

# Ontwikkeling en behoud van Heischrale graslanden (H6230) in Drenthe en Friesland

*Bodemchemisch onderzoek*



Opdrachtgevers: Prolander, Rijksvastgoed bedrijf, It Fryske Gea, Natuurmonumenten en mevrouw Pigeaud •  
Auteurs: Maaïke Weijters, Ludo Smits en Roland Bobbink • Projectnummer: PR-20.054; 20.055, 20.056, 20.057  
en 20.063 • Rapportnummer: RP-20.055.20.88 • Datum: oktober 2020



# Ontwikkeling en behoud van Heischrale graslanden (H6230) in Drenthe en Friesland



Foto Kaft: Dwingelderveld tijdens de bemonstering op 15-04-2020, Foto M. Weijters

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

*Citeren als: Weijters, M., L. Smits en Bobbink, R. (2020). Ontwikkeling en behoud van Heischrale graslanden (H6230) in Drenthe en Friesland. Onderzoekcentrum B-WARE B.V., Nijmegen. RP-20.055.20.88*

**Informatie:**

**Bezoekadres**

B-WARE Research Centre  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
Tel: 024-2122201  
[info@b-ware.eu](mailto:info@b-ware.eu)  
[m.weijters@b-ware.eu](mailto:m.weijters@b-ware.eu)

**Postadres**

B-WARE Research Centre  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Postbus 6558  
6503 GB Nijmegen

© B-WARE Research Centre, Nijmegen, 2020.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>9</b>
1.1	<i>Aanleiding en onderzoeksvragen</i> .....	9
1.2	<i>Leeswijzer</i> .....	9
<b>2</b>	<b>Achtergrond</b> .....	<b>11</b>
	<i>Referentiewaarden voor abiotiek in droge heidegemeenschappen</i> .....	11
<b>3</b>	<b>Methodiek</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Vijftig Bunder</b> .....	<b>17</b>
4.1	<i>Inleiding</i> .....	17
4.2	<i>Resultaten</i> .....	19
4.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	19
4.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	21
4.2.3	<i>Totaal elementen</i> .....	23
4.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Vijftig Bunder</i> .....	24
<b>5</b>	<b>Mandefjild</b> .....	<b>25</b>
5.1	<i>Algemene beschrijving</i> .....	25
5.2	<i>Resultaten</i> .....	28
5.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	28
5.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	30
5.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Mandefjild</i> .....	31
<b>6</b>	<b>Witterveld</b> .....	<b>33</b>
6.1	<i>Algemene beschrijving</i> .....	33
6.2	<i>Resultaten</i> .....	36
6.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	36
6.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	38
6.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Witterveen</i> .....	41
<b>7</b>	<b>Schaopedobbe</b> .....	<b>43</b>
7.1	<i>Algemene beschrijving</i> .....	43
7.2	<i>Resultaten</i> .....	43
7.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	43
7.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	50
7.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Schaopedobbe</i> .....	52
<b>8</b>	<b>Delleboersterheide</b> .....	<b>53</b>

8.1	<i>Algemene beschrijving</i> .....	53
8.2	<i>Resultaten</i> .....	57
8.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	57
8.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	61
8.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Delleboersterheide</i> .....	62
<b>9</b>	<b>Ketlikerheide en Ketlikerskar</b> .....	<b>67</b>
9.1	<i>Inleiding</i> .....	67
9.2	<i>Resultaten</i> .....	69
9.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	69
9.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	71
9.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Ketlikerskar en Ketlikerheide</i> .....	73
<b>10</b>	<b>Leggelderveld</b> .....	<b>75</b>
10.1	<i>Inleiding</i> .....	75
10.2	<i>Resultaten</i> .....	77
10.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	77
10.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	79
10.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Leggelderveld</i> .....	79
<b>11</b>	<b>Landgoed Vossenber</b> g .....	<b>83</b>
11.1	<i>Inleiding</i> .....	83
11.2	<i>Resultaten</i> .....	84
11.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	84
11.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	85
11.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Vossenber</i> g .....	85
<b>12</b>	<b>Dwingelderveld</b> .....	<b>87</b>
12.1	<i>Inleiding</i> .....	87
12.2	<i>Resultaten</i> .....	91
12.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	91
12.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	97
12.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Dwingelderveld</i> .....	102
<b>13</b>	<b>Holtingerveld</b> .....	<b>107</b>
13.1	<i>Algemene beschrijving</i> .....	107
13.2	<i>Resultaten</i> .....	110
13.2.1	<i>Bodemopbouw en bodembuffering</i> .....	110
13.2.2	<i>Stikstof en fosfaat</i> .....	113
13.3	<i>Conclusies en aanbevelingen Holtingerveld</i> .....	116

<b>14</b>	<b>Holtingerveld-Oosterzand.....</b>	<b>119</b>
14.1	<i>Algemene beschrijving .....</i>	119
14.2	<i>Resultaten.....</i>	120
14.3	<i>Conclusie en aanbevelingen Oosterzand.....</i>	121
<b>15</b>	<b>Hoe nu verder .....</b>	<b>123</b>
<b>16</b>	<b>Literatuur .....</b>	<b>125</b>
	<b>Bijlage 1. Coördinaten monsterlocaties.....</b>	<b>127</b>
	<b>Bijlage 2. Bodemchemische data.....</b>	<b>128</b>
	<b>Bijlage 3. Vegetatieopnames.....</b>	<b>138</b>
	<b>Bijlage 4. Folder Heischrale Graslanden.....</b>	<b>141</b>





# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en onderzoeksvragen

Heischrale graslanden behoren tot de soortenrijke ecosystemen op de hogere zandgronden, en kunnen wel 25 tot 30 plantensoorten per m<sup>2</sup> herbergen. Helaas staat het heischrale grasland sterk onder druk, niet alleen in Nederland maar in heel Europa. Om zowel het areaal als de kwaliteit van heischrale graslanden te behouden en te versterken, zijn heischrale graslanden (H6030) uitgeroepen tot prioritair habitat. Dat betekent dat landen de verplichting hebben om deze graslanden te behouden en te versterken. Meer informatie over heischrale graslanden is te vinden in de recent uitgebrachte folder van het OBN (Van der Zee, Bobbink en Oostermeijer, 2020; bijgevoegd als Bijlage 4) en in het Actieplan Heischrale graslanden (van der Zee et al. 2017; Bobbink en Van der Zee et al., 2018).

