



inbo



Instituut voor
Natuur- en Bosonderzoek

Bodemchemisch onderzoek i.f.v.natuurherstel in de Oostvoorduin en de Oude Hazegraspolder te Knokke

Cécile Herr, Maarten Hens

Auteurs:

Cécile Herr, Maarten Hens
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070
www.inbo.be

e-mail:

cecile.herr@inbo.be

Wijze van citeren:

Herr C., Hens M. (2014). Bodemchemisch onderzoek i.f.v.natuurherstel in de Oostvoorduin te Koksijde en de Oude Hazegraspolder te Knokke. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (INBO.R.2014.2059894). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2014/3241/182

INBO.R.2014.2059894

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Oostvoorduin (Koksijde), bemonsterde locatie 4, april 2014. Foto: K. Vervae

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB)



Bodemchemisch onderzoek i.f.v. natuurherstel in de Oostvoorduin en te Koksijde en de Oude Hazegraspolder te Knokke

Cécile Herr & Maarten Hens

INBO.R.2014.2059894
D/2014/3241/182

Studie uitgevoerd in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos West-
Vlaanderen

30 september 2014

Inhoud

1	Inleiding.....	4
2	Staalname en chemische analyses	5
2.1	Bodemstaalname.....	5
2.1.1	Locaties	5
2.1.2	Staalname.....	5
2.2	Bodemchemische analyses	7
3	Resultaten	8
3.1	Zuurtegraad	8
3.2	Koolstof en organische stof.....	8
3.3	Fosfor	9
3.3.1	Totaal P	9
3.3.2	Plantbeschikbaar fosfor	9
3.4	Kationuitwisselingscapaciteit & uitwisselbare kationen	11
3.4.1	Kationuitwisselingscapaciteit.....	11
3.4.2	Uitwisselbare kationen en basenverzadiging	11
4	Bespreking	20
4.1	Bodemchemische toestand	20
4.2	Gevolgen voor natuurherstel.....	20
5	Besluit	24
	Referenties	25
	Bijlage A: Landschappelijke situering terreinen	26

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de resultaten van een verkennend bodemchemisch onderzoek dat het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) uitgevoerd heeft in Koksijde en in Knokke in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) West Vlaanderen.

Het ANB wenst enkele percelen in de Oude Hazegraspolder/Kalfduinen in Knokke en in de Oostvoorduinen/Manet in Koksijde te ontwikkelen tot (voedselarme) natuurterreinen (schrале duingraslandvegetaties en duinvalleien). Die terreinen zijn in landbouwgebruik, of zijn voormalig in landbouwgebruik geweest, het valt dus te verwachten dat in de bouwvoor te veel nutriënten aanwezig zijn om zonder bijkomende ingrepen de ontwikkeling van voedselarme natuurtypen te doen slagen.

Het ANB gaf de opdracht aan het INBO om op zes locaties op de om te vormen (voormalige) landbouwpercelen de bodemchemische toestand op te meten. Bijzondere aandacht ging hierbij uit naar het bodemchemisch vaststellen van de mate van vermesting en verzuring. Dit vooronderzoek moet ook bepalen hoe diep de bouwvoor eventueel moet afgegraven worden.

2 Staalname en chemische analyses

2.1 Bodemstaalname

2.1.1 Locaties

Op 22 april 2014 werden op twee landbouwpercelen in Knokke en vier in Koksijde in totaal 18 bodemstalen verzameld. De staalnamelocaties werden aangewezen door het Agentschap voor Natuur en Bos.

In de Oude Hazegraspolder/Kalfduinen te Knokke zijn de staalnamelocaties gelegen in twee akkerbouwpercelen (locaties 5 en 6 op figuur 1), de laatste jaren meestal ingezaaid met korrel- en silomais en graangewassen zoals wintertarwe en triticale. In de Oostvoorduinen/Manet te Koksijde betrof het verschillende kleine percelen grasland (oude duinakkers) omringd door houtkanten (locaties 1 t/m 4, zie landschappelijke situering in de bijlage A). De ligging van elke staalnamelocatie werd met behulp van een hand-GPS ingemeten en is aangegeven op figuur 1.

Op één van de onderzochte locaties (locatie 1) kwam een ongewoon profiel naar voor qua fosfaatbeschikbaarheid (zie punt 3.3.2). Om die reden wenste ANB over te gaan tot bijkomende boringen en analyses. In overleg met ANB werd dus voorgesteld om in de omgeving van locatie 1 twee bijkomende boringen en profielanalyses uit te voeren (locaties 1_1 en 1_2). Het terreinwerk vond plaats op 14/08/2014.

Figuur 1 toont de bodemopbouw van het gebied volgens de Bodemkaart van België (Van Ranst & Sys 2000). De graslandpercelen in de Oostvoorduinen liggen op geëgaliseerde duingronden. Het grootste deel van het terrein wordt gekenmerkt als middelmatig vochtig (C2, locaties 1, 3 en 4), terwijl de meest noordelijke locatie op droge grond ligt (C1, locatie 2). De maisakkers in de Oude Hazegraspolder in Knokke (locaties 5 en 6) bevinden zich integraal op duinzandgronden die rusten op polderafzettingen (Da; tabel 1).

2.1.2 Staalname

Op elke staalnamelocatie werd eerst een verkennende boring uitgevoerd om de bodemopbouw te controleren op aanwezigheid van kleiige polderafzettingen. Deze eerste boring laat ook toe om de dikte van de bouwvoor na te gaan (figuur 2, tabel 1). Tot ongeveer 30 cm onder de bouwvoor was enkel zand aangetroffen (grof zand in de Oostvoorduinen en fijner zand in de Oude Hazegraspolder).

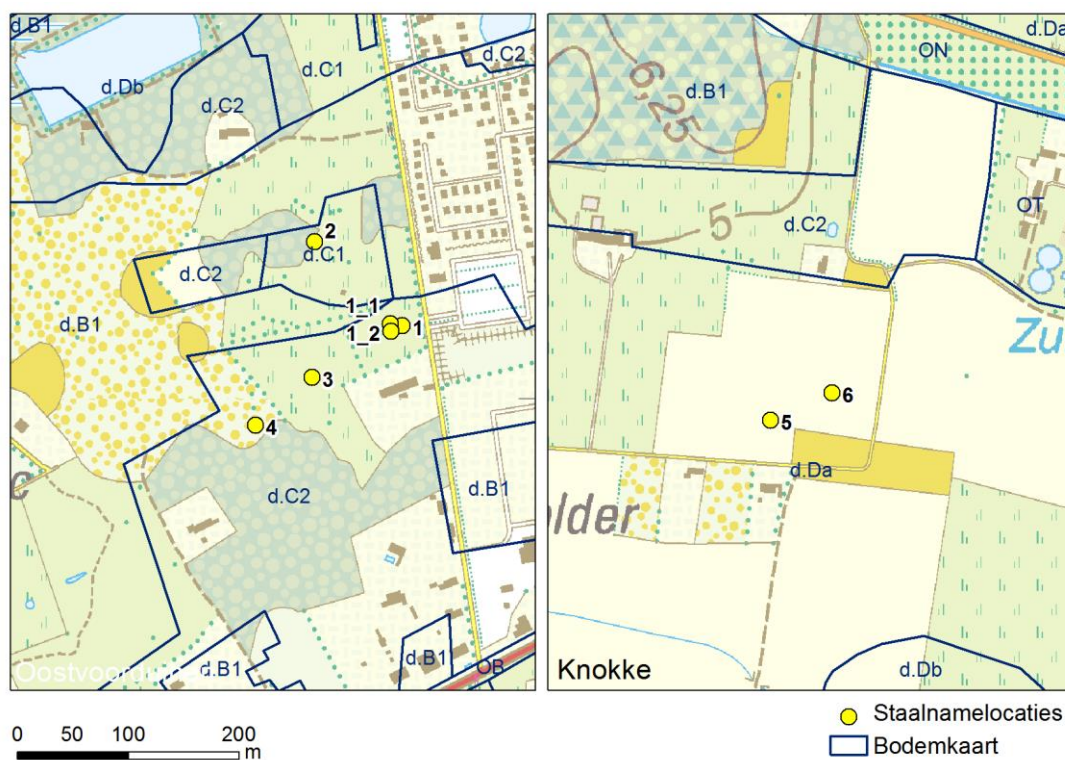
Tabel 1 Bodemtype en diepte van de bouwvoor op de acht staalnamelocaties in de Oostvoorduinen en de Oude Hazegraspolder. Zie figuren 1 en 2 voor ligging van staalnamelocaties.

Locatie	Bouwvoor cm	Bodemtype volgens Bodemkaart van België
Blijvende graslanden Oostvoorduinen (Koksijde)		
1	45	C2 middelmatig vochtige geëgaliseerde duingronden
1_1	45	C2 middelmatig vochtige geëgaliseerde duingronden
1_2	45	C2 middelmatig vochtige geëgaliseerde duingronden
2	45	C1 droge geëgaliseerde duingronden
3	45	C2 middelmatig vochtige geëgaliseerde duingronden
4	55	C2 middelmatig vochtige geëgaliseerde duingronden

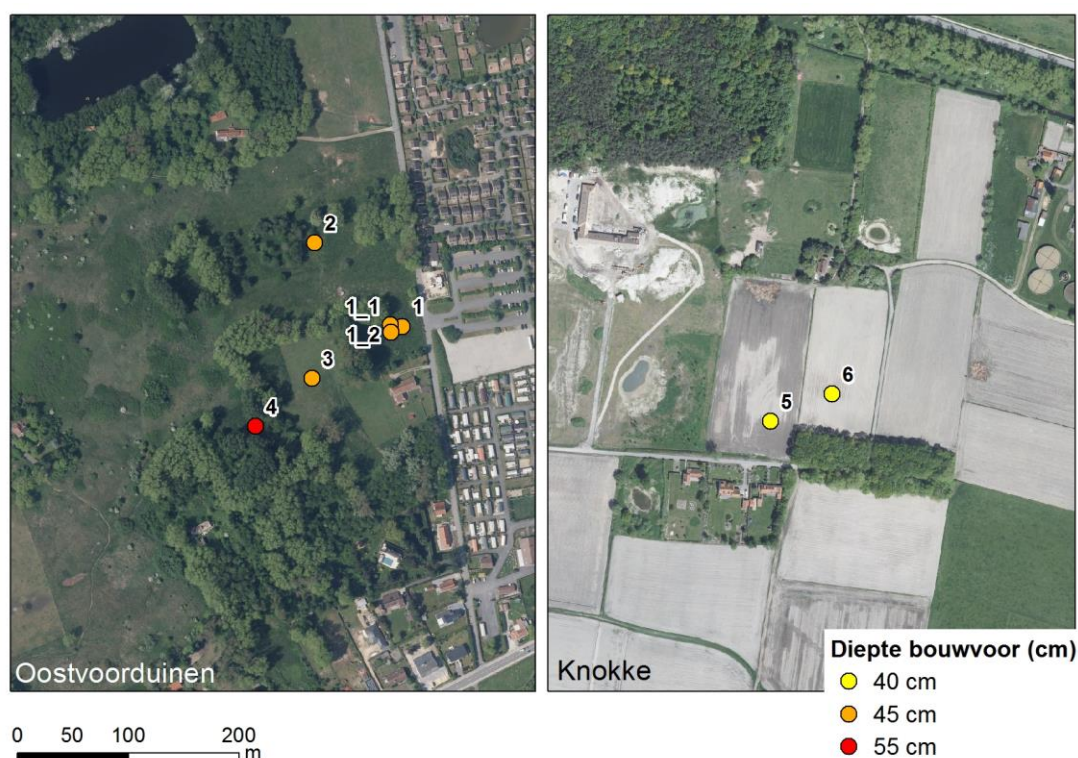
Locatie	Bouwvoor cm	Bodemtype volgens Bodemkaart van België
Akkers Oude Hazegraspolder (Knokke)		
5	40	Da duinzandgronden die rusten op polderafzettingen
6	40	Da duinzandgronden die rusten op polderafzettingen

In zandbodems is de bouwvoor herkenbaar als een homogene laag, rijk aan organisch materiaal, die ontstaan is door het regelmatig ploegen en homogeniseren van de bovenste 30–50 cm van het bodemprofiel.

