:	14-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.911
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



0 gras

AP-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, M50 (175), resten wortels, K-waarde: 0.5 (redelijk), donkerbruin, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, bouwvoor

30

BC-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, M50 (175), sporen Humus, K-waarde: 1 (goed), licht bruinbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, humusinspoeling

50

C-HORIZONT
Zand, matig fijn, zwak siltig, M50 (185), lensjes klei, K-waarde: 2 (goed), licht grijsbeige, Edelmanboor, geleidelijk, homogeen, moedermateriaal

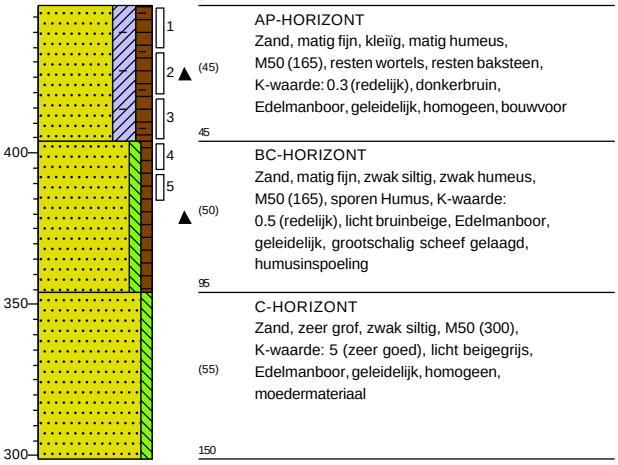
150

Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

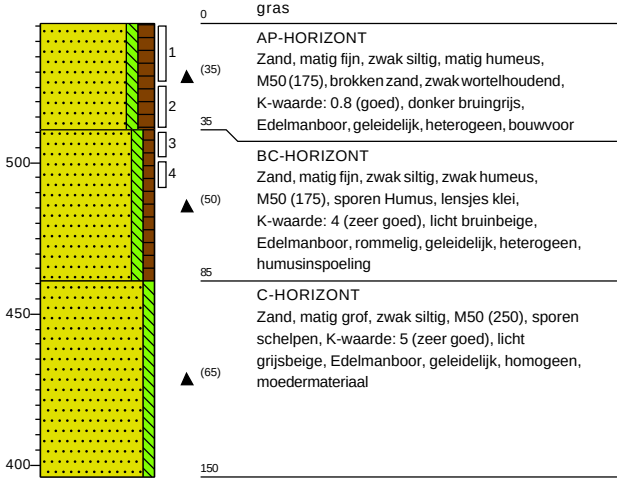
Boring: 25

X:	202638,71
Y:	486696,39
Datum:	14-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.489
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



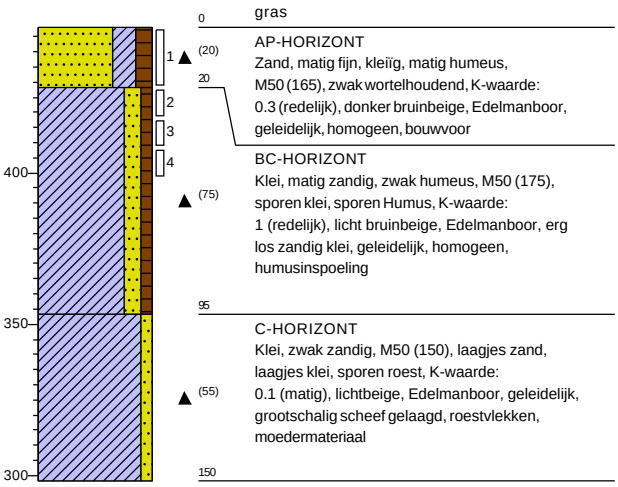
Boring: 26

X:	202501,24
Y:	486456,69
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.461
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



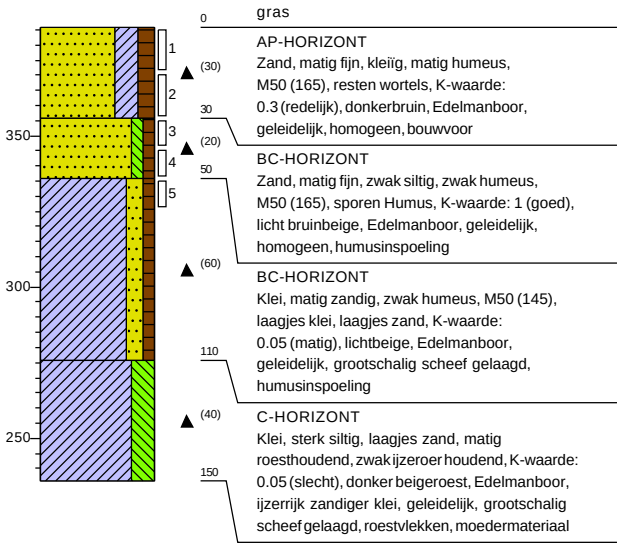
Boring: 27

X:	202555,29
Y:	486485,86
Datum:	12-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.482
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