In de provincie Drenthe, maar ook in Friesland, liggen enkele van de mooiste heischrale graslandlocaties van Nederland. Denk aan de Grote- en Kleine startbaan bij Havelte, het Dwingelderveld en de Schoapedobbe. De provincie Drenthe (via Prolander), Natuurmonumenten, Rijksvastgoed beheer, It Fryske Gea, Stichting het Drentse Landschap en mevrouw Pigeaud hebben de handen ineengeslagen om het areaal van heischraal grasland in Drenthe en Friesland te vergroten en bestaande heischrale graslanden te behouden. Onder begeleiding/in het kader van “Het actieplan heischrale graslanden” is Onderzoekcentrum B-WARE gevraagd om op een groot aantal percelen bodemchemisch onderzoek te doen. Doel van dit onderzoek is om te bepalen of de locaties geschikt zijn voor de ontwikkeling van heischraal grasland en of er eventueel aanvullende maatregelen genomen kunnen worden om de ontwikkeling te stimuleren (denk aan het afvoeren van voedingsstoffen, het vergroten van de buffercapaciteit of het openmaken van de zode en inbrengen van soorten). Daarnaast werden ook enkele locaties bemonsterd die nu al als heischraal grasland kwalificeren. Op deze locaties is het doel om te bepalen of de locaties bodemchemisch voldoen aan de standplaatsvereisten van heischrale soorten, en of er maatregelen genomen kunnen worden om deze locaties te verbeteren. In Friesland werden de Delleboersterheide en Ketlikerskar en -heide bemonsterd, deze terreinen herbergen wel een hoge natuurwaarde, maar zijn niet aangewezen als Natura2000 gebied. Dit onderzoek kan helpen om de status van deze waardevolle terreinen aan te passen.

Van ieder bemonsterd perceel is aangegeven wat de bodemchemische toestand is, hoe deze zich verhoudt tot goed ontwikkelde heischrale graslanden op basis van de GRIP-database (Gemeten referentiewaarden in Plantengemeenschappen) van Onderzoekcentrum B-WARE en literatuur). Indien de bodemchemische condities niet overeenkwamen met die gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden, werd een advies gegeven over mogelijke maatregelen om de abiotiek beter geschikt te maken.

## 1.2 Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk is kort ingegaan op de abiotiek van heischrale graslanden en in het derde hoofdstuk staan de gebruikte methodes beschreven. In de daarna volgende hoofdstukken is per terrein beschreven wat de huidige bodemchemische toestand is, welke knelpunten er werden gesignaleerd voor ontwikkeling of behoud van heischraal grasland en welke maatregelen genomen kunnen worden om deze knelpunten op te lossen.



## 2 Achtergrond

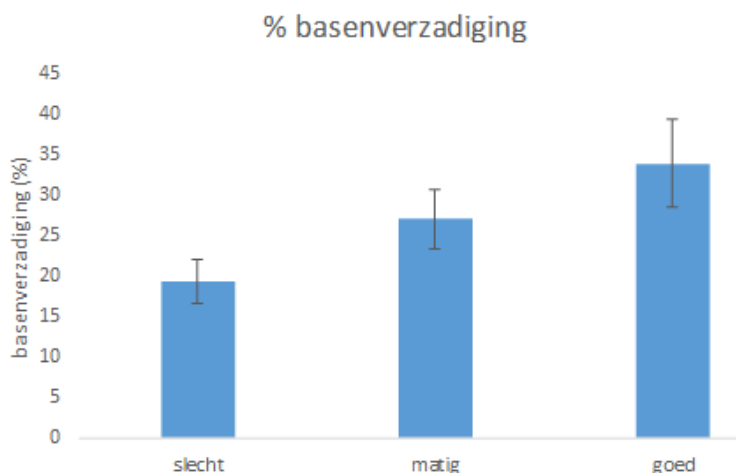
### 2.1 Abiotiek van de droge heide en heischrale graslanden

Op basis van de database van B-WARE (GRIP) kon worden aangetoond aan welke bodemchemische randvoorwaarden moet worden voldaan om een aantal voor de heide en heischrale graslanden kenmerkende plantensoorten te kunnen laten voorkomen. De beschreven randvoorwaarden werden vervolgens gebruikt als mogelijk hersteldoel in de verdere rapportage.

#### Referentiewaarden voor abiotiek in droge heidegemeenschappen

Voor de vegetatie in het droog zandlandschap zijn de beschikbaarheid van nutriënten en de zuurgraad belangrijke sturende factoren (o.a. Bobbink 2008; De Graaf et al., 2009). In deze studie ligt de nadruk op abiotiek van het prioritaire habitatype Heischraal grasland (H6230). De heischrale graslanden behoren syntaxonomisch tot de klasse der heischrale graslanden (Nardetea 19), verbond der heischrale graslanden (Nardo-Galion saxatile 19Aa). De vegetatie van de droge heischrale graslanden in het Pleistocene zandlandschap behoort tot de Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1).