Op elke locatie werd vervolgens in een zone van ruwweg 1 m² drie gutsboringen uitgevoerd. Van deze drie boringen werd een mengstaal samengesteld op volgende dieptes: 0–10 cm, de onderste 10 cm van de bouwvoor, en 10–20 cm onder de bouwvoor. In totaal werden dus per locatie drie afzonderlijke stalen genomen (totaal 24 stalen, 18 stalen in april 2014 + 6 stalen in augustus 2014).



Figuur 1 Ligging van de staalnamelocaties 1 t/m 6 en van de aanwezige bodemtypen volgens de Bodemkaart van België (zie tabel 1 en Van Ranst & Sys 2000) in de Oude Hazegraspolder te Knokke en in de Oostvoorduinen te Koksijde.



Figuur 2 Diepte van de bouwvoor en orthofotografische weergave van landgebruik op elk van de staalnamelocaties (1 t/m 4 blijvend grasland in de Oostvoorduinen te Koksijde; 5 en 6 akkerpercelen in de Oude Hazegraspolder te Knokke).

2.2 Bodemchemische analyses

Na overbrenging naar het labo werden alle bodemstalen gedroogd op 40°C, gehomogeniseerd en gezeefd over <2 mm. Een substaal werd fijngemalen met een kogelmolen voor de bepaling van het totaal fosforgehalte. Volgende bodemchemische kenmerken werden bepaald:

- **Zuurtegraad** (pH-H₂O, pH-KCl): meting van pH in 1:5 suspensie van bodem met resp. gedemineraliseerd water en 1 M KCl;
- **Organisch koolstofgehalte** (gloeiverlies, TOC). Bepaling van organisch koolstof via TOC analyzer, en van gloeiverlies bij 550°C als maat voor organisch stofgehalte;
- **Plantbeschikbaar fosfor volgens de Olsen-methode** (Olsen-P): spectrofotometrische bepaling van orthofosfaat in 1:20 bodemextract met 0,5 M NaHCO₃ bij pH 8,5 gedurende 30 min.;
- **Totaalgehalte aan fosfor** (totaal P), via microgolf-destructie van de bodem met koningswater en bepaling van totaal P in destruaat met ICP-AES;
- **Kationuitwisselingscapaciteit** (CEC), **uitwisselbare kationen** en **basenverzadiging**. Extractie/uitwisseling van bodem met AgTU oplossing. Bepaling van Na, K, Ca en Mg met ICP-AES.

Voor de extra stalen in de Oostvoorduinen (locaties 1_1 en 1_2) werd ook het gehalte aan plantbeschikbaar fosfor anionuitwisselingsmembranen bepaald (zonder extra kosten voor ANB):

- **Plantbeschikbaar fosfor d.m.v. anionuitwisselingsmembranen** (AUM-P). Extractie/uitwisseling van bodem in gedemineraliseerd water met anionuitwisselingsmembranen (10 cm²). Colorimetrische bepaling van het P-gehalte.

3 Resultaten

Tabel 2 toont de resultaten van de bodemchemische bepalingen voor de 24 bodemstalen. De voornaamste resultaten worden hieronder toegelicht, met bijzondere aandacht voor verstoringen en/of verontreinigingen die herstel of ontwikkeling van de gestelde natuurdoelen kunnen hypothekeren. Om een beter inzicht te krijgen in de bodemchemische toestand werden de relaties tussen de verschillende bodemkenmerken statistisch onderzocht.

3.1 Zuurtegraad

De pH-H₂O van de genomen stalen varieert van 5,13 tot 9,19, met een gemiddelde van 6,91 (figuur 3, tabel 2). De pH-KCl variëren tussen 4,05 en 9,09 en zijn gemiddeld 1,00 pH-eenheden lager dan de overeenkomstige pH-H₂O (figuur 4, tabel 2). Het is karakteristiek dat de laagste pH-waarden gemeten worden in de bovenste bodemlaag en dat de pH licht toeneemt met toenemende diepte (figuren 3 en 4). De pH-KCl is een maat voor de potentiële zuurheid van de bodem. De werkelijke pH in de wortelzone van de vegetatie ligt ergens tussen beide meetwaarden in.

De zeer hoge pH-waarden onder de bouwvoor (gemiddeld pH-H₂O 8,49 en pH-KCl 8,25) duiden er op dat de bodem van nature mineralenrijk is. Met oog op herstelbeheer betekent dit dat het remediëren van verzuring niet echt aan de orde is. In de bovenste lagen is de bodem blijkbaar (deels) ontkalkt en dus wat zuurder (zwak zuur). Deze gradiënt van toenemende pH met toenemende diepte is minder uitgesproken op locaties 4, 5 en 6: daar ligt de pH-H₂O in de bovenste laag van de bodem toch hoger dan in het onderste deel van de bouwvoor. In het duingebied kunnen verhoogde pH-waarden in de bovenste bodemlaag veroorzaakt worden door overstuiven door kalkrijk zand, maar hier zijn de licht verhoogde pH-waarden in de bouwvoor waarschijnlijk te wijten aan het opbrengen van mineralen (Ca, Mg, K) door bemesting en bekalking.

De pH-waarden van de bodem in Knokke en in de Oostvoorduinen verschillen amper: profielgemiddeld is de bodem in Knokke (locaties 5 en 6) licht zuurder, vooral onder de bouwvoor – maar nog steeds uitgesproken mineralenrijk – dan de bodem van de percelen in de Oostvoorduinen. In het kader van dit onderzoek werd niet nagegaan in welke mate dit samenhangt met verschillen in natuurlijk milieu (bodemtype, topografie, vochttoestand) dan wel met eventuele verschillen in historisch landgebruik.

3.2 Koolstof en organische stof

De metingen met de TOC (Total Organic Carbon) analyzer laten toe om het onderscheid te maken tussen koolstof gebonden aan organische stof en koolstof geïmmobiliseerd in anorganische verbindingen (zoals dolomiet CaMg(CO₃)₂ of kalk CaCO₃). Figuur 5 geeft het aandeel van deze twee fracties ten opzichte van het totale koolstofgehalte in de bodem. Zoals valt te verwachten in akkerpercelen is de hoeveelheid organische koolstof (en dus organische stof) groter in de bouwvoor dan eronder (locaties 5 en 6). De percelen in de Oostvoorduinen die al lang als blijvend grasland worden gebruikt zijn duidelijk rijker aan organisch koolstof in de bovenste tien centimeter van de bodem. Onder de bouwvoor bevatten alle terreinen een niet te verwaarlozen concentratie anorganisch koolstof: op locaties 1, 3 en 6 is de helft of meer van het koolstof onder anorganische vorm aanwezig. Dit betekent allicht dat de bodem onder de bouwvoor nog kalkrijk is.

Het organische stofgehalte bepaald volgens de Loss On Ignition methode (figuur 6) vertoont hetzelfde patroon als de resultaten voor koolstof bekomen met de TOC analyzer. Het organische stofgehalte blijft doorgaans laag, van minder dan 1 % in de diepte tot 3-4 % in de bovenste laag van de graslandbodems.

3.3 Fosfor

Fosfor treedt in de bodem grotendeels als fosfaat en in diverse fosfaatverbindingen op. De bodemoplossing waaruit plantwortels de fosfor opnemen, bevat een heel geringe hoeveelheid fosfor, veelal van 0,001 mg P/l tot een paar mg P/l in bemeste bodems (Brady & Weil 1999). Het merendeel van fosfor in de grond bevindt zich onder organische vorm of onder gebonden vorm, gekoppeld aan calcium-, aluminium- of ijzerhoudende bodemdeeltjes.

3.3.1 Totaal P

Het totaal fosforgehalte over alle stalen varieert van 99 tot 594 mg P/kg grond, met grote variaties tussen staalnamelocaties en diepte (tabel 2, figuur 7). Het meest opvallende patroon is dat op alle locaties het totaal P gehalte in de bouwvoor / in de bovenste bodemlaag systematisch hoger is dan het gehalte onder de bouwvoor. In de akkers in de Oude Hazegraspolder is de concentratie totaal P zeer homogeen in de bouwvoor, terwijl de graslandbodems van de Oostvoorduin meer een geleidelijke afname van totaal P met de diepte vertonen.

De gehalten in de bouwvoor vertonen daarnaast uitgesproken verschillen tussen de locaties en zijn hoger in de akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder (bijna 400 tot 600 mg P/kg droge grond) dan in de graslandpercelen van de Oostvoorduin (200-300 mg P/kg droge grond met een uitschieter op 419 in de bovenste bodemlaag op locatie 1). Ook tussen de locaties binnen eenzelfde gebied is er variatie. Als we er van uitgaan dat de bodem op alle locaties binnen eenzelfde gebied zich ontwikkeld heeft in min of meer hetzelfde kwartaire uitgangsmateriaal (volgens Databank Ondergrond Vlaanderen: Holocene en/of Tardiglaciale eolische afzettingen op getijdenafzettingen bovenop de Pleistocene sequentie), dan weerspiegelen deze verschillen in totaal P in de bouwvoor (perceelsgebonden) verschillen in mest- en fosfaatgift.