Boring: 39

X:	203869,39
Y:	486529,69
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	3.858
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers

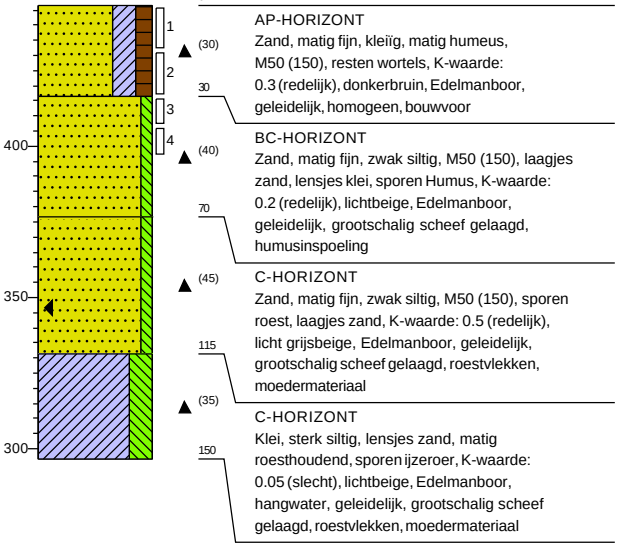


Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)

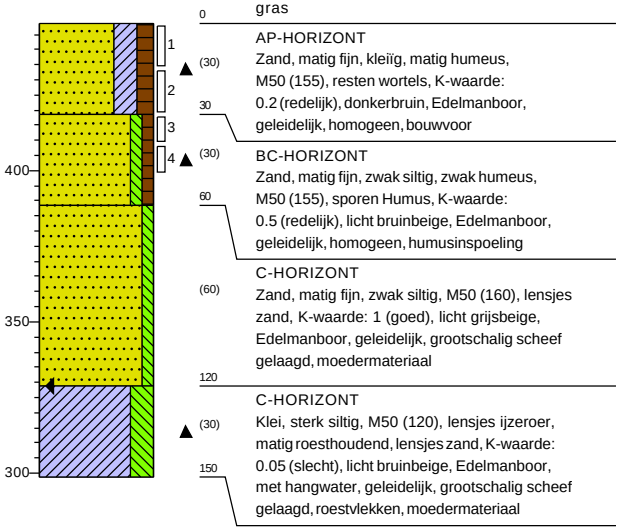
Boring: 43

X:	203623,08
Y:	486743,49
Datum:	14-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.465
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers
GHG:	100



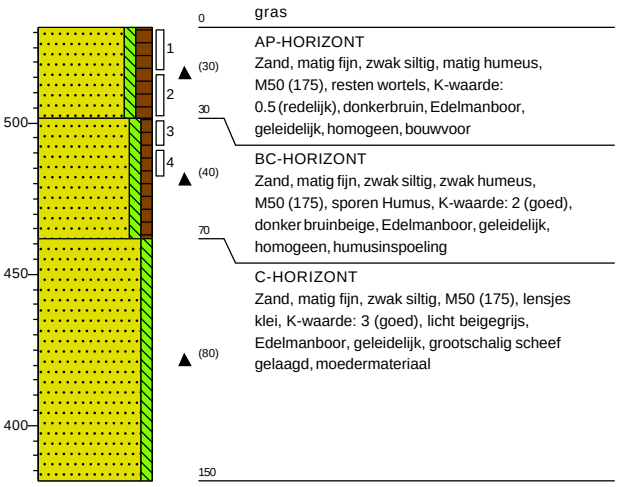
Boring: 44

X:	203754,36
Y:	486633,02
Datum:	14-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	4.487
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers
GHG:	120
Opmerking:	hangwaterop120cm-mv



Boring: 45

X:	202383,76
Y:	487238,23
Datum:	13-12-2022
Boormeester:	Jan Ve
N.A.P. :	5.317
Nauwkeurigheid GPS:	RTK, fixed integers



Projectcode: PR-22.174

Projectnaam: Fortmond-Duursche Waarden (bij Wijhe)



www.b-ware.eu