Vegetatie-opnamen uit de GRIP-database (Gemeten Referentiewaarden in Plantengemeenschappen) van Onderzoekcentrum B-WARE zijn met ASSOCIA tot op associatieniveau of rompgemeenschap ingedeeld. Aangezien per vegetatie-opname ook bodemchemische gegevens bekend zijn, is zo een overzicht van de bodemchemie per (sub)associatie of rompgemeenschap verkregen. Hierbij kon een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen een relatief soortenrijke variant (**19Aa1\_goed ontwikkeld**) met minstens 5 kenmerkende soorten en Rode lijst-soorten, en de soortenarme variant en slecht ontwikkelde rompgemeenschap (Tabel 2.1).



Figuur 2.1. Basenverzadiging gemeten in verschillende stadia van ontwikkeling in het vegetatietype 19Aa01. Foutbalken zijn standaardfout. Bron: Grip-database Onderzoekcentrum B-WARE en Van der Zee et al., 2017.

Voor de opnames behorende tot de Associatie van Liggend walstro en Schapengras (en rompgemeenschappen op droge bodem) werden ontwikkelingsverschillen gevonden die in hoge mate samenhangen met de buffering van de bodem. De slecht ontwikkelde graslanden (aantal kenmerkende soorten gemiddeld 2,0 per opname, typische soorten 0,9 per opname en geen Rode-Lijstsoorten) hadden een gemiddelde pH-NaCl van 3,5 en een concentratie uitwisselbaar calcium van gemiddeld 0,9 mmol Ca/kg bodem. Deze locaties vallen deels in de rompgemeenschap van Bochtige smele

(*Deschampsia flexuosa*) en/of Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) (19RG1). In de redelijk/goed ontwikkelde graslanden (gemiddeld aantal kenmerkende soorten 6,0, typische soorten 1,8 en Rode-Lijstsoorten 3,0) was de concentratie uitwisselbaar calcium 5,3 mmol/kg bodem en de pH-NaCl 4,4. De concentratie uitwisselbaar aluminium (gemiddeld 1,3 mmol/kg bodem) verschilde niet tussen de ontwikkelingscategorieën, maar de verhouding tussen uitwisselbaar aluminium en calcium (Al/Ca-ratio) wel. Deze was in de slecht ontwikkelde droge heischrale graslanden met gemiddeld 3,5 duidelijk hoger dan in de beter ontwikkelde graslanden (gemiddeld 0,7). In de basenverzadiging is eenzelfde trend zichtbaar. De basenverzadiging was zeer laag in de slecht ontwikkelde graslanden (gemiddeld 19%), wat hoger in de matig ontwikkelde graslanden (gemiddeld 27%) en nog iets hoger in de redelijk ontwikkelde graslanden (34%) (Figuur 2.1). In heischrale graslanden in het buitenland worden overigens vaak waarden tussen de 50% en 70% basenverzadiging gemeten. Daarnaast moet de Olsen-P concentratie ook voldoende laag zijn (<400 µmol/kg bodem). Verder blijkt uit de GRIP-database dat soorten als Tormentil (*Potentilla erecta*), Tandjesgras (*Danthonia decumbens*) en Muizenootje (*Hieracium pilosella*) vrijwel alleen voorkomen op locaties waar de ammoniumconcentratie in de bodem lager is dan 200 µmol/kg bodem.

Tabel 2.1. Bodemchemie van een soortenarme en soortenrijke vorm van de associatie 19Aa1 van habitattypen H6230 en de bijbehorende rompgemeenschap, waarbij de pH gemeten is in een zoutextract (pH-NaCl), de uitwisselbare calciumconcentratie in µmol/kg bodem (Ca-NaCl), de aluminiumcalciumratio in mol/mol (Al/Ca-ratio), de anorganische ammoniumconcentratie in µmol/kg bodem (NH<sub>4</sub>-NaCl) en de basenverzadiging (BV) in procenten gemeten in het strontiumextract.