Ook onder de bouwvoor zijn er uitgesproken verschillen: op locatie 5 in de Oude Hazegraspolder bereikt het totaal P gehalte 320 mg/kg droge grond, terwijl het lager is op de andere locaties (en vooral in het graslandperceel op locaties 2 t/m 4). Gemiddeld is het totaal P gehalte lager in het graslandperceel in de Oostvoorduin (156 mg P/kg droge grond t.o.v. 253 in de Oude Hazegraspolder). Totaal P gehalten tot 200 mg P/kg zijn typisch voor zandgronden met een laag organisch stofgehalte. Ampe (2003) beschouwt 150 mg totaal P/kg als grenswaarde voor natuurlijke duinmilieus.

3.3.2 Plantbeschikbaar fosfor

Olsen-extraheerbaar fosfor (Olsen P) is een gebruikelijke maat voor het gehalte aan plantbeschikbaar fosfor in de bodem (Hens 2012, Herr et al. 2011). In het gebied werden waarden van 6,4 tot 63,6 mg P/kg droge grond gemeten, met aanzienlijke verschillen tussen staalnamelocaties en de staalnamedieptes (tabel 2, figuur 7 en figuur 8).

In de Oude Hazegraspolder is het gehalte plantbeschikbaar fosfor in de bouwvoor (staalnamedieptes 0-10 en onderste zone bouwvoor) min of meer constant in de diepte en hoger dan de gehalten onder de bouwvoor (gemiddeld 55,2 mg P/kg in de bouwvoor en 44,6 mg P/kg eronder). Het diepteprofiel voor plantbeschikbaar P komt hier goed overeen met het diepteprofiel voor totaal P. Deze waarden geven aan dat de bouwvoor aangerijkt is met fosfor door actieve bemesting.

In de graslandpercelen van de Oostvoorduin is het gehalte plantbeschikbaar P in de bouwvoor minder homogeen, met soms aanzienlijke concentratieverschillen tussen de bovenlaag en onderlaag van de bouwvoor (zie locatie 1). Op locaties 1, 1_2, 2 en 4 is het gehalte plantbeschikbaar P het hoogst in het onderste deel van de bouwvoor, op locaties 1_1

en 3 neemt het gehalte af met toenemende diepte. De onderste laag van de bouwvoor is overall rijker aan plantbeschikbaar P dan de laag 10 – 20 cm onder de bouwvoor. Het diepteprofiel van plantbeschikbaar P in de Oostvoorduin weerspiegelt waarschijnlijk een gematigde bemesting. Waarom locaties 1, 2 en 4 een hoger gehalte aan plantbeschikbaar P in het onderste deel van de bouwvoor vertonen, is moeilijk te verklaren. Meer gebiedskennis (informatie over beheer, mogelijke grondbewerkingen of verstuingen en historisch landgebruik) is nodig om dit punt te verduidelijken.

Gezien de aanzienlijke concentratieverschillen tussen de bovenlaag en onderlaag van de bouwvoor op locatie 1, werden extra stalen in het betrokken perceel genomen (locaties 1_1 en 1_2). Deze nieuwe stalen vertonen veel minder variaties in beschikbaar fosforconcentratie binnen de bouwvoor, en de concentratie plantbeschikbaar fosfor op deze locaties is lager onder de bouwvoor dan in de bouwvoor. Het ongewone profiel van locatie 1 vinden we hier niet terug en is dus niet representatief voor het ganse perceel.

Opvallend is dat de bodems in de akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder veel rijker aan plantbeschikbaar P zijn dan de bemonsterde bodems in de Oostvoorduin. De gehalten variëren tussen 40,5 en 63,6 mg P/kg in de Oude Hazegraspolder (gemiddeld 51,7 mg P/kg) terwijl ze in de Oostvoorduin op één uitzondering na (perceel met locaties 1, 1_1 en 1_2) onder de 25 mg P/kg blijven (gemiddeld 22,5 mg P/kg). Dit is uiteraard te verklaren door het veel intensievere landbouwgebruik in de akkerpercelen.

Verder valt op dat de gehalten onder de bouwvoor op de akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder nog merkkelijk hoog zijn. Dit wijst er op dat er op locaties 5 en 6 allicht uitspoeling of doorslag van plantbeschikbaar fosfor vanuit de bouwvoor naar de onderliggende bodemlagen optreedt.

Referentiewaarden voor plantbeschikbaar P volgens de Olsen methode in goed ontwikkelde duingraslanden zijn schaars. In het kader van de monitoring van de natuurinrichtingsprojecten gecoördineerd door de Vlaamse Landmaatschappij in het duingebied (Oosthoekduinen, Noordduinen,...) werd meestal "opneembaar P" d.m.v. een extractie met ammoniumlactaat bepaald en vergeleken met streefwaarden voor landbouwbodems (o.a. VLM 2010, Provoost et al. 2011). Kooijman et al. (2005) vonden zowel in kalkrijke als kalkarme droge duingronden zeer lage Olsen-P waarden (< 10 mg P/kg droge grond). Ook in de Westhoek werden zeer lage Olsen-P waarden waargenomen (op 2 uitzonderingen na < 9 mg P/kg, Ampe 2000), maar het betreft meestal niet de organische toplaag maar eerder wat diepere minerale stalen. Uit een uitvoerige literatuurreview van Herr et al. (2011) blijkt dat de wortelzone in de meeste Europese referentiegebieden voor heide en heischraal grasland een Olsen-P gehalte van minder dan 15 mg P/kg heeft (met enkele uitschieters tot 25 mg P/kg). Bij gebrek aan specifieke gegevens voor schrale duingraslanden stellen we voor om deze grenswaarde van 15 mg P/kg als indicatie te hanteren. In de bouwvoor van de akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder ligt het P gehalte boven deze waarde. Zelfs onder de bouwvoor is het gehalte plantbeschikbaar P met 40,5–48,8 mg P/kg nog twee- tot driemaal te hoog voor de ontwikkeling van voedselarme natuur. In de Oostvoorduin liggen de gehalten in de bovenlaag van de bodem ook boven de referentiewaarden voor voedselarme natuur. Op locaties 2 en 3 stemt het Olsen-P gehalte in de zone van 10–20 cm onder de bouwvoor overeen met de referentiewaarden voor de ontwikkeling van voedselarme natuurtypen.

Naast de Olsen-methode kan beschikbaar fosfor door middel van **anionuitwisselingsmembranen** (AUM) worden bepaald, die aan een waterige bodemoplossing worden toegevoegd. De membranen fixeren de P in oplossing, maar ook de P gesorbeerd op bodemdeeltjes, die in oplossing komt wanneer het systeem tot evenwicht tracht terug te komen. Daardoor bootsen de AUM in zekere zin het gedrag van plantenwortels na. Deze methode werd toegepast op de bodemstalen van locaties 1_1 en 1_2 om de resultaten bekomen met de Olsen methoden te controleren. Zoals verwacht

wordt minder fosfor geëxtraheerd d.m.v. de anionuitwisselingsmethode dan bij de (sterkere) Olsen extractie. Het door anionuitwisselingsmembranen extraheerbare fosfor vertoont dezelfde verdeling in de diepte als totaal fosfor, met de hoogste concentraties in de toplaag en afnemende concentraties met toenemende diepte. Dit resultaat bevestigt dat het ongewone profiel voor plantbeschikbaar Olsen P op locatie 1 niet representatief is voor de verdeling van beschikbaar fosfor in de diepte over het hele perceel.

3.4 Kationuitwisselingscapaciteit & uitwisselbare kationen

3.4.1 Kationuitwisselingscapaciteit

De kationuitwisselingscapaciteit (CEC, cation exchange capacity) over alle stalen varieert tussen 1 en 6 cmol⁺/kg. Dit zijn zeer lage waarden die net boven de bepaalbaarheidsgrens vallen. Dergelijke waarden zijn niet ongewoon voor zandbodems, waarin de capaciteit om kationen te binden en uit te wisselen vooral bepaald wordt door kleimineralen in fijnere leem- en kleipartikels en door organische stof.

Er zijn geen uitgesproken patronen tussen locaties of in de diepte. De CEC hangt voor een deel samen met het organische stof gehalte (wat hoger in de bovenlaag van de bodem voor de graslandpercelen van de Oostvoorduin en in de bouwvoor voor de akkerpercelen in de Oude Hazegraspolder). Wegens de zeer lage CEC-waarden tegen de bepaalbaarheidsgrens is het niet echt relevant om de geringe verschillen tussen locaties verder te interpreteren.

3.4.2 Uitwisselbare kationen en basenverzadiging

Van de vier bemeten kationen (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺) werden Ca²⁺ en Mg²⁺ (op één uitzondering na) overal vastgesteld in gehalten boven de bepaalbaarheidsgrens. De uitwisselbare hoeveelheden Na⁺ bedragen in alle stalen minder dan de bepaalbaarheidsgrens van 0,1 cmol⁺/kg, en de uitwisselbare hoeveelheden K⁺ waren in de Oostvoorduin overal kleiner dan de bepaalbaarheidsgrens van 0.2 cmol⁺/kg droge grond (op één uitzondering na op locatie 1_2 onder de bouwvoor).

Het gehalte uitwisselbaar Ca²⁺ is op alle locaties hoog onder de bouwvoor / in het diepste staal. Dit is te verklaren door de aanwezigheid van een kalkrijk substraat, getuige de niet te verwaarlozen gehalten anorganische koolstof in deze diepere stalen. De hoeveelheden uitwisselbaar Ca²⁺ zijn in alle stalen van dezelfde orde van grootte als de CEC. Dit betekent dat in deze bodems nagenoeg alle uitwisselingssites bezet zijn met Ca²⁺. Doordat de CEC-waarden tegen de bepaalbaarheidsgrens liggen, heeft de berekening van basenverzadiging weinig zin omwille van de grote relatieve fout. Een snelle vergelijking van de gehalten uitwisselbaar Ca²⁺ en Mg²⁺ met de CEC suggereert toch dat op alle locaties de basenverzadiging maximaal is in het diepste staal. Dit wijst er op dat de hoge Ca²⁺-verzadiging een kenmerk is van de bodems in dit gebied, en slechts deels (of zelfs in beperkte mate) samenhangt met bekalking. De licht verhoogde gehalten uitwisselbaar Ca²⁺ in de bovenlaag van de bodem op locaties 1, 1_1, 1_2, 2, 3 en 5 zijn wellicht aan bekalking toe te wijzen. De hoge Ca²⁺ verzadiging (en dus mineralenrijkdom) weerspiegelt zich ook in de hoge pH-waarden.

