

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK NATUURPOTENTIES LAMPENBROEK



- Eindrapportage -

Opdrachtgever: Waterschap Vallei en Veluwe

Auteurs: Mark van Mullekom, Amber Visscher & Fons Smolders

Projectnummers: PR-19.178 • Rapportnummer: RP-19.178.20.26 • Datum: 02-04-2020

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

NATUURPOTENTIES LAMPENBROEK

Eindrapportage

*Mark van Mullekom
Amber Visscher
Fons Smolders*



Titel rapport:

Bodemchemisch onderzoek natuurpotenties Lampenbroek

Auteurs:

Mark van Mullekom, Amber Visscher & Fons Smolders

Rapportnummer: RP-19.178.20.26

Opdrachtgever:

Waterschap Vallei & Veluwe



Informatie:

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

Contactpersoon:

Mark van Mullekom
Tel: 024-2122207
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek	2
1.3 Leeswijzer	3
2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond	5
2.1 Nutriëntenlimitatie	5
2.2 Fosfaatbeschikbaarheid	5
2.3 Verschrappingsmaatregelen	6
2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen	8
2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater	8
3. Materiaal en methoden	11
3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden	11
3.2 Referentiemetingen 2012	16
3.3 Chemische analyse	17
4. Resultaten bodemchemisch onderzoek	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Bodemchemie	19
4.3 Risico op uit- en afspoeling van fosfaat en nitraat	24
4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling	28
4.5 Aanvullende maatregelen	51
5. Conclusies en aanbevelingen	55
5.1 Belangrijkste conclusies	55
5.2 Aanbevelingen	57
6. Literatuur	59
7. Bijlagen	63

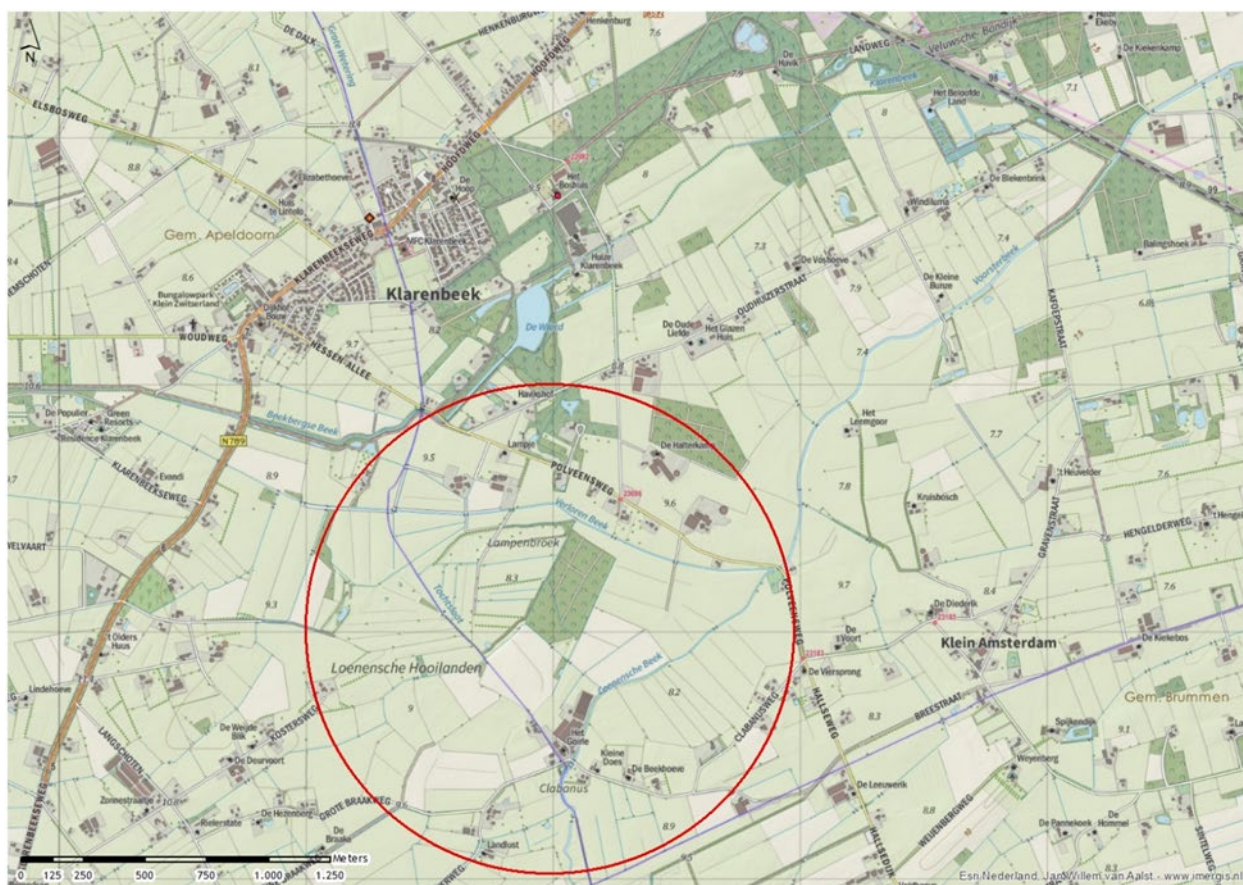
1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE heeft in opdracht van Waterschap Vallei en Veluwe een bodemonderzoek uitgevoerd om natuurbodempotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen in kaart te brengen van een aantal (voormalige) landbouwgronden in het Lampenbroek.

Het Lampenbroek ligt in een omvangrijke laagte op de overgang van de Veluwe naar het IJsseldal, in de buurt van het dorp Klarenbeek (Figuur 1). In het Lampenbroek treedt basenrijke kwel uit, maar het meeste kwelwater wordt afgevangen door diepe (externe) waterlopenstelsels. In een klein deel van het gebied bevindt zich redelijk tot goed ontwikkeld (veldrus)schraalland (Figuur 2) waar in 2012 reeds enkele referentiemonsters zijn genomen, maar grotendeels betreft het voormalige landbouwgronden (Figuur 3).

In 2012 werd door Onderzoekcentrum B-WARE een onderzoek uitgevoerd in het deel van het Lampenbroek dat al langer van Natuurmonumenten is (Van Mullekom & Smolders, 2012b). Het huidige onderzoek is gericht op de flanken van het gebied. Het onderzoek maakt onderdeel uit van een proces om te komen tot een, door ecohydrologisch adviesbureau Bell Hullenaar op te stellen, schetsontwerp voor het herstel van verdroogde natuur in dit gebied. Het bodemonderzoek is nodig om de kansen en knelpunten vast te kunnen stellen.



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied.



Figuur 2. Veldrusschraalland in het Lampenbroek. Foto: Mark van Mullekom (2012).



Figuur 3. Landbouwgronden domineren de laagte en de flanken in het Lampenbroek. Foto: Jan Vermeer.

1.2 Aanpak bodemchemisch onderzoek

De fosfaatrijksdom van de bodem is bepaald aan de hand van een bodemchemisch onderzoek op 34 locaties in de (voormalige) landbouwgronden. Daarnaast is bepaald op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke (natte) natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrallingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Daarnaast is gekeken wat de risico's zijn op de uitspoeling van nitraat en fosfaat naar diepere bodemlagen en lageregelegen terreinen. Per locatie zijn daarvoor op verschillende diepten bodemonsters verzameld en chemisch geanalyseerd.

.....

Concreet worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

1. Wat is de bodemopbouw op de boorlocaties?
2. Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en wat is de verschrallingsduur voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke natuur (hoog ambitieniveau) of bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruidenrijk grasland (lager ambitieniveau)?
3. Is het uitmijnen van de toplaag een kansrijke inrichtingsmaatregel voor (een deel van) het gebied? Let op: voor een concreet praktisch uitmijnnadvies is aanvullend onderzoek vereist in samenwerking met het Louis Bolk Instituut;
4. Wat is het risico op uitspoeling van nitraat en fosfaat naar diepere bodemlagen en lagergelegen (natte) natuurterreinen?
5. Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor, wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke natuur?
6. Zijn er mogelijkheden om natuur te ontwikkelen door middel van een beperkte ontgroning in combinatie met aanvullend verschrallingsbeheer?
7. Welke natuurpotenties zijn er op basis van de bodemchemie en de grondwaterstanden (afgeleid uit het boorprofiel)?
8. Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen bij de omvorming van de (voormalige) landbouwgronden naar soortenrijke natuurbeheertypen?

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 resultaten van het bodemchemisch onderzoek gepresenteerd, de kansen voor de natuurontwikkeling en welke (inrichtings)maatregelen daarvoor nodig zijn. In hoofdstuk 5 staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. Hoofdstuk 6 bevat een overzicht van de gebruikte literatuur, gevolgd door de bijlagen (bodemprofielbeschrijvingen) in hoofdstuk 8.

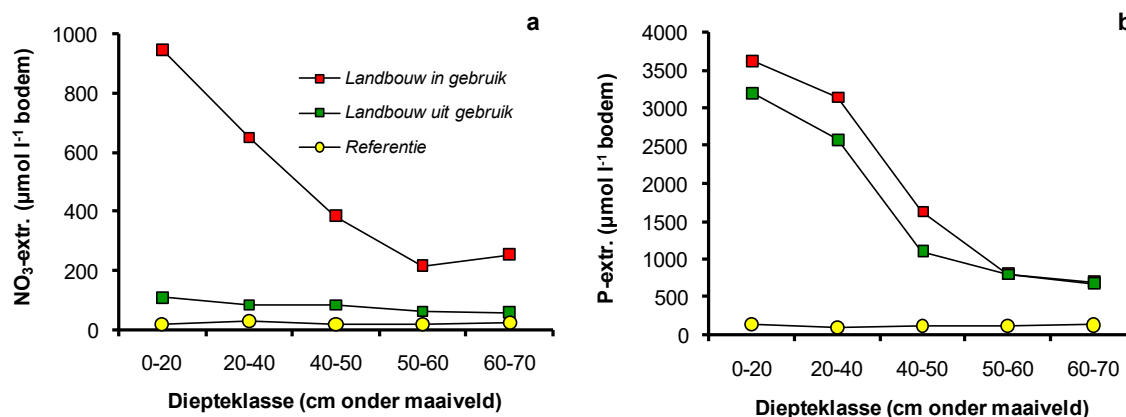
Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschrallingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast is de grondwaterkwaliteit van invloed op de natuurontwikkelingsmogelijkheden. De (variatie in) grondwaterstanden is eveneens van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. 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 ontgroning 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 (geo)hydrologische aspecten worden door Bell Hullenaar verwerkt in het schetsontwerp.

.....

2. NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGROND

2.1 Nutriëntenlimitatie

De kansen op een goede natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) (Lamers e.a., 2005). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de nog steeds hoge stikstofdepositie en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 4; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006).

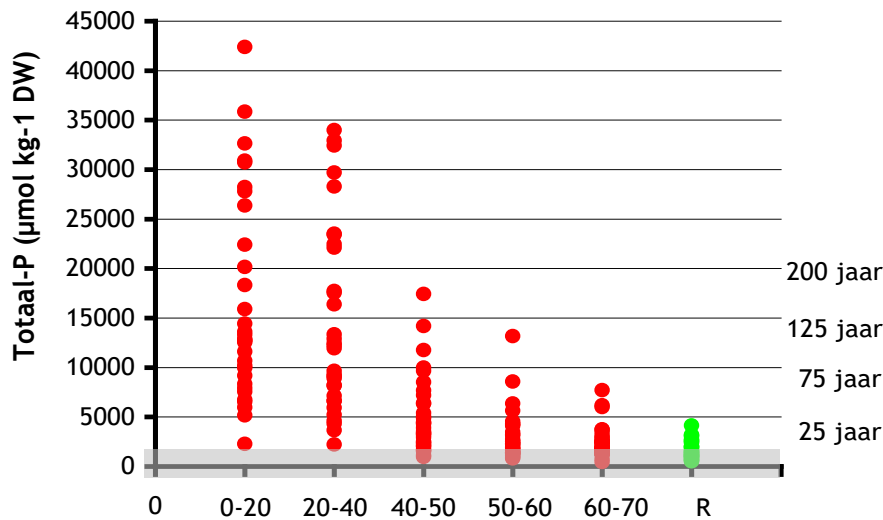


Figuur 4. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de 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

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling 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 4; 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.



Figuur 5. 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. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

Extensieve begrazing

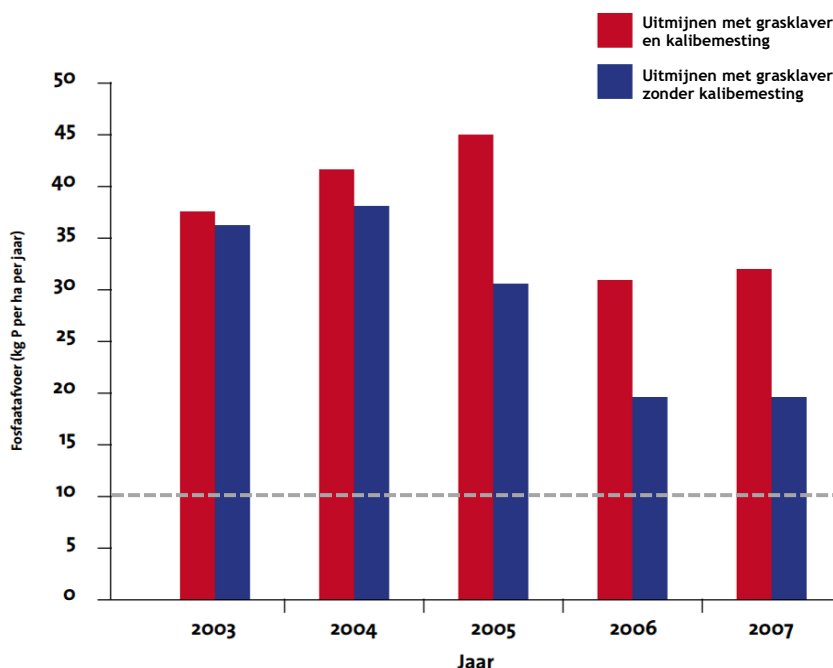
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*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 5, 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 dan 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 6. 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. Door middel van ontgroning 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 vaak sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 2.4), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning 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 verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschralling van het terrein. Nadat een P-gelimiterde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name 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). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (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 inzijs op aanzienlijke afstand. Een bijkomend voordeel van verschrallen via ontgronden 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.

2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater

De kwaliteit van natte natuurgebieden kan eveneens worden verbeterd door middel van externe maatregelen. Dit zijn maatregelen die bijvoorbeeld op aangrenzende landbouwgronden noodzakelijk zijn. Deze noodzaak kan onder meer zijn ingegeven door de vermestende invloed van deze landbouwgronden op de natuur door middel van uitspoeling naar het grondwater. Verlaging van de P- en N-concentraties in de toplaag door middel van een verschrallingsbeheer en/of het verminderen/stoppen van bemesting zal leiden tot lagere concentraties in de toplaag, daarmee (op termijn) ook tot lagere concentraties in de diepere bodemlagen en daarmee ook tot verminderde uitspoeling naar het grondwater. Hierbij dient te worden opgemerkt dat nitraat relatief mobiel is en fosfaat relatief immobiel. Wanneer de stikstofbemesting wordt verminderd zal de nitraatuitspoeling al relatief snel verminderen (Figuur 4). Fosfor spoelt relatief langzaam

.....

uit. Na het verminderen van de P-bemesting zal vanuit P-verzadigde bodems de uitspoeling van fosfaat naar diepere bodemlagen (en het grondwater) nog voor langere tijd (vermoedelijk decennia) door gaan. Met behulp van een uitmijnbeheer kan de P-verzadiging van de toplaag van de bodem worden verlaagd waardoor de P-uitspoeling sneller afneemt.

Het risico op P-uitspoeling kan worden vastgesteld door de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van een bodem te meten. Als in het deel van het bodemprofiel boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) de FVG hoger is dan 25% bestaat kans op uitspoelen van fosfaat en wordt de bodem als fosfaatverzadigd beoordeeld (Schoumans, 2004; Schoumans e.a., 2008). Bij lagere waarden is dit risico minder groot. Uit recent onderzoek in de omgeving van Oldenzaal (van Mullekom & Smolders, 2017) blijkt dat de grenswaarde van een fosfaatverzadigingsgraad van 25% overeen komt met $\pm 1900 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P ($R^2 = 0,86$) en $8,6 \text{ mmol/kg}$ P-oxalaat ($R^2 = 0,92$). In plaats van de FVG kunnen dus ook andere P-gerelateerde bodemvariabelen een goede indicatie geven voor de mate waarin de bodems P- verzadigd zijn.

.....

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden

Aangezien de verwachting was dat de meeste (of wellicht alle) gronden in het onderzoeksgebied diep geploegd zijn (tot mogelijk 70 cm) was het van belang een goed beeld te krijgen van de ruimtelijke variatie in de bodemopbouw. Uit het onderzoek in 2012 (Van Mullekom & Smolders, 2012b) is reeds gebleken dat de variatie in het bodemprofiel groot kan zijn binnen eenzelfde zone. Het grove beeld was dat bodems met een organisch stof percentage <2,5% relatief voedselarm waren.

Op 14-17 januari 2020 werden voor het bodemchemisch onderzoek op 33 monsterlocaties boringen gezet. Locatie 29 is komen te vervallen in verband met het ontbreken van toestemming. De locaties werden geselecteerd door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar. Voor de exacte ligging van de boorlocaties zie Figuur 7 (topografische kaart) en Figuur 8 (hoogtekaart).

Om een beeld te krijgen van de mate van variatie in de bodemopbouw werden per monsterlocatie in een representatieve zone van circa 15x15 meter drie boringen geplaatst tot 150 cm-mv waarbij telkens het bodemprofiel werd beschreven. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (zie Tabel 1). Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester Jan Vermeer van het Veldwerkbureau (zie Bijlage 1 voor de profielbeschrijvingen). Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en, indien af te leiden uit de hydromorfe kenmerken van het bodemprofiel, ook de GHG en GLG (Tabel 1).

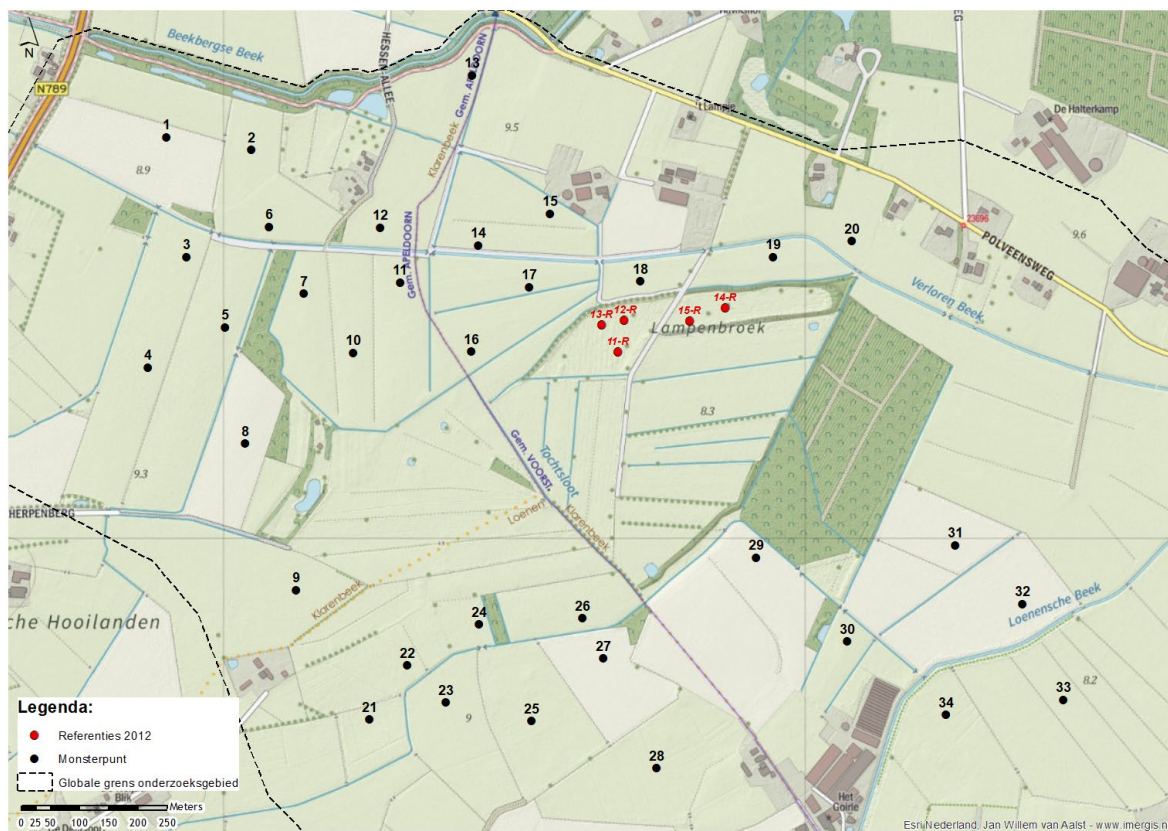
Per locatie werden op 4 dieptes bodemonsters verzameld, waarbij de volgende bemonsteringsstrategie werd gehanteerd:

- Toplaag (0-20 cm-mv);
- Restant bouwvoor;
- 0-10 cm onder de bouwvoor en
- 10-20 cm onder de bouwvoor.

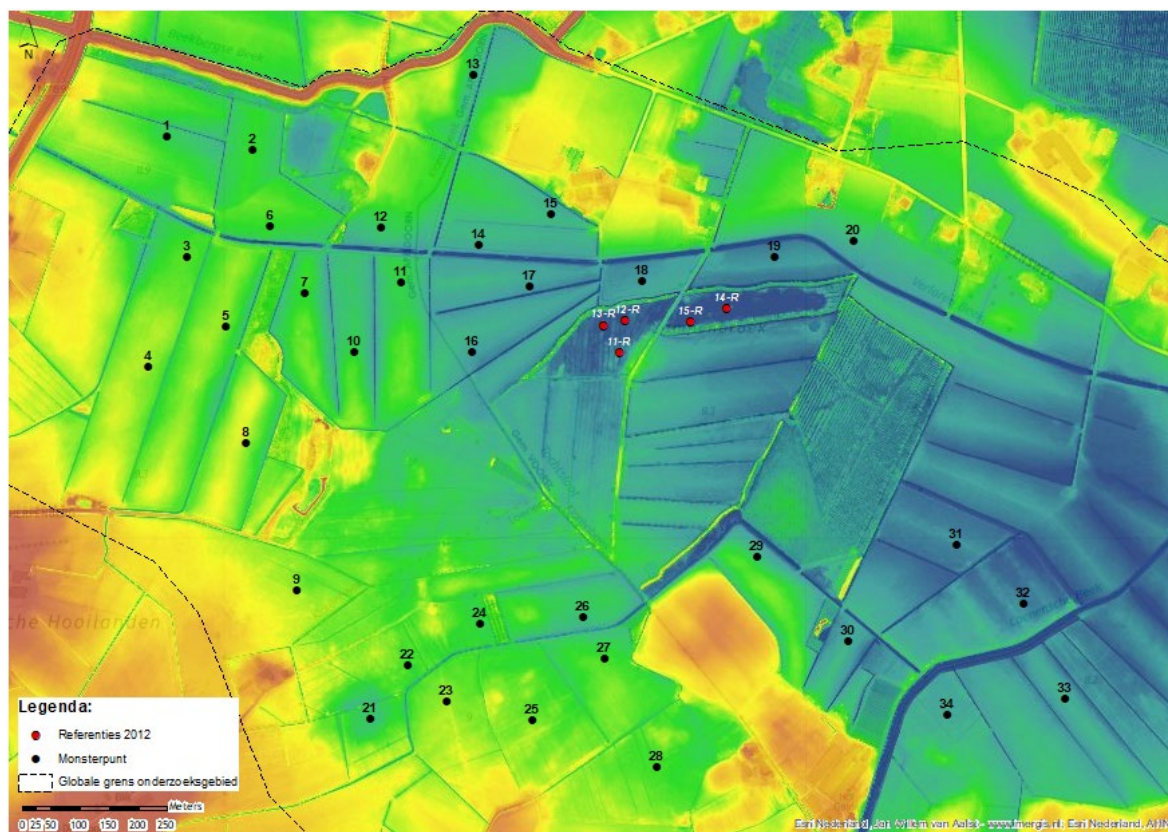
Bij het veldwerk werd op een aantal locaties van deze bemonsteringsstrategie afgeweken op basis van het aangetroffen bodemprofiel. Ter plaatse werd bekeken in hoeverre de profielen met elkaar overeenkomen qua bodemopbouw zodat mogelijk een mengmonster kon worden gemaakt voor analyse:

- Wanneer 3 boringen identiek waren werd daar een mengmonsters van gemaakt voor analyse;
- Wanneer 2 boringen identiek waren werd daar een mengmonsters van gemaakt voor analyse en werd de 3e afwijkende boring niet bemonsterd;
- Wanneer alle 3 de boringen verschilden werden van alle drie de boringen op vier dieptes bodemonsters verzameld voor analyse.

De bodemonsters werden in afgesloten potten vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden op de voormalige landbouwgronden 144 bodemonsters verzameld en geanalyseerd.



Figuur 7. Topografische kaart met de ligging van de 33 boorlocaties (2020, locatie 29 is komen te vervallen) en 5 referentielocaties (2012) in het Lampenbroek.



Figuur 8. Hoogtekaart met de ligging van de 33 boorlocaties (2020, locatie 29 is komen te vervallen) en 5 referentielocaties (2012) in het Lampenbroek.

Tabel 1. Overzicht van de dieptes waarop bodemmonsters werden verzameld in de boringen (A-B-C) per locatie die gebruikt zijn voor het samenstellen van een mengmonster voor analyse. In de kolom 'Genoteerd' wordt de diepte vermeld die in de tabel met bodemchemische data is vermeld. * = niet alle mengmonsters op dezelfde dieptes verzameld (variatie in bodemopbouw, bijvoorbeeld bouwvoordikte). De rood gekleurde dieptes wijken af. Op locatie 16 zijn alle drie de boringen apart bemonsterd. Op locatie 20 is boring A apart bemonsterd en is een mengmonster gemaakt van de boringen B en C.

Nr	A	B	C	Genoteerd	Nr	A	B	C	Genoteerd	Nr	A	B	C	Genoteerd
1	0-20	-	0-20	0-20	13	0-20	0-20	0-20	0-20	22	0-20	0-20	-	0-20
	20-30	-	20-30	20-30		20-35	20-30	20-30	20-30*		20-30	20-30	-	20-30
	30-40	-	30-40	30-40		35-45	30-40	30-40	30-40*		30-40	30-40	-	30-40
	40-50	-	40-50	40-50		45-55	40-50	40-50	40-50*		40-50	40-50	-	40-50
2	0-20	0-20	0-20	0-20	14	0-20	0-20	0-20	0-20	23	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-35	20-35	20-35	20-35		20-30	20-30	20-30	20-30		20-30	20-35	20-30	20-30*
	35-45	35-45	35-45	35-45		30-40	30-40	30-40	30-40		30-40	35-45	30-40	30-40*
	45-55	45-55	45-55	45-55		40-50	40-50	40-50	40-50		40-50	45-55	40-50	40-50*
3	0-20	0-20	0-20	0-20	15	-	0-20	0-20	0-20	24	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-30	20-40	20-30	20-30*		-	20-40	20-40	20-40		20-30	20-30	20-30	20-30
	30-40	40-50	30-40	30-40*		-	40-60	40-60	40-60		30-40	30-40	30-40	30-40
	40-50	50-60	40-50	40-50*		-	60-70	60-70	60-70		40-50	40-50	40-50	40-50
4	0-20	0-20	0-20	0-20	16A	0-20	-	-	0-20	25	-	0-20	0-20	0-20
	20-30	20-30	20-30	20-30		20-30	-	-	20-30		-	20-30	20-30	20-30
	30-40	30-40	30-40	30-40		30-40	-	-	30-40		-	30-40	30-40	30-40
	40-50	40-50	40-50	40-50		40-50	-	-	40-50		-	40-50	40-50	40-50
5	0-20	-	0-20	0-20	16B	-	0-20	-	0-20	26	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-30	-	20-30	20-30		-	20-30	-	20-30		20-30	20-30	20-30	20-30
	30-40	-	30-40	30-40		-	30-40	-	30-40		30-40	30-40	30-40	30-40
	40-50	-	40-50	40-50		-	40-50	-	40-50		40-50	40-50	40-50	40-50
6	0-20	0-20	0-20	0-20	16C	-	-	0-20	0-20	27	-	0-20	0-20	0-20
	20-30	20-30	20-30	20-30		-	-	20-30	20-30		-	20-30	20-30	20-30
	30-40	30-40	30-40	30-40		-	-	30-40	30-40		-	30-40	30-40	30-40
	40-50	40-50	40-50	40-50		-	-	40-50	40-50		-	40-50	40-50	40-50
7	0-20	0-20	0-20	0-20	17	-	0-15	0-10	0-15*	28	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-30	20-30	20-30	20-30		-	15-25	10-20	15-25*		20-30	20-30	20-30	20-30
	30-40	30-40	30-40	30-40		-	25-35	20-30	25-35*		30-40	30-40	30-40	30-40
	40-50	40-50	40-50	40-50		-	35-45	30-40	35-45*		40-50	40-50	40-50	40-50
8	-	0-20	0-20	0-20	18	-	0-15	0-20	0-20*	30	0-20	0-20	0-20	0-20
	-	20-35	20-30	20-35*		-	15-25	20-30	20-30*		20-40	20-40	20-40	20-40
	-	35-45	30-40	35-45*		-	25-35	30-40	30-40*		40-55	40-60	40-55	40-55*
	-	45-55	40-50	45-55*		-	35-45	40-50	40-50*		55-65	60-70	55-65	55-65*
9	0-20	0-20	0-20	0-20	19	0-20	0-20	0-20	0-20	31	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-30	20-30	20-30	20-30		20-30	20-30	20-30	20-30		20-30	20-30	20-30	20-30
	30-40	30-40	30-40	30-40		30-40	30-40	30-40	30-40		30-40	30-40	30-40	30-40
	40-50	40-50	40-50	40-50		40-50	40-50	40-50	40-50		40-50	40-50	40-50	40-50
10	0-20	0-20	0-20	0-20	20A	0-20	-	-	0-20	32	-	0-20	0-20	0-20
	20-40	20-35	20-35	20-35*		20-40	-	-	20-40		-	20-30	20-30	20-30
	40-50	35-45	35-45	35-45*		40-55	-	-	40-55		-	30-40	30-40	30-40
	50-60	45-55	45-55	45-55*		55-65	-	-	55-65		-	40-50	40-50	40-50
11	0-20	0-20	-	0-20	20	-	0-20	0-20	0-20	33	0-20	0-20	0-20	0-20
	20-35	20-30	-	20-35*		-	20-45	20-35	20-45*		20-45	20-40	20-40	20-40*
	35-45	30-40	-	35-45*		-	45-55	35-45	45-55*		45-55	40-50	40-50	40-50*
	45-55	40-50	-	45-55*		-	55-65	45-55	55-65*		55-65	50-60	50-60	50-60*
12	-	0-20	0-20	0-20	21	-	0-20	0-20	0-20	34	0-20	0-25	-	0-25*
	-	20-30	20-30	20-30		-	20-30	20-30	20-30		20-30	25-35	-	25-35*
	-	30-40	30-40	30-40		-	30-40	30-40	30-40		30-40	35-45	-	35-45*
	-	40-50	40-50	40-50		-	40-50	40-50	40-50		40-50	45-55	-	45-55*

Tabel 2. XY-coördinaten, landgebruik (type: GS = grasland, AK = akker, WE = weiland), actuele grondwaterstand (GWS; 14-17 januari 2020), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Voor ligging van de locaties zie Figuur 7.

Boring	Datum	Diepte	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG
01a	14-1-2020	150	200895	463692	AK	20	90	0
01b	14-1-2020	150	200881	463686	AK	30	100	0
01c	14-1-2020	150	200901	463677	AK	20	90	0
02a	14-1-2020	150	201046	463673	WE	60	90	35
02b	14-1-2020	150	201035	463663	WE	60	90	35
02c	14-1-2020	150	201047	463657	WE	70	100	40
03a	14-1-2020	150	200941	463492	WE	60	90	30
03b	14-1-2020	150	200927	463484	WE	60	90	30
03c	14-1-2020	150	200938	463471	WE	60	90	30
04a	14-1-2020	150	200879	463302	WE	70	130	30
04b	14-1-2020	150	200865	463293	WE	70	130	30
04c	14-1-2020	150	200880	463283	WE	70	130	30
05a	14-1-2020	150	201006	463377	WE	60	90	30
05b	14-1-2020	150	200993	463366	WE	60	90	30
05c	14-1-2020	150	201007	463357	WE	60	90	30
06a	14-1-2020	150	201082	463543	WE	75	100	60
06b	14-1-2020	150	201071	463531	WE	65	100	40
06c	14-1-2020	150	201086	463525	WE	60	90	40
07a	14-1-2020	150	201138	463430	WE	50	80	30
07b	14-1-2020	150	201133	463415	WE	50	80	30
07c	14-1-2020	150	201151	463416	WE	60	80	30
08a	14-1-2020	150	201033	463174	WE	60	100	30
08b	14-1-2020	150	201021	463161	WE	60	100	30
08c	14-1-2020	150	201035	463156	WE	60	90	30
09a	16-1-2020	150	201128	462936	WE	0	70	0
09b	16-1-2020	150	201140	462928	WE	0	70	0
09c	16-1-2020	150	201125	462912	WE	0	70	0
10a	14-1-2020	150	201220	463327	WE	60	90	30
10b	14-1-2020	150	201214	463313	WE	60	90	30
10c	14-1-2020	150	201226	463314	WE	60	90	30
11a	15-1-2020	150	201305	463448	WE	110	140	60
11b	15-1-2020	150	201299	463438	WE	110	140	60
11c	15-1-2020	150	201311	463435	WE	100	130	50
12a	15-1-2020	150	201273	463544	WE	100	140	50
12b	15-1-2020	150	201262	463533	WE	100	120	50
12c	15-1-2020	150	201275	463529	WE	100	120	50
13a	15-1-2020	150	201422	463805	WE	100	140	50
13b	15-1-2020	150	201414	463792	WE	100	130	60
13c	15-1-2020	150	201427	463785	WE	100	140	50
14a	15-1-2020	150	201437	463509	WE	70	110	40
14b	15-1-2020	150	201431	463500	WE	60	100	30
14c	15-1-2020	150	201444	463500	WE	70	110	40
15a	15-1-2020	150	201562	463570	WE	70	110	30
15b	15-1-2020	150	201548	463559	WE	60	100	30
15c	15-1-2020	150	201561	463551	WE	60	100	20
16a	15-1-2020	150	201422	463331	WE	70	90	40
16b	15-1-2020	150	201419	463316	WE	70	90	50
16c	15-1-2020	150	201433	463321	WE	70	80	40
17a	15-1-2020	150	201522	463445	WE	70	90	20
17b	15-1-2020	150	201514	463432	WE	70	90	20
17c	15-1-2020	150	201529	463433	WE	70	100	20
18a	15-1-2020	150	201716	463455	WE	60	80	50
18b	15-1-2020	150	201711	463440	WE	60	80	50
18c	15-1-2020	150	201724	463442	WE	60	80	50
19a	15-1-2020	150	201947	463495	WE	50	90	20
19b	15-1-2020	150	201939	463479	WE	50	90	20
19c	15-1-2020	150	201956	463479	WE	50	90	20

.....