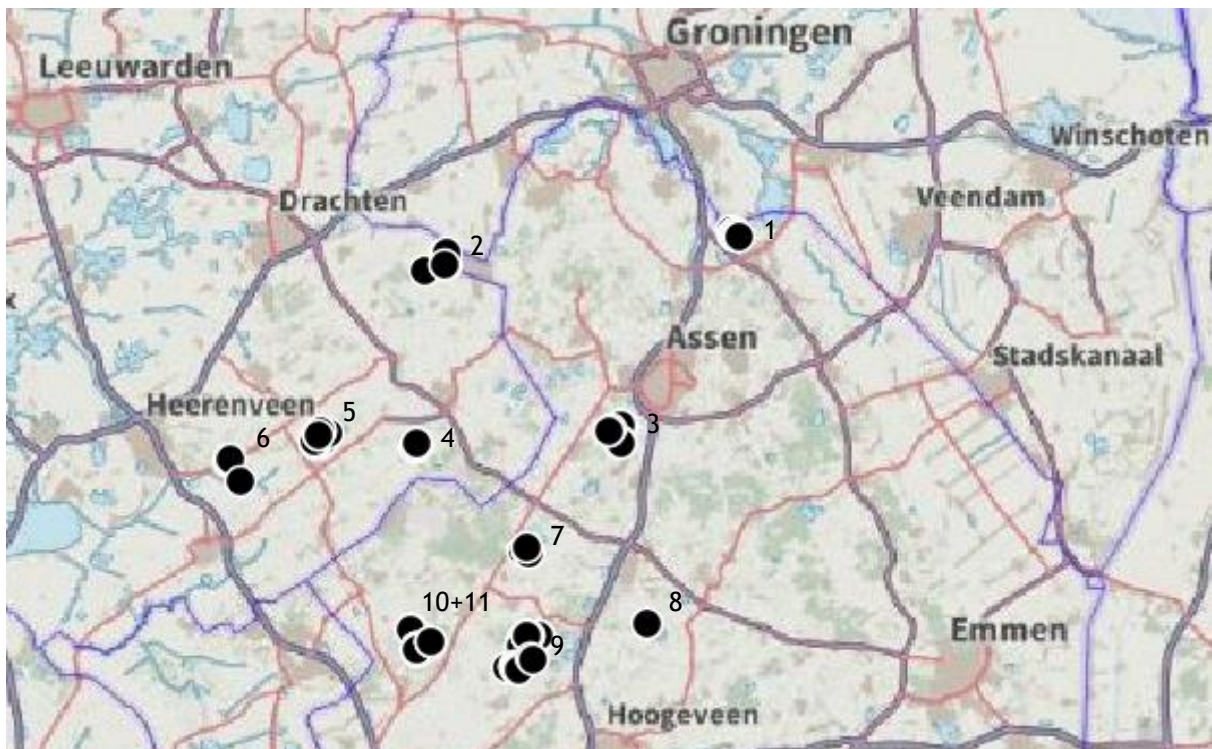
		pH-NaCl	Ca-NaCl (µmol/kg bodem)	Al/Ca-ratio	NH <sub>4</sub> -NaCl (µmol/kg bodem)	BV (%)	P-Olsen (µmol/kg bodem)
Onderverdeling Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1)	Onderverdeling Associatie Galio hercynici-Festucetum ovinae (19Aa1)						<400
Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1) soortenarm	Galio hercynici-Festucetum ovinae (19Aa1) soortenarm	3,0-3,5	800-1000	2,5-4,0	-	27%	<400
Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1) redelijk/goed ontwikkeld	Galio hercynici-Festucetum ovinae (19Aa1) redelijk/goed ontwikkeld	3,8-5,0	2250-6000 (12.000)	<0,8	<200	34%	<400
Slecht ontwikkelde rompgemeenschap (19RG02)	RG Bochtige smele (19RG02)	3,4-3,7	500-1000	2-5	100-250 (350)	19%	

## 3 Methodiek

### 3.1 Monstername

Op 15-4-2020 werden bodemmonsters verzameld in het Dwingelderveld (locatie 9 in Figuur 3.1), Vijftig Bunder (locatie 1) en Leggelderveld (locatie 7) onder begeleiding van Ronald Popken (Natuurmonumenten). Op 22-4 werden bodemmonsters verzameld in het Holtingerveld (locatie 10), onder begeleiding van Ronald Popken en Friso van der Zee (WUR). In het Holtingerveld werden de boorlocaties eerst vrijgegeven door een “Niet gesprongen Explosieven” expert. Op diezelfde dag werd ook het perceel van Mevrouw Pigeaud bemonsterd in het Oosterzand onder begeleiding van de heer Kerssies (Locatie 11), Het landgoed Vossenbergh (locatie 8) van Stichting het Drentse Landschap werd bemonsterd en het Rijksvastgoed terrein Witterveld (locatie 3) na instructies van Gerald Kragt (Rijksvastgoed beheer). Op deze dag zijn door Friso van der Zee globale vegetatieopnames gemaakt (Bijlage 3). Op 23-4 werden tenslotte bodemmonsters verzameld in de terreinen van It Fryske Gea, namelijk de Schoapedobbe (locatie 4), Mandefjild (locatie 2), Delleboersterheide (Locatie 5) en de Ketlikerheide (Locatie 6). Deze monstername werd begeleid door Sytske Rintjema (It Fryske Gea). De monsterlocaties zijn weergegeven in Figuur 3.1, in de beschrijvingen per terrein zijn detailkaarten opgenomen van de bemonsteringslocaties. De coördinaten van de boorlocaties zijn opgenomen als Bijlage 1.

De bodemmonsters werden verzameld met een guts of bodembuur, afhankelijk van de te bemonsteren dieptes, en koel en luchtdicht bewaard tot analyse in het laboratorium van Onderzoekcentrum B-WARE. In de volgende hoofdstukken zijn de resultaten van de bemonsterde terrein(delen) in de volgorde zoals weergegeven in Figuur 3.1. beschreven. De bodemchemische gegevens zijn bijgevoegd als Bijlage 2.



Figuur 3.1. Bemonsteringslocaties. 1=Vijftig Bunder, 2=Mandefjild, 3=Witterveld, 4=Schoapedobbe, 5=Delleboersterheide, 6=Ketlikerheide, 7=Leggelderveld, 8=Vossenbergh, 9=Dwingelderveld, 10=Holtingerveld.

## 3.2 Analyses

De volgende parameters werden bepaald aan de bodemmonsters:

- Organisch stofgehalte ("Loss of ignition")
- Massavolume (maat voor de bulk-density)
- Extractie met zout (0,2M NaCl) waarbij de pH werd bepaald en de concentratie plantbeschikbaar Ca, K, Mg en Al. Verder werd de concentratie ammonium en nitraat bepaald.
- Extractie met Strontium waarbij de basenverzadiging en Cation Exchange Capacity van de bodem werd bepaald.
- Olsen-extractie als maat voor plantbeschikbaar P. Bij de Olsen-extractie werd de hoeveelheid plantenbeschikbaar-P vrijgemaakt door verdringing van P door bicarbonaat. Tevens werden ijzer- en aluminiumhydroxides gehydroliseerd waardoor geadsorbeerd P vrijkomt.

Van minstens één boorpunt per perceel werd ook een totaal-analyse uitgevoerd met een magnetrondestructie.