De uitwisselbare hoeveelheden K⁺ zijn zeer laag (<0,2–0.5 cmol⁺ K/kg) en verschillen naargelang het gebied. In de Oostvoorduin vallen de concentraties bijna overal onder de bepaalbaarheidsgrens van 0.2 cmol⁺/kg, terwijl ze wat hoger liggen in de bodem van de Oude Hazegraspolder (tussen 0.2 en 0.5 cmol⁺/kg). Een gelijkaardig patroon wordt waargenomen voor uitwisselbaar Mg²⁺: de hoeveelheden uitwisselbaar Mg²⁺ in de bodem zijn hoger in de Oude Hazegraspolder dan in de Oostvoorduin. Dit weerspiegelt waarschijnlijk

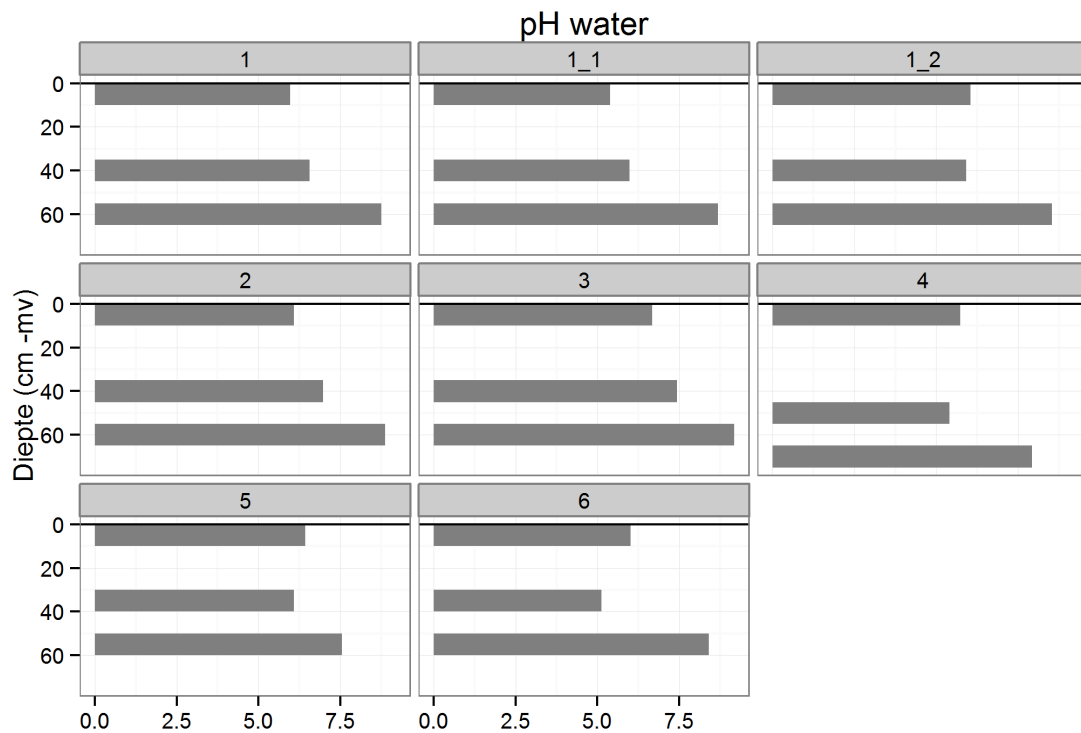
verschillen in bemesting van de percelen, waarbij de hoogste Mg^{2+} en K^+ gehalten voorkomen in zones die meer (Mg-K-)bemesting toegediend gekregen hebben. Daarnaast is er in de Oostvoorduin en een gradiënt in uitwisselbaar Mg^{2+} gehalten met afnemende waarden in de diepte, terwijl de akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder die regelmatig omgeploegd worden een homogenere verdeling van uitwisselbaar Mg^{2+} door het bodemprofiel vertonen.

Tabel 2 Bodemchemische kenmerken van bodemprofielen op zes locaties in de Oostvoorduin en in de Oude Hazegraspolder te Knokke. In alle stalen was de uitwisselbare hoeveelheid Na⁺ lager dan de bepaalbaarheidsgrens (BG; 0,1 cmol⁺/kg). Bepaalbaarheidsgrens voor de andere uitwisselbare kationen: Ca =0,2, K=0,2, Mg=0,05 cmol⁺/kg. CEC = kationuitwisselingscapaciteit. AUM = extractie d.m.v. anionuitwisselingsmembranen. cm -mv = cm onder maaiveld. N.b.: niet bepaald. Alle resultaten per massa grond gedroogd bij 105 °C. Uit literatuur blijkt dat de wortelzone in de meeste Europese referentiegebieden voor schrale vegetatietypen (zoals heide en heischraal grasland) minder dan 15 mg Olsen P/kg bevat. Bij gebrek aan specifieke gegevens voor schrale duingraslanden wordt ook deze grenswaarde ter indicatie gehanteerd. Hogere waarden worden in vet aangegeven, waarden die de ontwikkeling van de gestelde natuurdoelen hypothekeren worden in het rood aangeduid.

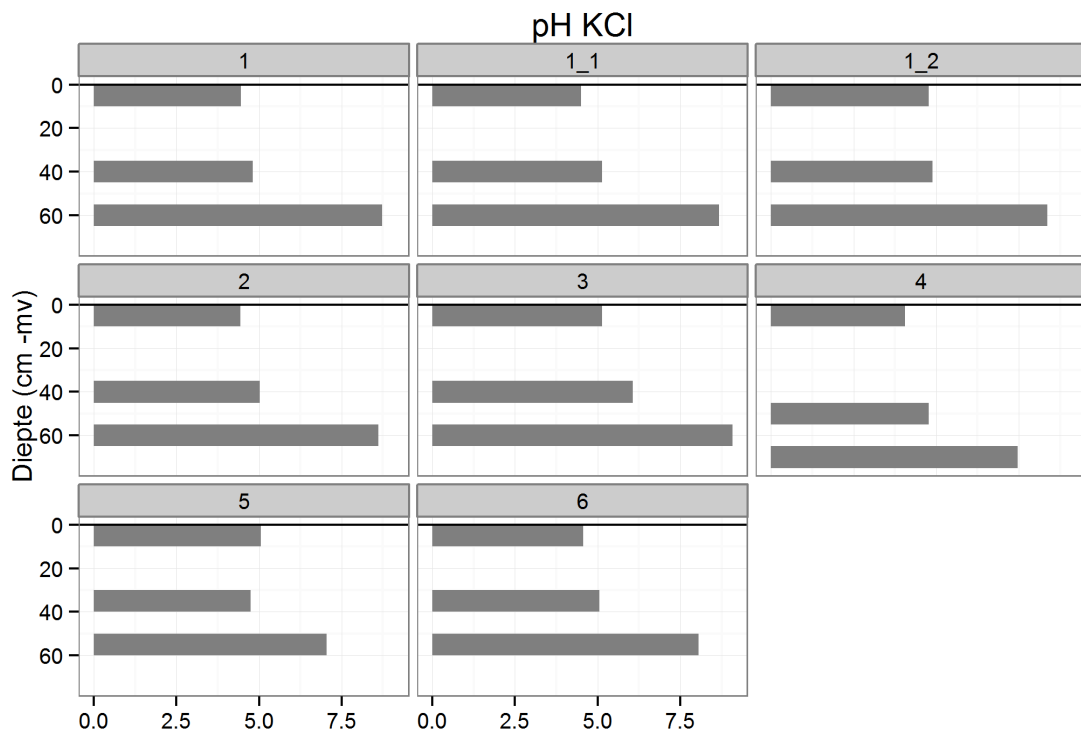
Locatie	Dikte bouwvoor cm	Diepte cm -mv	Zuurtegraad		Olsen P	AUM P	Totaal P	Uitwisselbare kationen			CEC
			pH-H ₂ O (1/5)	pH-KCl (1/5)	mg P/kg	mg P/kg	mg P/kg	cmol ⁺ Ca/kg	cmol ⁺ K/kg	cmol ⁺ Mg/kg	cmol ⁺ /kg
1	45	0-10	5,97	4,45	20,4	n.b.	419	2,3	<BG	0,43	4
		35-45	6,57	4,81	44,9	n.b.	264	1,1	<BG	0,17	3
		55-65	8,76	8,72	26,2	n.b.	211	2,6	<BG	0,06	3
1_1	45	0-10	5,39	4,50	32,5	16,56	287	3,1	<BG	0,55	5
		35-45	5,98	5,14	29,5	12,85	246	1,7	<BG	0,16	1
		55-65	8,69	8,67	23,7	8,33	156	6,9	<BG	0,12	4
1_2	45	0-10	6,04	4,77	26,6	13,47	309	4,3	<BG	0,66	6
		35-45	5,92	4,89	30,1	12,46	220	1,5	<BG	0,19	3
		55-65	8,53	8,37	19,7	7,26	209	6,9	0,3	0,14	3
2	45	0-10	6,09	4,44	11,9	n.b.	199	3,0	<BG	0,39	6
		35-45	6,98	5,02	20,2	n.b.	151	2,1	<BG	0,10	3
		55-65	8,87	8,62	7,3	n.b.	135	3,8	<BG	0,06	4
3	45	0-10	6,67	5,14	24,9	n.b.	305	2,8	<BG	0,42	5
		35-45	7,43	6,06	19,7	n.b.	263	3,1	<BG	0,06	4
		55-65	9,19	9,09	6,4	n.b.	132	3,5	<BG	<BG	4
4	55	0-10	5,73	4,05	19,9	n.b.	234	2,0	<BG	0,43	4
		45-55	5,41	4,78	25,4	n.b.	131	0,6	<BG	0,12	1
		65-75	7,92	7,46	14,7	n.b.	99	2,3	<BG	0,11	3
5	40	0-10	6,43	5,05	63,6	n.b.	594	3,5	0,5	0,89	5
		30-40	6,09	4,75	58,8	n.b.	581	2,4	0,4	0,65	3
		50-60	7,56	7,04	48,8	n.b.	320	2,8	0,4	0,66	4
6	40	0-10	6,02	4,56	48,8	n.b.	383	2,4	0,2	0,33	4
		30-40	5,13	5,06	49,7	n.b.	391	2,8	0,4	0,50	6
		50-60	8,41	8,05	40,5	n.b.	187	3,8	0,2	0,31	4

Tabel 2 Vervolg - Bodemchemische kenmerken van bodemprofielen op zes locaties in de Oostvoordunen en in de Oude Hazegraspolder te Knokke. LOI: Loss On Ignition. TOC: Total Organic Carbon. Bepaalbaarheidsgrens voor anorganisch C met TOC analyzer: 0.01 %, voor organisch C met TOC analyzer: 0.1 %. Alle resultaten per massa grond gedroogd bij 105 °C.