Tabel-vervolg. XY-coördinaten, landgebruik (type: GS = grasland, AK = akker, WE = weiland), actuele grondwaterstand (GWS; 14-17 januari 2020), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Voor ligging van de locaties zie Figuur 7.

Boring	Datum	Diepte	X	Y	Type	GWS	GLG	GHG
20a	15-1-2020	150	202079	463518	AK	70	100	60
20b	15-1-2020	150	202066	463513	AK	60	100	30
20c	15-1-2020	150	202084	463508	AK	60	100	30
21a	16-1-2020	150	201243	462688	WE	0	50	0
21b	16-1-2020	150	201240	462675	WE	0	50	0
21c	16-1-2020	150	201260	462685	WE	0	50	0
22a	16-1-2020	150	201312	462792	WE	30	90	10
22b	16-1-2020	150	201312	462776	WE	30	90	10
22c	16-1-2020	150	201327	462789	WE	30	70	10
23a	16-1-2020	150	201379	462727	WE	50	100	20
23b	16-1-2020	150	201377	462714	WE	50	90	30
23c	16-1-2020	150	201390	462721	WE	50	100	20
24a	16-1-2020	150	201443	462863	WE	45	70	20
24b	16-1-2020	150	201440	462849	WE	30	60	10
24c	16-1-2020	150	201451	462850	WE	30	60	10
25a	16-1-2020	150	201526	462695	WE	50	120	30
25b	16-1-2020	150	201519	462681	WE	50	100	30
25c	16-1-2020	150	201533	462678	WE	50	100	30
26a	16-1-2020	150	201620	462875	WE	20	90	0
26b	16-1-2020	150	201613	462867	WE	20	90	0
26c	16-1-2020	150	201629	462865	WE	20	90	0
27a	16-1-2020	150	201647	462807	WE	30	90	10
27b	16-1-2020	150	201645	462912	WE	30	90	10
27c	16-1-2020	150	201660	462798	WE	30	90	10
28a	16-1-2020	150	201714	462592	WE	30	100	10
28b	16-1-2020	150	201709	462578	WE	30	100	10
28c	16-1-2020	150	201726	462583	WE	30	100	10
30a	17-1-2020	150	202080	462817	WE	20	70	0
30b	17-1-2020	150	202071	462830	WE	30	70	0
30c	17-1-2020	150	202066	462815	WE	30	70	0
31a	16-1-2020	150	202258	462998	GS	50	80	30
31b	16-1-2020	150	202246	462991	GS	50	80	30
31c	16-1-2020	150	202258	462986	GS	50	80	30
32a	16-1-2020	150	202368	462895	GS	50	90	20
32b	16-1-2020	150	202356	462897	GS	50	90	20
32c	16-1-2020	150	202364	462887	GS	50	90	20
33a	17-1-2020	150	202440	462732	GS	50	110	20
33b	17-1-2020	150	202442	462719	GS	50	110	20
33c	17-1-2020	150	202458	462725	GS	50	100	30
34a	17-1-2020	150	202238	462705	WE	50	100	30
34b	17-1-2020	150	202243	462691	WE	60	100	30
34c	17-1-2020	150	202252	462700	WE	60	100	30

3.2 Referentiemetingen 2012

In 2012 werden op 5 locaties (Figuur 9) referentiemonsters verzameld op één of twee dieptes. Het betrof veldrusschraallanden in het Lampenbroek (Figuur 20). De resultaten worden weergegeven in Tabel 3.



Figuur 9. Topografische kaart met de ligging van de referentielocaties (11-R t/m 15-R) in het Lampenbroek.

Tabel 3. Overzicht van de bodemchemie op de referentielocaties in 2012. HZT = horizont; Ols-P = Olsen-P in $\mu\text{mol/l}$; -t = totale concentratie in mmol/l ; -z = zoutuitwisselbare concentraties in $\mu\text{mol/l}$ (Van Mullekom & Smolders, 2012b).

Code	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	pH-z	BV	NO3	NH4
11-R	0-20	zeer sterk lemig zand	12	42	0,8	665	9,7	198	38	263	8,2	20	19	215	10200	285	4,4	75	7	757
	23-30	zeer sterk lemig zand	5	29	1,2	133	5,7	252	100	168	10,9	29	21	25	16998	37	4,9	99	3	57
12-R	0-8	zeer sterk lemig zand	8	37	1,0	413	8,1	237	64	277	9,4	24	16	11	26670	211	5,1	99	4	128
	8-18	zeer sterk lemig zand	3	23	1,4	76	7,0	341	102	315	12,0	36	12	9	24562	26	5,6	100	6	59
	20-30	zwak lemig zand	2	19	1,5	42	4,2	117	52	75	8,9	21	8	11	14637	28	5,7	100	6	70
13-R	0-10	zeer sterk lemig zand	11	45	0,8	289	8,8	265	114	212	11,0	28	22	3	25367	248	5,6	99	7	93
	10-20	zeer sterk lemig zand	3	21	1,5	49	7,4	437	155	207	14,1	62	11	3	31652	21	6,2	100	9	83
14-R	0-10	zeer sterk lemig zand	10	43	0,9	356	8,8	220	74	228	7,4	19	17	27	23799	246	5,2	91	3	182
	10-20	zeer sterk lemig zand	2	19	1,6	38	2,9	242	107	165	7,6	26	8	3	29887	38	5,9	100	5	62
15-R	0-10	zeer sterk lemig zand	2	20	1,5	42	4,1	259	132	172	8,8	33	7	1	31460	35	6,3	100	6	56
	10-20	zwak lemig zand	1	17	1,7	11	5,3	167	99	89	10,7	34	4	0	19925	31	6,4	100	5	55

.....

3.3 Chemische analyse

Per bodemonmonster werden vervolgens de volgende variabelen bepaald:

- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- Drooggewicht, organisch stofgehalte (gloeiverlies) en bodemdestructie, ter bepaling van de algemene bodemchemie (o.a. totaal-P, -Ca, -Fe, -Al, -Mg, -S);
- Zoutextractie op een selectie van 3 dieptes per locatie voor de mate van buffering en stikstofbelasting (o.a. pH, uitwisselbaar calcium en aluminium, indicatieve basenverzadiging, labiel gebonden P wat kan afspoelen, ammonium, nitraat). Hiermee kunnen tevens de natuurpotenties worden gespecificeerd. De Ca-NaCl concentratie (relevant voor de specificatie van de natuurpotenties) werd op basis van de correlatie tussen Ca-totaal en Ca-NaCl voor alle bodems berekend;
- Oxalaatextractie op een selectie van 8 locaties (4 dieptes per locatie) ter bepaling van de P-ox concentratie en fosfaatverzadigingsgraad.

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Het vochtpercentage van het verse bodemmateriaal werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 48 uur bij 60 °C. Omdat de bakjes precies tot aan de rand werden afgevuld (volume = 40 ml) konden later ook de concentraties worden omgerekend naar mol per liter bodemvolume. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie

Plantenbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie (Olsen e.a., 1954) bepaald. Het principe van deze extractiemethode is dat natriumbicarbonaat (NaHCO_3) zorgt voor een daling van de concentratie opgeloste calciumionen via de vorming van onoplosbaar calciumcarbonaat (CaCO_3). Hierdoor stijgt de concentratie opgelost fosfaat. Natriumbicarbonaat brengt ook de labiele, voor planten snel beschikbare, proportie van de organische fractie in oplossing. Voor de Olsen-extractie werd aan 3 gram 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 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonstersaars. Het extract werd bij 4 °C bewaard tot verdere analyse. De Olsen-P concentraties werden berekend in μmol per liter bodem.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2 , 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen werden het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milli Q water. De monsters werden in

.....

polyethyleenpotjes bij 4 °C bewaard voor verdere analyse. Concentraties van elementen werden berekend in µmol per liter bodem.

Zoutextractie (NaCl-extractie)

Bij een natriumchloride(zout)-extractie worden aan het bodemadsorptiecomplex gebonden ionen verdrongen door natrium en chloride. Met deze extractie kan onder andere de pH, ammonium- en nitraatbeschikbaarheid van de bodem bepaald worden. Daarnaast kan op basis van de aluminium/calcium-ratio een goede inschatting gemaakt worden van de buffercapaciteit van de bodem. Voor een zoutextractie werd aan 17,5 gram verse bodem 50 ml 0,2 mol l⁻¹ natriumchloride (NaCl) toegevoegd. Gedurende 120 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna de pH werd gemeten. Het supernatant werd onder vacuüm verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. De elementenconcentraties werden berekend in µmol per liter bodem.

Oxalaatextractie

Met een oxalaatextractie wordt de concentratie ijzer- en aluminiumgebonden fosfaat bepaald. Dit is de adsorptiecapaciteit aan amorfe ijzer- en aluminiumhydroxiden. Op basis van de P-ox, Fe-ox en Al-ox wordt tevens de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) berekend. Hiervoor wordt vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 2,5 gram droog materiaal en met 50 ml extractiemedium ((COONH₄)₂.H₂O: 0,12 mol l⁻¹ en H₂C₂O₄: 0,12 mol l⁻¹) uitgeschud op een schudmachine bij 105 r.p.m. De extracten worden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat wordt niet-aangezuurd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES. Deze extractie werd uitgevoerd op een selectie van locaties.

Analyse grond- en oppervlaktewater

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl₂ elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO₂ en HCO₃) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De monsters voor de Auto-analysers werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

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) in oppervlaktewater, bodemvocht en bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, ICP-OES iCAP 6000). De concentraties nitraat (NO₃⁻) en ammonium (NH₄⁺) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van respectievelijk salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl⁻) en fosfaat (PO₄³⁻) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na⁺) en kalium (K⁺) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

4. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt de algemene bodemchemie beschreven en in paragraaf 4.3 de risico's op de uit- en afspoeling van fosfaat. In paragraaf 4.4 worden per locatie de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Tenslotte worden in paragraaf 4.5 enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

4.2 Bodemchemie

Algemeen

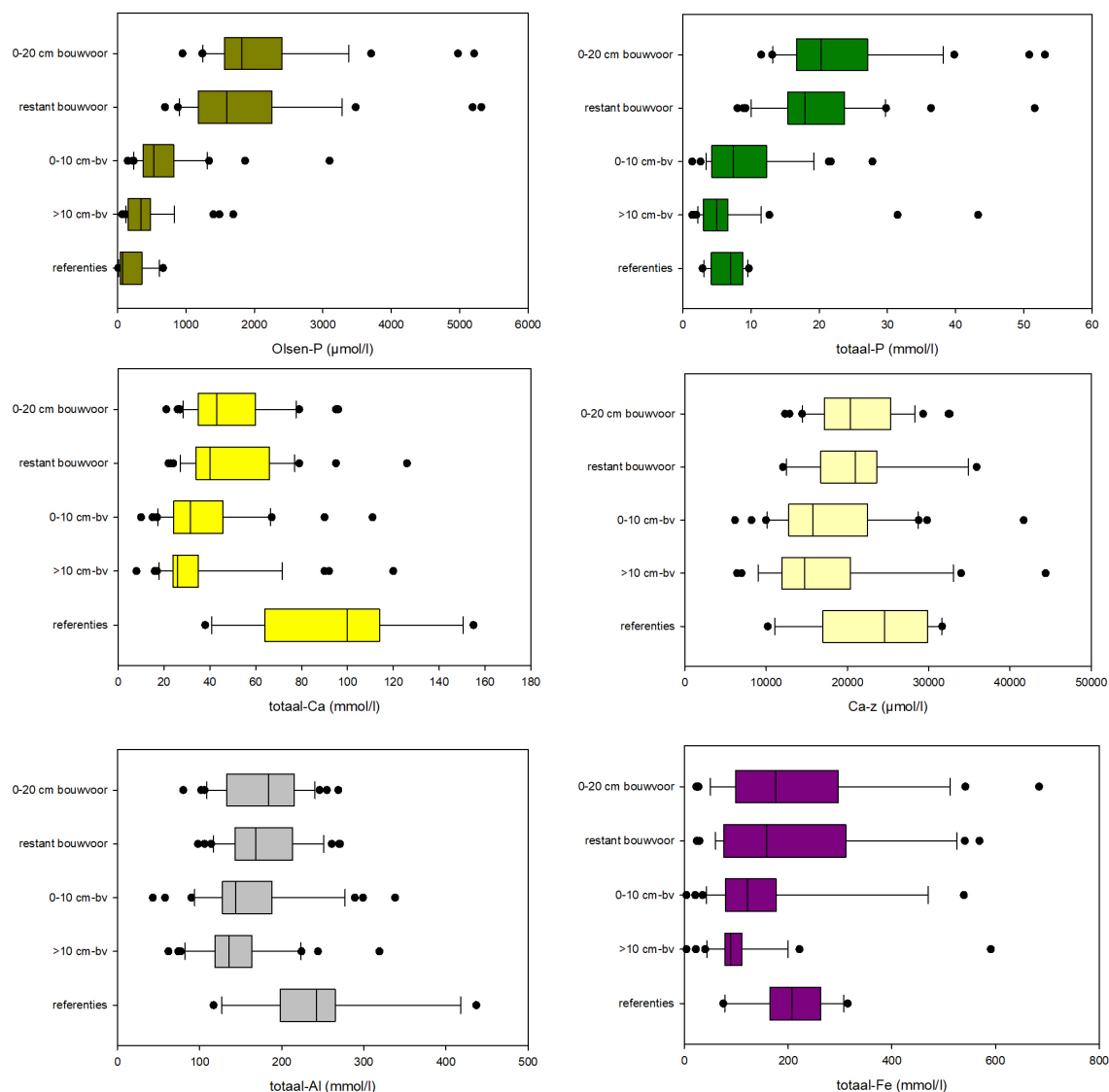
Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een 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 in deze rapportage meestal uitgedrukt per liter verse bodem.

Op de voormalige landbouwgronden rondom het Lampenbroek werd op 33 locaties de bodemchemie van verschillende bodemlagen in beeld gebracht (Figuur 7). In Tabel 7 t/m Tabel 10 worden per deelgebied de bodemchemische data weergegeven van de onderzochte locaties.



Figuur 10. Impressie van het onderzoeksgebied op de locaties 12 (links) en 28 (rechts). Foto's: Jan Vermeer.

De bodem in het onderzoeksgebied bestaat overwegend uit een bouwvoor van zandige klei met een dikte van overwegend 30 cm op zand of kleiig zand. De bodem is met name op de locaties 1, 9, 12, 17, 26, 27, 30 en 32 relatief sterk verstoord onder de bouwvoor (tot 60-120 cm-mv). Op de locaties 15 en 19 is 55-70 cm opgebrachte grond aangetroffen. Op locatie 21 bestaat het bodemprofiel uit rietveen. Zie Bijlage 1 voor de profielbeschrijvingen per boring.

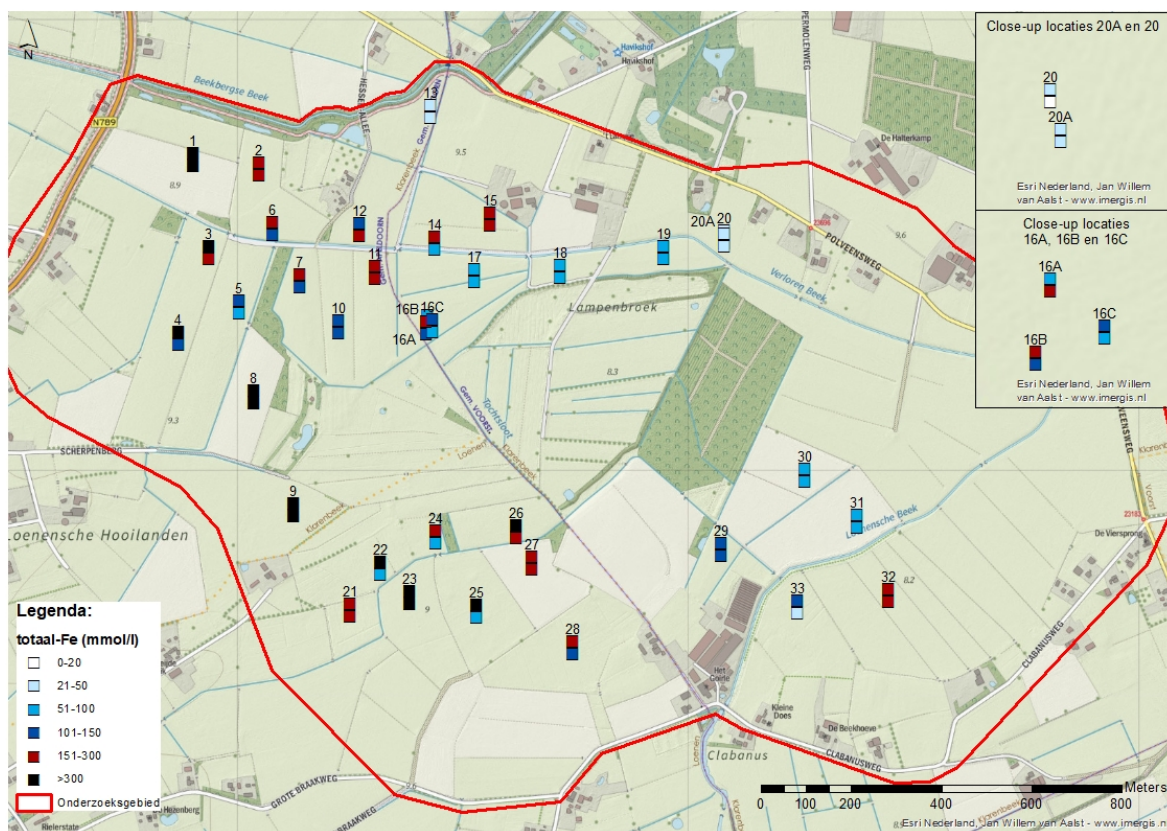


Figuur 11. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, Ca-totaal, Ca-zout, Al-totaal en Fe-totaal (tot 800 mmol/l) concentraties van de geanalyseerde bodems. In de Boxplot is onderscheid gemaakt tussen de verschillende bodemlagen (landbouw, 2020) en de referentielocaties (2012). De Box geeft het bereik tussen 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. De stippen geven de uitbijters ('outliers') weer.

In Figuur 11 worden boxplots gegeven voor een aantal belangrijke bodemchemische variabelen op verschillende diepten. De toplaag van de bouwvoor (zandige klei, kleiig zand) is verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (gemiddeld circa 2000 μmol Olsen-P/l bodem) en totaal-P (gemiddeld circa 20 mmol/l bodem) (Figuur 11). In het onderste deel van de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties vergelijkbaar met de concentraties in de toplaag van de bouwvoor. Er is dus geen duidelijke gradiënt in de bouwvoor aanwezig (Figuur 11). Direct onder de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties fors lager dan in de bouwvoor. Dieper dan 10 cm onder de bouwvoor nemen de P-concentraties verder af tot concentraties die de metingen op de referentielocaties benaderen. Er is lokaal dus sprake van fosfaatuitspoeling onder de bouwvoor.

De bodem in het onderzoeksgebied is, evenals op de referentielocaties, ijzerhoudend tot zeer ijzerrijk met een gemiddelde concentratie totaal-Fe van 205 mmol/l bodem (Figuur 11). De ijzerconcentraties zijn over het algemeen het hoogst in de bouwvoor (Figuur 11). Dit kan het gevolg

zijn van de invloed van ijzerhoudende kwel (in het verleden). Als gevolg van de blootstelling aan zuurstof kan ijzer accumuleren in de toplaag. De ruimtelijke variatie in de ijzerconcentratie in de toplaag (0-20 cm-mv) en op 30-50 cm-mv wordt weergegeven in Figuur 12.

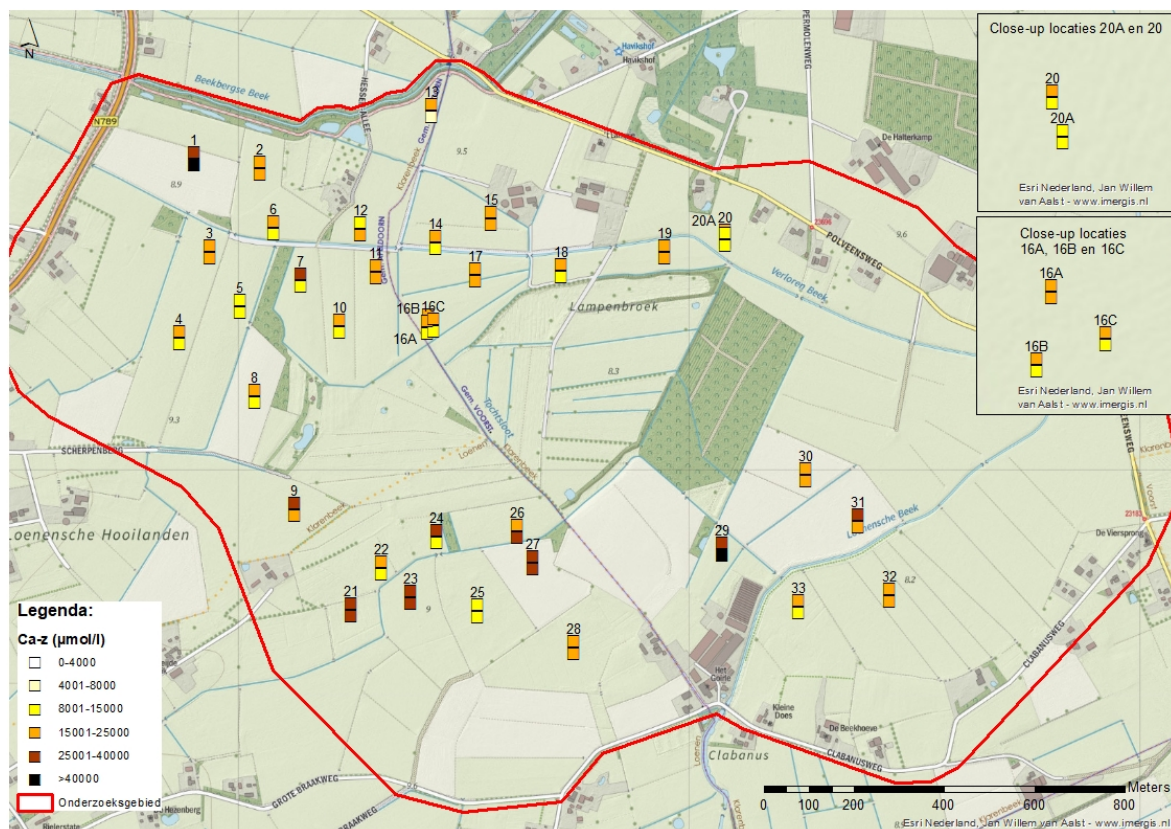


Figuur 12. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de ijzerconcentratie op 0-20 en 30-50 cm-mv.

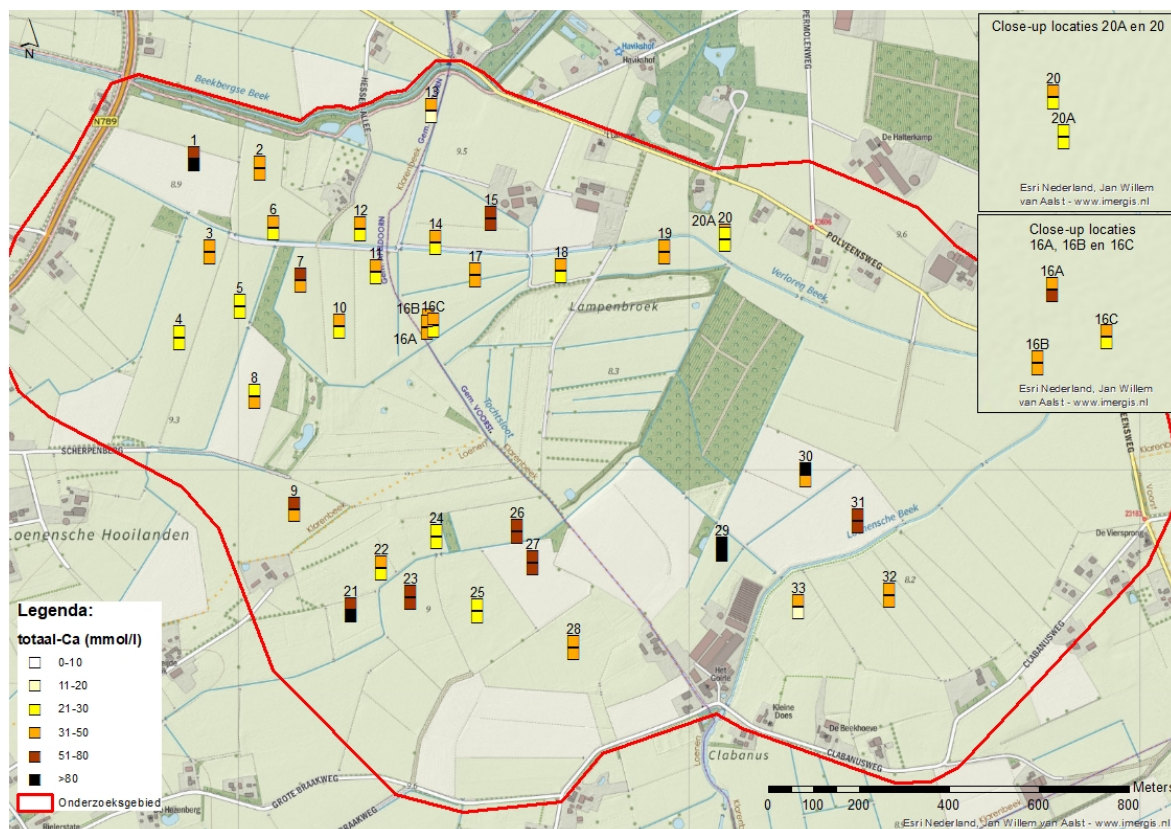
De concentratie totaal-Al is gemiddeld 165 mmol/l bodem en is een maat voor de hoeveelheid lutum in de bodem. De bouwvoor is over het algemeen wat kleiiger dan de onderliggende bodems die zandiger zijn. Dit zien we terug in de boxplot van totaal-Al (Figuur 11)

De bodem in het onderzoeksgebied is matig tot goed calciumhoudend met een gemiddelde concentratie totaal-Ca van 43 mmol /l bodem en $\pm 19.000 \mu\text{mol Ca-z/l}$ bodem (Figuur 11). Zowel de concentratie totaal-Ca als uitwisselbaar Ca (Ca-z) zijn het hoogste in de bouwvoor en nemen af met de diepte (Figuur 11). De mate van buffering blijft echter ook in de diepte voldoende voor de ontwikkeling van nat schraalland (blauwgrasland), zeker wanneer tijdens de inrichting van het gebied de hydrologie wordt hersteld waardoor de grondwaterinvloed wordt versterkt. Dit biedt kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur. De ruimtelijke variatie in de totaal calciumconcentratie en de concentratie zoutuitwisselbaar calcium in de toplaag (0-20 cm-mv) en op 30-50 cm-mv wordt weergegeven in Figuur 13 en Figuur 14.

De hoge calciumconcentraties in de toplaag zijn een indicatie dat het calcium afkomstig is van het agrarische gebruik (bekalking). Op de referentielocaties is sprake van calciumrijkere omstandigheden. Deze laag gelegen locaties (Figuur 8) staan wellicht sterker en/of langer onder invloed van gebufferd grondwater. In de landbouwgronden die in het huidige onderzoek zijn bemonsterd wordt het basenrijke kwelwater echter afgevangen door diepe sloten en hoofdwatgangen waardoor de aanvoer van bufferstoffen en ijzer is afgenomen. Dit benadrukt het belang van het herstel van de hydrologische omstandigheden waardoor het basenrijke kwelwater de (toekomstige) toplaag van de voormalige landbouwgronden weer gaat voeden.



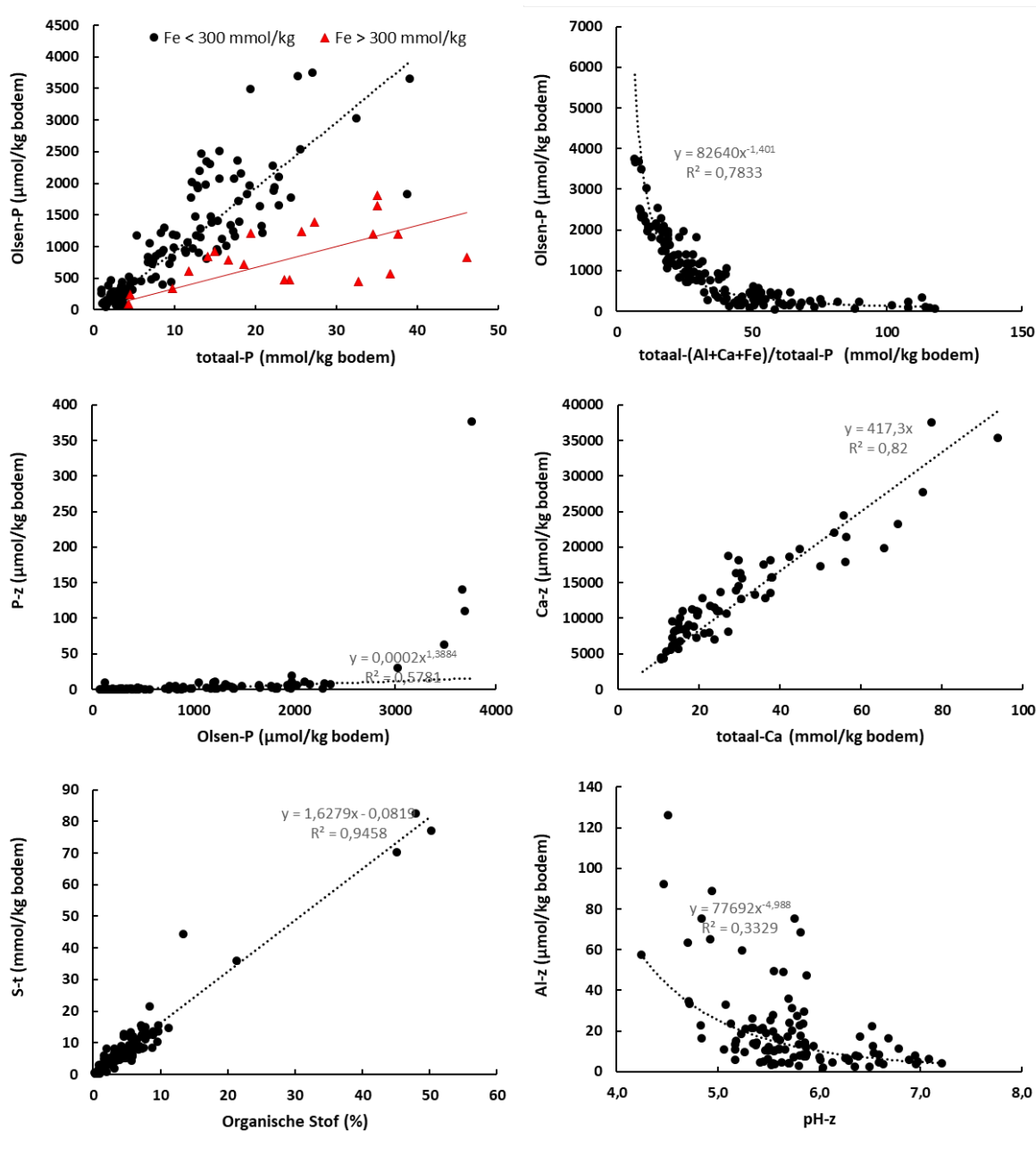
Figuur 13. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de concentratie zoutuitwisselbaar calcium op 0-20 en 30-50 cm-mv.



Figuur 14. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de totaal-calcium concentratie op 0-20 en 30-50 cm-mv.

Bodemcorrelaties

In Figuur 15 (linksboven) zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de geanalyseerde bodems tegen elkaar uitgezet. Als gevolg van verschillen in grondgebruik (bemestingsduur en -intensiteit), bodemtype en bodemchemie (o.a. de variatie in ijzerconcentraties: in ijzerrijke bodems is de P-beschikbaarheid lager), zijn er grote verschillen in Olsen-P en totaal-P concentraties aanwezig. Het snel beschikbare en uitspoelingsgevoelige labiel-P neemt toe bij Olsen-P concentraties >2500-3000 $\mu\text{mol/l}$ (Figuur 15, linksmidden). De labiel-P concentraties zijn overwegend relatief laag in het onderzoeksgebied. Dit is positief.



Figuur 15. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen in het Lampenbroek.

.....

Fosfor wordt in bodems zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ (onder anaerobe condities) en FePO_4 onder aerobe condities. Naast ijzer zorgt ook calcium voor fosfaatbinding in de bodem. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook kleideeltjes (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage) zijn een sterke P-binder.

De calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In Figuur 15 (rechtsboven) is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en aluminium ten opzichte van totaal-P, blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag.

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Bij bodem-pH waarden hoger dan pH 6,2 hebben we te maken met (bi)carbonaatbuffering. Wanneer in de bodems geen carbonaat meer aanwezig is, komt de bodem in het kation-uitwisselings-buffertraject terecht. Dit buffertraject bevindt zich globaal tussen een pH van 4,5 en 6,5. Een zoutextract geeft een beeld van de hoeveelheid uitwisselbare kationen.

Uit Figuur 15 (rechtsmidden) blijkt dat de concentratie totaal-Ca en de uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) goed correleren. De concentratie totaal-Ca is, net als de concentratie Ca-z, een indicatieve parameter voor het vaststellen van de mate van buffering van een bodem. Deze parameters zijn in grote mate bepalend voor de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. De concentratie Ca-z hangt onder andere samen met de concentratie organisch stof in de bodem. Organisch materiaal bevat zwavel (Figuur 15, linksonder) en vormt een belangrijk deel van het bodemadsorptiecomplex in de bodem. Indien het bodemadsorptiecomplex volledig is opgeladen met basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^+) is de basenverzadiging 100%. In het gebied is de indicatieve basenverzadiging gemiddeld 99% (Tabel 7 t/m Tabel 10), dus het bodemadsorptiecomplex is vrijwel geheel opgeladen met basische kationen.

Bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 20 mmol/l bodem hebben meestal een hoge basenverzadiging (> 90-95%). In niet tot zwak gebufferde bodems kan de bodem in de aluminiumbufferrange ($\text{pH}_w < 4,5$) komen. Alle basische kationen zijn dan vervangen door zuurionen of aluminium (H^+ en Al^{3+}) en de concentratie zuurionen in het bodemvocht neemt dan toe en de pH zal dalen. Naarmate de pH lager wordt neemt de aluminiumconcentratie in het zoutextract toe (Figuur 15, rechtsonder). Dit komt omdat aluminiumhydroxiden in oplossing gaan bij een lage bodem pH waarna deze adsorberen aan het bodemadsorptiecomplex.

4.3 Risico op uit- en afspoeling van fosfaat en nitraat

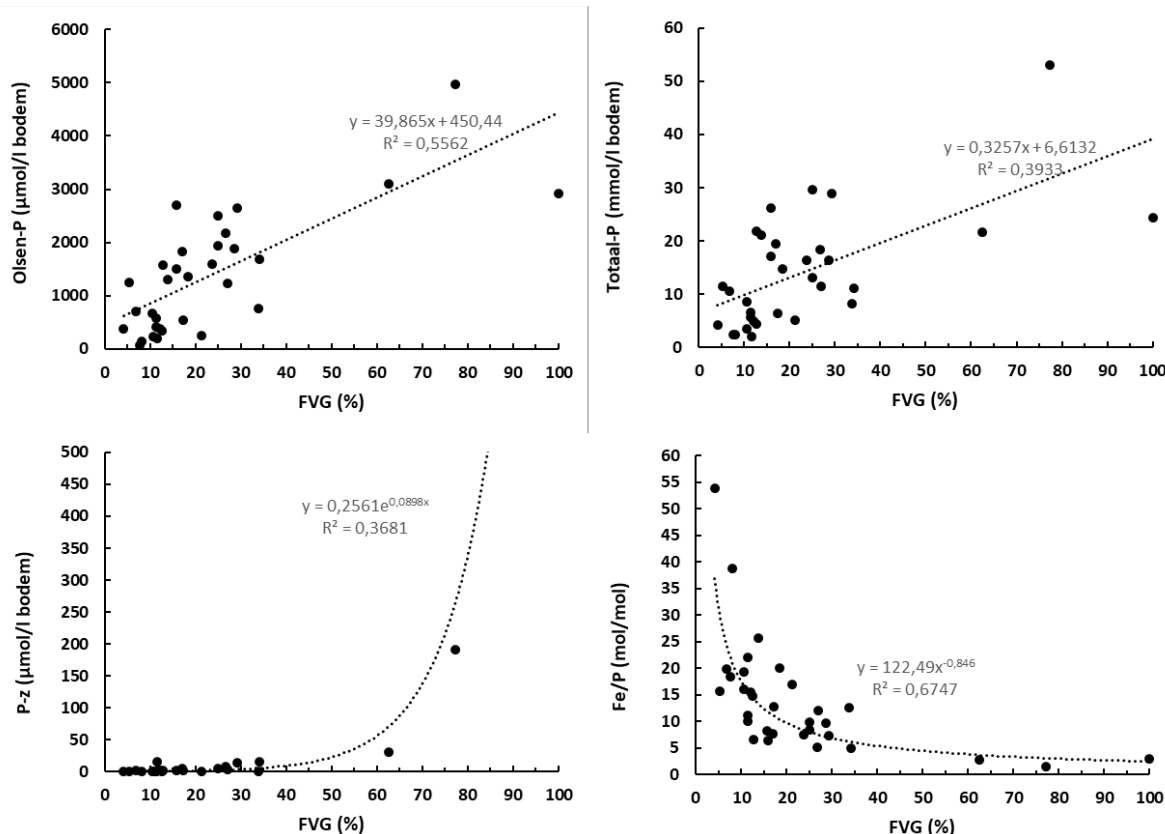
Het risico op fosfaatuitspoeling kan worden ingeschat op basis van de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van de bodemlagen boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De fosfaatverzadigingsgraad wordt als volgt berekend:

$$\text{FVG} = \frac{\text{P-ox}}{0,5 \times (\text{Fe-ox} + \text{Al-ox})} \times 100\%$$

Als het deel van het bodemprofiel boven de GHG een fosfaatverzadigingsgraad (FVG) > 25% heeft wordt de bodem als fosfaatverzadigd beoordeeld en bestaat kans op uitspoelen van fosfaat

(Schoumans, 2004; Schoumans e.a., 2008). Bij een lagere verzadigingsgraad is dit risico minder groot. Op 8 locaties in het gebied is de FVG bepaald op de vier monsterdieptes om een indicatie te krijgen van deze risico's.

De correlatie met de Olsen-P en totaal-P concentraties (Figuur 16) is te zwak om ook op de overige locaties een uitspraak te kunnen doen over de FVG op basis van de Olsen-P en/of totaal-P concentratie die is gemeten. De correlatie met de Fe/P ratio van de bodems is meer indicatief maar de spreiding is eveneens te groot om een grenswaarde vast te stellen bij een FVG van 25%.



Figuur 16. Correlatie tussen de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en de Olsen-P (links) en totaal-P (rechts) concentratie in 32 bodems op 8 locaties in het onderzoeksgebied.

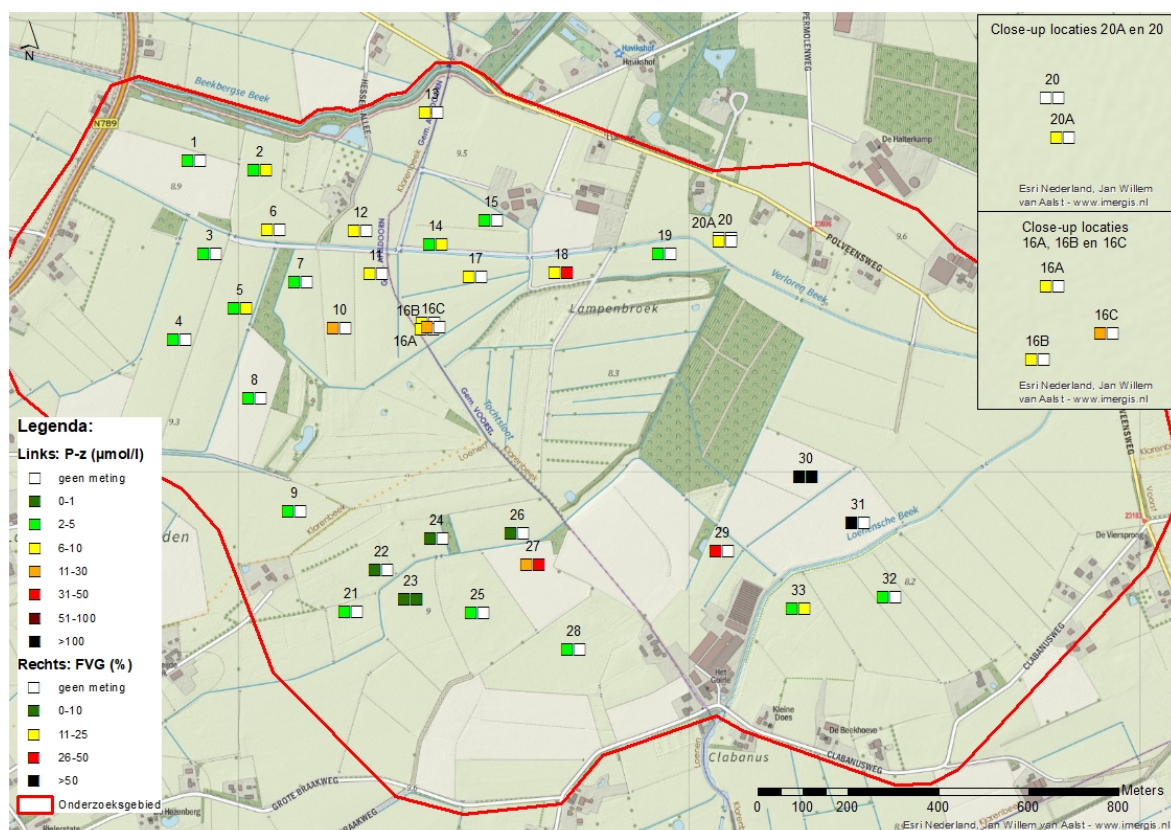
De FVG van de landbouwbodems is over het algemeen <25% waarmee het risico op uitspoeling beperkt is. Desondanks is in enkele bodemlagen een FVG gemeten van 27-34%. Op deze locaties lijkt het risico op P-uitspoeling beperkt. Mede doordat de labiel-P concentraties relatief laag zijn (< 5 µmol/l). Naast de FVG is ook de labiel-P concentratie (P-z) een parameter die een beeld geeft van het risico op fosfaatsuitspoeling naar het grondwater en/of naar lager gelegen gebieden. Pas bij een FVG > ±50% worden hogere P-z concentraties gemeten in het gebied. Opgemerkt dient te worden dat het een relatief kleine dataset betreft van 32 bodems.

Op locatie 27 is de FVG 29% en de P-z concentratie 242 µmol/l. Op deze locatie kan fosfaatsuitspoeling een risico zijn. Zowel de P-z concentraties als de FVG nemen echter sterk af onder de bouwvoor. De locatie met het grootste risico op P-uitspoeling is locatie 31 (voormalige maisakker?) met een FVG >50% tot 40 cm-mv en een FVG >25% op 40-50 cm-mv. Ook de labiel-P concentraties zijn hoog op deze locatie: zeer hoog in de toplaag (191 µmol/l) en 15-30 µmol/l onder de bouwvoor (Tabel 4).

Tabel 4. Overzicht van de nutriëntenconcentraties op de monsterpunten waar onder andere de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) is gemeten. HZT = horizont; Ols-P = Olsen-P in $\mu\text{mol/l}$; -t = totale concentratie in mmol/l ; -z = zoutuitwisselbare concentraties in $\mu\text{mol/l}$, FVG in %. Zie Tabel 6 voor een overzicht van de kleurarceringen.

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	Ols-P	P-t	P-z	NO3-z	NH4-z	FVG	Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	Ols-P	P-t	P-z	NO3-z	NH4-z	FVG
2	0-20	klei, matig humeus, bv	AP	2696	26,2	2	316	44	16	23	0-20	zand, kleilig, matig humeus, bv	AP	1251	11,5	1	67	200	5
	20-35	klei, matig humeus, bv	AP	1357	14,8				18		20-30*	zand, kleilig, matig humeus, bv	AP	1309	21,1				14
	35-45	zand, matig grindig	C	373	4,2	0	154	66	4		30-40*	zand	BC	1230	11,6	3	186	90	27
	45-55	zand, matig grindig	C	136	2,3	0	29	408	8		40-50*	zand	BC	253	5,2	1	72	34	21
5	0-20	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	1940	13,1	4	127	137	25	27	0-20	klei, matig zandig en humeus,	AP	2652	28,9	14	242	69	29
	20-30	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	1886	16,4				29		20-30	klei, matig zandig en humeus,	AP	2506	29,7				25
	30-40	zand, sterk grindig	C	757	8,2	1	125	22	34		30-40	klei, sterk zandig, omgew.	AC	697	10,5	1	183	45	7
	40-50	zand, sterk grindig	C	546	6,3	2	61	23	17		40-50	klei, sterk zandig, omgew.	AC	662	8,7	1	282	73	11
14	0-20	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	1830	19,4	5	408	131	17	31	0-20	zand, kleilig, matig humeus, bv	AP	4975	53,1	191	360	92	77
	20-30	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	1495	17,2				16		20-30	zand, kleilig, matig humeus, bv	AP	2923	24,4				147
	30-40	zand, matig grindig	C	579	6,7	1	131	41	11		30-40	zand, kleilig, omgew.	C	3099	21,7	30	173	71	63
	40-50	zand, matig grindig	C	336	4,4	1	66	43	13		40-50	zand, kleilig, omgew.	C	1692	11,2	15	159	80	34
18	0-20*	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	2174	18,4	8	200	91	27	34	0-25*	klei, matig zandig en humeus,	AP	1579	21,8	2	206	70	13
	20-30*	zand, kleilig, matig humeus, t	AP	1593	16,4				24		25-35*	zand	C	225	3,4	1	72	55	11
	30-40*	zand, sterk grindig	C	378	5,0	1	138	48	12		35-45*	zand	C	197	2,0	15	44	47	12
	40-50*	zand, sterk grindig	C	409	5,7	0	33	302	11		45-55*	zand	C	68	2,4				8

De ruimtelijke variatie in de P-z concentratie en de FVG in de toplaag wordt weergegeven in Figuur 17. Met name op de locaties 27, 29, 30 en 31 is sprake van een risico op P-uitspoeling. Dit betreft waarschijnlijk (voormalige) intensief bemeste maisakker percelen. De uitspoeling van fosfaat kan worden gereduceerd door de bemesting te stoppen, het fosfaat af te voeren via het gewas (maaien en afvoeren (Figuur 20) of een intensief uitmijnbeheer) of het afgraven van de P-rijke toplaag.

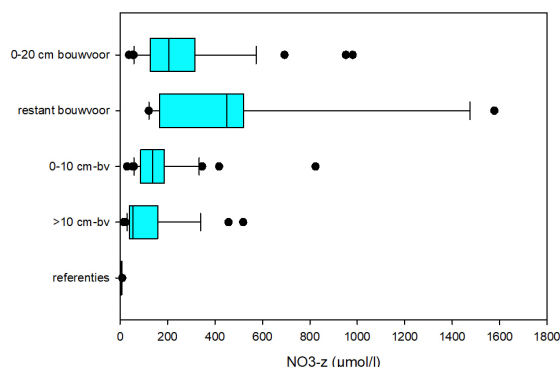


Figuur 17. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de label-P concentratie en de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) in de toplaag van de bodem.

Hoge stikstofconcentraties in de bodem zijn vaak een minder groot probleem voor de beoogde natuurontwikkeling dan fosfaat. Nitraat is, in tegenstelling tot fosfaat, relatief mobiel en zal als

.....
gevolg van uitspoeling en nitrificatie- en denitrificatieprocessen op een natuurlijke manier uit het systeem verdwijnen (zie ook Figuur 4). De hoge stikstofconcentraties zijn het gevolg van de bemesting van de graslanden en akkers.

De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn bepaald in de zoutextracten (Tabel 7 t/m Tabel 10). In Figuur 18 wordt een boxplot gegeven van de nitraatconcentratie op verschillende dieptes. De nitraatconcentraties in de bodem zijn overwegend slechts beperkt verhoogd (circa 200 $\mu\text{mol/l}$). De concentraties nemen af onder de bouwvoor.



Figuur 18. Boxplot van de concentraties $\text{NO}_3\text{-z}$ concentraties. 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. De stippen geven de uitbijters ('outliers') weer.

De ruimtelijke variatie in de nitraat- en ammoniumconcentratie (oxidatie van ammonium leidt tot extra nitraat) in de toplaag wordt weergegeven in Figuur 19. Met name de op de locaties 9, 10 en 28 zijn hoge stikstofconcentraties (zowel nitraat als ammonium) in de toplaag gemeten. Op de locaties 13, 14 en 29 zijn de nitraatconcentraties in de toplaag hoog. Wanneer gestopt wordt met bemesting en een beheer van maaien en afvoeren wordt gevoerd zullen de nitraatconcentraties op termijn afnemen (dit is niet te kwantificeren). Gedurende die periode kan er wel nitraat uitspoelen naar diepere bodemlagen en/of het grondwater op stikstofrijke locaties.

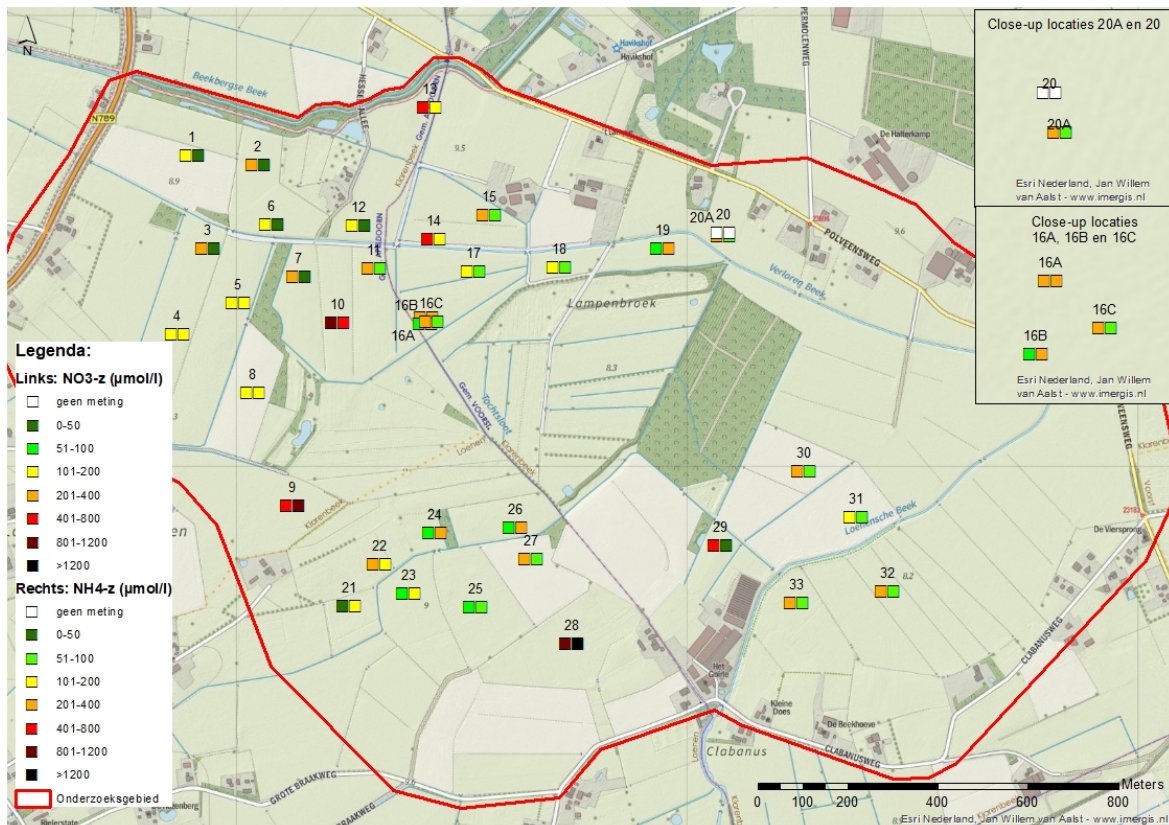
Nitraatuitspoeling uit landbouwgronden is een groot probleem (EU, 2019). Hoge nitraatconcentraties in het grondwater hebben nadelige effecten op de drinkwaterwinning en de grondwaterafhankelijke natuur, en daarmee ook op de landbouw. Op klei- en veengronden blijft de nitraatconcentratie in het grondwater ruim onder de algemene nitraatnorm van 50 mg/l, maar op zand- en lössgronden wordt deze norm nog regelmatig overschreden. Verder liggen de streefnormen voor drinkwaterwinning (25 mg/l) en voor kwetsbare natuur (<15-20 mg/l) ver onder deze algemene nitraatnorm. Gezien het voorgaande is het essentieel om de nitraatconcentraties in het grondwater niet alleen onder de 50 mg/l te houden, maar deze waar mogelijk verder te verlagen.

De uitspoeling van nitraat naar het grondwater kan wel een effect hebben op de ijzerconcentratie van het grondwater. Nitraatrijk grondwater bevat over het algemeen namelijk nauwelijks ijzer doordat opgelost ijzer wordt geoxideerd door nitraat en neerslaat in de bodem. IJzerrijk grondwater is vaak positief voor de ontwikkeling van natte natuurtypen omdat ijzer fosfaat kan immobiliseren. Daarnaast kan het leiden tot sulfaatverrijking van het grondwater.

Toepassing van zeoliet kan de nitraatuitspoeling mogelijk aanzienlijk verder verlagen (Van Mullekom e.a., 2019). Zeoliet is een poreus vulkanisch gesteente dat kationen kan adsorberen.

Zeoliet bindt daardoor ammonium-N (uit drijfmest en kunstmest) in de bodem. Dit ammonium is wel beschikbaar voor gewasopname, maar veel minder voor het proces van nitraatvorming (nitrificatie). Hierdoor wordt er minder nitraat geproduceerd dan in de situatie zonder zeoliet en kan er ook minder nitraat uitspoelen (afname tot 80%). Tegelijkertijd kan het gewas meer stikstof (N) opnemen. Er blijft dus meer stikstof in de kringloop behouden. Dit kan een interessante toepassing zijn in intrekgebieden van grondwaterafhankelijke natuurgebieden waar landbouw wordt bedreven.

De mate van nitraatuitspoeling in het onderzoeksgebied lijkt, met uitzondering van de locaties 9, 10, 13, 14, 28 en 29 beperkt.



Figuur 19. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de nitraat- en ammoniumconcentratie in de toplaag van de bodem.

4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling

Per deelgebied (Figuur 23) worden per monsterlocatie de belangrijkste bodemchemische variabelen kort toegelicht. Het bodemtype en de totale ijzer- en calciumconcentraties van de bodem zijn met name relevant met het oog op de potentiële natuurbeheer-/habitattypen.

Bodems met een totaal-Ca concentratie van >20 mmol/l en een Ca-z concentratie van meer dan 4.000-5.000 μmol/l zijn over het algemeen voldoende gebufferd voor (matig) gebufferde natuurtypen (Tabel 5). Op calciumarme bodems ligt de ontwikkeling van heide (of hoogveen) voor de hand (zeer indicatief: Ca-t < 10 mmol/l en Ca-z < 3.000/4.000 μmol/l). Op zwak-calciumhoudende bodems (Ca-tot >10 mmol/l en Ca-z 3.000/4.000-8.000 μmol/l) ligt de ontwikkeling van een heischraal grasland (of kleine zeggenvegetaties) voor de hand mits er voldoende aanrijking met basen plaatsvindt via capillaire opstijging. Op de meer gebufferde bodems (Ca-z: 8.000-30.000 μmol/l) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden

(essentieel!) een blauwgrasland of veldrusschraalland tot ontwikkeling komen. Op sterk gebufferde bodems (Ca-z: > 20.000-50.000 µmol/l) kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland).

Tabel 5. Overzicht van de verschillende bufferranges (11 categorieën) en fosfaatconcentraties (tussen haakjes de uitloop als een suboptimale concentratie) waarbij diverse natuurbeheertypen voorkomen (INDICATIEF). Voor dotterbloemhooilanden en elzenbroekbossen zijn hoge ijzerconcentraties vereist. Van blauwgrasland tot elzenbroekbos kunnen de totaal-P concentraties relatief hoog zijn als gevolg van ijzer- en/of calciumrijke omstandigheden. De fosfaatbeschikbaarheid voor planten (Olsen-P) is echter relatief beperkt. Het bekalkingsadvies is weergegeven in kg dolokal per hectare en dient ter voorkoming van verzuring en ter bevordering van de soortenrijkdom. Tevens wordt hiermee ammoniumophoping/-toxiciteit voorkomen (nitrificatie wordt geremd onder zure omstandigheden). Naast de mate van buffering zijn de hydrologische omstandigheden essentieel voor de ontwikkeling van de natuurbeheertypen (niet in deze tabel). Het herstellen van de grondwaterinvloed kan bijdragen aan het opladen van het kationuitwisselingscomplex en daarmee het herstel van de buffercapaciteit. Het betreft een indicatieve tabel op basis van expert judgement en referentiemetingen. Bron: van Mullekom & Smolders (2012a).

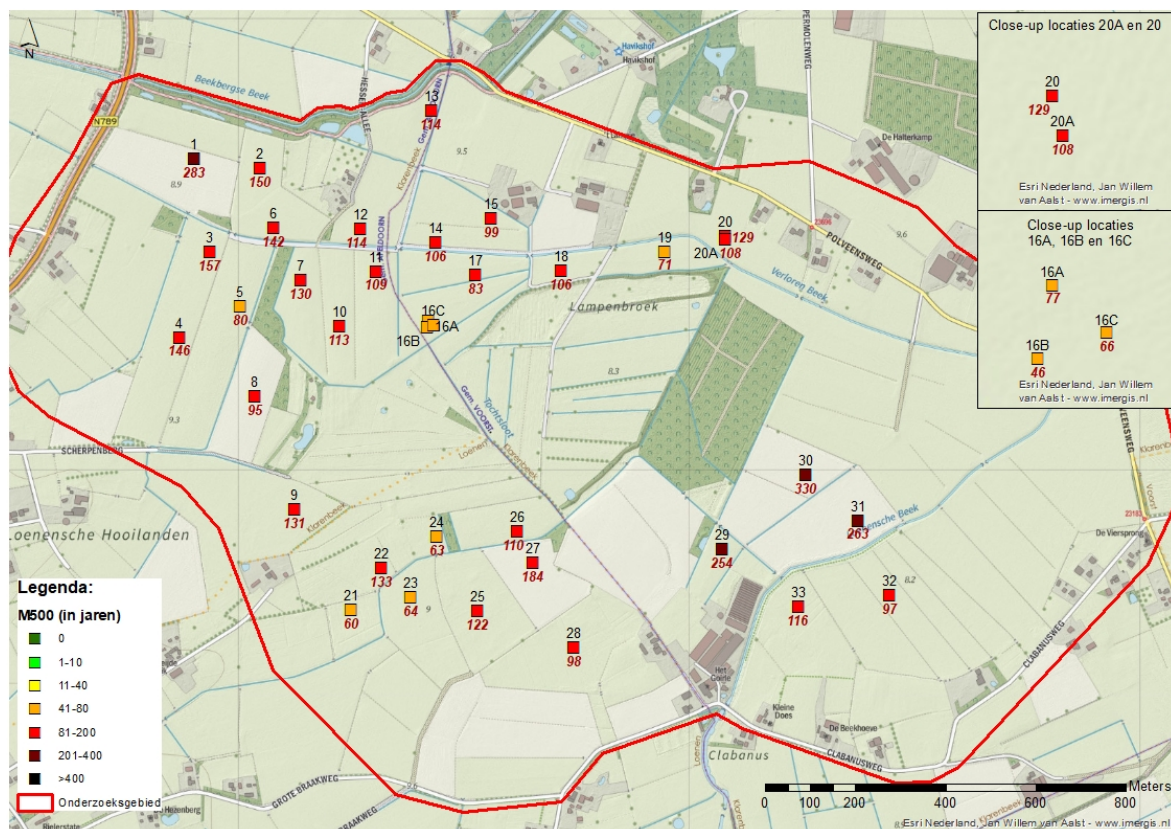
						N07.01	N11.01				N14.02		
						N06.04	N06.04	N10.01	N10.01	N10.02	N14.01		
					Codes natuurbeheertypen						N10.02		
											< 800		
					Olsen-P (µmol/l)	< 500 (800)	< 300 (600)	< 500 (700)	< 500 (700)	< 600 (900)	(1000)		
					Totaal-P (mmol/l)	< 2,5 (6)	< 3 (7)	< 6 (10)	< 10 (20)	< 15 (35)	< 20 (50)		
Categorie	Ca-NaCl (µmol/l)		Totaal calcium (mmol/l)		Basenverzadiging	Droge heide Natte heide	Droog heischraal grasland Vochtig heischraal grasland	Kleine zeggen vegetatie	Blauwgrasland	Veldrusschraalland	Dotterbloemhooiland & Elzenbroekbossen	Bekalkingsadvies (kg/ha) voor tegengaan verzuring, ammoniumophoping en/of vergroten soortenrijkdom	Risico ammoniumtoxiciteit zonder bekalking
1	<500	en/of	<10	en/of	<30%							2500	+
2	500-1000	en/of	10-15	en/of	30-70%							2000	+
3	1000-2000	en	15-20	en	>70%							2000	+
4	>2000	en	15-20	en	>70%							2000	+/-
5	2000-4000	en	20-30	en	>70%							1000	+/-
6	>4000	en	20-30	en	>70%							0	-
7	8000-14000	en	30-60	en	>90%							0	-
8	>14000	en	30-60	en	>90%							0	-
9	>14000	en	60-100	en	>90%							0	-
10	20000-30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
11	>30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
						soortenarm		normaal		soortenrijk			

In de bouwvoor van (met name relatief calciumarme tot matig calciumhoudende) bodems worden veelal verhoogde calciumconcentraties gemeten in vergelijking met de onderliggende bodem (Figuur 11). Dit is waarschijnlijk het gevolg van bekalking tijdens het landbouwkundig gebruik voor de optimalisatie van de bodem-pH en daarmee de gras- of gewasopbrengst. De lagere calciumconcentraties in de onderliggende bodem wordt tevens veroorzaakt door de afvang van het basenrijke kwelwater door de diepte watergangen (zowel sloten als hoofdwatgangen) rond het bestaande natuurgebied / in de onderzochte deelgebieden.

Op locaties waar sprake is van calciumarme omstandigheden wordt een eenmalige bekalking geadviseerd. Deze dient ter voorkoming van verzuring en ter bevordering van de soortenrijkdom. Tevens wordt hiermee ammoniumophoping/-toxiciteit voorkomen (nitrificatie wordt geremd onder zure omstandigheden). Zie paragraaf 4.5 voor aanvullende informatie over bekalking.

In de tabellen per deelgebied (Tabel 7 t/m Tabel 10) zijn onder andere de fosfaatconcentraties opgenomen (Olsen-P en totaal-P). Op basis van de verhouding tussen de Olsen-P en P-totaal concentratie (beschikbare P-fractie) is een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieert op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed wordt door o.a. de leemigheid, ijzer- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie is per bemonsterde laag een verschrallingsduur berekend bij traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jaar). Gericht uitmijnen met een grasklaver-mengsel (met K-bemesting) of een productieve graszode (met N- en K-bemesting) gaat vier keer zo snel (P-afvoer: 40 kg/ha/jaar).

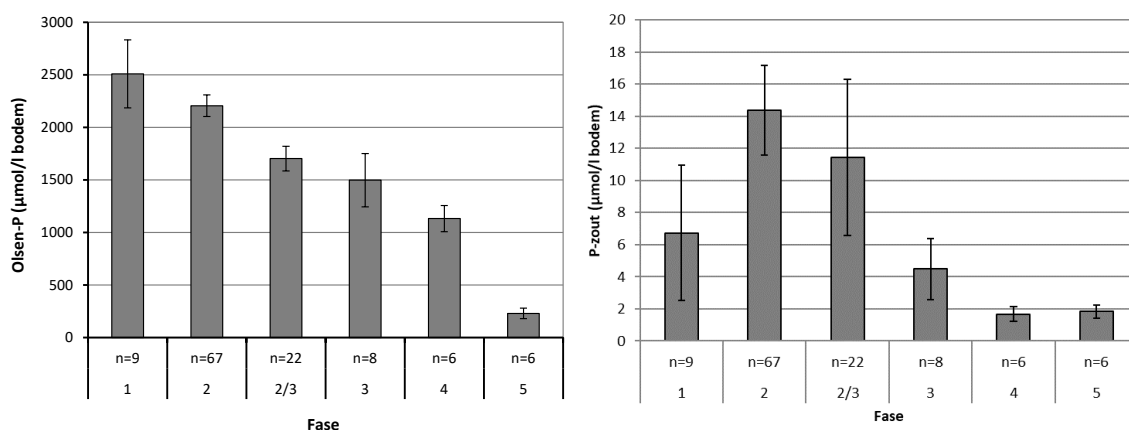
Stel dat de actuele voor planten beschikbare P-fractie (Pbs) 0,10 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 μmol Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ($(0,5/10) \times 100$). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ($(0,5/5) \times 100$). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jr niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 3 mmol/l.



Figuur 20. Overzicht met de ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur (maaien en afvoeren in jaren) van de toplaag van de bodem (0-25 cm). De verschrallingsduur is berekend tot een Olsen-P streefconcentratie van 500 μmol /l bodem (totaal-P ondergrens: 3 mmol/l). Het betreft een indicatieve verschrallingsduur. Verschralling door middel van een gericht uitmijnbeheer met bijvoorbeeld een grasklaver mengsel gaat vier keer zo snel (let op: dit betreft een voortzetting van het agrarisch gebruik zonder P-bemesting).

Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte dienen, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25(-30) cm bij elkaar te worden opgeteld. In Figuur 20 wordt de verschrallingsduur (bodempakket van 0-25 cm) voor alle monsterlocaties ruimtelijk weergegeven.

Op de locaties 16, 19, 21, 23 en 24 volstaat een uitmijnbeheer van circa 15-18 jaar (circa 60-80 jaar maaien en afvoeren). De gemiddelde verschrallingsduur voor de ontwikkeling van soortenrijke P-gelimiteerde natuur bedraagt 126 jaar maaien en afvoeren of 32 jaar gericht uitmijnen. Het is de vraag of dit reëel is. Door middel van maaien en afvoeren lijkt de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijke grasland het hoogst haalbare.



Figuur 21. Olsen-P en P-zout concentraties 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. (2016).

Uit recent onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<1000-1200 µmol/l; Figuur 21). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is.



Figuur 22. Foto's van een goed ontwikkeld droog (links; Winterswijk) en vochtig (rechts; Doetinchem) kruiden- en faunarijke 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. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ($P-z < 1-2 \mu\text{mol/l}$) en de nitraatconcentratie laag is ($< 100-200 \mu\text{mol/l}$).

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

Welke natte natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem (Tabel 5) en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. Wanneer voedselarme tot matig voedselrijke condities worden ontwikkeld voor grondwaterafhankelijke natuurtypen is het essentieel om de hydrologische omstandigheden te optimaliseren. Dit maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek. Het herstellen van de basenrijke kwel tot in het maaiveld is belangrijk voor het aanvoeren van bufferstoffen en ijzer. Wanneer niet wordt afgegraven, en er sprake is van voedselrijke condities, is het (extra) van belang dat de toplaag in het groeiseizoen droog kan vallen om P-mobilisatie en vervuiling te voorkomen.