- Destructie voor totalen aan elementen P, Al, Fe, S, Si, Na, K, Ca, Mg, Mn, Zn

### Bewerking van de bodemmonsters

#### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en het vochtverlies berekend. Dit alles werd in duplo uitgevoerd. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien van de monsters werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt in dit type bodems goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

#### *Bodemdestructie*

Door bodemmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Dit werd uitgevoerd door het bodemmateriaal na het drogen op 60°C te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd en de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. De destructaten werden vervolgens geanalyseerd op de ICP.

#### *Olsenextractie*

Het Olsen-extract werd uitgevoerd ter bepaling van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M NaHCO<sub>3</sub> bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105 rpm. Het extract werd vervolgens geanalyseerd op de ICP.

#### *Zoutextractie*

In de zoutextracten werd eerst pH van de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2M NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat dat gemeten werd op de ICP wordt aangezuurd en opgeslagen voor analyse. Vervolgens

werd de hoeveelheid  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Al en Ca bepaald, alsmede de hoeveelheid P en kationen, gemeten in het extract op de ICP en Autoanalyser.

#### *Strontiumextractie*

Met een strontiumextractie kan de concentratie strontium-uitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 5 gram droog materiaal (minerale bodems) en met 200 ml strontiumchloride ( $0,2 \text{ mol l}^{-1}$ ), geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard en bij  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analysers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$  tot verdere analyse.

#### **Chemische analyses**

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 bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van resp. salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium ( $\text{Na}^+$ ) en kalium ( $\text{K}^+$ ) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.





## 4 Vijftig Bunder

### 4.1 Inleiding

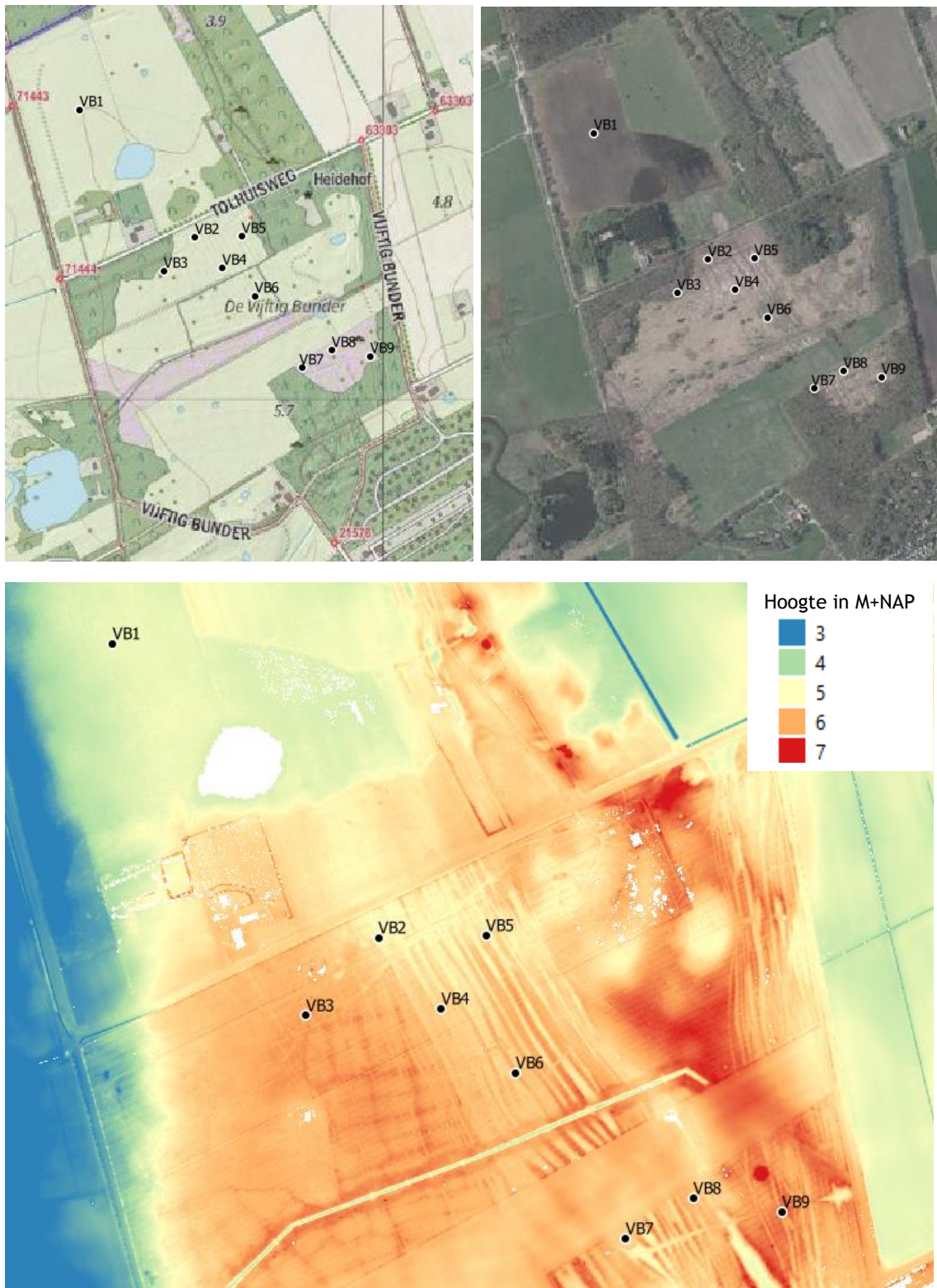
In het terreindeel “Vijftig Bunder” van Natuurmonumenten werden op negen locaties bodemmonsters verzameld, op een diepte van 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld (Figuur 4.1).