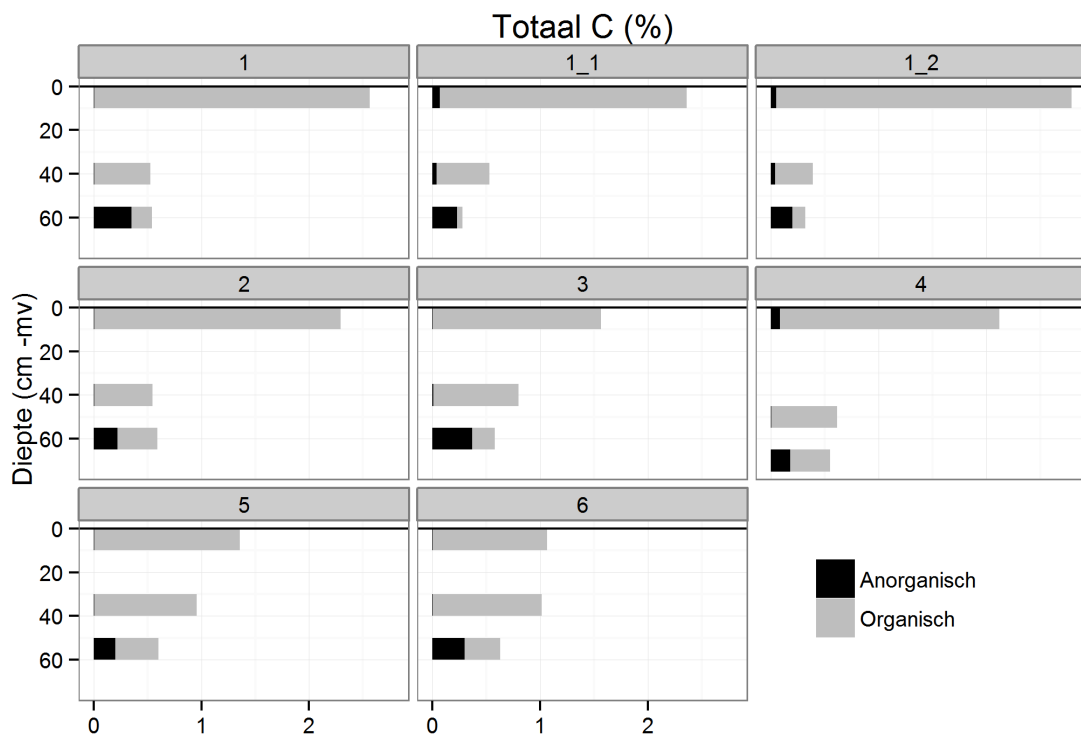
Locatie	Dikte bouwvoor cm	Diepte cm -mv	Organische stof LOI	Koolstof TOC analyzer		
			%	Totaal %	Anorganisch %	Organisch %
1	45	0-10	4,85	2,56	<BG	2,56
		35-45	0,77	0,52	<BG	0,52
		55-65	0,36	0,54	0,35	0,19
1_1	45	0-10	5,04	2,34	0,07	2,29
		35-45	0,93	0,53	0,04	0,49
		55-65	0,41	0,31	0,23	<BG
1_2	45	0-10	4,89	2,79	0,05	2,74
		35-45	1,00	0,39	0,04	0,35
		55-65	0,49	0,31	0,20	0,12
2	45	0-10	3,67	2,30	<BG	2,29
		35-45	0,97	0,54	<BG	0,54
		55-65	0,69	0,59	0,22	0,37
3	45	0-10	3,03	1,57	<BG	1,56
		35-45	1,01	0,80	0,01	0,79
		55-65	0,44	0,58	0,37	0,21
4	55	0-10	3,65	2,12	0,08	2,04
		45-55	0,94	0,61	<BG	0,61
		65-75	0,64	0,55	0,18	0,37
5	40	0-10	3,28	1,35	<BG	1,35
		30-40	2,14	0,95	<BG	0,95
		50-60	0,72	0,60	0,20	0,40
6	40	0-10	2,01	1,06	<BG	1,06
		30-40	1,94	1,01	<BG	1,01
		50-60	0,63	0,63	0,30	0,33



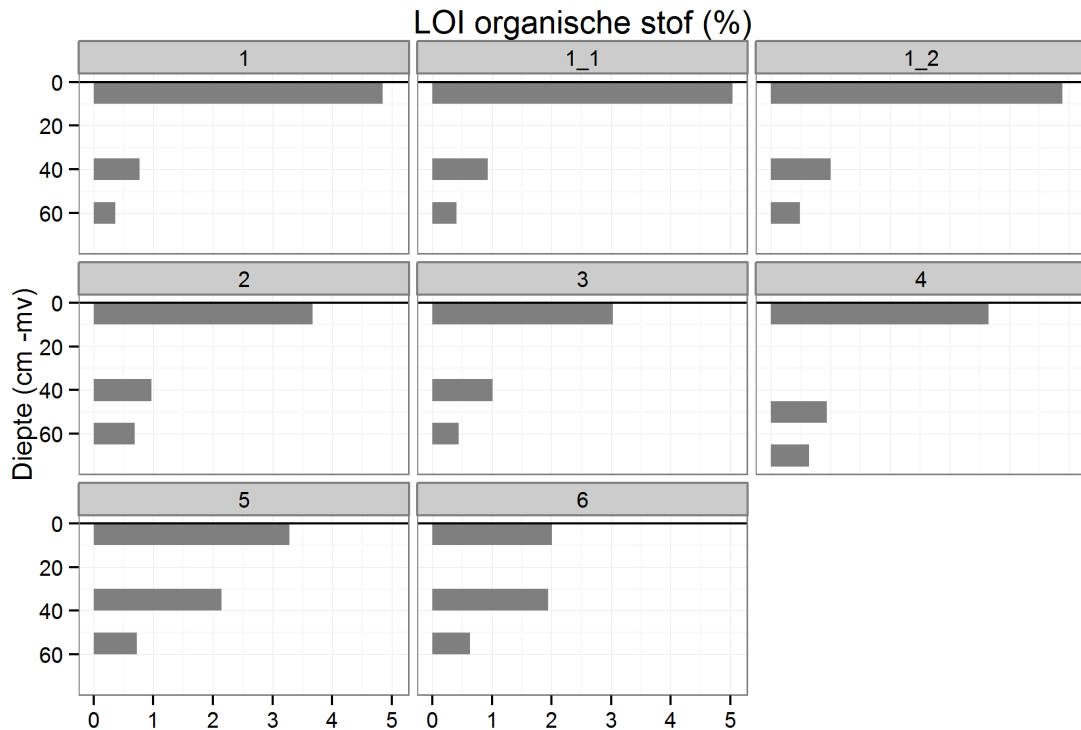
Figuur 3 Diepteprofielen van de zuurtegraad (pH-H₂O) op basis van de bemonsterde diepten op staalnamepunten 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



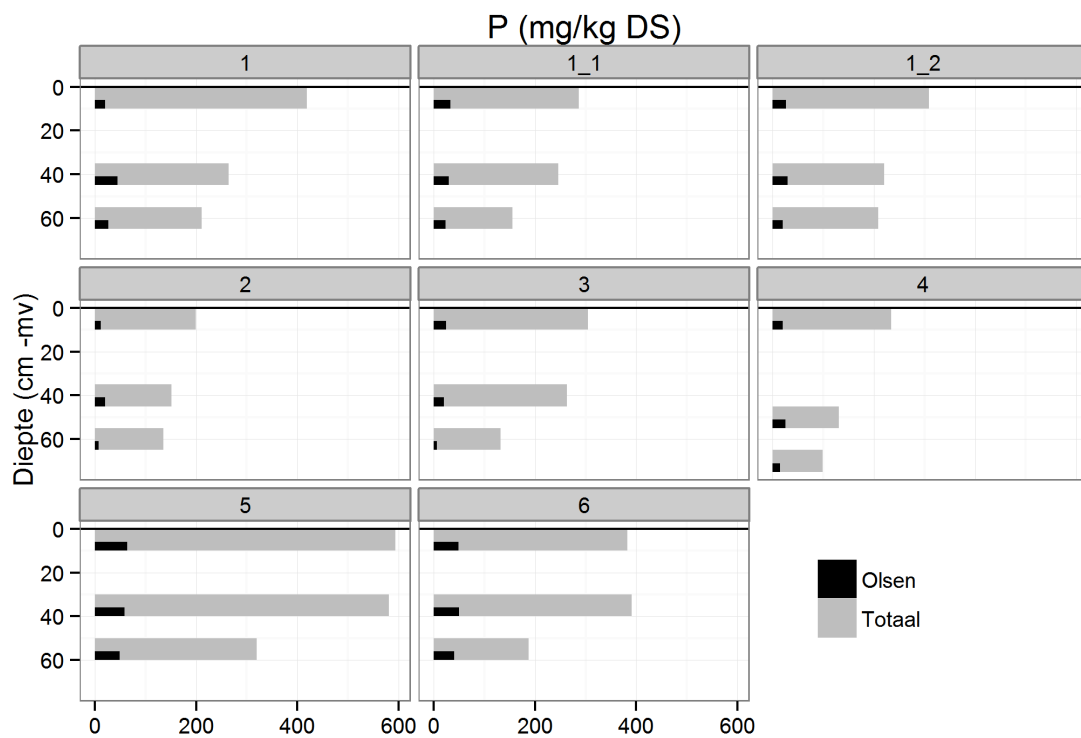
Figuur 4 Diepteprofielen van de zuurtegraad (pH-KCl) op basis van de bemonsterde diepten op staalnamepunten 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten



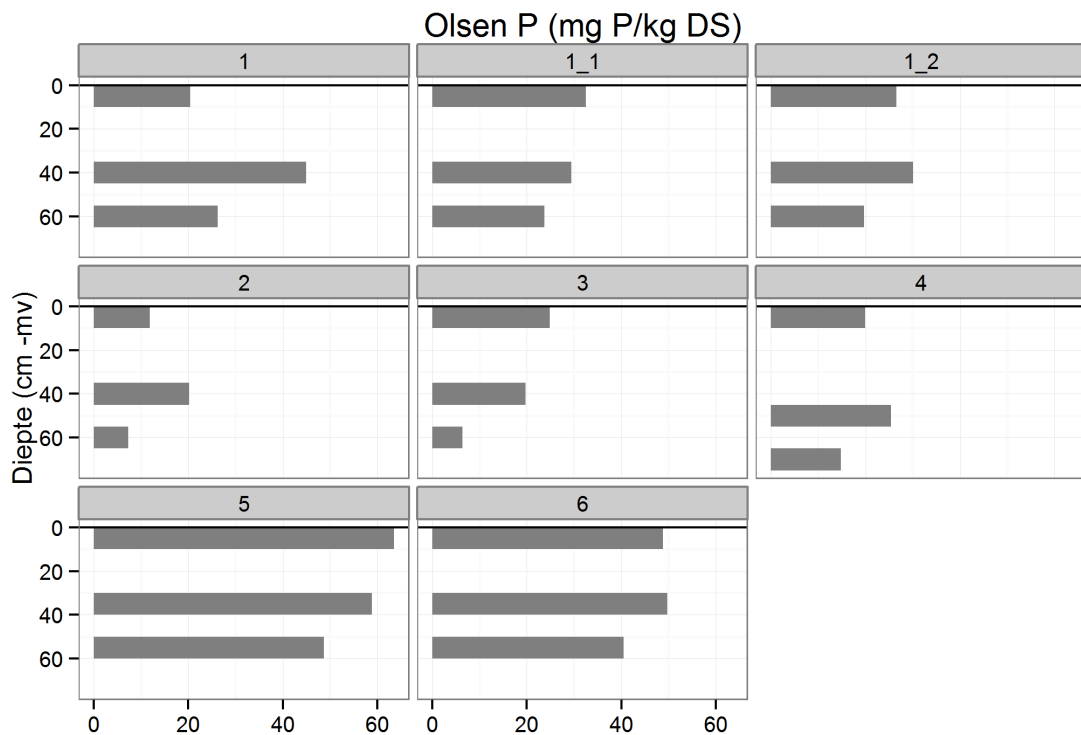
Figuur 5 Diepteprofielen van het organische en anorganische koolstofgehalte (in % - TOC analyzer) op basis van de bemonsterde diepten op staalname locaties 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