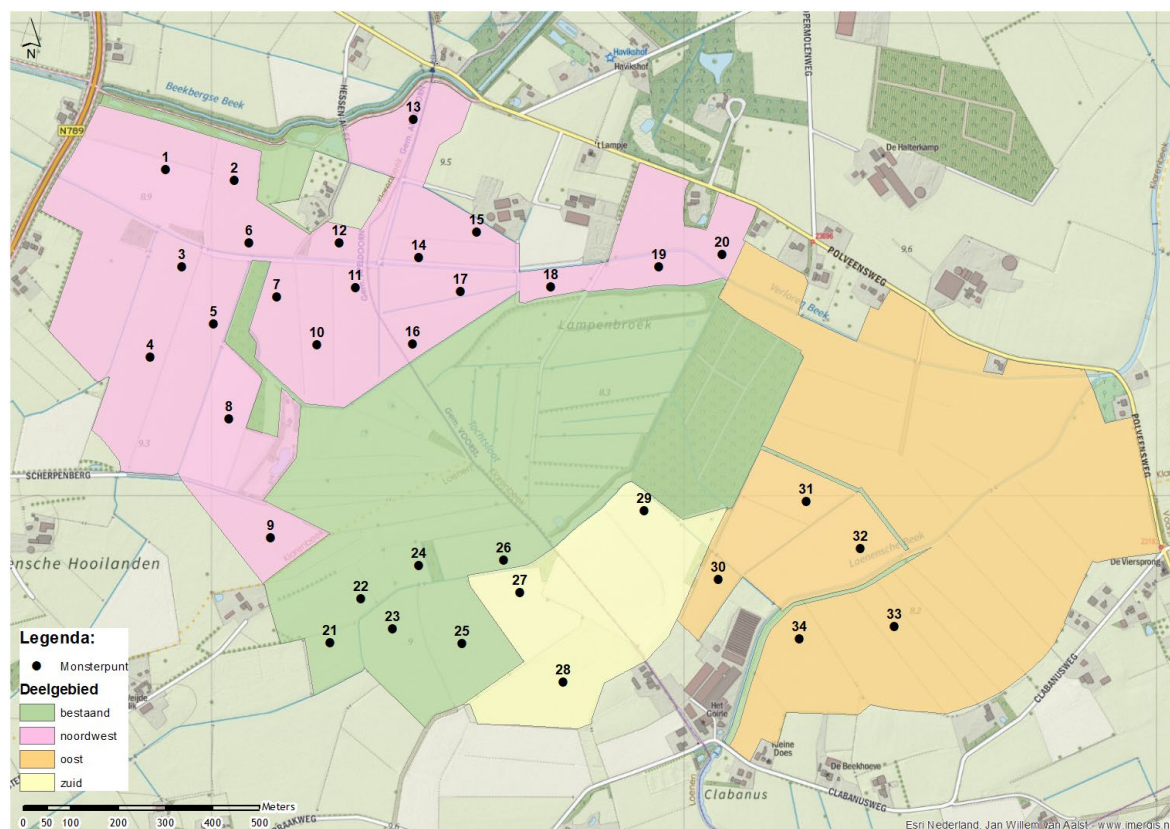
In Tabel 6 staan voor een groot aantal natte natuurbeheertypen de abiotische randvoorwaarden aangegeven. Voorwaarde bij de ontwikkeling van soortenrijke voedselarme systemen blijft de lage fosfaatbeschikbaarheid voor planten. De metingen van de Olsen-P (en totaal-P) concentraties zijn dan ook in belangrijke mate leidend voor de natuurontwikkelingskansen.

Tabel 6. Gemiddeld hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand, pH-H₂O en fosfaatconcentraties in de bodem van enkele natte (grondwaterafhankelijke) natuurbeheertypen (optimumranges). Droge natuurbeheertypen, zoals droge heide en droog heischraal grasland, zijn niet afhankelijk van grondwaterinvloed. Bronnen: Ertsen e.a. (2005); Onderzoekcentrum B-WARE, niet gepubliceerde data; De Becker (2004). Onder zeer ijzerrijke omstandigheden kunnen bij een optimale ontwikkeling ook hogere fosforconcentraties voorkomen (aangegeven tussen haakjes).

Natuurbeheertype	Specificatie	GHG (cm)	GLG (cm)	pH-H ₂ O	Olsen-P (umol/l FW)	totaal-P (mmol/l FW)
Hoogveen		10 + mv	5 -mv	3.5-5	100-300	0.5-2.5
Vochtige heide		10+ tot 20- mv	20- tot 50- mv	3.5-5	100-500	0.5-2.5
Schraalgrasland	Nat heischraal grasland	0 tot 40- mv	40- tot 120 - mv	4.5-6	150-400	1-3
	Kleine zeggenmoeras (Verbond van Zwarte zegge)	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	4.5-6.5	100-500	1-6
	Blauwgrasland	0 tot 25- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	200-500	2-10 (tot 20)
Vochtig hooiland	Dotterbloemhooiland / Veldrusschraalland	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
Moeras	Grote zeggenmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 50- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
	Rietmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 40- mv	>5	-	-
Hoog- en laagveenbos	Berkenbroekbos	10+ tot 0 mv	40- tot 80- mv	<5	200-600	1-5
	Elzenbroekbos	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	300-800 (tot 1200)	5-20 (tot 50)

Natuurpotenties per deelgebied

In Figuur 23 worden vier verschillende deelgebieden weergegeven. Per deelgebied worden per monsterlocatie de natuurontwikkelingsmogelijkheden nader toegelicht op basis van de huidige bodemchemische condities. Doordat de hydrologie wordt geoptimaliseerd (herstel basenrijke kwel in het maaiveld) kunnen de mate van buffering en ijzerconcentraties nog toenemen in de tijd. Dit is echter niet te kwantificeren. Bij de beschrijving van de natuurpotenties wordt ervan uitgegaan dat het hydrologische systeem wordt geoptimaliseerd voor de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurtypen en dat de huidige lagere grondwaterstanden geen potentieel knelpunt vormen voor de beoogde ontwikkeling. Dit leidt tot de extra aanvoer van basen en ijzer.



Figuur 23. Overzicht van de ligging van de monsterlocaties in de 4 deelgebieden.

Deelgebied 'noordwest' (1-20)



Figuur 24. Foto's van de locaties 4 (links) en 15 (rechts) in deelgebied noordwest. Foto's Jan Vermeer.

Tabel 7. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld; * = mengmonster van variërende dieptes, zie Tabel 1) in deelgebied 'noordwest (locatie 1 t/m 20). # = aantal locaties voor het mengmonster. GWS = actuele grondwaterstand (op 14, 15, 16 of 17 januari 2020; cm -mv); GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand (cm -mv); GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand (cm -mv); HZT = horizont; OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in g droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P; -t = totale concentratie; -z = zoutuitwisselbare concentraties; de grijs weergegeven Ca-z concentraties zijn berekend op basis van de correlatie tussen Ca-t en Ca-z; BV = indicatieve basenverzadiging; M3/5 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren per bodemlaag bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar tot een streefconcentratie van 300-500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l) ten behoeve de ontwikkeling van een nat schraalland of vochtig hooiland; U5 = uitmijnperiode tot een Olsen-P concentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l); M12 tot een streefconcentratie van 1200 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l) ten behoeve van de ontwikkeling van een soortenrijk kruiden- en faunarijk grasland. De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in µmol/l verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

	Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO ₃ -z	FVG	Maaien en afvoeren (M)	
Nr	%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	%	jaren	
akker	<5	<150	<10	<4000	<20	<1	<50	<10	0	voldoende P-arm
grasland /	6-10	151-250	10-20	4001-8000	21-50	2-5	51-100	11-25	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
weiland	11-25	251-400	21-30	8001-15000	51-100	6-10	101-200	26-50	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
	26-50	401-750	31-50	15001-25000	101-150	11-30	201-400	>50	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
	>50	>750	51-80	25001-40000	151-300	31-50	401-800		81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
			>80	>40000	>300	51-100	801-1200		201-400	ongeschikt voor verschralling I
						>100	>1200		>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	#	HZT	OS	V	MV	Ols-P	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	NH4	FVG	M3	M5	U5	M12	
1	0-20	klei, matig humeus, bv	2	AP	6	23	1,5	1756	50,8	237	79	1031	18	32	12	6	32425	5562	9256	6,6	100	5	166	27		263	227	57	101	
	20-30	klei, matig humeus, bv		AP	7	25	1,4	1635	51,6	251	79	1113	17	33	11		32859									132	112	28	43	
	30-40	klei, sterk siltig, humeus, omgew.		O	9	33	1,2	556	27,8	338	111	1333	12	29	10	15	41688	3997	7844	6,5	100	1	283	9		40	9	2	0	
	40-50	klei, sterk siltig, humeus, omgew.		O	7	31	1,2	669	43,3	224	92	1955	11	20	9	26	44372	2738	6547	6,5	100	1	222	17		75	34	9	0	
2	0-20	klei, matig humeus, bv	3	AP	6	25	1,2	2696	26,2	225	35	170	11	23	14	105	17228	305	5111	4,9	99	2	316	44	16	145	133	33	91	
	20-35	klei, matig humeus, bv		AP	5	21	1,3	1357	14,8	271	36	297	12	19	11		14942									18	54	44	11	8
	35-45	zand, matig grindig		C	3	16	1,5	373	4,2	196	32	227	15	22	3	98	19767	363	3691	4,7	98	0	154	66		4	3	0	0	0
	45-55	zand, matig grindig		C	1	10	1,6	136	2,3	138	24	91	16	19	1	95	10710	794	1727	4,2	93	0	29	408		8	0	0	0	0
3	0-20	klei, zandig, matig humeus, bv	3	AP	4	19	1,4	1728	29,5	200	43	330	13	27	9	19	22148	244	7811	5,2	100	2	213	38		152	131	33	56	
	20-30*	klei, zandig, matig humeus, bv		AP	3	16	1,4	1597	24,2	154	36	272	12	23	6		15218									61	52	13	19	
	30-40*	zand, matig-sterk grindig		C	1	14	1,6	844	12,5	188	47	213	15	29	2	7	22808	481	6003	5,4	100	0	75	28		25	16	4	0	
	40-50*	zand, matig-sterk grindig		C	1	12	1,7	395	5,0	125	26	110	15	24	1	22	14380	559	3585	5,9	100	0	45	28		4	0	0	0	
4	0-20	zand, kleiig, bv	3	AP	5	23	1,4	1668	26,7	171	27	429	13	23	7	29	15167	756	6912	5,4	98	2	116	184		137	117	29	47	
	20-30	zand, kleiig, bv		AP	3	18	1,5	1841	25,5	192	34	266	14	24	6		14175									67	58	15	28	
	30-40	zand, sterk grindig		BC	1	13	1,7	1261	12,6	146	26	153	15	26	3	8	9968	700	3953	5,5	100	1	59	30		30	24	6	2	
	40-50	zand, sterk grindig		BC	1	9	1,8	362	4,9	136	24	89	17	33	1	17	12851	1279	3645	6,5	100	2	39	13		3	0	0	0	
5	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	2	AP	3	20	1,5	1940	13,1	127	21	110	14	18	6	13	12321	2512	5111	5,9	99	4	127	137	25	63	61	15	31	
	20-30	zand, kleiig, matig humeus, bv		AP	2	13	1,6	1886	16,4	156	22	159	14	25	4		9050									29	42	38	9	19
	30-40	zand, sterk grindig		C	1	11	1,6	757	8,2	142	22	103	17	31	1	8	15750	1773	4615	5,6	100	1	125	22		34	16	9	2	0
	40-50	zand, sterk grindig		C	1	12	1,6	546	6,3	136	21	81	16	28	1	3	8993	2324	3324	6,0	100	2	61	23	17	9	2	0	0	
6	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	3	AP	6	24	1,3	1732	27,2	212	48	287	14	33	12	19	16773	974	10176	5,9	100	10	187	34		141	121	30	52	
	20-30	klei, matig zandig en humeus, bv		AP	4	18	1,4	1343	21,4	222	36	311	13	27	7		14938									52	42	10	7	
	30-40	zand, zwak-matig grindig		C	1	13	1,6	526	7,8	170	28	121	16	34	1	4	12780	941	5425	6,4	100	1	58	12		11	1	0	0	
	40-50	zand, zwak-matig grindig		C	1	11	1,6	195	5,9	139	25	82	16	28	1	10	11035	799	5179	6,3	100	0	35	7		0	0	0	0	
7	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	3	AP	5	22	1,4	2000	21,9	246	53	260	14	36	12	45	25748	332	13389	5,7	100	2	239	35		116	102	26	55	
	20-30	zand, kleiig, matig humeus, bv		AP	6	21	1,2	1894	23,7	220	46	199	12	29	13		19398									62	54	14	27	
	30-40	zand, zwak-sterk grindig		C	1	13	1,5	1159	10,4	188	37	136	14	32	4	11	10863	702	4053	6,0	100	1	171	26		23	18	5	0	
	40-50	zand, zwak-sterk grindig		C	1	10	1,7	368	3,9	141	28	86	15	25	1	7	14155	493	4192	6,1	99	1	339	262		2	0	0	0	
8	0-20	klei, st. zandig, matig humeus, bv	2	AP	3	17	1,5	1472	18,6	182	30	317	16	22	6	11	16480	3454	5163	5,9	98	2	132	167		93	77	19	21	
	20-35*	klei, sterk zandig, matig humeus		A	3	16	1,6	1487	17,9	206	34	345	18	22	6		14229									67	56	14	16	
	35-45*	klei, sterk zandig, matig humeus		A	3	16	1,5	1255	21,1	213	40	569	17	23	7	71	12064	1588	2369	5,9	96	0	121	386		50	40	10	3	
	45-55*	zand, zwak-sterk grindig		C	1	9	1,8	289	4,5	130	24	122	17	24	2	14	10961	2625	3067	6,4	99	1	238	172		0	0	0	0	
9	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	3	AP	7	32	1,1	1569	30,8	269	63	542	11	27	17	32	27601	415	5428	5,5	96	2	439	872		156	131	33	45	
	20-30	klei, matig-sterk zandig, omgew.		AC	2	20	1,4	497	14,1	299	65	1231	14	32	6	11	28390	172	5976	6,4	100	0	247	104		17	0	0	0	0
	30-40	klei, matig-sterk zandig, omgew.		AC	1	14	1,7	159	7,4	219	46	591	15	28	3	7	31855	108	5549	6,6	100	0	50	16		0	0	0	0	0
	40-50	klei, matig-sterk zandig, omgew.		AC	1	12	1,7	119	2,6	124	24	84	15	20	1		9907									0	0	0	0	0

.....
Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland.

Locatie 2 (GHG = 35-40 cm-mv en GLG = 90-100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 26,2 mmol/l en Olsen-P: 2696 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 35 cm af te graven (totaal-P: 4,2 mmol/l en Olsen-P: 373 µmol/l). Na afgraven van 35 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 32 mmol/l, Ca-z: ± 19.800 µmol/l en Fe-t 227 mmol/l).

Advies: 35 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 3 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 29,5 mmol/l en Olsen-P: 1728 µmol/l). Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 16(-25) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 12,5 mmol/l en Olsen-P: 844 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 5,0 mmol/l en Olsen-P: 395 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 26 mmol/l, Ca-z: ± 14.400 µmol/l en Fe-t 110 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 16(-25) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verruiging).

Locatie 4 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 130 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 26,7 mmol/l en Olsen-P: 1668 µmol/l). Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 24(-30) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 12,6 mmol/l en Olsen-P: 1261 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 4,9 mmol/l en Olsen-P: 362 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 24 mmol/l, Ca-z: ± 12.900 µmol/l en Fe-t 89 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 24(-30) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verruiging).

Locatie 5 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 13,1 mmol/l en Olsen-P: 1940 µmol/l). Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 11(-25) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 8,2 mmol/l en Olsen-P: 757

.....
µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 6,3 mmol/l en Olsen-P: 546 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem, in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer van 2(-9) jaar maaien en afvoeren geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/blauwgrasland (Ca-t: 21 mmol/l, Ca-z: ± 9.000 µmol/l en Fe-t 81 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven en 2(-9) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van heischraal grasland/blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 11(-25) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Locatie 6 (GHG = 40-60 cm-mv en GLG = 90-100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 27,2 mmol/l en Olsen-P: 1732 µmol/l). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 1(-11) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 7,8 mmol/l en Olsen-P: 526 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling aanwezig. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 5,9 mmol/l en Olsen-P: 195 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 25 mmol/l, Ca-z: ± 11.000 µmol/l en Fe-t 82 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 1(-11) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Locatie 7 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 80 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,9 mmol/l en Olsen-P: 2000 µmol/l). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 18(-25) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 10,4 mmol/l en Olsen-P: 1159 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 3,9 mmol/l en Olsen-P: 368 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 28 mmol/l, Ca-z: ± 14.200 µmol/l en Fe-t 86 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 18(-25) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Locatie 8 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 90-100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 18,6 mmol/l en Olsen-P: 1472 µmol/l). De bodem is tot 45 cm verstoord en verrijkt met fosfaat. Voor de

.....

ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 45 cm af te graven (totaal-P: 4,5 mmol/l en Olsen-P: 289 µmol/l). Na afgraven van 45 cm (de bouwvoor + verstoorde bodem van 20 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 32 mmol/l, Ca-z: ± 19.800 µmol/l en Fe-t 227 mmol/l). Indien dit een te forse ontgrondingsdiepte is wordt geadviseerd om door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: 45 cm (bouwvoor + 20 cm verstoorde bodem) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Locatie 9 (GHG = 0 cm-mv en GLG = 70 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 30,8 mmol/l en Olsen-P: 1569 µmol/l). Er is sprake van zeer beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 20-30 cm-mv is hierdoor mogelijk maximaal 17 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 14,1 mmol/l en Olsen-P: 479 µmol/l) voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland (Ca-t: 65 mmol/l, Ca-z: ± 28.400 µmol/l en Fe-t 1231 mmol/l). Omdat sprake is van een zeer ijzerrijke bodem is het mogelijk dat de Olsen-P concentratie na ontgroning lager uitvalt doordat extra P wordt geïmmobiliseerd door het ijzer. Dit is niet te kwantificeren. Wanneer 30 cm (de bouwvoor + 10 cm) wordt afgegraven (totaal-P: 7,4 mmol/l en Olsen-P: 159 µmol/l) is de sterk zandige kleibodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 46 mmol/l, Ca-z: ± 31.900 µmol/l en Fe-t 591 mmol/l).

Advies: 20 (bouwvoor) tot 30 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland (/dotterbloemhooiland).

Locatie 10 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 16,7 mmol/l en Olsen-P: 2587 µmol/l). Er is sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 35-45 cm-mv is hierdoor 10(-14) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 7,5 mmol/l en Olsen-P: 880 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 45 cm af te graven (totaal-P: 3,8 mmol/l en Olsen-P: 465 µmol/l). Na afgraven van 45 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 25 mmol/l, Ca-z: ± 14.400 µmol/l en Fe-t 85 mmol/l).

Advies: 45 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 35 cm afgraven en 10(-14) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Locatie 11 (GHG = 60 cm-mv en GLG = 140 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,3 mmol/l en Olsen-P: 1690 µmol/l). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 35-45 cm-mv is hierdoor maximaal 6 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 4,9 mmol/l en Olsen-P: 468 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. De P-concentraties nemen af in de diepte. Wanneer 45 cm (bouwvoor + 10 cm) wordt afgegraven (totaal-P: 3,3 mmol/l en Olsen-

.....
P: 357 $\mu\text{mol/l}$) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 25 mmol/l, Ca-z: $\pm 17.500 \mu\text{mol/l}$ en Fe-t 106 mmol/l).

Advies: 35 cm (bouwvoor; mogelijk beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist) tot 45 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 12 (GHG = 50 cm-mv en GLG = 120 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 19,6 mmol/l en Olsen-P: 2007 $\mu\text{mol/l}$). De bodem is tot 60/65 cm verstoord (Bijlage 1) en verrijkt met fosfaat tot minimaal 50 cm-mv. Er wordt geadviseerd om door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunarijk grasland te ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijk grasland.

Locatie 13 (GHG = 50-60 cm-mv en GLG = 130-140 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 18,2 mmol/l en Olsen-P: 2413 $\mu\text{mol/l}$). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor (zeer) beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 3,4 mmol/l en Olsen-P: 721 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een schraalland. De P-concentraties nemen af in de diepte. Wanneer 40 cm (bouwvoor + 10 cm) wordt afgraven (totaal-P: 2,8 mmol/l en Olsen-P: 602 $\mu\text{mol/l}$) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland / kleine zeggenvegetatie (Ca-t: 16 mmol/l, Ca-z: $\pm 7.000 \mu\text{mol/l}$ en Fe-t 22 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor; mogelijk beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist) tot 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van heischraal grasland / kleine zeggenvegetatie.

Locatie 14 (GHG = 30-40 cm-mv en GLG = 100-110 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 19,4 mmol/l en Olsen-P: 1830 $\mu\text{mol/l}$). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de bouwvoor. Op 30-40 cm-mv is hierdoor 3(-11) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 3,4 mmol/l en Olsen-P: 721 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities kan verruiging optreden in de vorm van pitrusontwikkeling. De P-concentraties nemen af in de diepte. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 4,4 mmol/l en Olsen-P: 336 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 26 mmol/l, Ca-z: $\pm 13.100 \mu\text{mol/l}$ en Fe-t 65 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 3(-11) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verruiging).

Locatie 15 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 20,3 mmol/l en Olsen-P: 1563 $\mu\text{mol/l}$). De bodem is tot 70/75 cm verstoord (Bijlage 1) en verrijkt met fosfaat tot minimaal 70 cm-mv. Er wordt geadviseerd om 20 tot 40 cm af te graven (totaal-P: 15,5-16,9 mmol/l

.....

en Olsen-P: 721 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland (potentie voor ontwikkeling tot een voedselrijker vochtig hooiland; onder vochtige, voedselrijke condities kan verruiging optreden in de vorm van pitrusontwikkeling). Een alternatief is het bijstellen van het ambitieniveau en door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunairijk grasland ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: 20-40 cm afgraven voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland / (op termijn) rompgemeenschap vochtig hooiland (risico op verruiging).

Alternatief: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Locatie 16A (GHG = 40 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,1 mmol/l en Olsen-P: 2359 $\mu\text{mol/l}$). Zowel de opgebrachte zandbodem als de onderliggende sterk veraarde venige bodem (Bijlage 1) zijn verrijkt met fosfaat tot minimaal 50 cm-mv. Er wordt geadviseerd om door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Opmerking: het integrale advies ter hoogte van locatie 16A, B en C is 20-30 cm afgraven. Op plekken (zoals 16A) waar voedselrijk veraard veen aan het oppervlak komt wordt geadviseerd om dieper af te graven tot de onderliggende zandbodem voor de ontwikkeling van waarschijnlijk kleine zeggenvegetaties (geen bodemchemische data beschikbaar)

Locatie 16B (GHG = 50 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,5 mmol/l en Olsen-P: 1239 $\mu\text{mol/l}$). De P-concentraties in de toplaag bieden kansen voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland (maaien en afvoeren). Er is sprake van beperkte P-uitspoeling onder de dunne bouwvoor van 20 cm. Op 20-30 cm-mv is hierdoor 7(-15) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 7,3 mmol/l en Olsen-P: 706 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities kan verruiging optreden in de vorm van pitrusontwikkeling. De P-concentraties nemen af in de diepte. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 5,1 mmol/l en Olsen-P: 339 $\mu\text{mol/l}$). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 31 mmol/l, Ca-z: $\pm 14.800 \mu\text{mol/l}$ en Fe-t 110 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 20 cm afgraven en 7(-15) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verruiging).

Locatie 16C (GHG = 40 cm-mv en GLG = 80 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,7 mmol/l en Olsen-P: 1795 $\mu\text{mol/l}$). Er is sprake van zeer beperkte P-uitspoeling onder de dunne bouwvoor van 20 cm. Op 20-30 cm-mv is hierdoor maximaal 12 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 6,1 mmol/l en Olsen-P: 454 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder

.....
vochtige, voedselrijke condities kan verzuuring optreden in de vorm van pitrusontwikkeling. De P-concentraties nemen beperkt af in de diepte. Wanneer 30 cm (bouwvoor + 10 cm) wordt afgegraven (totaal-P: 4,6 mmol/l en Olsen-P: 459 µmol/l) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 23 mmol/l, Ca-z: ± 14.600 µmol/l en Fe-t 83 mmol/l). Mogelijk is beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist.

Advies: 20 cm (bouwvoor; mogelijk beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist) tot 30 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 17 (GHG = 20 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,9 mmol/l en Olsen-P: 2241 µmol/l). De bodem is verstoord tot 65/70 cm-mv (Bijlage 1). Er is sprake van verhoogde P-concentraties onder de bouwvoor. Vanaf 25 cm-mv liggen er kansen voor natuurontwikkeling. Op 25-35 cm-mv is nog 22(-37) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 10,4 mmol/l en Olsen-P: 882 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities kan verzuuring optreden in de vorm van pitrusontwikkeling. De P-concentraties nemen beperkt verder af in de diepte. Wanneer 35 cm (bouwvoor + 20 cm) wordt afgegraven (totaal-P: 8,9 mmol/l en Olsen-P: 694 µmol/l) is de zandige/kleiige bodem, in combinatie met aanvullend verschrallingsbeheer (8-16 jaar maaien en afvoeren, risico op verzuuring) geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 47 mmol/l, Ca-z: ± 19.500 µmol/l en Fe-t 79 mmol/l).

Advies: 35 cm (bouwvoor + 20 cm) afgraven en 8(-16) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Alternatief: 25 cm afgraven en 22(-37) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

Locatie 18 (GHG = 50 cm-mv en GLG = 80 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 18,4 mmol/l en Olsen-P: 2174 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 5,0 mmol/l en Olsen-P: 378 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 27 mmol/l, Ca-z: ± 14.500 µmol/l en Fe-t 78 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 19 (GHG = 20 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De top laag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 13,2 mmol/l en Olsen-P: 1950 µmol/l). De opgebrachte zandbodem (55-70 cm, Bijlage 1) is tot 50 cm verrijkt met fosfaat. Er wordt geadviseerd om door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zode door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

.....
Locatie 20A (GHG = 60 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 20,0 mmol/l en Olsen-P: 3236 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 1,4 mmol/l en Olsen-P: 392 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van vochtige/natte heide of heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie (Ca-t: 10 mmol/l, Ca-z: ± 4.100 µmol/l en Fe-t 4 mmol/l). Na afgraving wordt een eenmalige bekalking met 2000 kg Dolokal/ha geadviseerd.

Advies: 40 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van heide, heischraal grasland of kleine zeggenvegetaties.

Locatie 20 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 16,7 mmol/l en Olsen-P: 2678 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om de volledige bouwvoor van 45 cm af te graven (totaal-P: 3,6 mmol/l en Olsen-P: 418 µmol/l). Na afgraven van 45 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie (Ca-t: 15 mmol/l, Ca-z: ± 6.200 µmol/l en Fe-t 35 mmol/l). Indien dit een te forse ontgrondingsdiepte is wordt geadviseerd om door middel van maaien en afvoeren een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen vanuit de huidige zode.

Advies: 45 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie.

Alternatief: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Deelgebied 'bestaand' (21-26)



Figuur 25. Foto's van de locaties 22 (links) en 25 (rechts) in deelgebied bestaand. Foto's Jan Vermeer.

Tabel 8. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) op verschillende diepten in deelgebied 'bestaand'. Zie Tabel 7 voor een toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	#	HZT	OS	V	MV	Ols-P	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	NO ₃	NH ₄	FVG	M3	M5	U5	M12
21	0-20	rietveen, sterk veraard, bv	2	AP	21	52	0,6	950	20,2	80	77	235	5	10	21	6	25299	174	1552	5,6	99	4	37	149		86	60	15	0
	20-30	rietveen, veraard		O	48	64	0,3	242	13,5	58	90	164	3	7	24	18	22457	51	1824	5,2	100	0	148	46		0	0	0	0
	30-40	rietveen, veraard		O	50	73	0,3	122	9,0	223	120	194	3	11	21	21	33023	106	3316	5,8	100	1	16	55		0	0	0	0
	40-50	rietveen, veraard		O	45	74	0,3	125	6,4	166	90	109	3	10	18		37544									0	0	0	0
22	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	2	AP	11	36	0,9	1548	29,9	159	39	684	8	11	13	29	23680	126	1880	4,7	99	1	216	124		151	127	32	42
	20-30	klei, matig zandig en humeus, bv		AP	6	23	1,1	695	13,5	143	34	505	9	10	5		14298									24	12	3	0
	30-40	zand, matig grindig		C	1	10	1,5	149	2,6	90	17	83	12	19	0	5	13430	130	1492	5,5	100	0	29	17		0	0	0	0
	40-50	zand, matig grindig		C	1	13	1,6	125	5,4	148	29	91	16	36	1	7	15336	140	1447	5,5	100	0	40	18		0	0	0	0
23	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	3	AP	4	22	1,4	1251	11,5	210	51	181	13	25	6	130	32585	210	6323	4,5	98	1	67	200	5	53	43	11	3
	20-30*	zand, kleiig, matig humeus, bv		AP	4	21	1,4	1309	21,1	187	64	541	11	19	8		26652								14	51	41	10	5
	30-40*	zand		BC	1	15	1,6	1230	11,6	137	42	138	14	22	3	17	24710	312	3467	5,5	100	3	186	90	27	27	21	5	1
	40-50*	zand		BC	1	12	1,6	253	5,2	120	31	87	14	24	2	38	18768	275	3041	5,8	100	1	72	34	21	0	0	0	0
24	0-20	klei, sterk zandig, humeus, bv	3	AP	5	25	1,2	1432	15,5	146	29	299	10	10	8	43	25488	200	1930	4,7	98	1	64	210		77	63	16	16
	20-30	zand, (kleiig,) grindig		C	1	13	1,7	410	7,9	135	31	539	14	17	3	19	20273	244	2189	5,1	99	1	72	87		7	0	0	0
	30-40	zand, (kleiig,) grindig		C	1	12	1,6	243	4,4	117	24	83	15	23	1	6	15930	212	2152	5,6	100	0	39	38		0	0	0	0
	40-50	zand, (kleiig,) grindig		C	1	13	1,6	240	5,4	139	28	76	15	28	1		11610									0	0	0	0
25	0-20	zand, kleiig, matig humeus, bv	2	AP	7	26	1,1	2066	21,4	161	26	308	10	13	10	143	14502	209	3159	4,5	98	2	100	65		114	101	25	56
	20-30	zand, kleiig, matig humeus, bv		AP	3	17	1,4	1022	26,1	140	24	526	11	13	4		9900									58	42	10	0
	30-40	zand, matig-sterk grindig		C	0	12	1,5	236	4,7	126	20	107	14	19	0	25	13273	181	2830	4,8	99	0	53	50		0	0	0	0
	40-50	zand, matig-sterk grindig		C	0	10	1,7	125	4,7	122	24	87	15	22	0	16	14182	219	1774	5,3	100	0	35	28		0	0	0	0
26	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	3	AP	10	34	1,0	1243	25,9	255	62	500	11	26	16	23	24657	179	2429	4,8	97	1	51	280		123	97	24	6
	20-30	klei, matig zandig en humeus, bv		AP	7	27	1,2	916	19,5	270	75	396	11	26	10		31186									41	28	7	0
	30-40	klei, matig zandig, omgew.		AC	4	25	1,2	526	11,6	249	62	309	12	30	11	29	29805	133	3717	5,1	100	0	124	64		16	2	0	0
	40-50	klei, matig zandig, omgew.		AC	5	27	1,2	496	10,6	319	67	222	12	30	16	7	29481	272	3232	5,2	97	0	49	649		13	0	0	0

Locatie 21 (GHG = 0 cm-mv en GLG = 50 cm-mv)

De toplaag (veraard veen 0-20 cm-mv) is als gevolg van het agrarisch gebruik beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 20,2 mmol/l en Olsen-P: 950 µmol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland (rompgemeenschap vochtig hooiland). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd 20 cm af te graven (totaal-P: 13,5 mmol/l en Olsen-P: 242 µmol/l). Na afgraven van 20 cm (de bouwvoor) is de veenbodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland (Ca-t: 90 mmol/l, Ca-z: ± 22.500 µmol/l en Fe-t 164 mmol/l).

Advies: 20 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland.

Locatie 22 (GHG = 10 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 29,9 mmol/l en Olsen-P: 1548 µmol/l). Op 20-30 cm-mv (onderkant bouwvoor) is 12(-24) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 13,5 mmol/l en Olsen-P: 695 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 2,6 mmol/l en Olsen-P: 149 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 17 mmol/l, Ca-z: ± 13.500 µmol/l en Fe-t 83 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 20 cm afgraven en 12(-24) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verzuuring).

.....
Locatie 23 (GHG = 20-30 cm-mv en GLG = 90-100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,5 mmol/l en Olsen-P: 1251 µmol/l). De onderkant van de bouwvoor is voedselrijker. Op 30-40 cm-mv is 21(-27) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 11,6 mmol/l en Olsen-P: 1230 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling groot. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 5,2 mmol/l en Olsen-P: 253 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 31 mmol/l, Ca-z: ± 18.800 µmol/l en Fe-t 87 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Alternatief: 30 cm afgraven en 21(-27) jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (risico op verruiging).

Locatie 24 (GHG = 10-20 cm-mv en GLG = 60-70 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 15,5 mmol/l en Olsen-P: 1432 µmol/l). Op 20-30 cm-mv is maximaal 7 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 7,9 mmol/l en Olsen-P: 410 µmol/l) voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 4,4 mmol/l en Olsen-P: 243 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor + 10 cm) is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 24 mmol/l, Ca-z: ± 15.900 µmol/l en Fe-t 83 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland of 20 cm afgraven en maximaal 7 jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van blauwgrasland (beperkt risico op verruiging, zeer ijzerrijke bodem).

Locatie 25 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,4 mmol/l en Olsen-P: 2066 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 4,7 mmol/l en Olsen-P: 236 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 20 mmol/l, Ca-z: ± 13.300 µmol/l en Fe-t 107 mmol/l).

Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 26 (GHG = 0 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 25,9 mmol/l en Olsen-P: 1243 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiterde natuur wordt geadviseerd om 30 cm af te graven (totaal-P: 11,6 mmol/l en Olsen-P: 526 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland (Ca-t: 62 mmol/l, Ca-z: ± 29.800 µmol/l en Fe-t 309 mmol/l). Mogelijk is (zeer) beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist. Omdat sprake is van een ijzerrijke bodem is het mogelijk dat de Olsen-P concentratie na ontgronding lager uitvalt. Het afgraven van 40 cm levert weinig tot geen verbetering op van de bodemchemische condities.

Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland.

Deelgebied 'zuid' (27-28; 29 is vervallen)



Figuur 26. Foto's van de locaties 27 (links) en 28 (rechts) in deelgebied zuid. Foto's Jan Vermeer.