Locatie VB1 (Foto 4.1) bevond zich in een voormalig landbouwperceel, dat omstreeks 2000 is ontgrond. De bodem bestond uit oranje geel gevlekt ijzerrijk zand. De locaties VB 2 tm 5 lagen in oude heide, waarbij op VB3 in het verleden Valkruid (*Arnica montana*) voorkwam. De bodem was hier organisch, donkerbruin tot zwart. Op locatie VB 4 werd opvallend veel opslag van Braam, Pijpenstro en Berk waargenomen. De bodem was hier licht lemig, in de 0-10 cm donkerbruin, in de 10-20 cm werd een oranje inspoelingshorizont (b-horizont) waargenomen. Valkruid werd nog wel waargenomen op VB6, de bodem was ook hier in de 0-10 cm lichtlemig en donkerbruin, met een oranje inspoelingshorizont in de 10-20 cm bodemlaag. Locatie VB 5 lag op een hogere kop, hier werd geen leem in de bodem aangetroffen. De locaties VB 7, 8 en 9 lagen in een terreindeel dat in het verleden in meer of mindere mate is verbost en nu opengemaakt is. Op VB 8 (Foto 4.1) was het strooisel van het bos nog aanwezig, vraag op deze locatie is of dat strooisel verwijderd moet worden. Op de AHN-kaart zijn de oude karresporen nog goed zichtbaar (deels nog stammend uit de middeleeuwen), deze waren ook in het veld nog goed te zien. De bodem op de locaties 7 en 8 bestond uit een organisch laagje van ca 5 cm dik met daaronder 5 cm donkerbruin zand, vanaf 10 cm werd weer een oranje b-horizont aangetroffen. Locatie VB 9 was wat lemiger wat bodemtextuur betreft, en de bovenste 20 cm bestond uit donkerbruin licht lemig zand.

Op de locaties VB 3 (voormalige groeiplaats Valkruid) en VB 6 (huidige groeiplaats Valkruid), werd naast de standaard analyses ook een totaal-analyse uitgevoerd op de verzamelde bodemmonsters.



Foto 4.1. Locatie VB1, op een in 2000 ontgrond voormalig landbouwperceel (links) en VB 8, gekapt/opengemaakt bos (rechts).



Figuur 4.1. Monsterlocaties “Vijftig Bunder” op een “open topo” achtergrond en luchtfoto uit 2018 (bovenste) en AHN-achtergrondkaart in m t.o.v. NAP (onderste), alle kaarten komen uit de PDOK.

## 4.2 Resultaten

### 4.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

Het organische stofgehalte gemeten in de 0-10 cm bodemlaag varieerde van 3 % in het in 2000 ontgronde VB1, tot percentages rond de 11% op de oude heidelocaties VB3 en VB4. In de 10-20 cm bodemlaag was het organische stofgehalte lager, met uitzondering van VB5, waar er nagenoeg geen verschil tussen de twee bodemlagen gemeten werd (Tabel 4.1). Hetzelfde patroon was zichtbaar in de Cation Exchange Capacity (CEC) van de bodem.