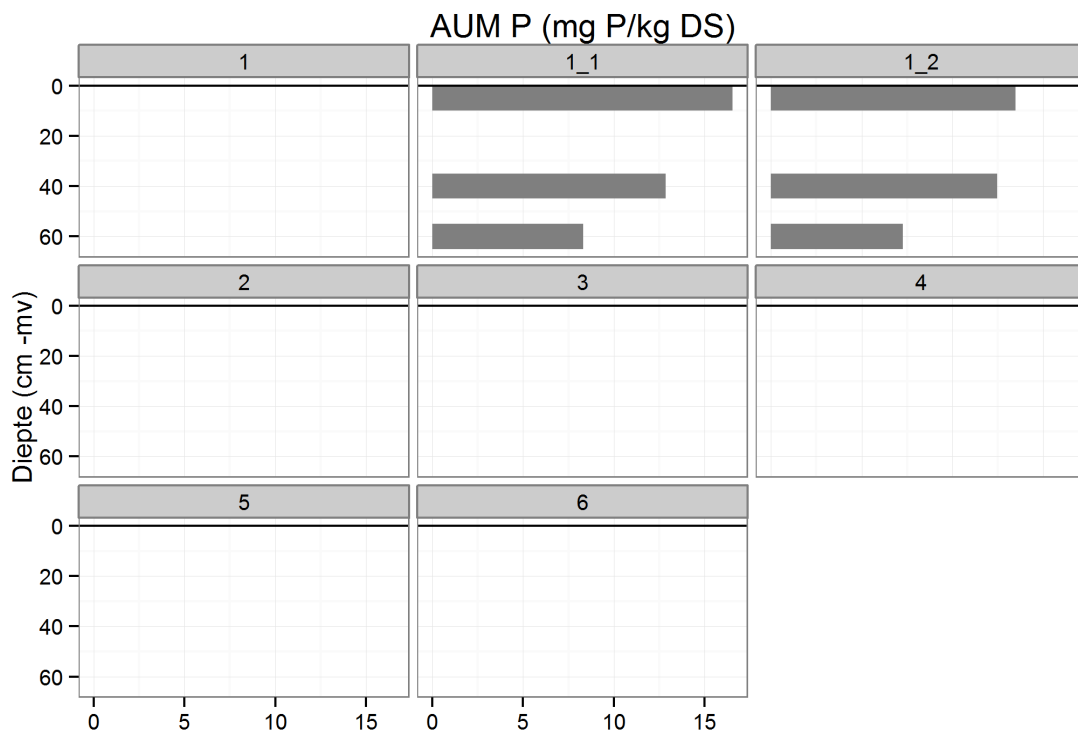
Figuur 6 Diepteprofielen van het organische stofgehalte (in % - Loss On Ignition methode) op basis van de bemonsterde diepten op staalname locaties 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



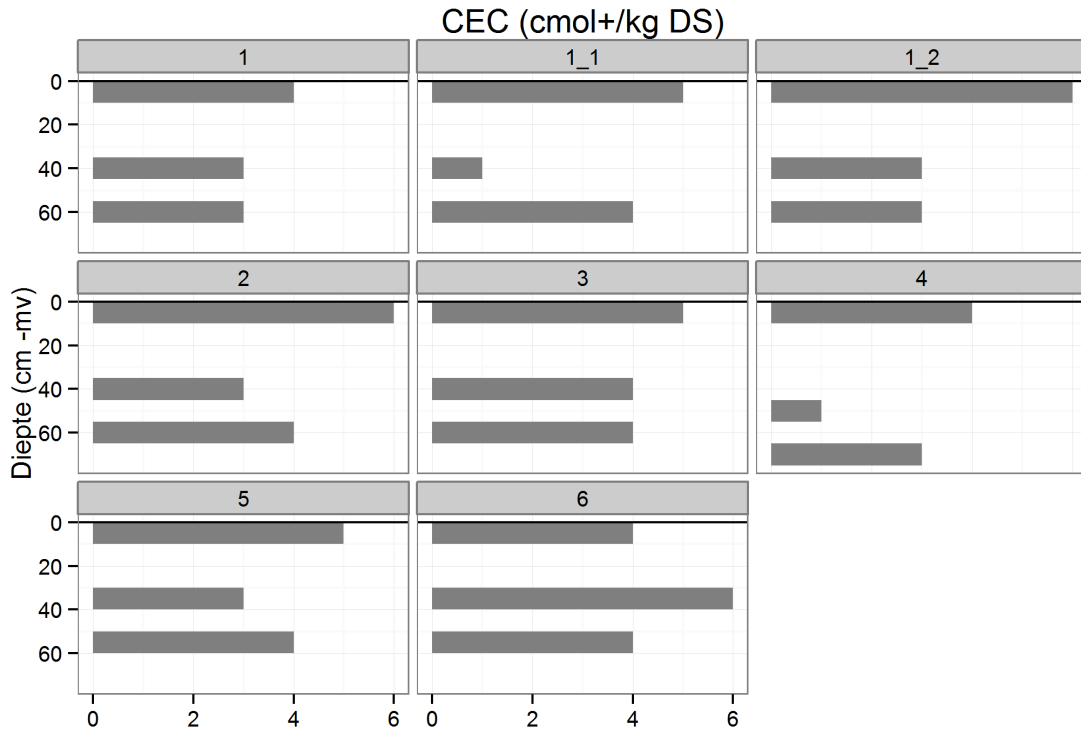
Figuur 7 Diepteprofielen van het totaalgehalte aan fosfor (in mg P per kg droge grond) op basis van de bemonsterde diepten op staalnamepunten 1 t/m 6. Het aandeel van het totaal P gehalte dat plantbeschikbaar is volgens de methode van Olsen is ook aangegeven. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



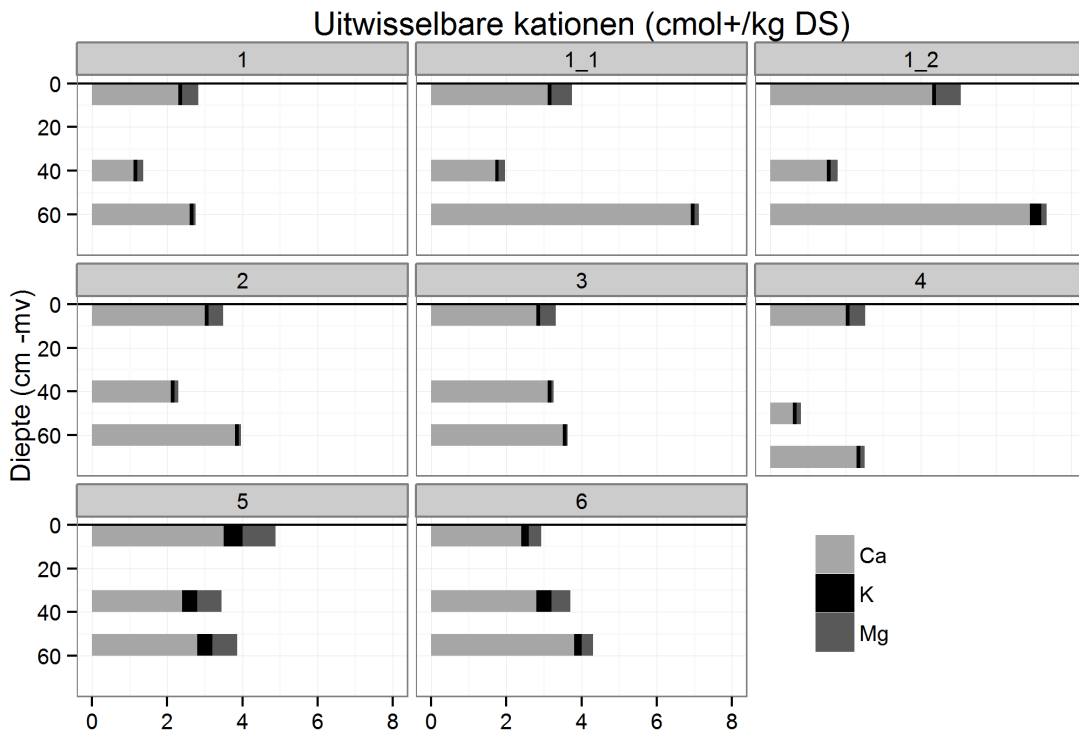
Figuur 8 Diepteprofielen van het gehalte plantbeschikbaar fosfor (Olsen-P, in mg P per kg droge grond) op basis van de bemonsterde diepten op staalnamepunten 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



Figuur 9 Diepteprofielen van het gehalte plantbeschikbaar fosfor (AUM-P, in mg P per kg droge grond) op basis van de bemonsterde diepten op staalname locaties 1_1 en 1_2. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



Figuur 10 Diepteprofielen van de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC, in cmol⁺ per kg droge grond) op basis van de bemonsterde diepten op staalname locaties 1 t/m 6. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.



Figuur 11 Diepteprofielen van de uitwisselbare gehalten calcium (Ca²⁺), kalium (K⁺) en magnesium (Mg²⁺) (in cmol⁺ per kg droge grond) op basis van de bemonsterde diepten op staalname locaties 1 t/m 6. De uitwisselbare hoeveelheid kalium was overal in de Oostvoorduin kleiner dan de bepaalbaarheidsgrens van 0.2 cmol⁺/kg DS en de uitwisselbare hoeveelheid natrium lag overal (zowel in de Oostvoorduin als in de Oude Hazegraspolder) onder de bepaalbaarheidsgrens van 0.1 cmol⁺/kg DS. Zie figuren 1 en 2 voor de ligging van de staalnamepunten.

4 Bespreking

4.1 Bodemchemische toestand

De bodems op elk van de acht bemonsterde locaties betreffen alle mineralenrijke zandbodems die in landbouwkundig gebruik (geweest) zijn. Dit weerspiegelt zich in de aanwezigheid van een bouwvoor van 40–55 cm dikte, die op alle locaties aangerijkt is met fosfaat. De totaalgehalten aan fosfor in de bouwvoor weerspiegelen de gecumuleerde bemesting en zijn vooral op de akkerpercelen in de Oude Hazegraspolder hoog (meetlocaties 5 en 6). De gehalten uitwisselbaar Mg^{2+} en K^+ vertonen hetzelfde patroon.