Tabel 9. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) op verschillende diepten in deelgebied 'bestaand'. Zie Tabel 7 voor een toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	#	HZT	OS	V	MV	Ols-P	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	NH4	FVG	M3	M5	U5	M12
27	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	2	AP	5	23	1,3	2652	28,9	218	75	212	12	26	10	11	27213	1286	3939	6,6	100	14	242	69	29	160	146	37	99
	20-30	klei, matig zandig en humeus, bv		AP	5	24	1,3	2506	29,7	196	70	293	13	22	10		29270							25	82	74	19	48	
	30-40	klei, sterk zandig, omgew.		AC	3	18	1,5	697	10,5	289	67	209	14	26	7	24	28767	1215	4624	6,7	100	1	183	45	7	19	9	2	0
	40-50	klei, sterk zandig, omgew.		AC	3	20	1,5	662	8,7	244	60	140	13	21	7	25	33997	840	6079	6,4	100	1	282	73	11	15	7	2	0
28	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	3	AP	10	30	0,9	1643	22,6	158	42	230	9	15	12	60	21564	1130	4406	4,9	95	2	981	2153		115	98	25	38
	20-30	zand, sterk grindig		C	1	14	1,5	303	3,7	130	37	118	13	18	2	11	24933	184	5368	5,8	100	1	115	52		0	0	0	0
	30-40	zand, sterk grindig		C	1	12	1,6	248	2,5	132	33	91	14	19	1	18	18430	107	3264	6,8	100	0	54	26		0	0	0	0
	40-50	zand, sterk grindig		C	0	12	1,5	99	2,4	128	38	118	14	21	1		15778								0	0	0	0	

Locatie 27 (GHG = 10 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 28,9 mmol/l en Olsen-P: 2652 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimeerde natuur wordt geadviseerd om minimaal 30 cm af te graven (totaal-P: 10,5 mmol/l en Olsen-P: 697 µmol/l). Na afgraven van 30 cm (de bouwvoor) is de sterk zandige kleibodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland (Ca-t: 67 mmol/l, Ca-z: ± 28.800 µmol/l en Fe-t 209 mmol/l). Waarschijnlijk is beperkt 9(-16) jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist. Omdat sprake is van een ijzerrijke bodem is het mogelijk dat de Olsen-P concentratie na ontgronding lager uitvalt. Dit is niet te kwantificeren. Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor + 10 cm) is Olsen-P concentratie vergelijkbaar (662 µmol/l) en de totaal-P concentratie beperkt lager (8,7 mmol/l), waarschijnlijk doordat er ook minder ijzer in de bodem zit. Op 40 cm-mv is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland (Ca-t: 60 mmol/l, Ca-z: ± 34.000 µmol/l en Fe-t 140 mmol/l). Er is mogelijk beperkt (maximaal 7 jaar) aanvullend verschrallingsbeheer vereist.

Advies: 30 cm (bouwvoor) afgraven en (maximaal 9-16 jaar maaien en afvoeren) of 40 cm afgraven (en maximaal 7 jaar maaien en afvoeren) voor de ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland.

Locatie 28 (GHG = 10 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 22,6 mmol/l en Olsen-P: 1643 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om minimaal 20 cm af te graven (totaal-P: 3,7 mmol/l en Olsen-P: 303 µmol/l). Na afgraven van 20 cm (de bouwvoor) of 30 cm (de bouwvoor + 10 cm: totaal-P: 2,5 mmol/l en Olsen-P: 248 µmol/l) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 33-37 mmol/l, Ca-z: ± 18.400-24.900 µmol/l en Fe-t 91-118 mmol/l).

Advies: 20 cm (bouwvoor) tot 30 cm (bouwvoor + 10 cm) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Locatie 29: geen toestemming voor bemonstering.

Deelgebied 'oost' (30-34)



Figuur 27. Foto's van de locaties 31 (links) en 33/34 (rechts) in deelgebied oost. Foto's Jan Vermeer.

Tabel 10. Overzicht van de bodemchemische variabelen (per liter versgewicht) op verschillende diepten in deelgebied 'bestaand'. Zie Tabel 7 voor een toelichting.

Nr	Diepte	Grondsoort	#	HZT	OS	V	MV	Os-P	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	NH4	FVG	M3	M5	U5	M12
30	0-20	klei, sterk zandig, humeus, bv	3	AP	6	22	1,2	3707	39,8	216	96	129	12	29	13	7	29315	498	4998	6,9	100	37	693	31		229	215	54	168
	20-40	klei, sterk zandig, humeus, bv		AP	6	23	1,2	2967	29,8	209	126	121	12	27	13		52519									168	155	39	111
	40-55*	klei, sterk zandig, humeus, bv		AP	8	27	1,1	2065	20,3	261	95	143	11	30	16	5	35888	1371	6664	7,0	100	2	1578	107		81	72	18	40
	55-65*	zand, omgew.		AC	2	16	1,5	545	5,1	136	40	61	14	22	12	12	20678	1981	3624	7,0	99	2	346	249		7	1	0	0
31	0-20	zand, kleilig, matig humeus, bv	3	AP	5	25	1,4	4975	53,1	194	95	80	13	23	16	8	24831	507	3311	6,0	100	191	360	92	77	312	298		252
	20-30	zand, kleilig, matig humeus, bv		AP	3	21	1,4	2923	24,4	156	58	73	13	19	9		24163								100	67	63	16	45
	30-40	zand, kleilig, omgew.		AC	2	17	1,6	3099	21,7	132	54	62	15	25	8	8	15698	508	2114	6,3	100	30	173	71	63	58	57	14	42
	40-50	zand, kleilig, omgew.		AC	1	16	1,6	1692	11,2	117	36	56	15	21	5	4	15681	665	2099	6,5	100	15	159	80	34	26	25	6	10
32	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	2	AP	4	22	1,4	5212	37,5	116	74	60	13	14	10	5	26358	2920	3173	7,0	100	523	180	83		215	212	53	180
	20-30	zand, kleilig, omgew.		AC	3	21	1,4	5317	36,4	143	76	76	14	19	8	9	21850	3313	3232	7,1	99	159	181	211		104	103	26	88
	30-40	zand, kleilig, omgew.		AC	2	17	1,5	5188	28,9	130	66	65	15	16	6	6	20093	3924	2914	7,2	100	93	123	58		81	81	20	69
	40-50	zand, kleilig, omgew.		AC	1	15	1,6	3480	20,7	124	41	60	15	15	4		16921									55	55	14	42
33	0-20	klei, matig zandig en humeus, bv	3	AP	5	22	1,3	1446	20,3	190	47	204	11	18	9	14	24379	189	5069	5,2	100	3	251	70		101	83	21	22
	20-40*	klei, matig zandig en humeus, bv		AP	5	20	1,4	1224	15,4	222	48	343	11	18	8		20161									73	57	14	2
	40-50*	zand		C	1	12	1,5	241	3,5	103	28	83	13	15	1	27	22453	163	3232	5,8	100	0	91	40		0	0	0	0
	50-60*	zand		C	1	12	1,5	154	1,8	83	22	97	13	15	1	13	21937	168	3206	5,8	100	1	78	41		0	0	0	0
34	0-25*	klei, matig zandig en humeus, bv	2	AP	9	30	1,0	1579	21,8	199	41	146	9	14	13	72	21163	254	3289	4,8	99	2	206	70	13	138	116	29	41
	25-35*	zand		C	1	13	1,6	225	3,4	127	25	66	13	13	2	24	14795	355	1485	5,2	99	1	72	55	11	0	0	0	0
	35-45*	zand		C	0	12	1,6	197	2,0	74	18	44	13	14	1	57	10169	475	914	5,7	99	15	44	47	12	0	0	0	0
	45-55*	zand		C	0	14	1,6	68	2,4	77	20	45	14	18	1		8343								8	0	0	0	0

.....
Locatie 30 (GHG = 0 cm-mv en GLG = 70 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 39,8 mmol/l en Olsen-P: 3707 µmol/l). Er is sprake van een relatief dikke bouwvoor van 55 cm (Bijlage 1). Deze is volledig verrijkt met fosfaat en tevens zeer rijk aan nitraat. Op 55-65 cm-mv is de bodem als gevolg van P-uitspoeling nog beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,1 mmol/l en Olsen-P: 545 µmol/l). Er wordt geadviseerd om een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen op deze locatie.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Locatie 31 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 80 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 53,1 mmol/l en Olsen-P: 4975 µmol/l). Er is sprake van een sterk verstoorde bodem tot 65-70 cm-mv (Bijlage 1). Tot minimaal 50 cm is deze volledig verrijkt met fosfaat. Opvallend zijn de hoge labiel-P concentraties en de hoge mate van fosfaatverzadiging (34-100%) in de bodem tot 50 cm-mv. Er wordt geadviseerd om een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen op deze locatie.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Locatie 32 (GHG = 20 cm-mv en GLG = 90 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 37,5 mmol/l en Olsen-P: 5212 µmol/l). Er is sprake van een sterk verstoorde bodem tot 60-70 cm-mv (Bijlage 1). Tot minimaal 50 cm is deze is volledig verrijkt met fosfaat. Opvallend is de hoge labiel-P concentratie in de toplaag (>500 µmol/l). Er wordt geadviseerd om een kruiden- en faunairijk grasland te ontwikkelen op deze locatie.

Advies: het ambitieniveau aanpassen en de huidige zonde door middel van maaien en afvoeren door ontwikkelen tot een kruiden- en faunairijk grasland.

Locatie 33 (GHG = 20-30 cm-mv en GLG = 100-110 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 20,3 mmol/l en Olsen-P: 1446 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 40 cm af te graven (totaal-P: 3,5 mmol/l en Olsen-P: 241 µmol/l). Na afgraven van 40 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 28 mmol/l, Ca-z: ± 22.500 µmol/l en Fe-t 83 mmol/l).

Advies: 40 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

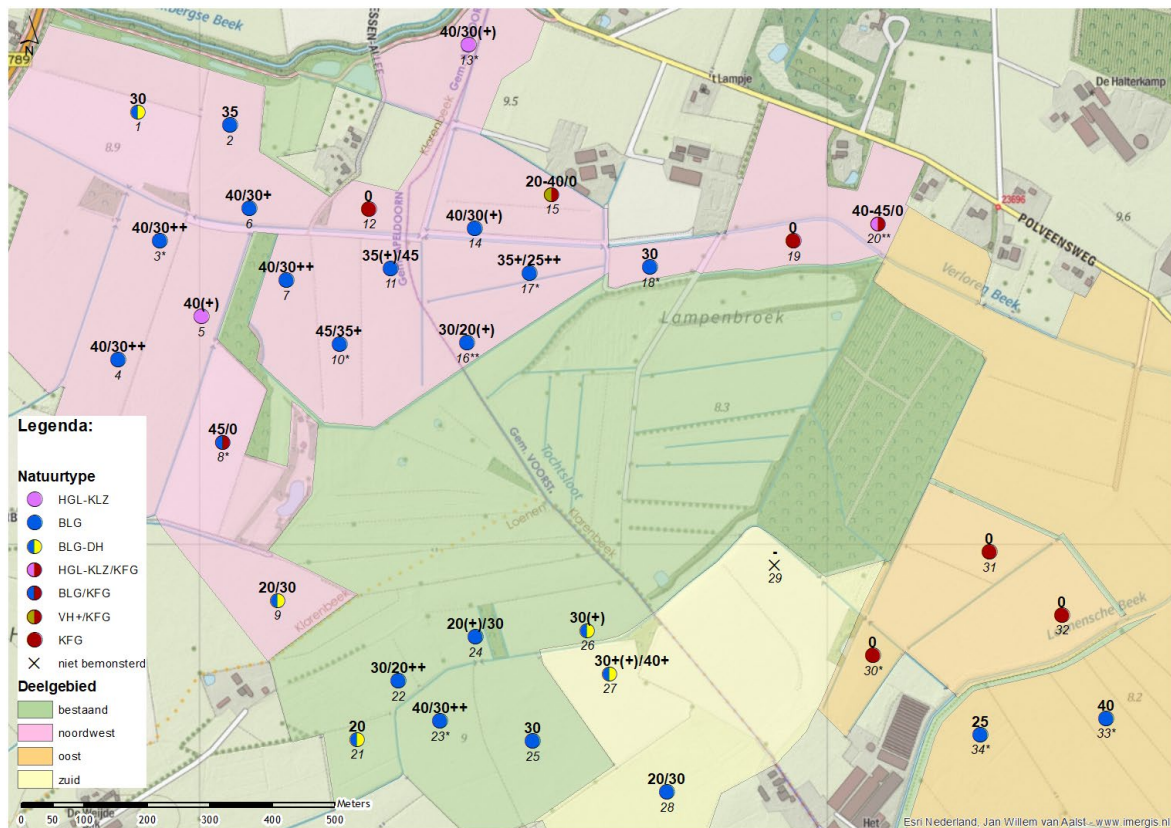
Locatie 34 (GHG = 30 cm-mv en GLG = 100 cm-mv)

De toplaag is als gevolg van het agrarisch gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,8 mmol/l en Olsen-P: 1579 µmol/l). Voor de ontwikkeling van soortenrijke, P-gelimiteerde natuur wordt geadviseerd om 25 cm af te graven (totaal-P: 3,4 mmol/l en Olsen-P: 225 µmol/l). Na afgraven van 25 cm (de bouwvoor) is de zandige bodem onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland (Ca-t: 25 mmol/l, Ca-z: ± 14.800 µmol/l en Fe-t 66 mmol/l).

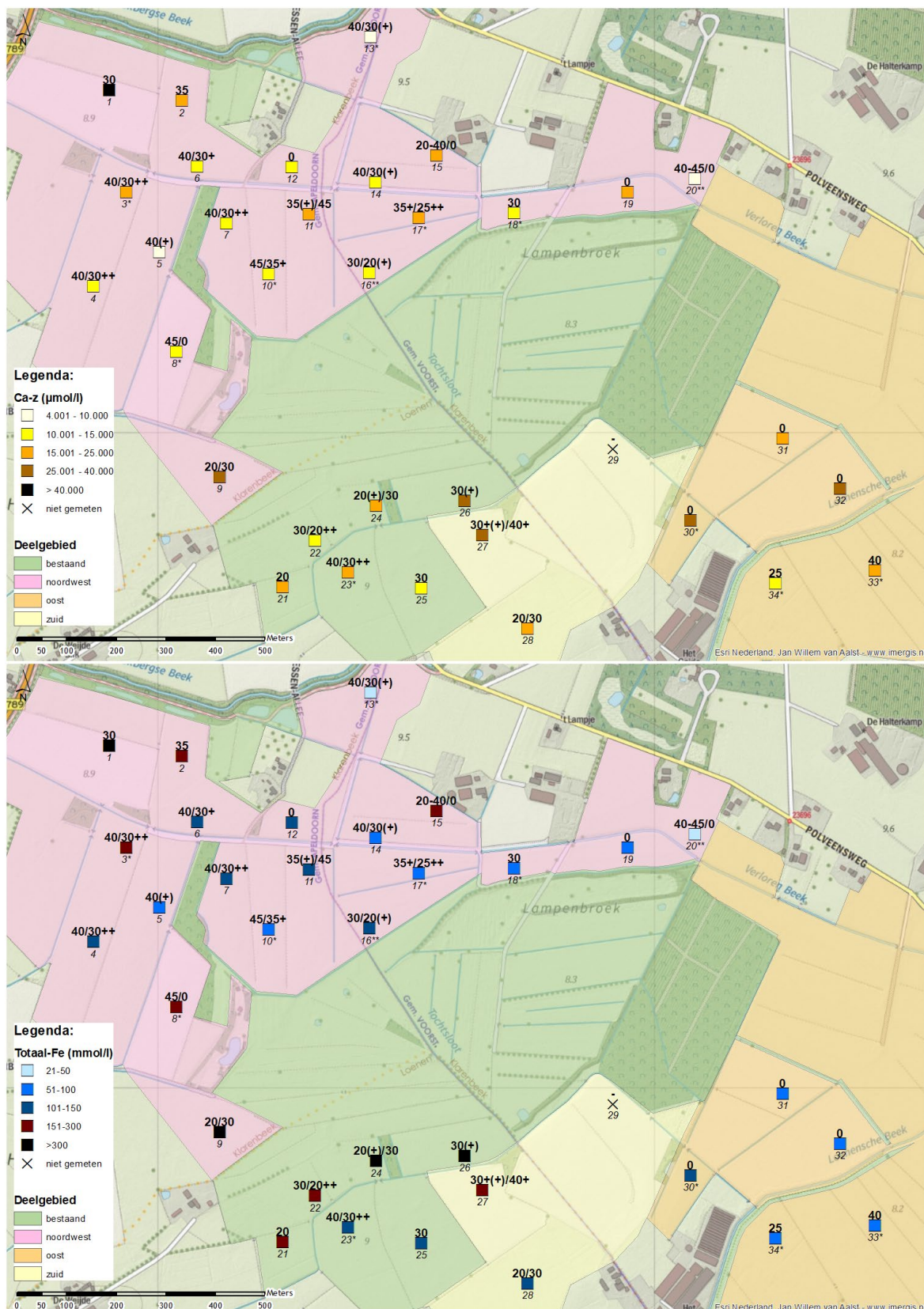
Advies: 25 cm (bouwvoor) afgraven voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Samenvatting kansen voor natuurontwikkeling

De beschreven kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen staan in Tabel 11 samengevat. Indien de P-rijke toplaag moet worden afgegraven wordt in de tabel de bodemchemische samenstelling van de nieuwe toplaag gegeven. Voor een aantal locaties bestaan er, zoals in de vorige paragraaf beschreven, verschillende opties en dan is in Tabel 11 de bodemchemie van meerdere bodemlagen gegeven. In Figuur 28 worden de gegeven adviezen ruimtelijk weergegeven. Figuur 29 bevat een indicatief overzicht van variatie in bodemchemie (concentraties uitwisselbaar calcium (boven) en ijzer totaal (onder)) na inrichting.



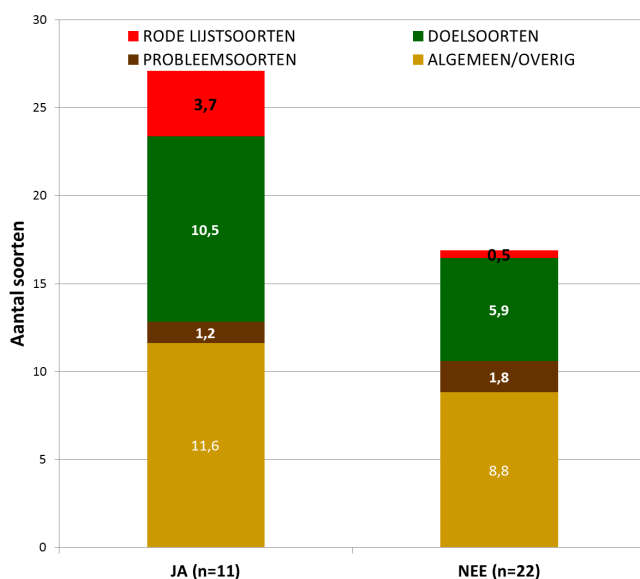
Figuur 28. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de natuurontwikkelingsmogelijkheden en de geadviseerde afgravingsdiepten (in cm-mv; weergegeven boven de stippen) in het Lampenbroek waarbij (+) = < 3 jaar aanvullend maaien en afvoeren (minimaal), + = 4-10 jaar aanvullend maaien en afvoeren (beperkt) en ++ = 11-25 jaar aanvullend maaien en afvoeren (fors; risico op verzuiging). Het monsternummer is weergegeven onder de stippen waarbij * = variatie in mengmonsterdiepte (zie Bijlage 1 en Tabel 1) en ** = meerdere locaties geanalyseerd (Tabel 11) i.v.m. variatie in bodemopbouw (Bijlage 1). HGL = heischraal grasland, KLZ = kleine zeggenvegetatie, BLG = blauwgrasland, DH = dotterbloemhooiland, VH+ = voedselrijker vochtig hooiland en KFG = kruiden- en faunairijk grasland. Op locatie 16 wordt geadviseerd om locaties waar (voedselrijk) veraard veen aan het oppervlak komt dieper af te graven tot de onderliggende zandbodem.



Figuur 29. Overzicht van de (gemiddelde) concentraties zoutuitwisselbaar calcium (boven) en totaal ijzer (onder) op de geadviseerde inrichtingsdiepten (in cm-mv) waarbij (+) = < 3 jaar aanvullend maaien en afvoeren (minimaal), + = 4-10 jaar aanvullend maaien en afvoeren (beperkt) en ++ = 11-25 jaar aanvullend maaien en afvoeren (fors, risico op verzuuring). Het monsternummer is weergegeven onder de stippen.

4.5 Aanvullende maatregelen

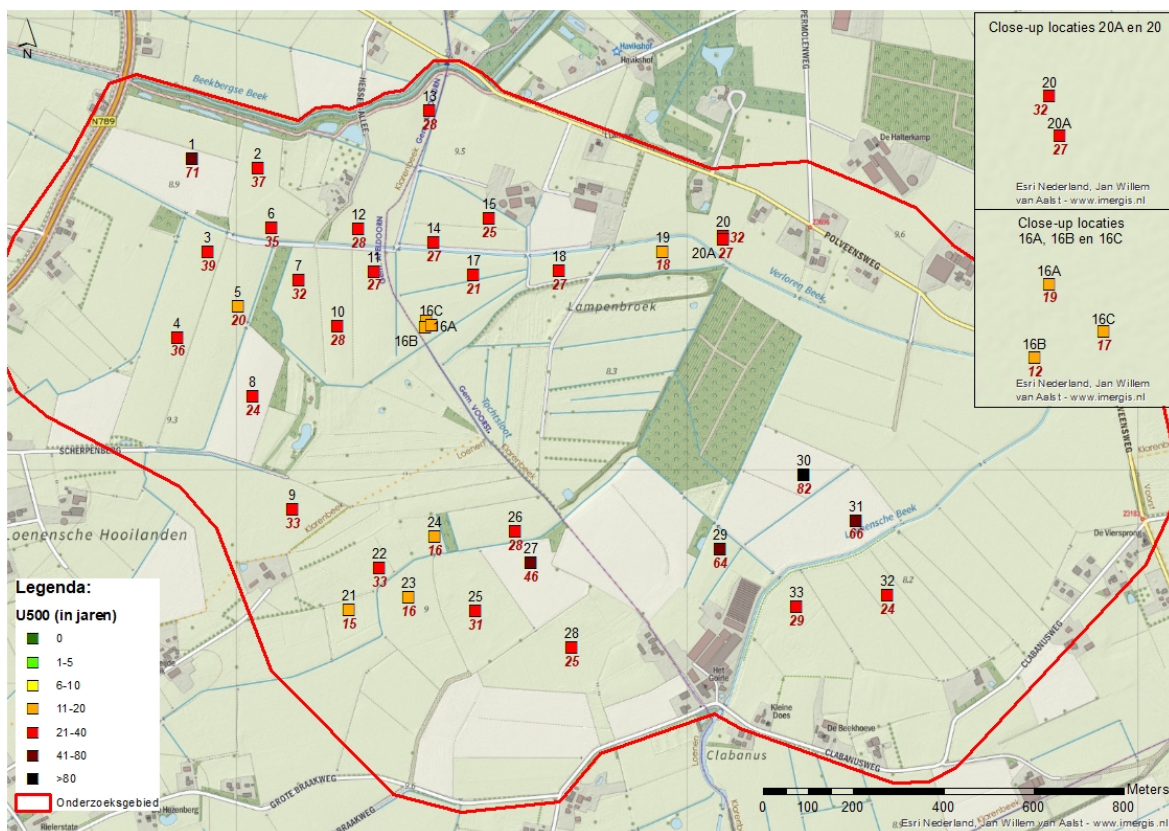
De eerste jaren na het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maaibeheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak vele zaden aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maaibeheer en het aanbrengen van maaisel of plagsel kan de groei van ongewenste algemene soorten worden onderdrukt. Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.



Figuur 30. Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder andere Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's: Mark van Mullekom.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of plagsel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten klein. Veel zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd op de herstelde terreinen. Het herintroduceren van doelsoorten uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgroeide terreinen (Figuur 30).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel (Figuur 30) waarbij idealiter 1 m² vers verzameld maaisel over 1(-2) m² bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indactie dichtheid: 1 m² verspreiden over 15-25 m²) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd. Mycorrhiza schimmels zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.



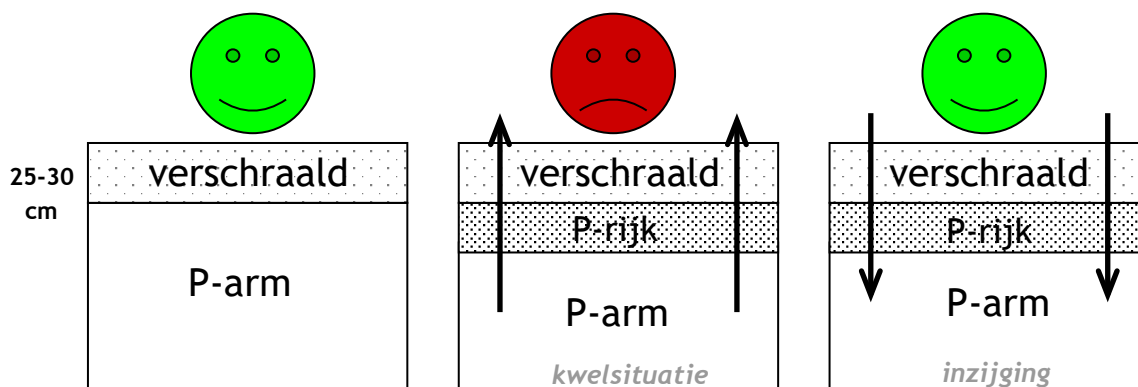
Figuur 31. Overzicht met de ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur (uitmijnen in jaren) van de toplaag van de bodem (0-25 cm). De verschrallingsduur is berekend tot een Olsen-P streefconcentratie van 500 µmol/l bodem (totaal-P ondergrens: 3 mmol/l). Het betreft een indicatieve verschrallingsduur.

Jaarlijks maaien en afvoeren (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jaar) is op (sterk) met fosfaat verrijkte percelen niet optimaal voor een efficiënte afvoer van fosfaat. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jaar): een 'natuurvriendelijke' vorm van het voeren van intensieve landbouw. Wanneer de huidige zode voldoende productieve soorten bevat kan met behulp van stikstof- en kalibemesting de P-afvoer worden vergroot. Wanneer deze te weinig productieve soorten bevat wordt geadviseerd om in te zaaien met een grasklaver mengsel. In combinatie met aanvullende kalibemesting wordt de productiviteit, en daarmee ook de P-afvoer, geoptimaliseerd. Hiervoor kunnen door middel van aanvullende analyses bij Eurofins door het Louis Bolk Instituut gerichte bemestingsadviezen worden opgesteld. De percelen dienen gedurende een lange periode voldoende droog te vallen zodat 4-5 snedes gemaaid kunnen worden. Dit maakt het nemen van

vernattingsmaatregelen meestal niet mogelijk. De uitmijnperiode wordt weergegeven in Figuur 31.

Op (matig) voedselrijke plekken waar niet wordt afgegraven kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland. 'Kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er eigenlijk geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. Wanneer witboldominantie optreedt wordt geadviseerd het maaibeheer te vervroegen. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ($P-z < 1$). Uit recent onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (circa 1000-1500 $\mu\text{mol/l}$; Figuur 21). Om verzuuring te voorkomen wordt geadviseerd om de detailontwatering in stand te houden zodat de P-rijke toplaag voldoende droogvalt (voorkomen P-mobilisatie).

Door middel van verschrallingsbeheer kan een bodempakket van circa 25(-30) cm worden verschralld. Op plekken waar de bodem onder de 25-30 cm eveneens verrijkt is met fosfaat kan, wanneer de grondwaterinvloed in het maaiveld wordt hersteld (Figuur 32), P-nalevering richting de verschrallde bodemlaag optreden. Dit zou echter kunnen leiden tot verrijking van de toplaag en verzuuring of de noodzaak voor aanvullende verschralling. Onder invloed van ijzerhoudend grondwater is dit risico mogelijk klein.



Figuur 32. Schematisch overzicht van verschralling waarbij in een kwelsituatie fosfaat uit een rijkere bodemlaag (>25-30 cm-mv) naar de verschrallde toplaag getransporteerd kan worden (middelste figuur). Bij bodems die vanaf 25-30 cm onder maaiveld P-arm zijn (linker figuur) en bij inzijgsituaties (rechter figuur) is dit niet van toepassing.

Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd (het hydrologisch systeem in het gebied wordt hersteld). Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen zoals heischrale graslanden, blauwgraslanden en dotterbloemhooilanden is grondwaterinvloed in de wortelzone of het maaiveld vereist (Tabel 6) van circa oktober/november t/m maart/april om verzuring, de vorming van regenwaterlenzen en de ontwikkeling van zure vegetaties (op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallande/hooilanden) tegen te gaan. Op plekken waar regenwater stagneert kunnen veenmossen gaan domineren, vooral op gebufferde bodems omdat hier veel CO_2 beschikbaar komt. Tenslotte kan inundatie met P-rijk oppervlaktewater en/of de afzetting van P-rijk slib tot verrijking en daarmee tot verzuuring leiden.

.....

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Belangrijkste conclusies

- In het onderzoeksgebied werd op 33 locaties (voor locatie 29 was geen toestemming) het bodemprofiel beschreven tot 150 cm-mv op drie plekken per boorlocatie (in verband met de mogelijke variatie in bodemopbouw). Hierbij werden tevens de actuele grondwaterstand en de gemiddeld laagste en hoogste grondwaterstand (indien af te leiden uit het boorprofiel) genoteerd. Per locatie werden op 4 dieptes (meng)monsters verzameld van overeenkomstige boorprofielen. De profielbeschrijvingen worden weergegeven in Bijlage 1. Zie Figuur 7 voor een overzicht van de ligging van de monsterlocaties.
- De bodem in het onderzoeksgebied bestaat overwegend uit een bouwvoor van zandige klei / kleiig zand met een dikte van overwegend 30 cm op zand of kleiig zand. De bodem is met name op de locaties 1, 9, 12, 17, 26, 27, 30 en 32 relatief sterk verstoord onder de bouwvoor (tot 60-120 cm-mv). Op de locaties 15 en 19 is 55-70 cm opgebrachte grond aangetroffen. Op locatie 21 bestaat het bodemprofiel uit rietveen.
- De bodem in het onderzoeksgebied is over het algemeen ijzerhoudend tot zeer ijzerrijk (Figuur 12) en matig calciumhoudend tot calciumhoudend (Figuur 13 en Figuur 14) en daarmee kansrijk voor de ontwikkeling van nat schraalland en/of vochtig hooiland. De bodem ter plaatse van de in 2012 bemonsterde referentielocaties, (veldrus)schraallanden in de lagere delen van het Lampenbroek (Figuur 9), was calciumrijker. Deze lagere delen staan wellicht sterker en/of langer onder invloed van gebufferd grondwater. In de landbouwgronden die in het huidige onderzoek zijn bemonsterd wordt het basenrijke kwelwater echter afgevangen door diepe sloten en hoofdwatgangen waardoor de aanvoer van bufferstoffen en ijzer is afgenomen. Dit benadrukt het belang van het herstel van de hydrologische omstandigheden waardoor het basenrijke kwelwater de (toekomstige) toplaag van de voormalige landbouwgronden weer gaat voeden.
- De toplaag van de bodems is overwegend (sterk) verrijkt met fosfaat als gevolg van het landbouwkundig gebruik. De concentraties nemen sterk af in de diepte. Gelijk onder de bouwvoor zijn de P-concentraties overwegend laag genoeg voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur. Lokaal is echter ook sprake van P-uitspoeling onder de bouwvoor (Figuur 11) waardoor in de bodem tot 10 cm onder de bouwvoor nog licht verhoogde fosfaatconcentraties zijn gemeten.
- In het onderzoek is ook gekeken naar de risico's op uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater en lager gelegen gebieden.
 - De fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van de landbouwbodems is gemeten in een selectie van 8 locaties en over het algemeen lager dan 25% waarmee het risico op uitspoeling beperkt is. Desondanks is in enkele bodemlagen een FVG gemeten van 27-34%. Op deze locaties lijkt het risico op P-uitspoeling beperkt. Mede doordat de labiel-P (P-z) concentraties relatief laag zijn. Pas bij een FVG boven de 50% worden hoge P-z concentraties gemeten in het gebied. Het grootste risico op P-uitspoeling vormt locatie 31. Ook de labiel-P concentraties zijn (zeer) hoog op deze locatie. De ruimtelijke variatie in P-z concentraties en de FVG wordt weergegeven in Figuur 17;
 - De ruimtelijke variatie in de nitraat- en ammoniumconcentratie in de toplaag wordt weergegeven in Figuur 19. Met name de op de locaties 9, 10 en 28 zijn hoge stikstofconcentraties (zowel nitraat als ammonium) in de toplaag gemeten. Op de

-
- locaties 13, 14 en 29 zijn alleen de nitraatconcentraties in de toplaag hoog. Wanneer gestopt wordt met bemesting en een beheer van maaien en afvoeren wordt gevoerd zullen de nitraatconcentraties op termijn afnemen (dit is niet te kwantificeren). Gedurende die periode zal er waarschijnlijk wel nitraat uitspoelen naar diepere bodemlagen en/of het grondwater op stikstofrijke locaties. Dit vormt geen direct knelpunt voor de beoogde natuurontwikkeling. De uitspoeling van nitraat naar het grondwater kan wel een effect hebben op de ijzerconcentratie van het grondwater. Nitraatrijk grondwater bevat over het algemeen namelijk nauwelijks ijzer doordat opgelost ijzer wordt geoxideerd door nitraat en neerslaat in de bodem. IJzerrijk grondwater is vaak positief voor de ontwikkeling van natte natuurtypen omdat ijzer fosfaat kan immobiliseren. Daarnaast kan het leiden tot sulfaatverrijking van het grondwater.
- De fosfaatconcentraties in de bouwvoor zijn op vrijwel alle locaties te hoog voor de ontwikkeling van soortenrijke P-gelimiteerde natuurtypen. De gemiddelde verschrallingsduur voor de ontwikkeling van soortenrijke P-gelimiteerde natuur bedraagt 126 jaar maaien en afvoeren of 32 jaar gericht uitmijnen. Op de locaties 16, 19, 21, 23 en 24 volstaat een uitmijnbeheer van circa 15-18 jaar (circa 60-80 jaar maaien en afvoeren). Het is de vraag of dit reëel is. Door middel van maaien en afvoeren lijkt de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland het hoogst haalbare. De ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur wordt weergegeven in Figuur 20.
 - Wanneer wordt ingezet op P-afvoer door middel van een verschrallingsbeheer in de vorm van maaien en afvoeren (Figuur 20) of uitmijnen (Figuur 31) ten behoeve van de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke dient na het bereiken van de gewenste verschralling de dichte, soortenarme zode (5-10 cm) te worden verwijderd. Op deze manier worden open vestigingsplaatsen gecreëerd voor doelsoorten.
 - Op basis van de bodemchemische informatie in Tabel 7 t/m Tabel 10 zijn in paragraaf 4.4 per locatie de natuurontwikkelingsmogelijkheden beschreven. Op het overgrote deel van de onderzochte locaties kunnen na afgraven van de P-rijke bodem, lokaal in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer van maaien en afvoeren (let op: onder vochtige, voedselrijke condities is de kans op verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling aanwezig), P-arme condities gerealiseerd worden voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur. Het alleen verwijderen van de bouwvoor is niet altijd voldoende voor het creëren van P-arme condities. Lokaal is sprake van lichte P-uitspoeling onder de bouwvoor waardoor geadviseerd wordt om 10 cm extra onder de bouwvoor af te gegraven. Een alternatief is het risico op verruiging te accepteren en in te zetten op aanvullend verschrallingsbeheer. Door middel van de aanvoer van ijzerrijk grondwater in het maaiveld kan extra vastlegging van fosfaat worden gestimuleerd.
 - Een optimale (voedselarme) ontwikkeling kan bovendien de woekering van watercrassula voorkomen. Watercrassula is een van oorsprong Australische plant. Deze exoot groeit dermate snel, dat andere water- en oeverplanten verdwijnen. Het probleem met watercrassula neemt nog steeds toe en doet zich vooral voor op net afgegraven landbouwgronden. Door natte bodems voldoende voedselarm te maken bij afgraven en de ontwikkeling van de doelvegetatie op de open bodem te versnellen (door middel van herintroductie) kan dit probleem worden voorkomen/onderdrukt (Brouwer et al., 2017).
 - In het gebied liggen kansen voor de ontwikkeling van heischraalgrasland, kleine zeggenvegetaties, blauwgrasland (allen nat schraalland N10.01) en dotterbloemhooiland (vochtig hooiland; N10.02). De geadviseerde ontgrondingsdiepte is overwegend 30-35/40 cm.