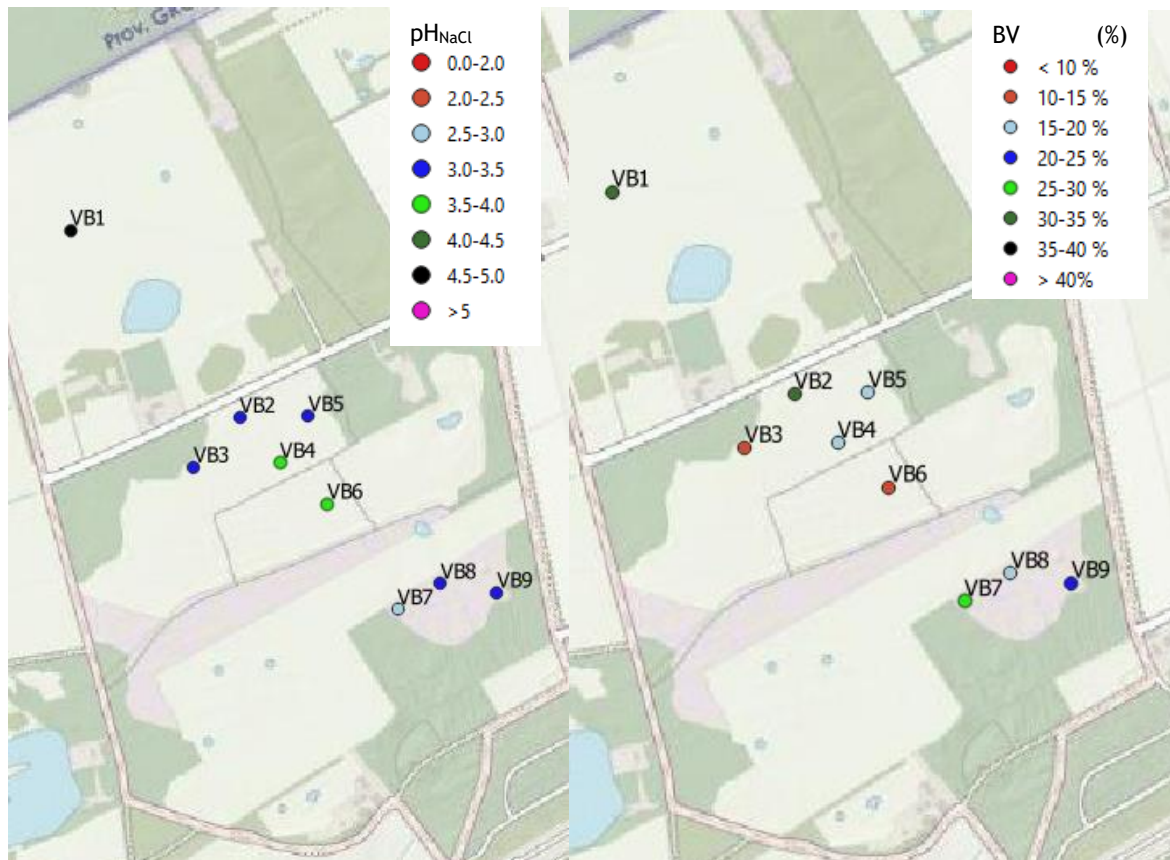
Tabel 4.1. Bodemchemische gegevens van Vijftig Bunder. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout													
		MV kg droog/liter vers	OS (%)	Olsen-P umol/l bodem	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
VB1	0-10	1,2	3,1	85	4,7	1	2	291	1275	5	751	682	304	0,0	0,2
	10-20	1,4	1,6	17	4,7	8	121	281	502	6	635	165	90	0,1	0,6
VB2	0-10	0,8	8,7	751	3,4	166	54	1373	3581	24	451	1300	53	1,2	0,4
	10-20	1,0	5,7	607	3,8	62	514	2214	1263	16	363	449	13	0,7	1,8
VB3	0-10	0,8	10,9	735	3,1	1	72	1386	1262	4	693	696	7,3	2,4	1,1
	10-20	0,9	6,3	481	3,4	2	203	2378	447	5	415	207	2,1	1,1	5,3
VB4	0-10	0,7	11,0	788	3,6	1	268	1637	1227	4	880	888	8,2	0,7	1,3
	10-20	1,1	4,2	545	4,2	31	76	1394	652	3	911	383	6,0	0,2	2,1
VB5	0-10	1,1	3,8	840	3,4	49	15	794	1419	8	1211	854	59	6,3	0,6
	10-20	1,1	4,2	740	3,5	90	29	1733	464	10	374	133	7,3	2,4	3,7
VB6	0-10	0,9	6,6	767	3,8	8	12	1274	1240	20	807	875	5,6	0,6	1,0
	10-20	1,1	4,8	690	4,1	3	82	1647	246	3	445	298	3,7	0,6	6,7
VB7	0-10	0,9	7,3	955	3,0	529	61	707	3870	7	542	1320	200	38,9	0,2
	10-20	0,9	5,3	777	3,2	265	484	1159	1873	14	406	698	100	2,5	0,6
VB8	0-10	0,8	8,6	1047	3,2	256	256	841	2366	20	692	1597	101	5,4	0,4
	10-20	0,9	3,4	673	3,5	135	300	1565	742	17	629	535	20	1,9	2,1
VB9	0-10	0,8	11,3	681	3,2	261	259	898	2136	7	643	937	44	2,5	0,4
	10-20	1,0	5,2	512	3,3	48	324	1189	1095	5	491	434	15	2,9	1,1
Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l

De bodem pH<sub>NaCl</sub> varieerde sterk tussen de bemonsterde locaties (Figuur 4.2). Op de voormalige landbouwlocatie VB1 werd de hoogste pH<sub>NaCl</sub> gemeten, met 4,7 in de 0-10 cm bodemlaag. Dit is mogelijk een erfenis van het landbouwkundig verleden, of er is bekalkt na het ontgronden. Ook op de locaties VB4 en VB6 (groeiplaats Valkruid) was de pH voldoende hoog voor heischraal graslandsoorten, met respectievelijk 3,6 en 4,1 gemeten in de 0-10 cm bodemlaag. Op de voormalige groeiplaats van Valkruid werd een pH<sub>NaCl</sub> van 3,1 gemeten, dat is te laag voor veel heischrale soorten zoals Valkruid. Op de voormalig beboste locaties VB7, 8 en 9 werden wat lagere pH's gemeten in de toplaag met 3,0 (VB7) en 3,2 (VB8 en 9).

Op VB1 werd ook de hoogste basenverzadiging gemeten met 31%, maar ook de laagste CEC, en dat betekent dat deze locatie ondanks de hoge pH toch verzuringsgevoelig is. Op VB4 en VB6 werden, in tegenstelling tot de pH, lage basenverzadigingen gemeten, met percentages van minder dan 17%. Op de voormalige groeiplaats van Valkruid werd een basenverzadiging van slechts 11 % gemeten! Op de locaties VB7, 8 en 9 waren juist wat hogere basenverzadigingen gemeten vergeleken met de oude

heide locaties, variërend van 20 tot 27%. Voor soortenrijke heischrale graslanden zijn al deze basenverzadigingen echter te laag, of aan de lage kant (VB1).