De pH-waarden zijn op alle locaties zowel in als onder de bouwvoor hoog (pH-H₂O gemiddeld 6.91, pH-KCl gemiddeld 5.98), en duiden op een (van nature) mineralenrijke zandbodem. Uit de metingen van het anorganisch koolstof gehalte blijkt dat de bodem onder de bouwvoor allicht kalkrijk is. Dit weerspiegelt zich in het feit dat het kationuitwisselingscomplex nagenoeg integraal verzadigd is met Ca^{2+} . De kationuitwisselingscapaciteit van deze bodems varieert tussen 1 en 6 $cmol^+/kg$, wat in absolute termen zeer laag is, maar wel karakteristiek voor zandbodems die niet rijk zijn aan kleimineralen of organische stof.

De gehalten plantbeschikbaar fosfor (Olsen) in de bouwvoor variëren tussen 16 en 61 mg P/kg (locatie-gemiddelde waarden). Uit de literatuurstudies van Herr et al. (2011) en Hens (2012) blijkt dat de wortelzone in de meeste referentiegebieden voor heide en heischraal grasland een Olsen-P gehalte heeft van minder dan 15 mg P/kg grond (met enkele uitschieters tot 25 mg P/kg grond). Kooijman et al. (2005) vonden zowel in kalkrijke als kalkarme droge duingronden zeer lage Olsen-P waarden (< 10 mg P/ kg droge grond). Het gehalte aan Olsen P in de bouwvoor ligt in akkerpercelen van de Oude Hazegraspolder 3 tot 4 maal hoger dan 15 mg P/kg. Boven die grenswaarde neemt de kans op succesvol herstel voor de meeste natuurtypen van nutriëntenarme standplaatsen sterk af. In de Oostvoorduin overschrijden de concentraties in de bouwvoor ook deze waarde, maar in veel mindere mate dan in de Oude Hazegraspolder.

De locaties verschillen ook sterk in hun gehalten plantbeschikbaar fosfor onder de bouwvoor. Op 2 van de zes locaties (locaties 2 en 3) bedraagt het beschikbaar P gehalte onder de bouwvoor minder dan 10 mg P/kg, terwijl dit op 2 andere locaties (5 en 6) tussen 40 en 48 mg P/kg bedraagt, wat op uitspoeling of doorslag van fosfor vanuit de bouwvoor wijst. De andere locaties (1, 1_1, 1_2 en 4) vertonen tussenliggende waarden.

4.2 Gevolgen voor natuurherstel

In de Oude Hazegraspolder vormen de huidige bodemchemische condities een serieuze beperking voor het realiseren van natuurdoelen karakteristiek voor voedselarme standplaatsen. Met name is de huidige beschikbaarheid van fosfor te hoog om zonder bijkomende maatregelen natuurdoeltypen van voedselarme standplaatsen te kunnen realiseren. In de Oostvoorduin is de plantbeschikbaarheid van P ook licht hoger dan in de meeste referentiegebieden voor voedselarme natuur. De zuur/basenuitwisseling (verzuring) daarentegen is zowel in de bovenste als in de diepere bodemlagen goed en noopt op zich niet tot actieve ingrepen of remediëring bij natuurgerichte ontwikkelingen van de terreinen. Alleen als ANB een kalkrijke variant van het duingrasland wenst te ontwikkelen, kunnen maatregelen overwogen worden om de aanvoer van kalk in het systeem in de hand te werken.

Gelet op de hoge fosforgehalten in de bouwvoor van de **Oude Hazegraspolder** lijkt een ingrijpende maatregel als het afgraven van de fosfaatverzadigde gronden aangewezen. Alternatieve technieken als uitmijnen (N- en K-bemesting geven en teelt inzaaien om tot maximale P-verwijdering te komen) of een volgehouden verschralingsbeheer dreigen slechts

op lange termijn tot het gewenste resultaat te leiden. De ervaring in de Oosthoekduinen in De Panne bevestigt deze redenering: ondanks het beheer van maaien en nabegrazing dat in de graslanden in de duinzoom is gevoerd, was er bij de monitoring na bijna 10 jaar toch geen daling in "opneembaar P" (extractie met ammoniumlactaat) en waren er nog steeds hoge totale fosforgehaltes van 500-850 mg P.kg⁻¹ gemeten (Provoost et al. 2011).

Bij afgraven van de 40-cm dikke bouwvoor komt bodemmateriaal aan de oppervlakte, waarbij de P-beschikbaarheid op 10 tot 20 cm onder het (nieuwe) bodemoppervlak 40-48 mg P/kg bedraagt. Dit is nog twee- tot driemaal hoger dan de referentiewaarde van 15 mg P/kg voor de ontwikkeling van schrale vegetatietypen.

Eén optie is om de percelen in de Oude Hazegraspolder af te graven tot onder de met P aangerijkte zone (minstens 60 cm onder maaiveld). Om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren is het belangrijk om de diepte vast te stellen waarop het fosfaat in de bodem is doorgedrongen, en kunnen dus extra stalen (dieper dan 60 cm onder maaiveld) nuttig zijn. Daarnaast kan een beslissing tot (diep) afgraven van het terrein uiteraard niet genomen worden zonder ook de waterhuishouding te bekijken. De hydrologische databank WATINA van het INBO bevat jammer genoeg geen meetpunten in de omgeving van de Oude Hazegraspolder en het dichtstbijzijnde meetpunt van het freatische meetnet van VMM (put 094/10/1) is gelegen op 500 m van de onderzochte percelen, te ver om relevante uitspraken over de grondwaterhuishouding in de bemonsterde percelen te kunnen doen.

Een andere optie is om af te graven tot onder de bouwvoor en vervolgens het excès aan plantbeschikbaar P gradueel weg te werken door verschralen (maaibeheer) of uitmijnen. Gezien het P gehalte onder de bouwvoor kan het echter lang (zeker > 10 jaar) duren vooraleer schrale condities bereikt worden. Ook in dit scenario moet de waterhuishouding meer in detail bekeken worden vooraleer een beslissing genomen wordt.

In het bestek van deze bodemchemische studie werd uitmijnen of andere verschralingstechnieken niet in detail doorgerekend. Wel verwijzen we graag naar de studie van Herr et al. (2011), waarin verschillende maatregelen voor het terugdringen van de fosforbeschikbaarheid op voormalige akkers in het Vlaams natuurreservaat 'De Achelse Kluis' wel in detail vergeleken en doorgerekend werden.

Bij afgraven zal kalkrijk substraat aan de oppervlakte komen en kan dus – na herstel van de P toestand- een kalkrijke variant van de beoogde natuurtypen ontwikkeld worden.

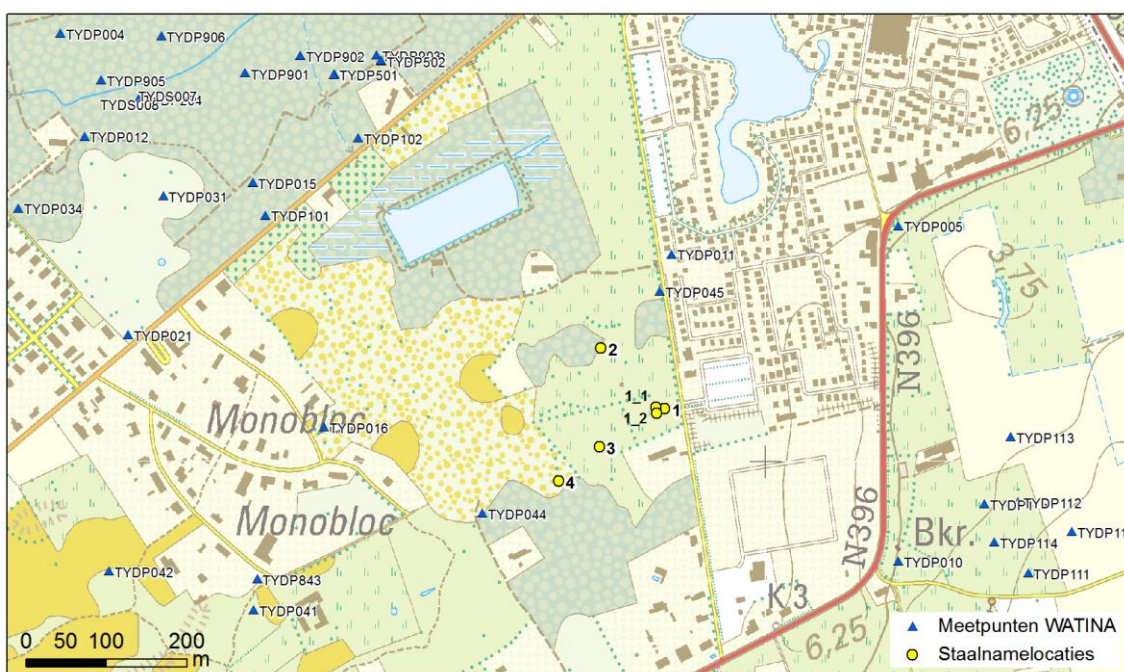
Ook in de **Oostvoorduinen** komt op alle locaties bij afgraven van de bouwvoor kalkrijk substraat aan de oppervlakte.

Na afgraving van de bouwvoor op locaties 2 en 3 zou de nieuwe toplaag van de bodem een plantbeschikbaar P gehalte van 6-7 mg P/kg bevatten. Die waarden vallen in de range voor plantbeschikbaar fosfor waarbinnen voedselarme vegetaties in Europese referentiegebieden voorkomen. Dit vormt een geschikte uitgangssituatie voor de ontwikkeling van de beoogde schrale duingraslanden (kalkrijke variant).