.....

De ruimtelijke variatie in de ontgrondingsdiepte wordt weergegeven in Figuur 28. De natuurpotenties zijn samengevat in Tabel 11. Op enkele locaties (o.a. 12, 19, 30, 31, 32) is de bodem tot op grote diepte (>50 cm-mv) dermate voedselrijk dat geadviseerd wordt om het ambitieniveau bij te stellen en in te zetten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland (N12.02).

- Een ontgroning dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem. Dit maakt geen onderdeel uit van de opdracht maar dient te gebeuren zodra het schetsontwerp is opgesteld door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.
- De mate van grondwaterinvloed in de wortelzone in combinatie met de mate van buffering van het grondwater zijn van invloed op de herstel mogelijkheden van grondwaterafhankelijke natuurtypen als een vochtig heischraalgrasland, kleine zeggenvegetaties, blauwgrasland en dotterbloemhooiland. Door middel van herstel van het hydrologische systeem zal voeding van de toplaag van de bodem met basenrijke en ijzerrijke kwel gaan plaatsvinden, hierdoor zal de buffering van de (toekomstige) toplaag van de bodem dus toenemen en dit zal ook leiden tot extra fosfaatimmobilisatie. Dit versterkt de mogelijkheden voor de ontwikkeling van soortenrijke, schrale, gebufferde natuurtypen.

5.2 Aanbevelingen

- Na afgraving van de fosfaatrijke toplaag of het verwijderen van een dichte soortenarme zode wordt geadviseerd maaisel en/of plagsel uit een referentieterrein 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 (zowel bodemchemisch als mogelijk hydrologisch) te creëren voor de beoogde doelsoorten.
- Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen dienen de hydrologische omstandigheden te worden geoptimaliseerd. De (variatie in) grondwaterstanden, maar ook grondwaterkwaliteit, zijn natuurlijk ook van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Deze aspecten maken slechts zeer beperkt onderdeel uit van dit onderzoek. De resultaten van dit bodemchemisch onderzoek vormen wel een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.
- Belangrijk is dat na uitvoering van de vernattings- en inrichtingsmaatregelen uittredend grondwater en regenwater kan worden afgevoerd, zodat een doorstroomsysteem ontstaat. Stagnatie dient te worden voorkomen. Geadviseerd wordt om het systeem regelbaar te maken (regelbare stuw plaatsen bij de 'uitstroom') zodat eventueel het aflaten van water mogelijk is bij te natte winters (doorstroming reguleren) of extreme regenval in de zomer (droogval toplaag mogelijk maken). In de zomer dient de toplaag droog te vallen om P-binding te stimuleren en verzuuring te voorkomen.

.....

6. LITERATUUR

- Bloemendaal, F.H.J.L & J.G.M. Roelofs (1988). Waterplanten en Waterkwaliteit. 189 pp., figs., tab. Utrecht: Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- 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., E.C.H.E.T. Lucassen, M. Buiks & T. Onkelinx (2017). Competitive strength of Australian swamp stonecrop (*Crassula helmsii*). *Aquatic Invasions* 12 (3): 321-331.
- Brouwer, E., E. Lucassen, A. Smolders & J. Roelofs (2008). Vennen kunnen verzuipen. *H₂O* 19: 89-91.
- Brouwer, E., R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & G.M. Verheggen (1996a). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Uitgave van Vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van de Directie Natuurbeheer van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. 206 pagina's.
- Brouwer, E., J.G.M. Roelofs, R. Bobbink & G.M. Verheggen (1996b). Herstelbeheer in verzuurde en geëutrofiëerde zachte wateren: waar en wanneer zinvol? Effectgerichte maatregelen en behoud biodiversiteit in Nederland. Uitgave Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G. Arts & D. Belgers (2009). Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij.
- Brouwer, E. & J.G.M. Roelofs (2001). Degraded Softwater Lakes: Possibilities for Restoration. *Restoration Ecology*, 9 (2):155-166.
- De Becker, P. (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- EU (2019) Commission report on the implementation of the Water Framework Directive (assessment of the second River Basin Management Plans) and the Floods Directive (first Flood Risk Management Plans).
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009) Biodiversity, vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- 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'. *H₂O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitruissing 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 & F. Smolders (2012a) Bodemchemisch onderzoek Gooiermars. Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapport 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Mullekom, M. van & F. Smolders (2012b) Bodem- en hydrochemisch onderzoek naar de natuurontwikkelingskansen in het Lampenbroek. Rapport 2012.08, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- 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.
- Mullekom, M. van & A.J.P. Smolders (2017) Bodemonderzoek landbouwpercelen Landgoederenzone Oldenzaal. Onderzoekcentrum B-WARE rapportnummer: RP-16.124.17.12. In opdracht van Provincie Overijssel.
- Mullekom M. van, Vernooij B., Verstijnen Y., van Dijk G., Smolders F. (2019). Zeoliet als mogelijke oplossing voor de nitraatuitspoeling uit landbouwgronden? *Vakblad Natuur, Bos en Landschap*. Onderzoekcentrum B-WARE B.V., Nijmegen.
- 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.
- Scherpenisse, M. C., E. Verbaarschot, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2016) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. *Natuurbalans - Limes Divergens BV & Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen*.
- Schoumans, O. (2004) Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.4. 50 blz.; 11 fig.; 5 tab.; 35 ref.
- Schoumans, O.F., P. Groenendijk, C. van der Salm, M. Pleijter (2008). Methodiek voor het karakteriseren van fosfaatlekkende gronden; PLEASE: technische beschrijving. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1724. 76 blz.; 22. Fig.; 4 tab.; 83 ref.
- Smolders A.J.P., Tomassen H.B.M., Van Mullekom M., Lamers L.P.M. and Roelofs J.G.M. (2003) Mechanisms involved in the re-establishment of Sphagnum-dominated vegetation in rewetted bog remnants. *Wetlands Ecology and Management* 11: 403-418.
- 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.
- Tomassen, H., M. van Mullekom & A. Smolders (2017) Bodemchemisch onderzoek in de omgeving van het Buurserzand (concept). In opdracht van de Gemeente Haaksbergen. B-WARE projectnummer: PR-17.090 • Rapportnummer: RP-17.090.17.xx.
- 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.

.....

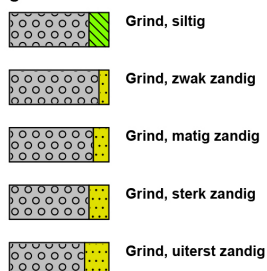
7. BIJLAGEN

Bijlage 1. Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het Witte Veen. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door het Veldwerkbureau (Jan Vermeer).

Legenda:

Legenda (conform NEN 5104)

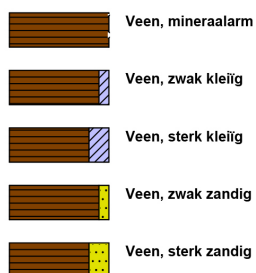
grind



zandtest



veen



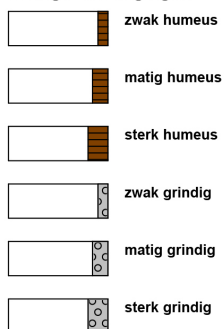
klei



leem



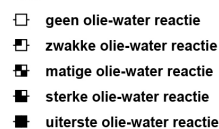
overige toevoegingen



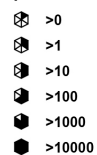
geur



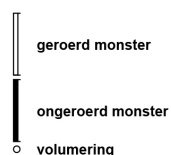
olie



p.i.d.-waarde



monsters



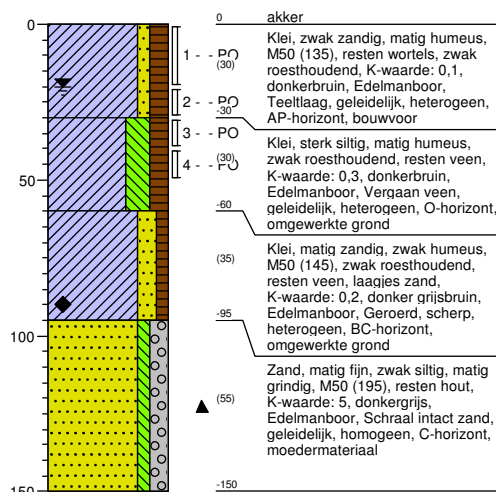
overig



Boring: 01a

X: 200895,35
Y: 463691,93
Datum: 14-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 90

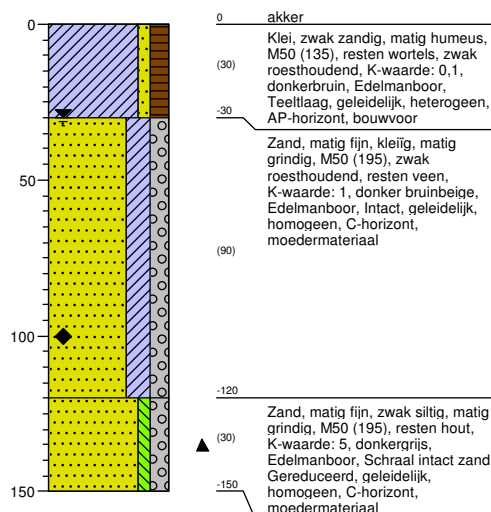
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 01b

X: 200880,63
Y: 463686,08
Datum: 14-01-2020
GWS: 30
GHG: 0
GLG: 100

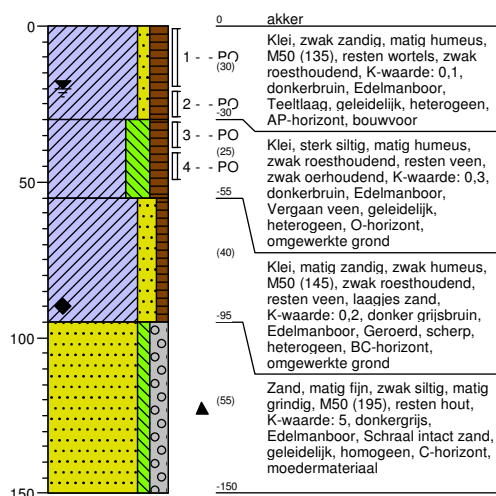
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 01c

X: 200901,33
Y: 463676,74
Datum: 14-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 90

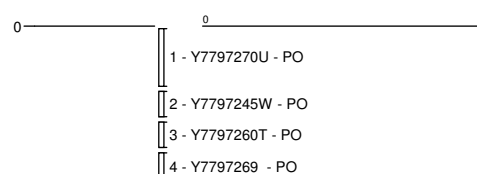
Boormeester Jan Vermeer



Boring: MM01

Datum: 14-01-2020

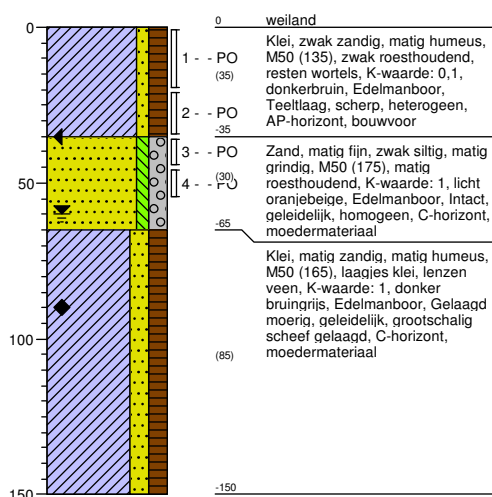
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 02a

X: 201046,05
Y: 463673,39
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 35
GLG: 90

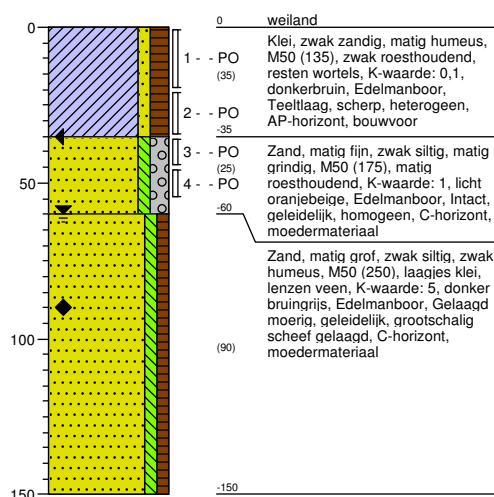
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 02b

X: 201035,07
Y: 463663,03
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 35
GLG: 90

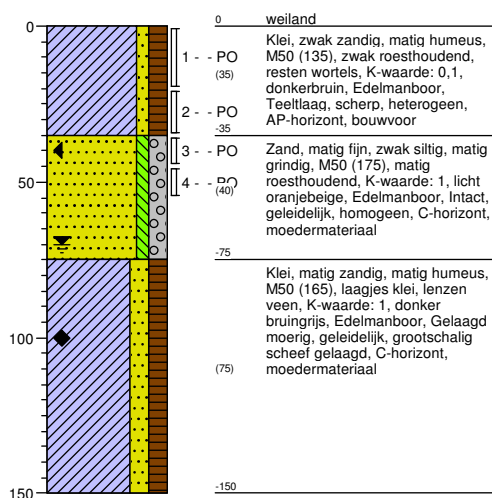
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 02c

X: 201047,35
Y: 463656,82
Datum: 14-01-2020
GWS: 70
GHG: 40
GLG: 100

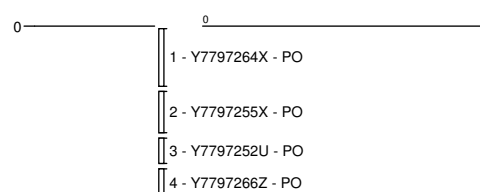
Boormeester Jan Vermeer



Boring: MM02

Datum: 14-01-2020

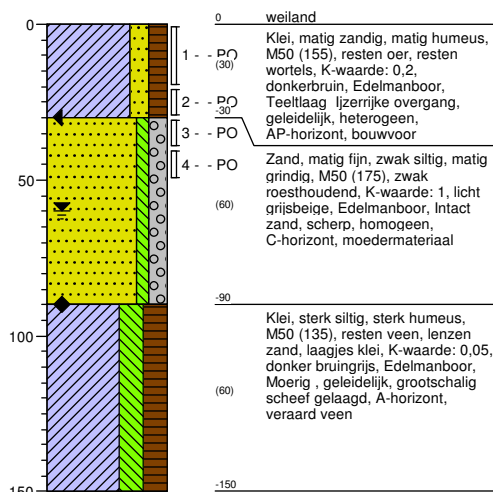
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 03a

X: 200941,21
Y: 463492,35
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

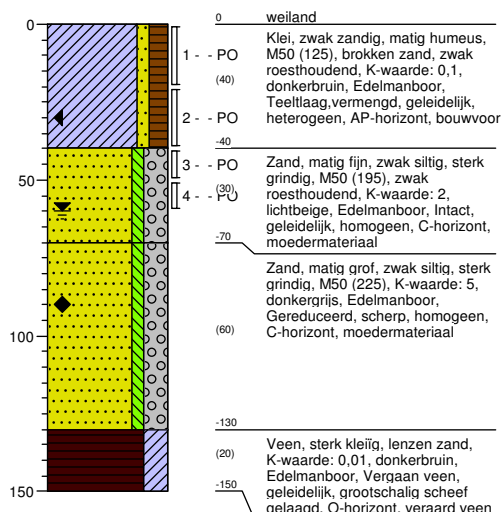
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 03b

X: 200927,19
Y: 463484,22
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

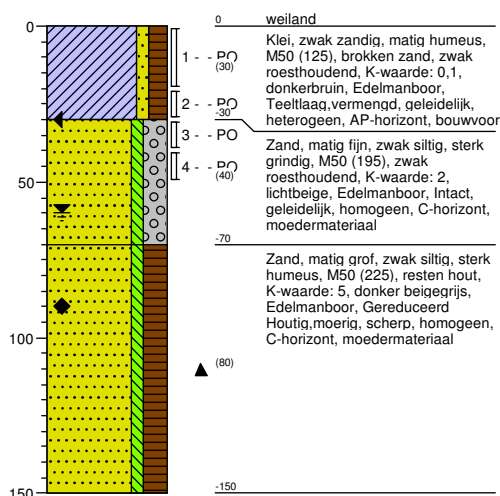
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 03c

X: 200938,22
Y: 463471,34
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

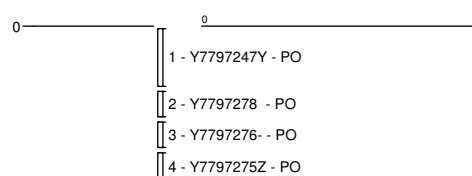
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm03

Datum: 14-01-2020

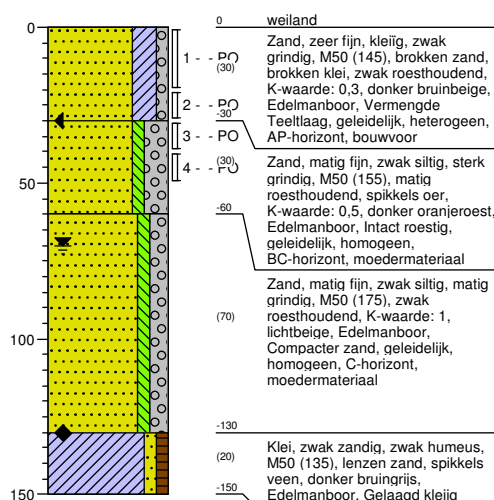
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 04a

X: 200879,42
Y: 463301,60
Datum: 14-01-2020
GWS: 70
GHG: 30
GLG: 130

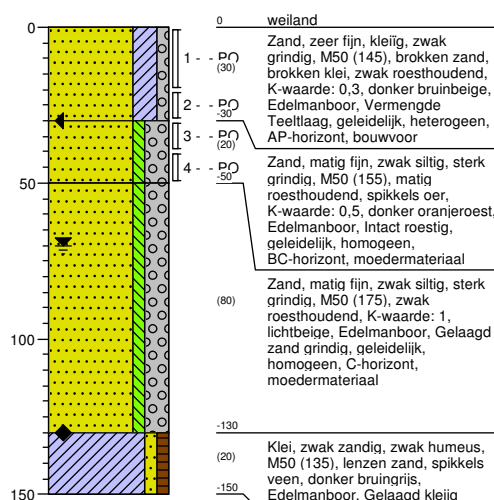
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 04b

X: 200865,43
Y: 463293,27
Datum: 14-01-2020
GWS: 70
GHG: 30
GLG: 130

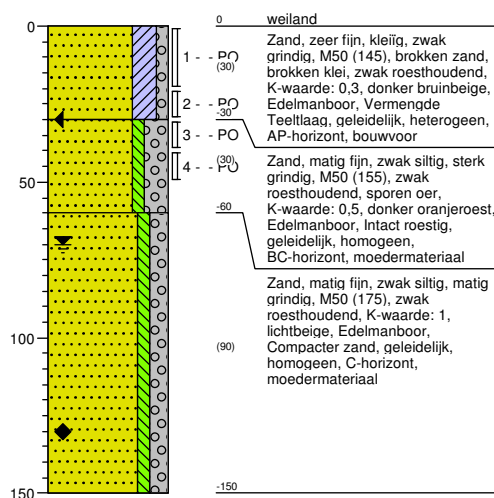
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 04c

X: 200880,28
Y: 463283,06
Datum: 14-01-2020
GWS: 70
GHG: 30
GLG: 130

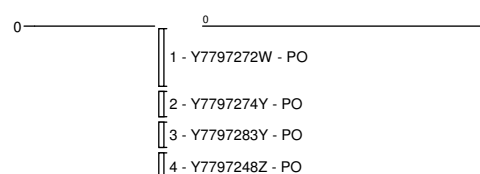
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm04

Datum: 14-01-2020

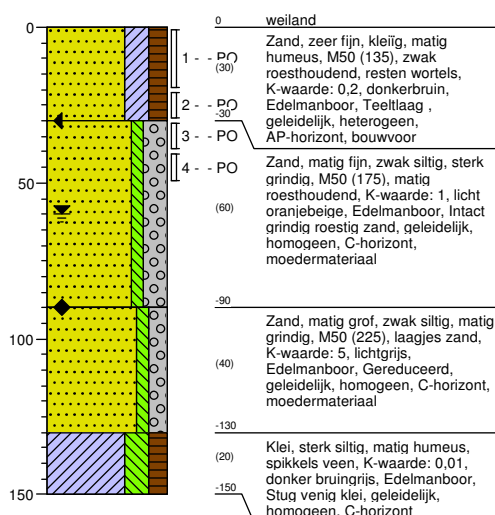
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 05a

X: 201005,80
Y: 463376,70
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

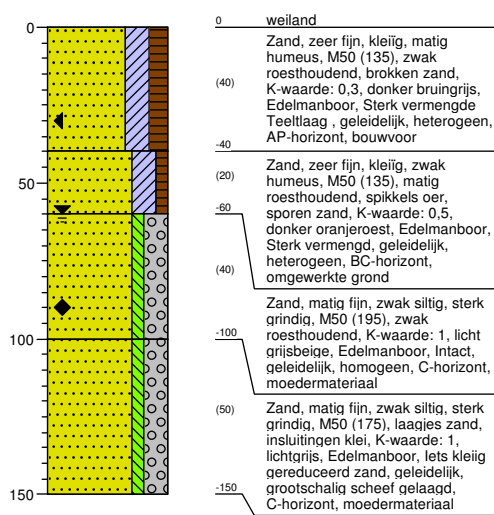
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 05b

X: 200993,06
Y: 463365,68
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

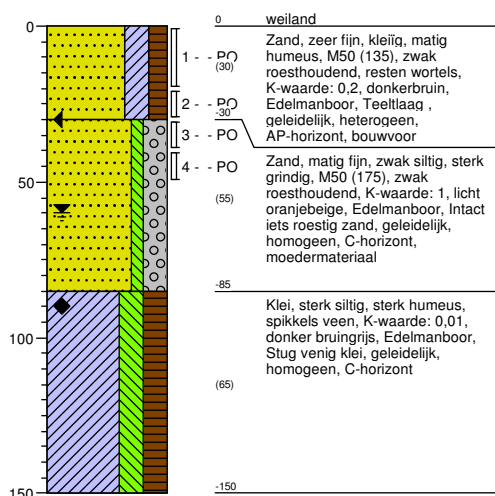
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 05c

X: 201006,79
Y: 463357,42
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm05

Datum: 14-01-2020

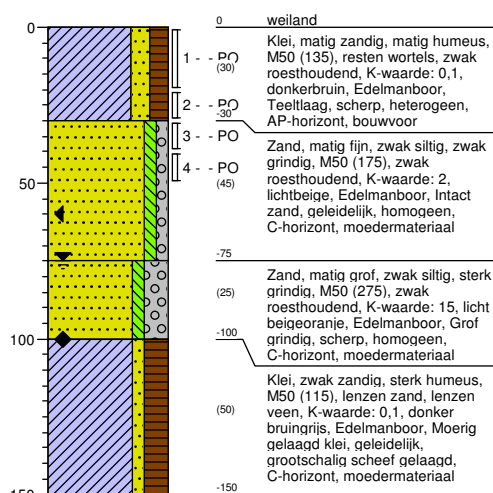
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 06a

X: 201082,41
Y: 463542,79
Datum: 14-01-2020
GWS: 75
GHG: 60
GLG: 100

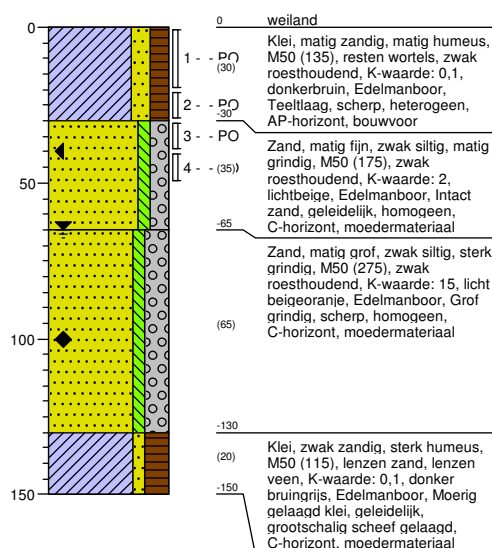
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 06b

X: 201071,31
Y: 463531,06
Datum: 14-01-2020
GWS: 65
GHG: 40
GLG: 100

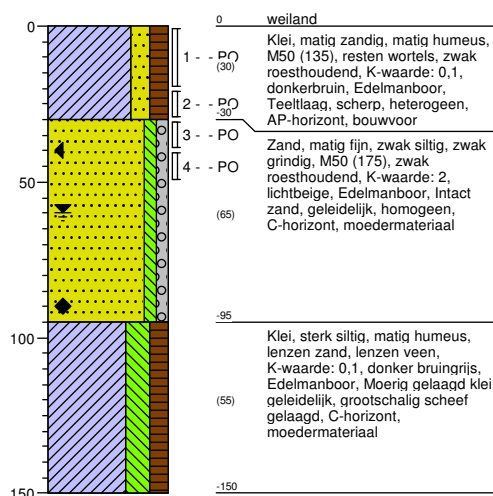
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 06c

X: 201085,70
Y: 463525,36
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 40
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm06

Datum: 14-01-2020

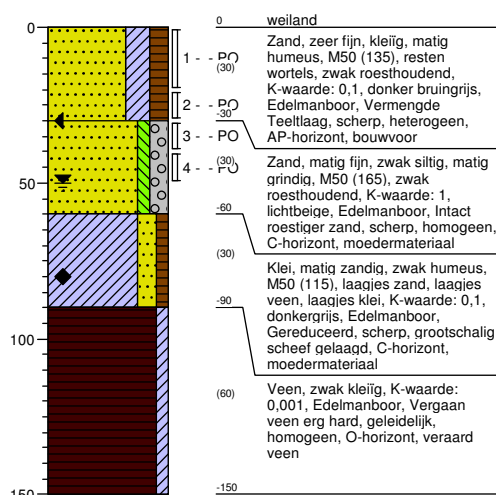
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 07a

X: 201138,34
Y: 463429,87
Datum: 14-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 80

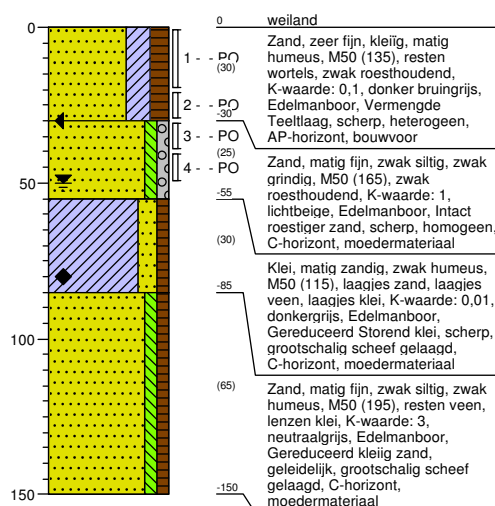
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 07b

X: 201133,23
Y: 463415,48
Datum: 14-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 80

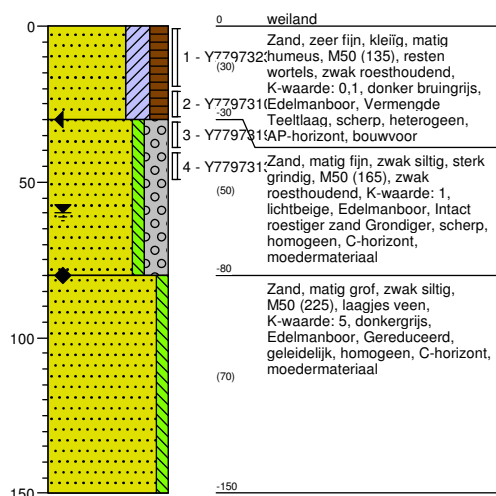
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 07c

X: 201151,28
Y: 463416,02
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 80

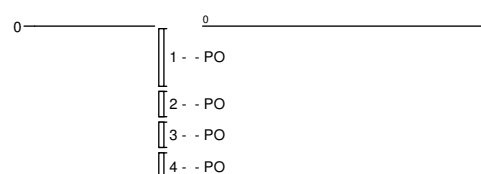
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm07

Datum: 14-01-2020

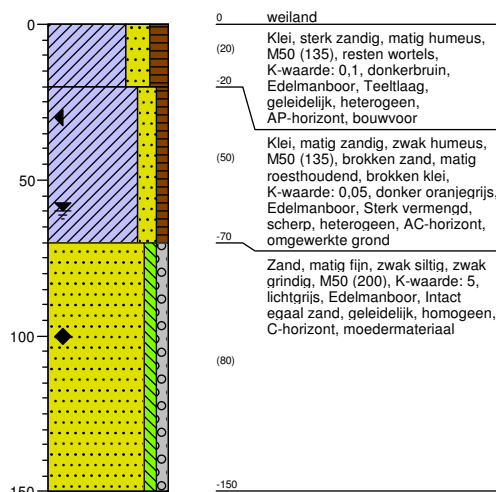
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 08a

X: 201033,17
Y: 463174,26
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

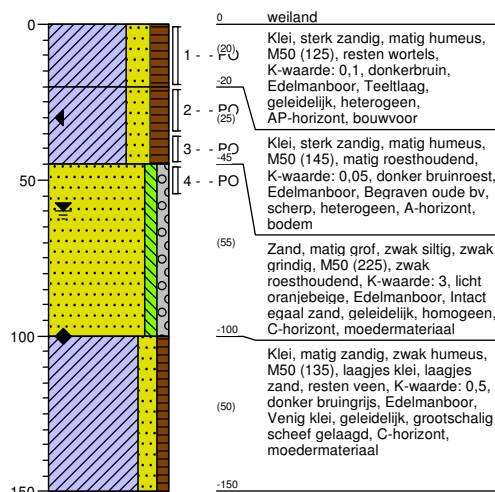
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 08b

X: 201021,17
Y: 463161,04
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

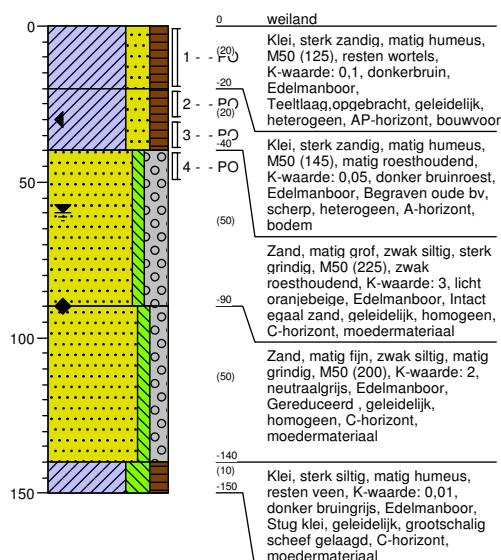
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 08c

X: 201035,27
Y: 463155,50
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm08

Datum: 14-01-2020

Boormeester Jan Vermeer



Projectcode: PR-19.178

Boormeester: Jan Vermeer

Projectnaam: Biogeochemisch onderzoek Lampenbroek

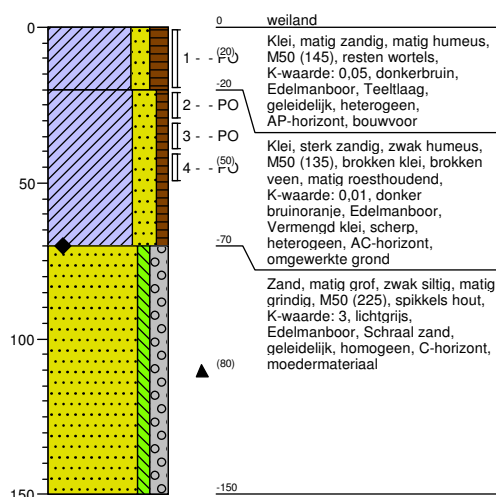
Projectleider: M.van Mullekom

Getekend volgens NEN 5104

Boring: 09a

X: 201127,75
Y: 462935,78
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 70

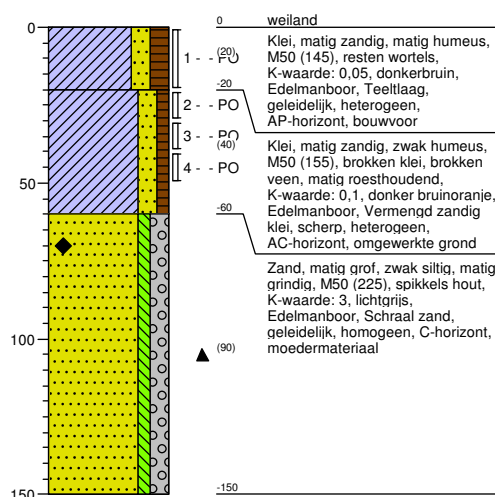
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 09b

X: 201140,31
Y: 462927,62
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 70

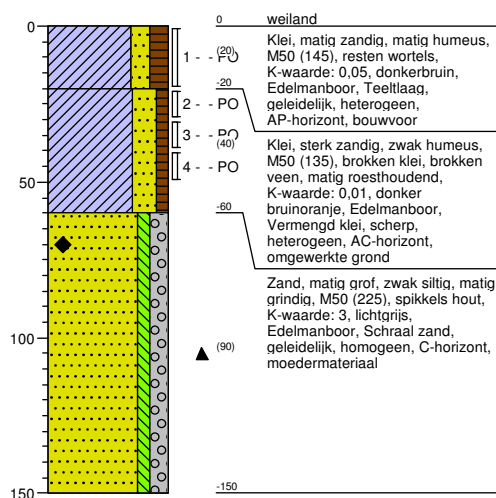
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 09c

X: 201124,79
Y: 462911,84
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 70

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm09

Datum: 16-01-2020

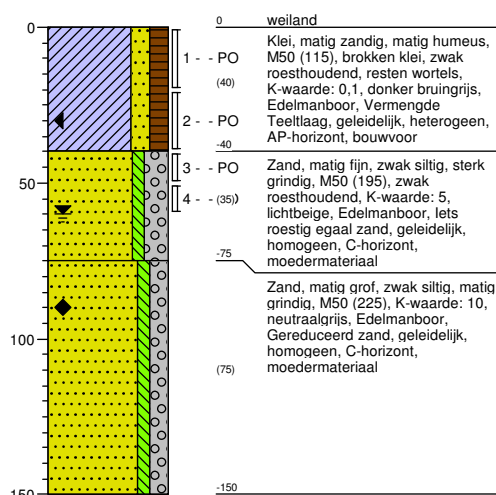
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 10a

X: 201220,20
Y: 463327,15
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

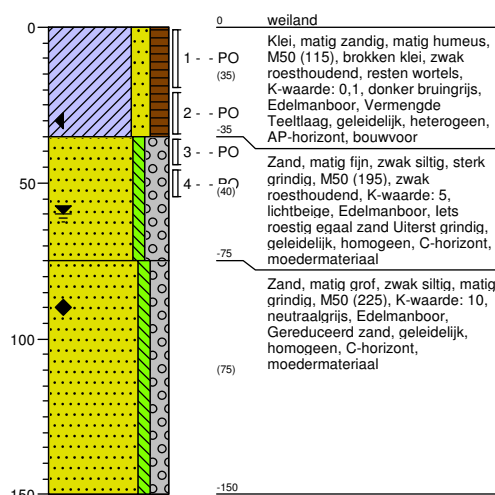
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 10b

X: 201213,95
Y: 463313,04
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

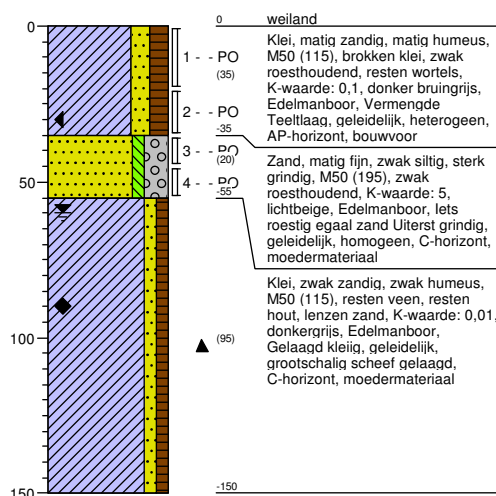
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 10c

X: 201226,07
Y: 463313,59
Datum: 14-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 90

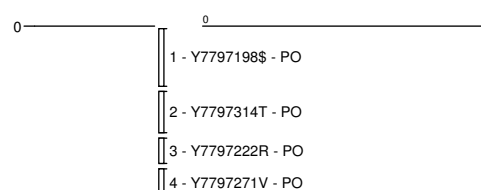
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm10

Datum: 14-01-2020

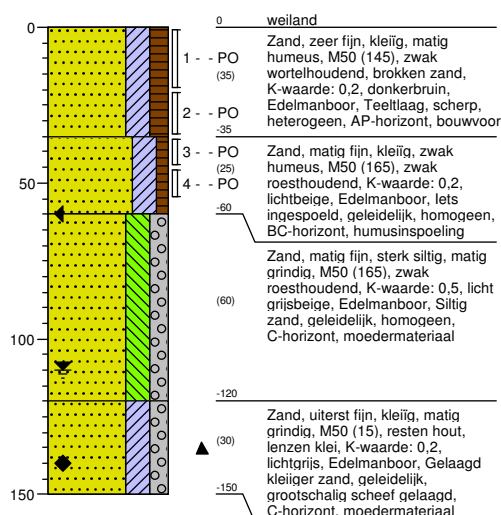
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 11a

X: 201304,96
Y: 463448,05
Datum: 15-01-2020
GWS: 110
GHG: 60
GLG: 140

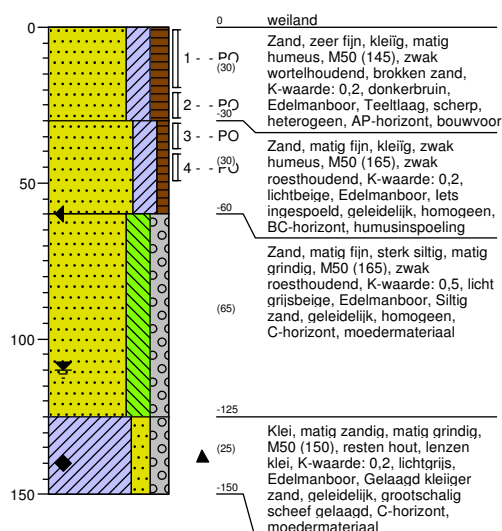
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 11b

X: 201299,01
Y: 463438,31
Datum: 15-01-2020
GWS: 110
GHG: 60
GLG: 140

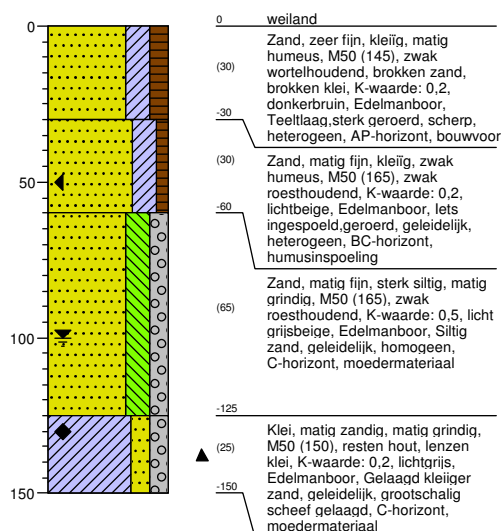
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 11c

X: 201311,22
Y: 463435,19
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 130

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm11

Datum: 15-01-2020

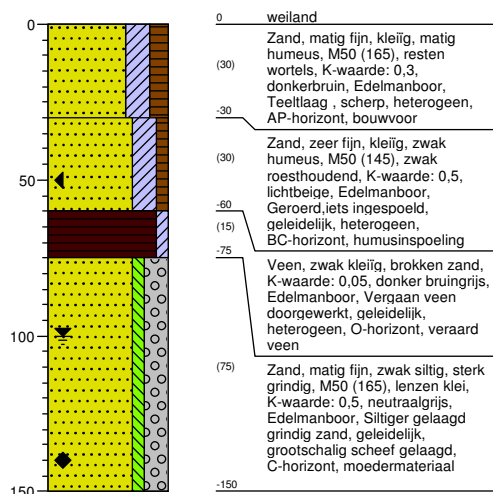
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 12a

X: 201272,91
Y: 463543,56
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 140

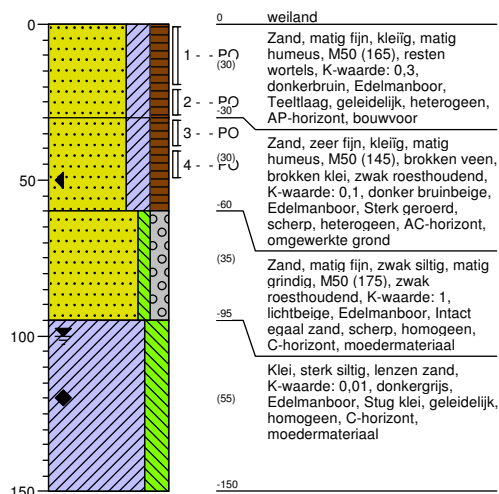
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 12b

X: 201262,42
Y: 463533,36
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 120

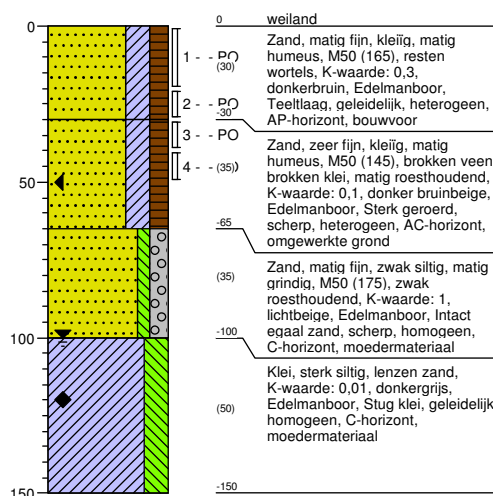
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 12c

X: 201275,16
Y: 463528,62
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 120

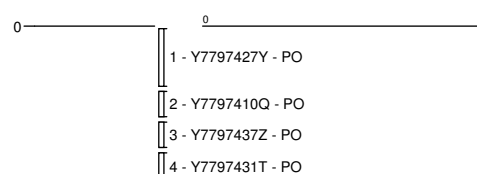
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm12

Datum: 15-01-2020

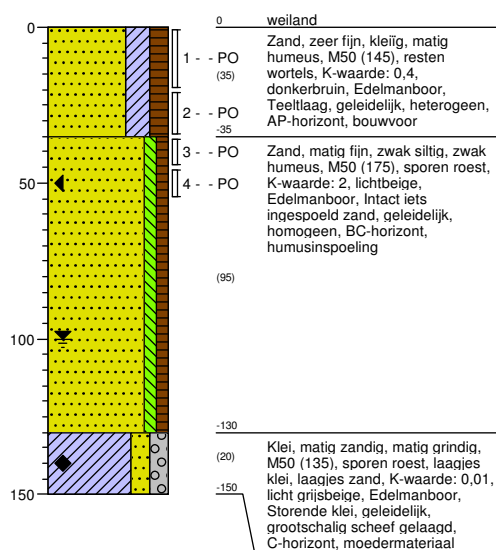
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 13a

X: 201422,13
Y: 463805,15
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 140

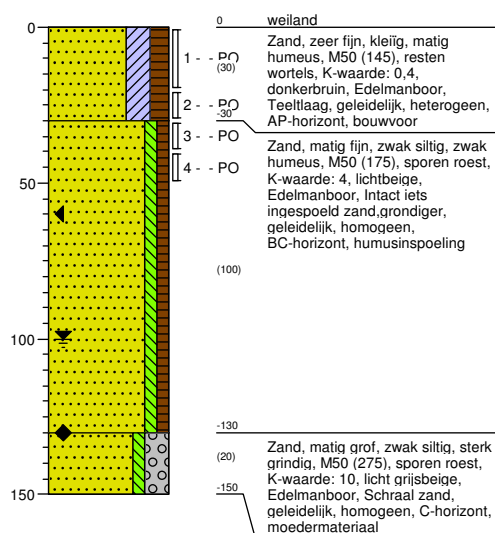
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 13b

X: 201413,71
Y: 463792,38
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 60
GLG: 130

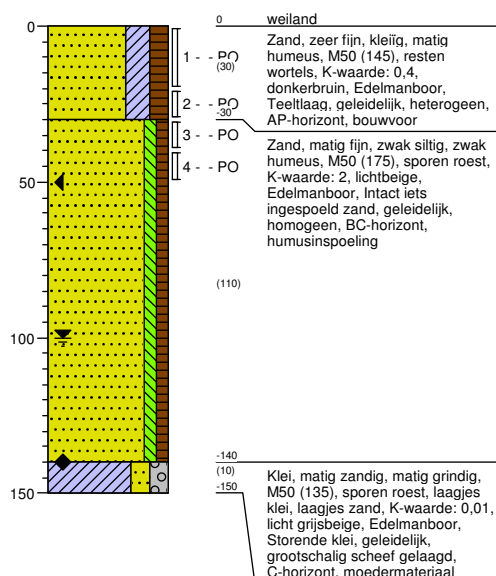
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 13c

X: 201427,00
Y: 463784,88
Datum: 15-01-2020
GWS: 100
GHG: 50
GLG: 140

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm13

Datum: 15-01-2020

Boormeester Jan Vermeer



Projectcode: PR-19.178

Boormeester: Jan Vermeer

Projectnaam: Biogeochemisch onderzoek Lampenbroek

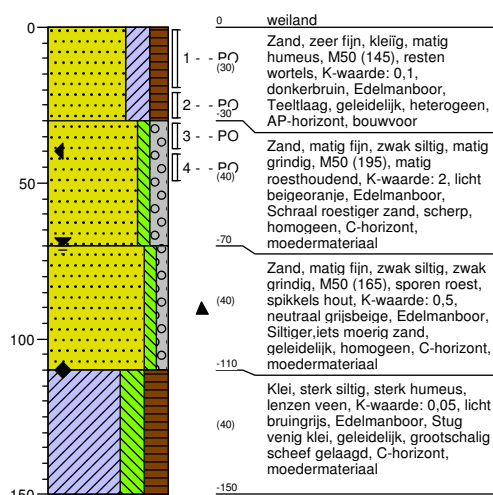
Projectleider: M.van Mullekom

Getekend volgens NEN 5104

Boring: 14a

X: 201437,03
Y: 463509,23
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 40
GLG: 110

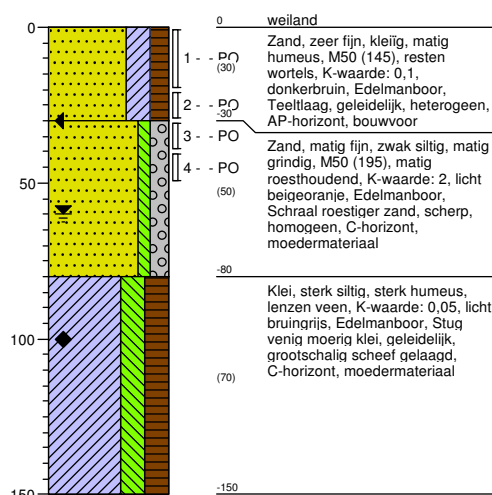
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 14b

X: 201430,96
Y: 463500,43
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

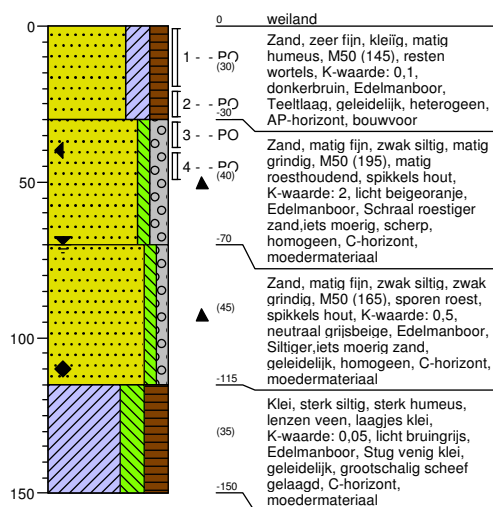
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 14c

X: 201443,98
Y: 463499,97
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 40
GLG: 110

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm14

Datum: 15-01-2020

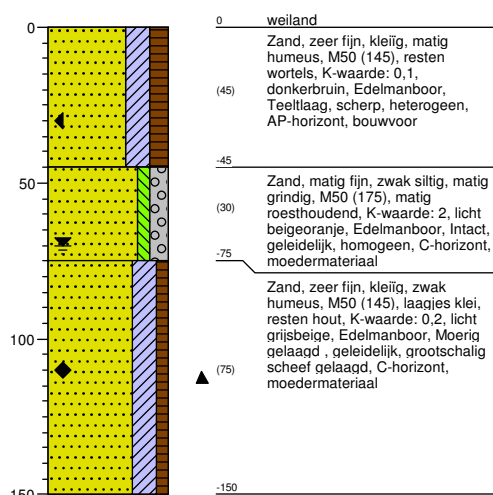
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 15a

X: 201561,64
Y: 463569,67
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 30
GLG: 110

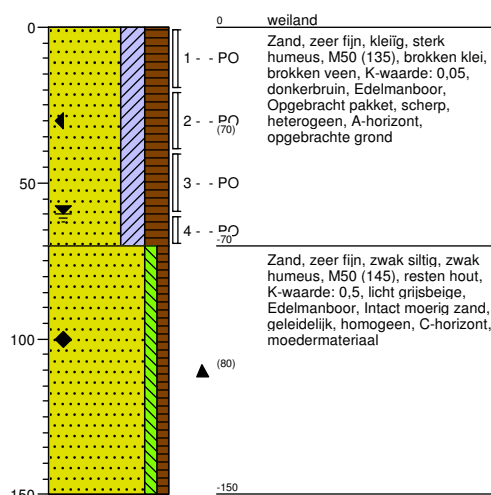
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 15b

X: 201548,42
Y: 463559,25
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

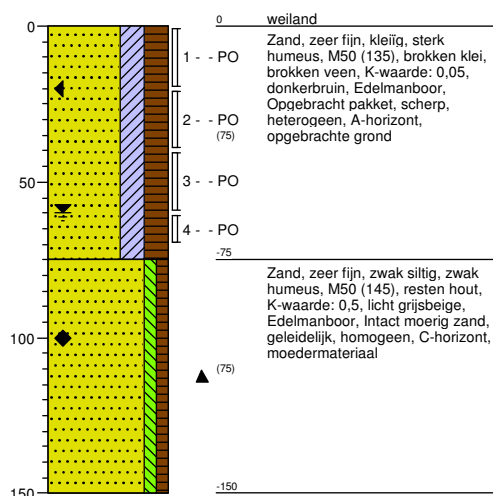
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 15c

X: 201561,18
Y: 463551,22
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 20
GLG: 100

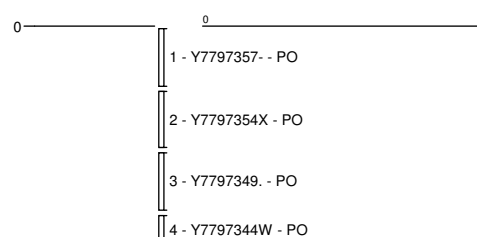
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm15

Datum: 15-01-2020

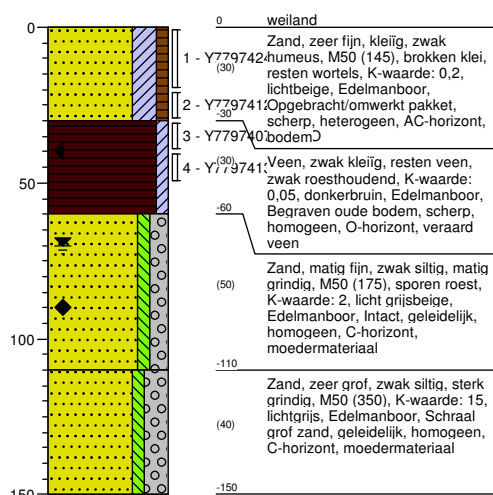
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 16a

X: 201421,56
Y: 463331,05
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 40
GLG: 90

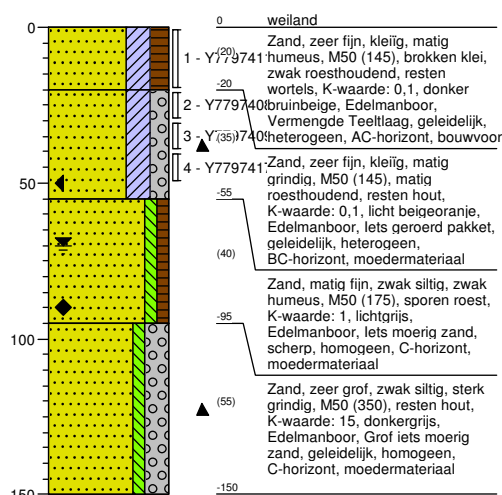
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 16b

X: 201418,69
Y: 463315,80
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 50
GLG: 90

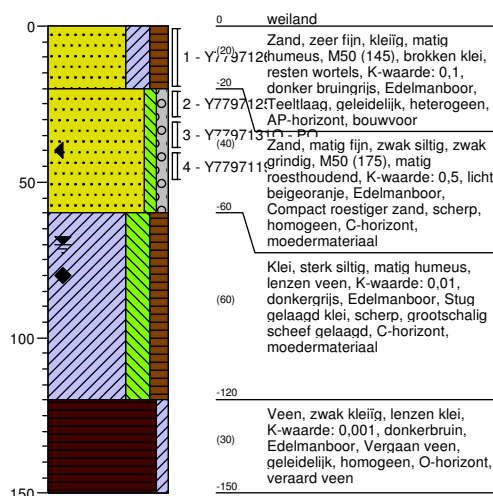
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 16c

X: 201432,94
Y: 463321,17
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 40
GLG: 80

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm16--

Datum: 17-01-2020

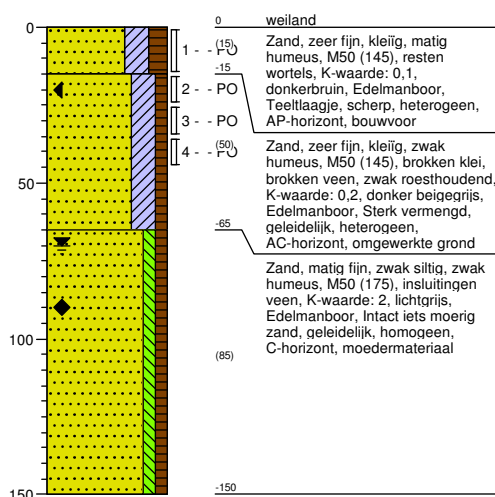
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 17a

X: 201521,56
Y: 463445,10
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 20
GLG: 90

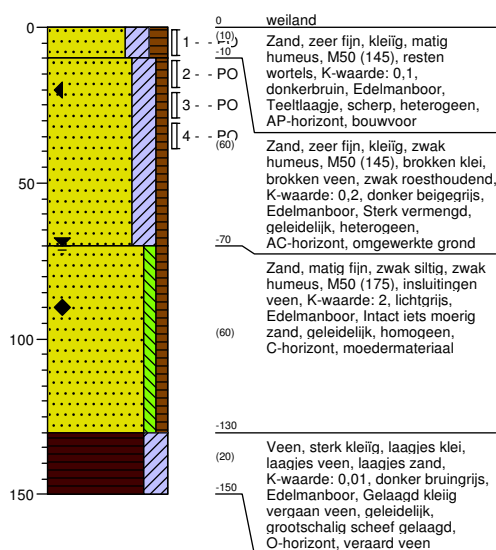
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 17b

X: 201514,47
Y: 463431,75
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 20
GLG: 90

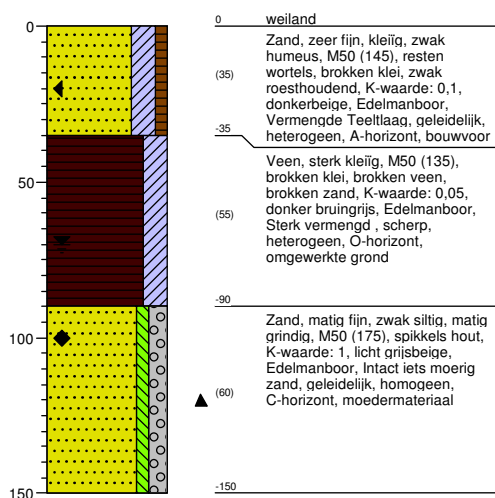
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 17c

X: 201529,35
Y: 463432,69
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 20
GLG: 100

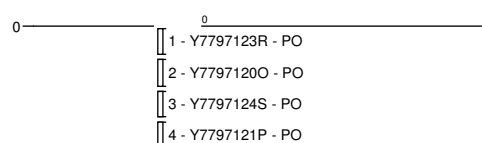
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm17

Datum: 15-01-2020

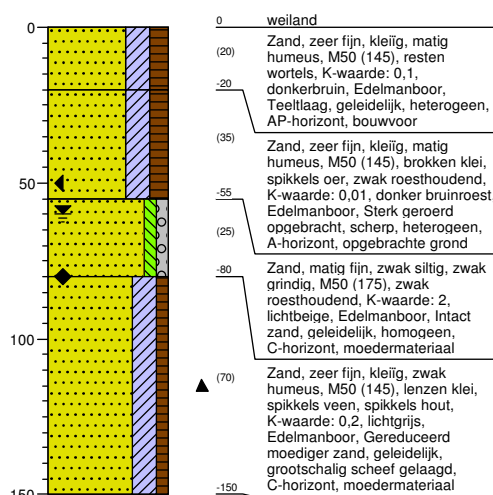
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 18a

X: 201715,77
Y: 463455,07
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 50
GLG: 80

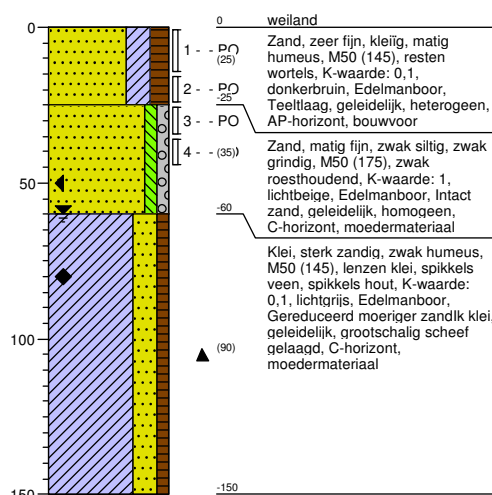
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 18b

X: 201710,57
Y: 463440,26
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 50
GLG: 80

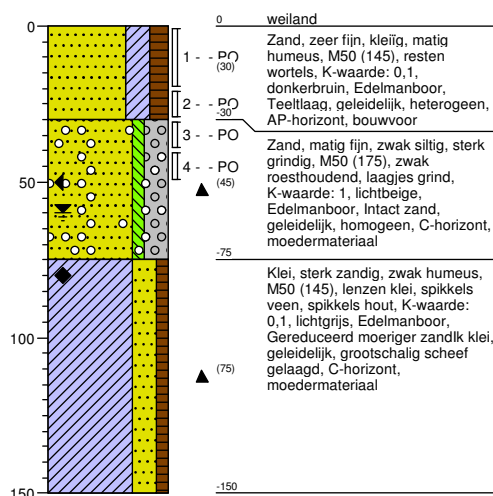
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 18c

X: 201724,12
Y: 463442,05
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 50
GLG: 80

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm18

Datum: 15-01-2020

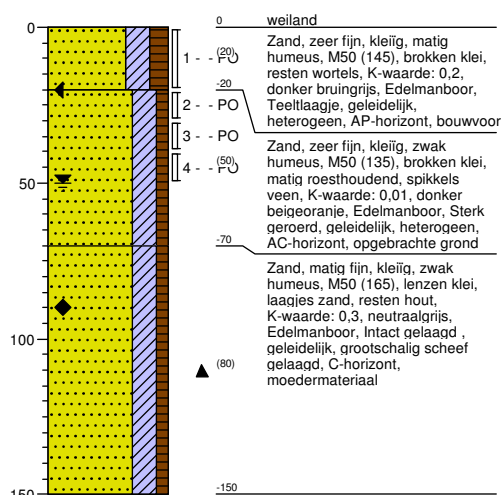
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 19a

X: 201947,07
Y: 463495,07
Datum: 15-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

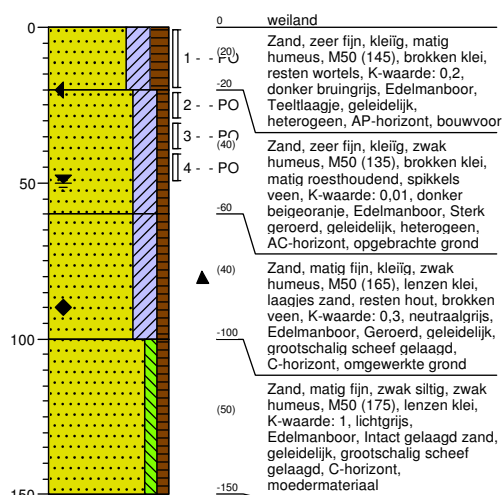
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 19b

X: 201938,59
Y: 463478,77
Datum: 15-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

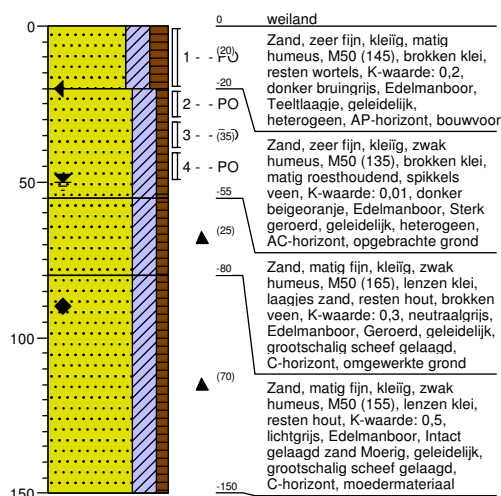
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 19c

X: 201955,95
Y: 463479,12
Datum: 15-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

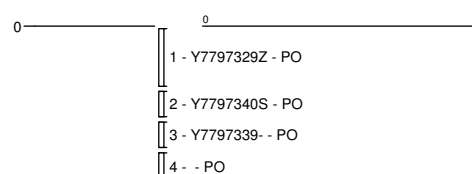
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm19

Datum: 15-01-2020

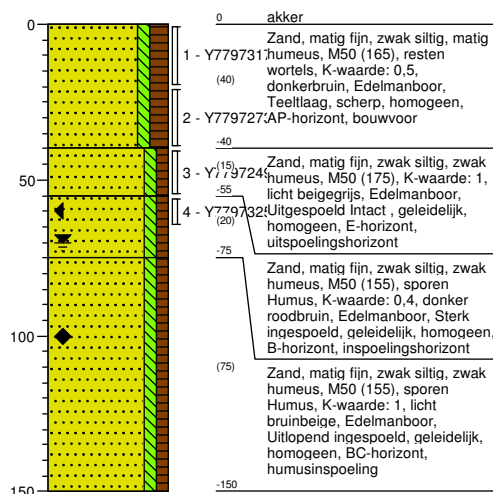
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 20a

X: 202078,75
Y: 463518,18
Datum: 15-01-2020
GWS: 70
GHG: 60
GLG: 100

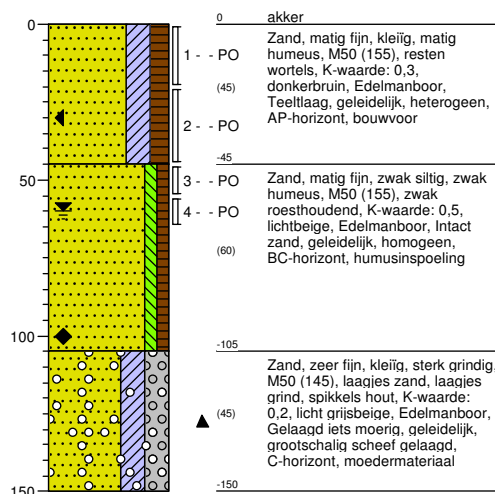
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 20b

X: 202066,26
Y: 463512,74
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

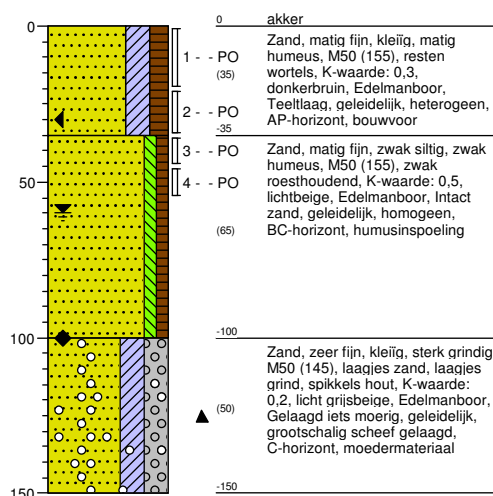
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 20c

X: 202083,76
Y: 463508,45
Datum: 15-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

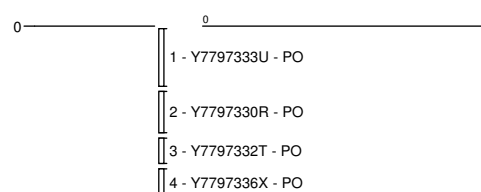
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm20

Datum: 15-01-2020

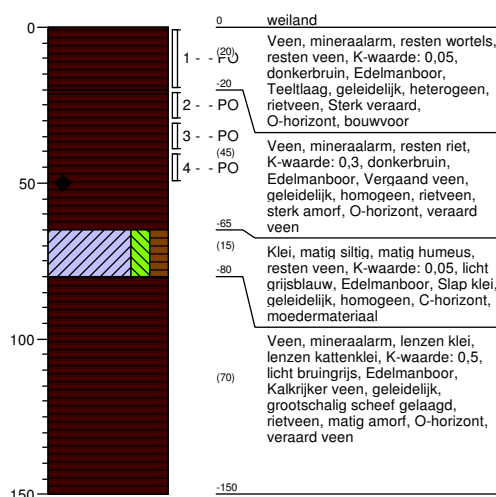
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 21a

X: 201242,65
Y: 462688,13
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 50

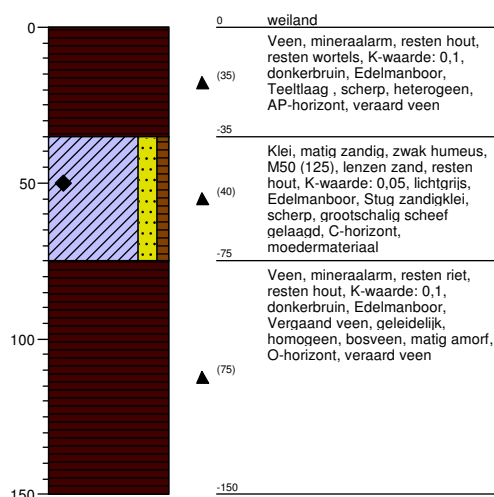
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 21b

X: 201239,52
Y: 462675,12
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 50