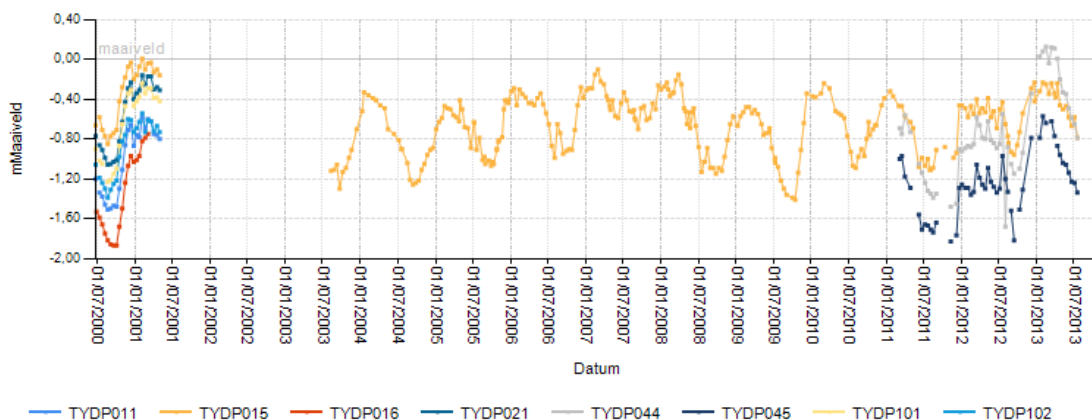
Bij afgraven tot onder de bouwvoor op locaties 1, 1_1, 1_2 en 4 komt bodemmateriaal met licht verhoogde plantbeschikbaar P gehalten aan de oppervlakte. Hier zijn opnieuw twee opties mogelijk: het dieper afgraven van de met P aangerijkte zone (minstens 65-75 cm onder maaiveld) of na afgraven van de bouwvoor het excès aan plantbeschikbaar P gradueel weg te werken door verschralen (maaibeheer) of uitmijnen. Hiervoor moet de waterhuishouding meer in detail bekeken worden.

De hydrologische databank WATINA van het INBO bevat enkele grondwatermeetpunten in de omgeving van de bemonsterde locaties (figuur 12). Meetpunten TYDP045 en TYDP044 zijn gelegen op ca. 100 m van locaties 2 en 4. De tijdreeksen voor deze meetpunten zijn te kort en onvolledig om definitieve conclusies te trekken, maar de beschikbare metingen tonen dat het grondwaterpeil relatief sterk fluctueert gedurende het jaar (fluctuaties van meer dan 1 m

amplitude, figuur 13). Tijdens de winter kan het waterpeil op meetpunt TYDP045 tot 50 cm onder maaiveld stijgen terwijl het op meetpunt TYDP044 zelfs tot maaiveldniveau kan komen. Soresma (2001) modelleerde de grondwaterstanden in het kader van een ecohydrologische studie begin van de jaren 2000. De toen berekende gemiddelde winterpeilen bereiken 60 tot 80 cm onder maaiveld, en de hoogste grondwaterstanden 40 tot 60 cm onder maaiveld. Hieruit blijkt dat grondwater bij ontgronden een invloed op de ondiepe bodemlagen en de vegetatieontwikkeling zal uitoefenen. Bij bouwvoorafvoer (45 of 55 cm) of verdere afgravingen kan aangenomen worden dat het grondwaterpeil in de winter regelmatig tot enkele tientallen cm onder maaiveld of zelfs tot maaiveld zal stijgen. Bij bouwvoorafvoer zal het excès aan plantbeschikbaar P op locaties 1, 1_1, 1_2 en 4 nog weggewerkt moeten worden door maaibeheer of uitmijnen. Op basis van de beschikbare tijdreeksen kunnen we (nog) niet met zekerheid bepalen in welke mate de percelen na ontgronden toegankelijk voor beheerswerken zullen blijven. Er kan niet worden uitgesloten dat sommige percelen ook tijdens de zomer plaatselijk zeer nat zullen worden.



Figuur 12 Meetpunten in de Oostvoorduinen volgens de hydrologische databank WATINA van het INBO.



Figuur 13 Grondwaterpeilen t.o.v. maaiveld in enkele peilbuizen in de Oostvoorduinen (bron: INBO).

Volgens metingen van Soresma (2001) en uit de hydrologische databank WATINA van INBO (data 2001 en 2012) is grondwater in deze zone zoet, met matig hoge alkaliniteit, en relatief rijk aan CaHCO₃. Op enkele uitzonderingen na (met verhoogde nitraatconcentraties) is het ook nutriëntenarm. Aanvoer van nutriëntenarm kalkrijk grondwater in de toplagen van de bodem is perfect compatibel met de ontwikkeling van vegetaties van vochtige duinvalleien (habitattype 2190) en kan zelfs bijdragen tot fixatie van fosfor. Als er geopteerd wordt voor afgraven, worden geen problemen verwacht i.v.m. grondwaterkwaliteit.

In de Oostvoorduin zijn de plantbeschikbaar P gehalten in de bovenlaag van de bodem minder sterk verhoogd dan in de Oude Hazegraspolder. Deze toestand biedt nog kansen voor alternatieve maatregelen zoals verschralen of uitmijnen. Vooral op locatie 2 zouden deze opties op 'redelijke' termijn resultaten kunnen leveren. We beschikken hier niet over alle nodige informatie om de uitmijnduur of verschralingsduur te berekenen. Op basis van een ruwe berekening¹ wordt de verschralingsduur (afhankelijk van het perceel) op 5 tot 15 jaar geschat bij uitmijnen en op 20 tot 40 jaar bij maaien en afvoeren. Deze cijfers worden als indicatie gegeven en moeten met voorzichtigheid beschouwd worden.

¹ Hypothesen voor de berekening: constante bodemdichtheid van 1.3 kg/l, er wordt tot 30 cm diepte verschraald, bij maaien en afvoeren worden 10 kg P/ha.jaar afgevoerd, bij uitmijnen 35 kg P/ha.jaar. Worden verwaarloosd: mogelijke uitspoeling van P naar diepe bodem, eventuele toegang van de planten tot P pools buiten het bestudeerde volume grond, niet homogene verspreiding van wortels in de grond, mogelijke afname van P afvoer door het gewas bij verlaagde P rijkdom na jaren uitmijnen. De berekende waarden zijn dus als een indicatie gegeven.

5 Besluit

- Dit rapport bespreekt de resultaten van een verkennend bodemchemisch onderzoek op twee terreinen in Knokke (2 akkerpercelen in de Oude Hazegraspolder/Kalfduinen) en Koksijde (4 graslandpercelen in de Oostvoorduin/Manet).
- In de Oude Hazegraspolder is de bouwvoor van de bemonsterde akkerpercelen dermate aangerijkt met fosfor dat de ontwikkeling van voedselarme natuurdoeltypen onmogelijk is zonder actief ingrijpen. Op de 2 onderzochte locaties is het gehalte plantbeschikbaar P onder de bouwvoor nog 2 tot 3 maal hoger dan de waarden waargenomen in de meeste referentiegebieden met voedselarme vegetaties (10-15 mg P/kg). Het afgraven van de bouwvoor volstaat dus niet. Het verwijderen van nutriënten door afgraven moet afgewogen worden tegen het effect op de waterhuishouding door de maaiveldverlaging door afgraven. Bij gebrek aan peilbuizen in de omgeving van de bemonsterde percelen kan de impact van ontgronden op hydrologie niet bepaald worden.
- In de Oostvoorduin liggen de plantbeschikbaar P gehalten in de bovenlaag van de bodem licht boven de referentiewaarden voor voedselarme natuur. Op twee locaties (locaties 2 en 3) volstaat het afgraven van de bouwvoor om tot een bodemchemisch geschikte uitgangssituatie te komen voor de ontwikkeling van de beoogde voedselarme natuurdoeltypen. Op de andere twee percelen (locaties 1, 1_1, 1_2 en 4) blijft de bodem onder de bouwvoor te rijk aan P voor voedselarme natuur. Als er wordt geopteerd voor afgraven van de bouwvoor, zal het grondwaterpeil na de werken veel dichterbij maaiveld stijgen, met mogelijke gevolgen voor het beheer van de percelen: het verder verschralen van de bodem kan moeilijk worden. Uit de beschikbare metingen van de grondwaterchemie blijkt dat de grondwaterkwaliteit compatibel is met het herstel van de doelvegetaties.
Verschralen en uitmijnen zijn hier mogelijke alternatieven, die evenwel pas op langere termijn (zeker > 15 jaar bij maaien en afvoeren) tot de beoogde daling in trofie en productiviteit van de vegetatie zullen leiden.
- De zuur/basentoestand (pH, uitwisselbare kationen en basenverzadiging) van beide gebieden is eerder gunstig: in het kader van een natuurgerichte ontwikkeling is het remediëren van verzuring niet aan de orde. Als de terreinen afgegraven worden, zal het kalkrijke substraat onder de bouwvoor aan de oppervlakte komen wat –na herstel van de nutriëntentoestand- interessante vooruitzichten biedt voor de ontwikkeling van kalkrijke duingraslanden/duinvalleien.

Referenties

- Ampe C. (2000). Onderzoek naar de invloed van het grondgebruik op het abiotisch milieu in en langs de maritieme duinstreek. Laboratorium voor Bodemkunde, Vakgroep Geologie en Bodemkunde: Gent. In opdracht van AMINAL. 151+ bijlagen.
- Ampe C. (2003). Bodemevolutie in de kustduinen onder begrazing en andere natuurbeheersvormen. Studie in opdracht van Aminoal, Afdeling Natuur, 187 p. + bijl.
- Brady N.C., Weil R.R. (1999). The Nature and properties of soils. 12th edition, Prentice-Hall International.
- Hens M. (2012). Advies betreffende de omvorming van een akker tot heide in Brugge. Advies INBO.A.2012.102, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 7 blz.
- Herr C., De Becker P. & Hens M. (2011). Ecohydrologisch en bodemkundig onderzoek i.f.v. herstelmaatregelen aan Achelse Kluis. Rapport INBO.R.2011.6, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 176 blz.
- Kooijman A.M., Besse M., Haak R. (2005). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in open droge duinen. Eindrapport fase 2. Rapport DK nr. 2005/dk008-O. 158 p.
- Provoost, S., Feys, S., Vercruyssen, W., Packet, J., Denys L. (2011). Natuurinrichting oosthoekduinen – Monitoring. Inventarisatie jaar 7 (vegetatie, flora en dagvlinders). Evaluatie van de uitgevoerde werken 7 jaar na de inrichting. Rapporten INBO.R.2011.55, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 142 blz.
- Soresma (2001). Ecohydrologisch onderzoek van het Vlaams Natuurreservaat Hannecartbos en omgeving te Koksijde. Antwerpen. 12009225/tne. 59 pp.
- Van Ranst E. & Sys C. (2000). Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (Schaal 1:20.000). Laboratorium voor Bodemkunde, Universiteit Gent.
- VLM (2010). Natuurinrichting Oosthoekduinen. Biotische en abiotische uitgangssituatie (T-1). Biotische situatie 2 jaar na de uitvoering van de natuurinrichtingswerken (T+2). Brugge, 172 blz.

Bijlage A: Landschappelijke situering terreinen



Figuur 8 Zicht van de graslanden in de Oostvoorduinen te Koksijde (locaties 2 en 4). Deze terreinen werden op zes locaties bemonsterd (1 t/m 4). Foto's: Koen Vervaet/INBO, 22/04/2014.



Figuur 9 Zicht van de akkerpercelen in de Oude Hazegraspolder te Knokke. Twee percelen werden hier bemonsterd (5 en 6). Foto's: Koen Vervaet/INBO, 22/04/2014.