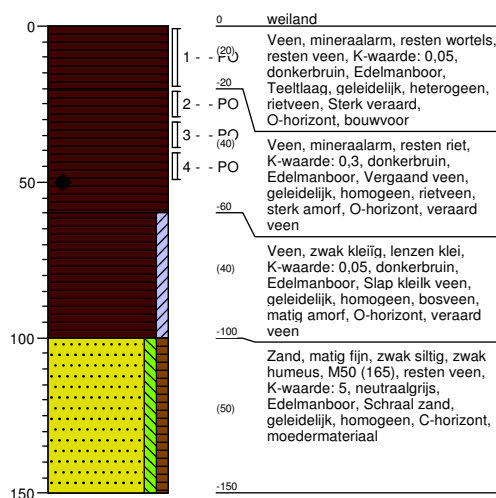
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 21c

X: 201260,38
Y: 462685,32
Datum: 16-01-2020
GWS: 0
GHG: 0
GLG: 50

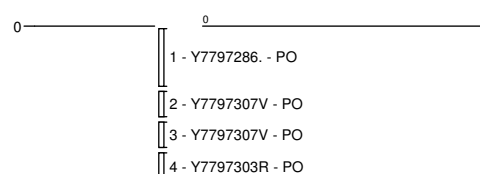
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm21

Datum: 16-01-2020

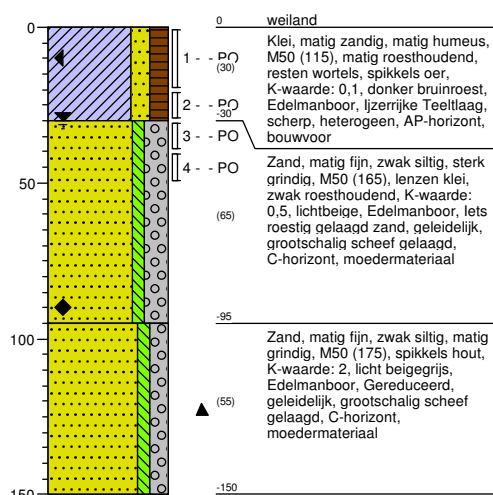
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 22a

X: 201312,22
Y: 462792,38
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 90

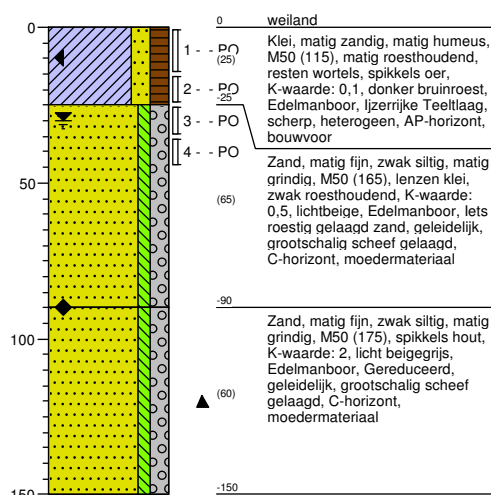
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 22b

X: 201312,16
Y: 462775,72
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 90

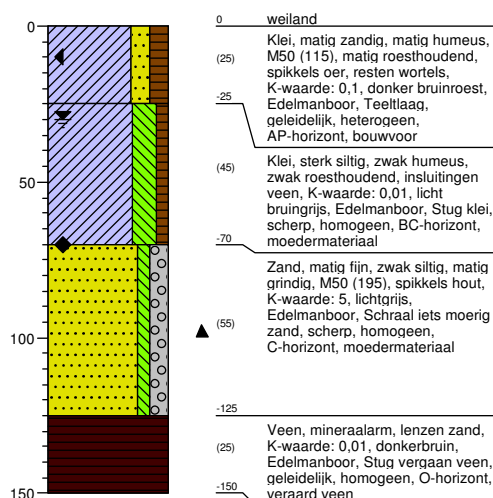
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 22c

X: 201326,98
Y: 462788,53
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 70

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm22

Datum: 16-01-2020

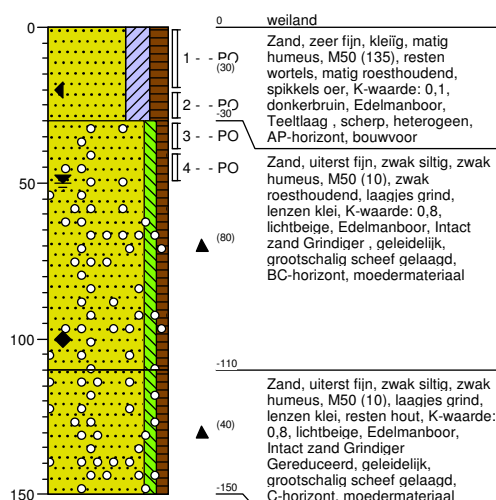
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 23a

X: 201379,44
Y: 462726,74
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 100

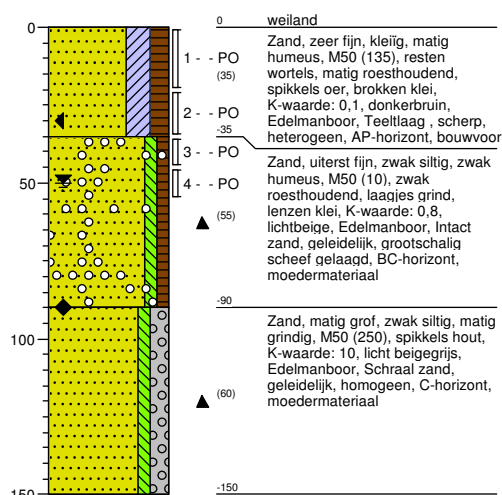
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 23b

X: 201377,43
Y: 462713,78
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 90

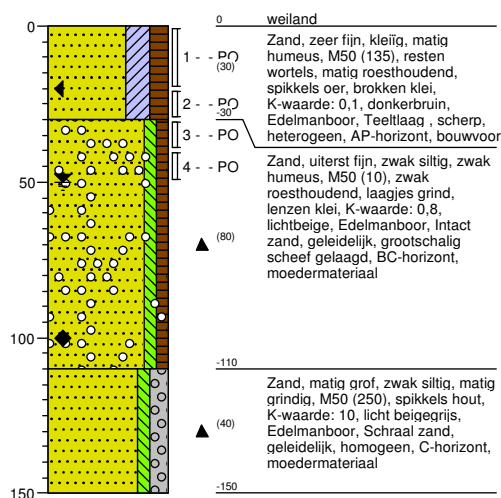
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 23c

X: 201390,17
Y: 462720,80
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 100

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm23

Datum: 16-01-2020

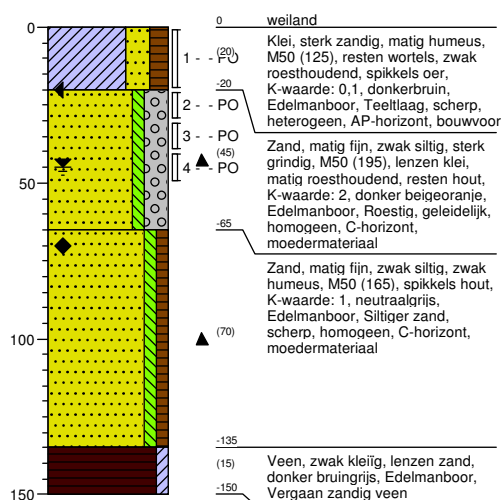
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 24a

X: 201443,46
Y: 462862,84
Datum: 16-01-2020
GWS: 45
GHG: 20
GLG: 70

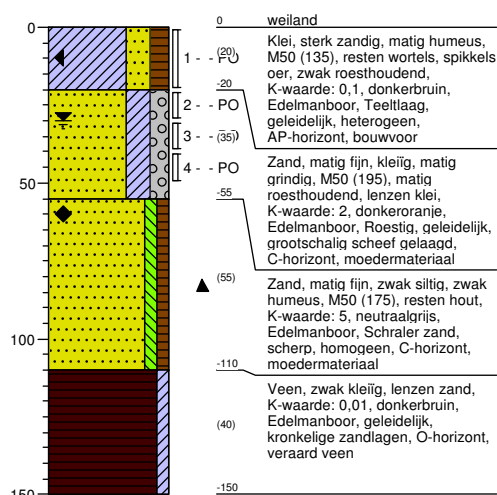
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 24b

X: 201439,66
Y: 462849,20
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 60

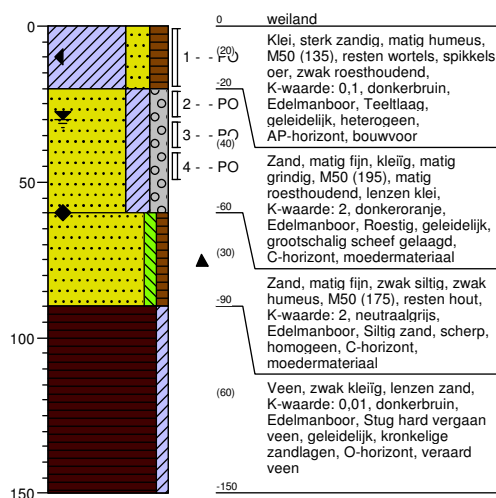
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 24c

X: 201450,94
Y: 462849,73
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 60

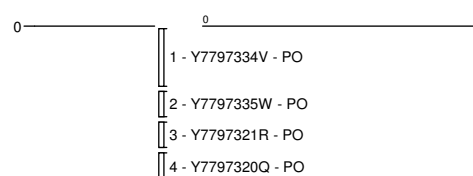
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm24

Datum: 16-01-2020

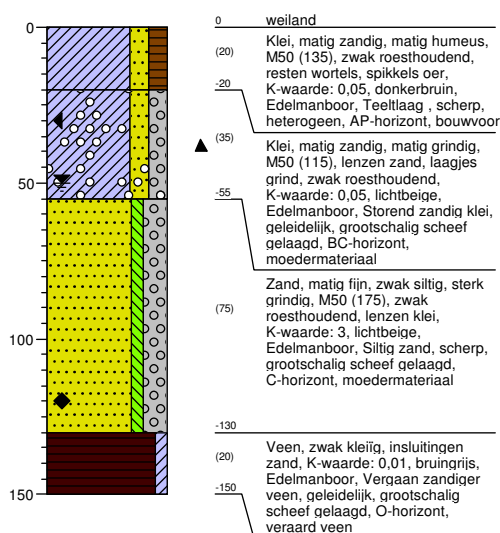
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 25a

X: 201525,52
Y: 462694,58
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 120

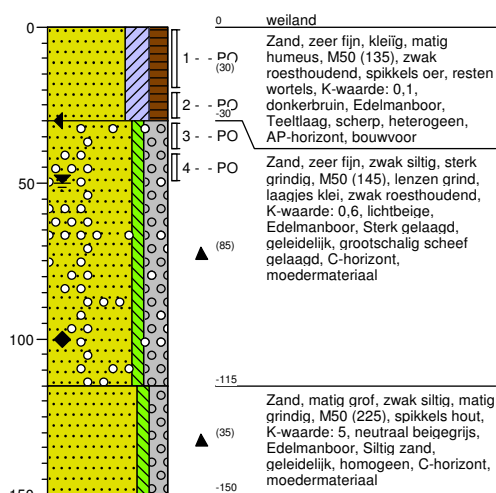
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 25b

X: 201518,70
Y: 462680,94
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 100

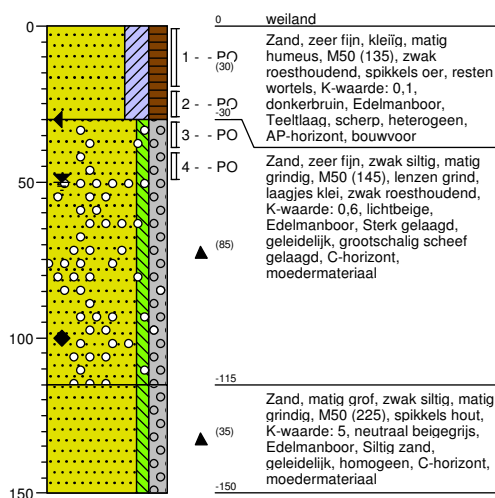
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 25c

X: 201532,85
Y: 462678,05
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 100

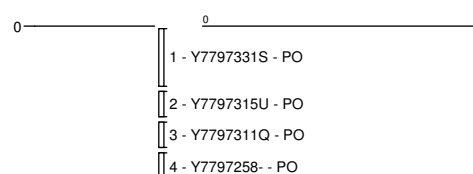
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm25

Datum: 16-01-2020

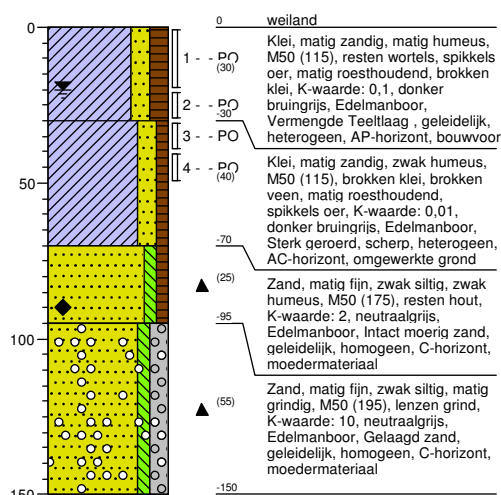
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 26a

X: 201620,03
Y: 462875,39
Datum: 16-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 90

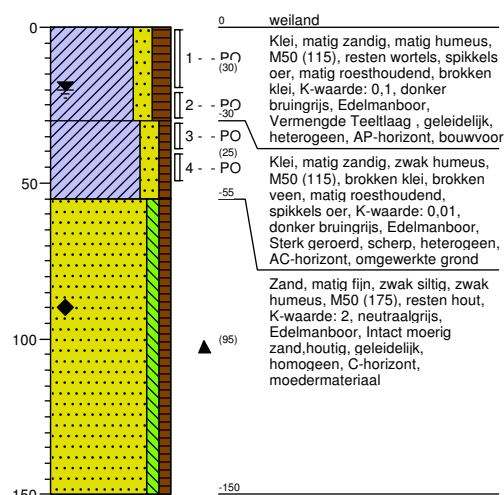
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 26b

X: 201613,11
Y: 462867,22
Datum: 16-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 90

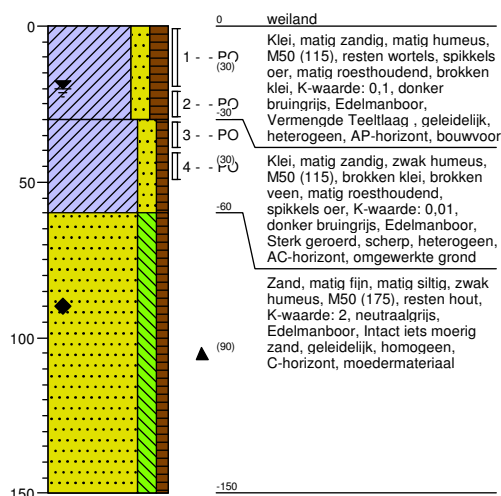
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 26c

X: 201629,24
Y: 462865,25
Datum: 16-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm26

Datum: 16-01-2020

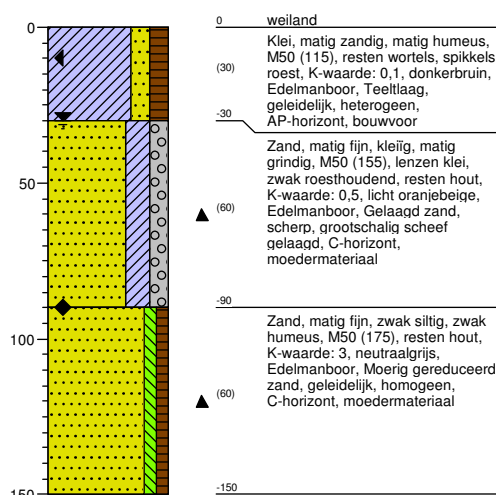
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 27a

X: 201647,00
Y: 462807,48
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 90

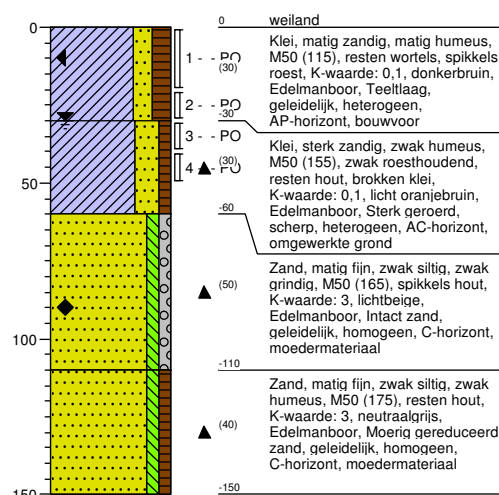
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 27b

X: 201644,52
Y: 462911,84
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 90

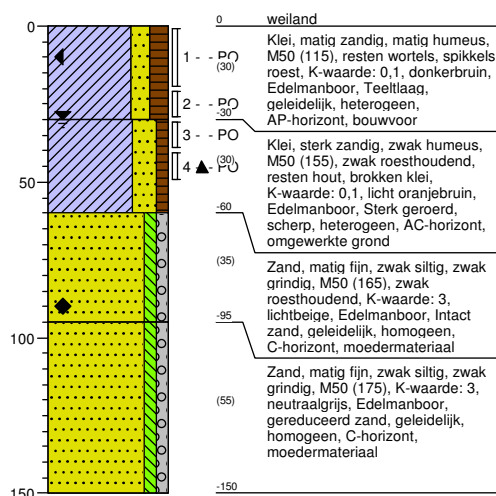
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 27c

X: 201659,67
Y: 462798,45
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm27

Datum: 16-01-2020

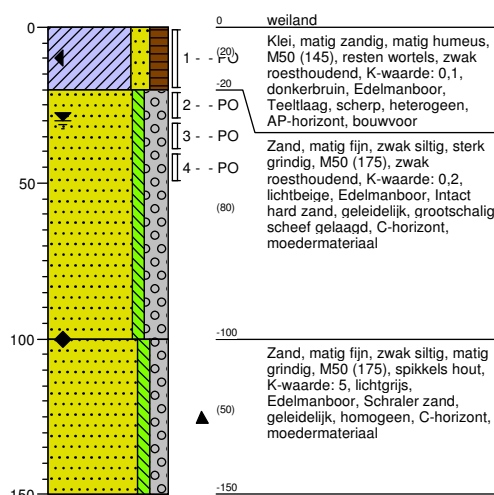
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 28a

X: 201714,15
Y: 462591,91
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 100

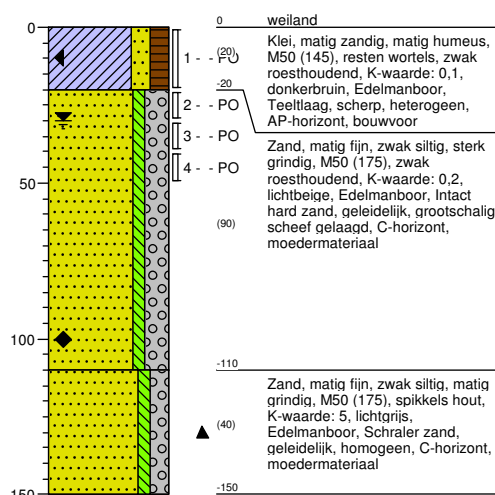
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 28b

X: 201708,93
Y: 462578,33
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 100

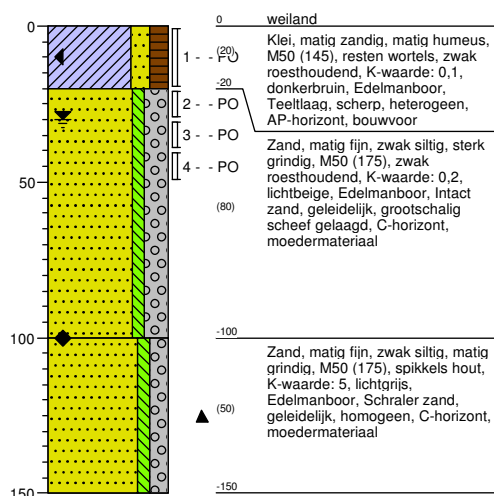
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 28c

X: 201725,86
Y: 462583,14
Datum: 16-01-2020
GWS: 30
GHG: 10
GLG: 100

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm28

Datum: 16-01-2020

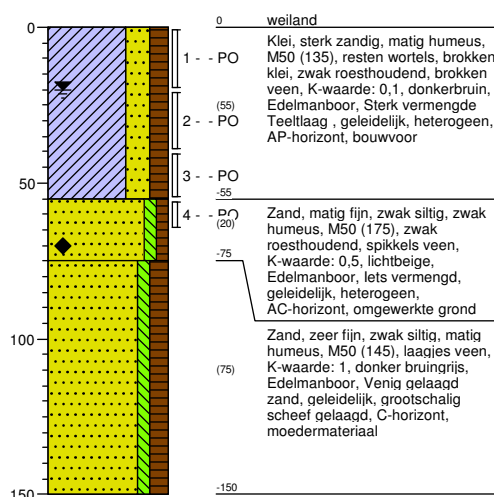
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 30a

X: 202080,09
Y: 462816,60
Datum: 17-01-2020
GWS: 20
GHG: 0
GLG: 70

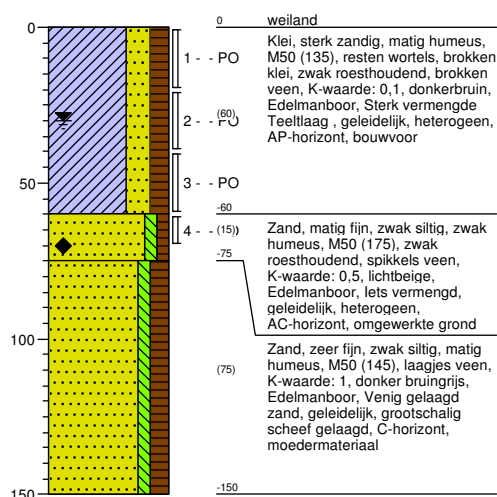
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 30b

X: 202070,67
Y: 462830,07
Datum: 17-01-2020
GWS: 30
GHG: 0
GLG: 70

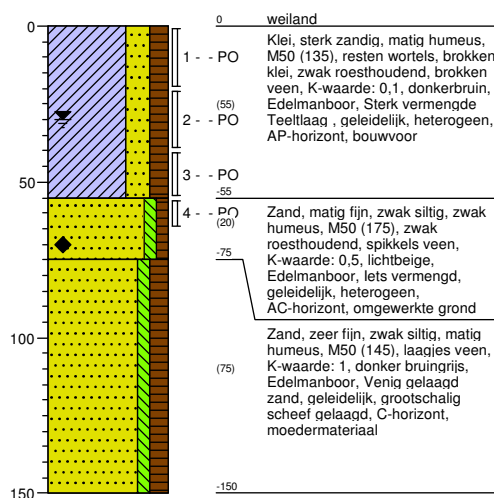
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 30c

X: 202066,05
Y: 462814,62
Datum: 17-01-2020
GWS: 30
GHG: 0
GLG: 70

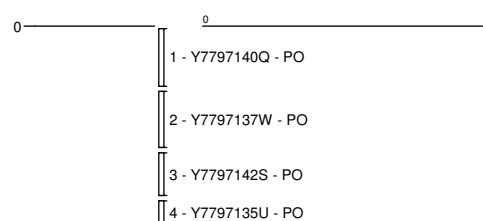
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm30

Datum: 17-01-2020

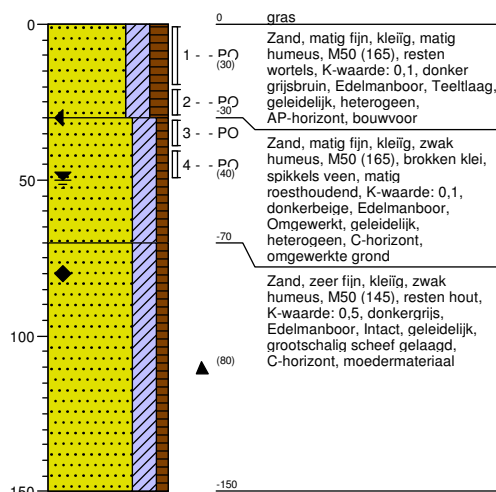
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 31a

X: 202258,17
Y: 462998,02
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 80

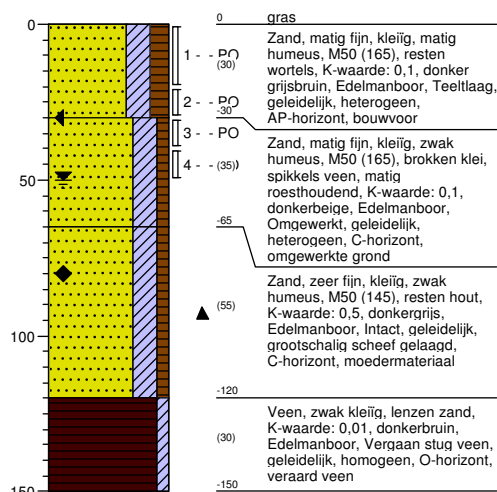
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 31b

X: 202245,94
Y: 462991,30
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 80

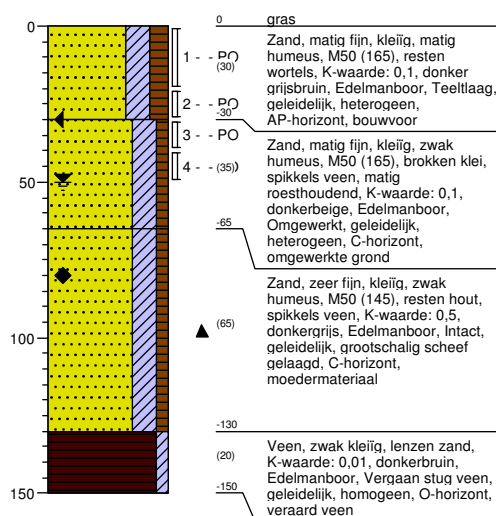
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 31c

X: 202258,12
Y: 462985,56
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 80

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm31

Datum: 16-01-2020

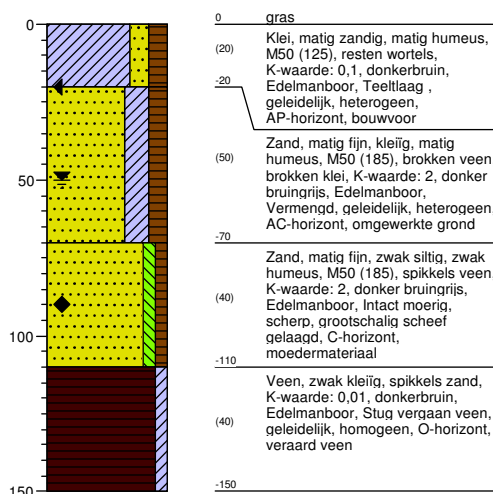
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 32a

X: 202368,20
Y: 462894,78
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

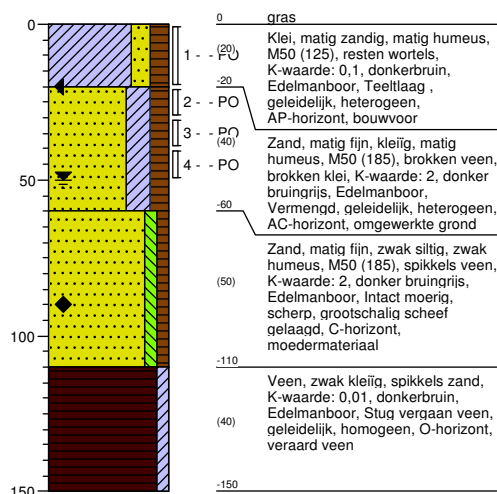
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 32b

X: 202355,52
Y: 462896,73
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

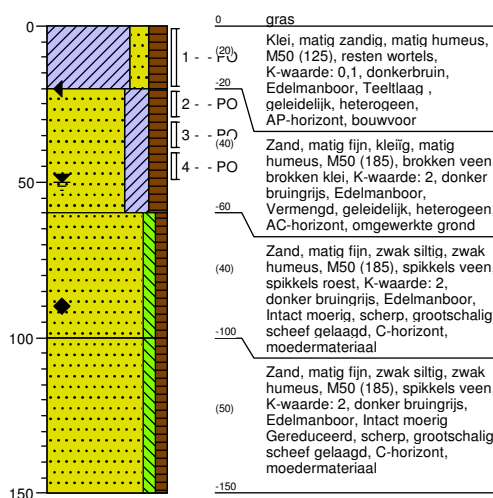
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 32c

X: 202363,66
Y: 462886,67
Datum: 16-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 90

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm32

Datum: 16-01-2020

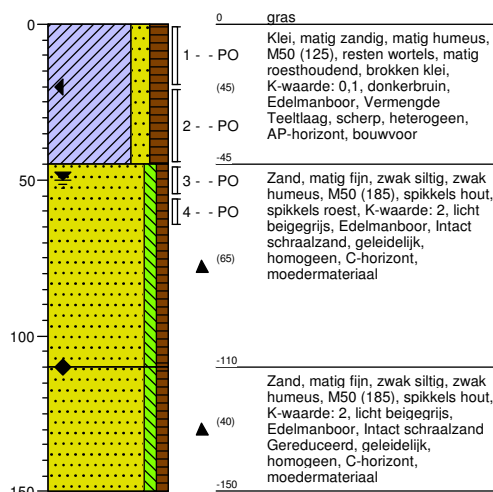
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 33a

X: 202440,37
Y: 462732,38
Datum: 17-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 110

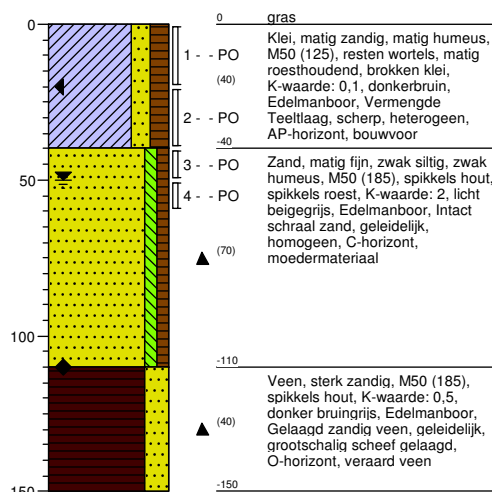
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 33b

X: 202442,07
Y: 462718,97
Datum: 17-01-2020
GWS: 50
GHG: 20
GLG: 110

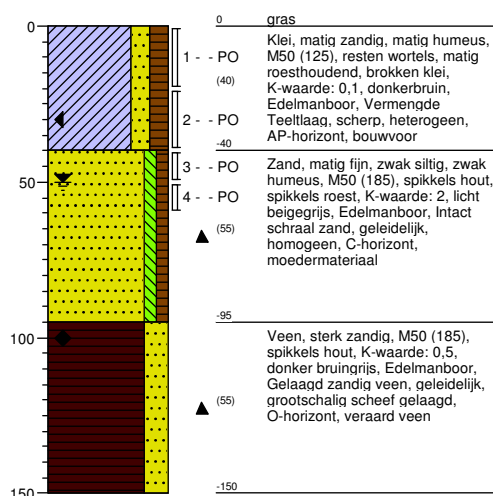
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 33c

X: 202457,51
Y: 462724,77
Datum: 17-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 100

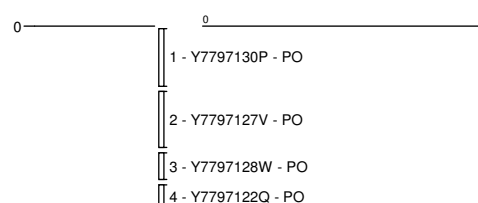
Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm33

Datum: 17-01-2020

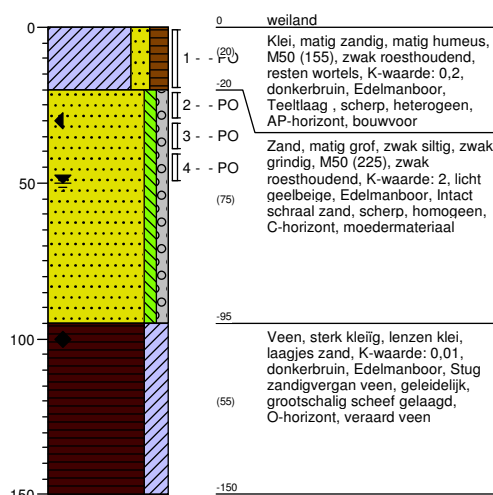
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 34a

X: 202238,42
Y: 462705,25
Datum: 17-01-2020
GWS: 50
GHG: 30
GLG: 100

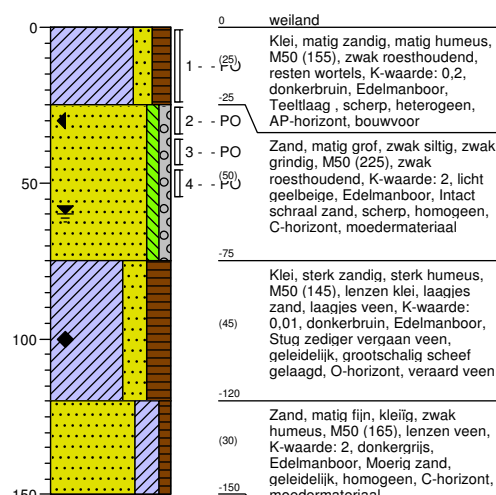
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 34b

X: 202242,59
Y: 462690,56
Datum: 17-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

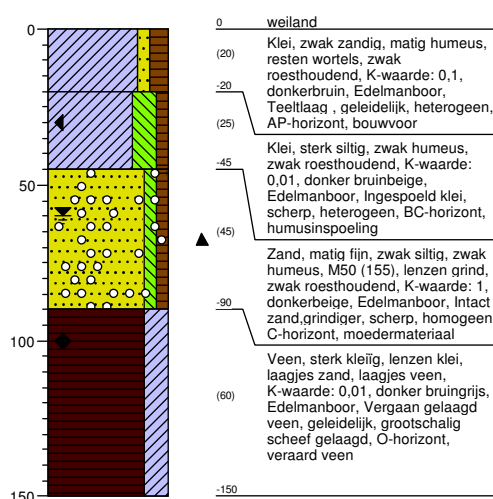
Boormeester Jan Vermeer



Boring: 34c

X: 202252,01
Y: 462699,51
Datum: 17-01-2020
GWS: 60
GHG: 30
GLG: 100

Boormeester Jan Vermeer



Boring: Mm34

Datum: 17-01-2020

Boormeester Jan Vermeer



B
ware

www.b-ware.eu