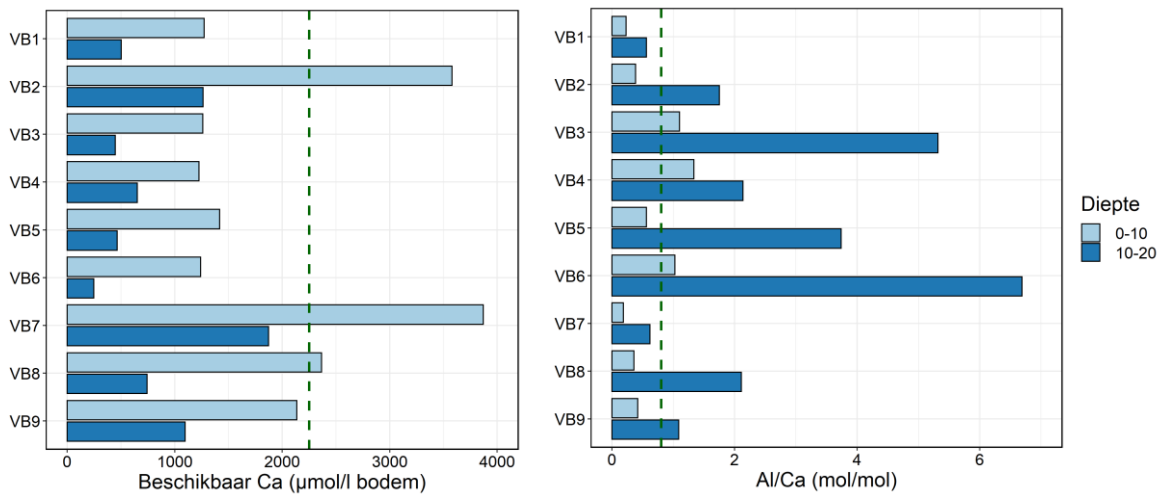


Figuur 4.2. pH<sub>NaCl</sub> gemeten in de 0-10 cm bodemlaag (links) en de Basenverzadiging gemeten in de toplaag in % (rechts).

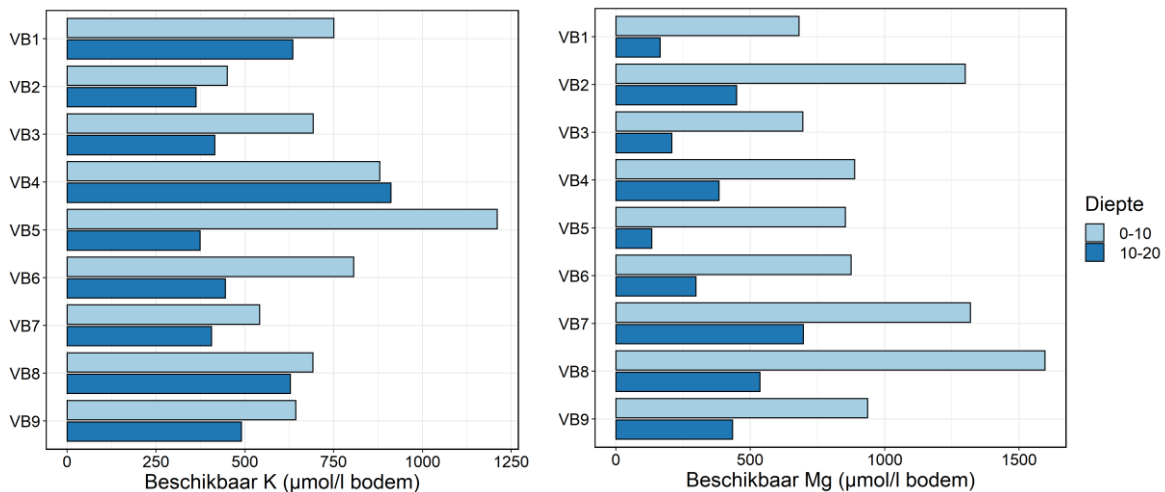
Een derde belangrijke sturende factor in de vegetatieontwikkeling is de beschikbaarheid van calcium en de verhouding tussen beschikbaar aluminium en calcium in de bodem, de Al/Ca ratio (H2). In goed ontwikkelde heischrale graslanden wordt meer dan 2000  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca/l bodem gemeten. Op de bemonsterde locaties in Vijftig Bunder werden deze concentraties alleen op VB2, VB7 en VB8 gehaald (Figuur 4.3). In de oudere heidelocaties (VB 3 tm 6) werden te lage beschikbare calciumconcentraties gemeten (<1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Op de zuidelijker gelegen locaties VB7, 8 en 9 werden wat hogere beschikbare calciumconcentraties gemeten, overeenkomend met het beeld op basis van de pH en basenverzadiging. In de 10-20 cm bodemlaag werden overall (veel) lagere beschikbare calciumconcentraties gemeten. Naast de beschikbare concentratie Ca is ook de verhouding tussen Ca en Al een belangrijke sturende factor. In goed ontwikkelde heischrale graslanden is deze lager dan 0,8. Op de bemonsterde plekken in de Vijftig Bunder werden deze lage ratio's gehaald op de locaties VB1, 2, 5, 7, 8 en 9; en dus niet op de huidige groeiplaats van Valkruid (VB6, Al/Ca ratio 1,0) en de voormalige groeiplaats (VB3, Al/Ca ratio 1,1) (Figuur 4.3). Verder viel op dat ook de Al/Ca ratio in de 10-20 cm bodemlaag veel hoger, en dus ongunstiger, was dan in de toplaag. Dat betekent ook dat in dit terrein met het afvoeren van de bovenste 10 cm van de bodem, een groot deel van de beschikbare basische kationen en bodembuffering wordt afgevoerd, iets om rekening mee te houden in het beheer!

Hoewel er geen duidelijke grenswaarden beschikbaar zijn, spelen ook kalium en magnesium een belangrijke rol in het systeem, zowel voor de vegetatie als voor de fauna. Opvallend aan de waarden gemeten in Vijftig Bunder is dat de beschikbare kaliumconcentraties (Figuur 4.4) met concentraties rond de 750  $\mu\text{mol/l}$  bodem niet heel laag zijn vergeleken met andere heideterreinen in Nederland

(Database B-WARE). Ook de beschikbare magnesiumconcentraties gemeten in de toplaag zijn “normaal” voor waarden gemeten in droge heide en heischrale graslanden, waarbij opvalt dat deze net als bij Ca, sterk afnemen in de 10-20 cm bodemlaag.



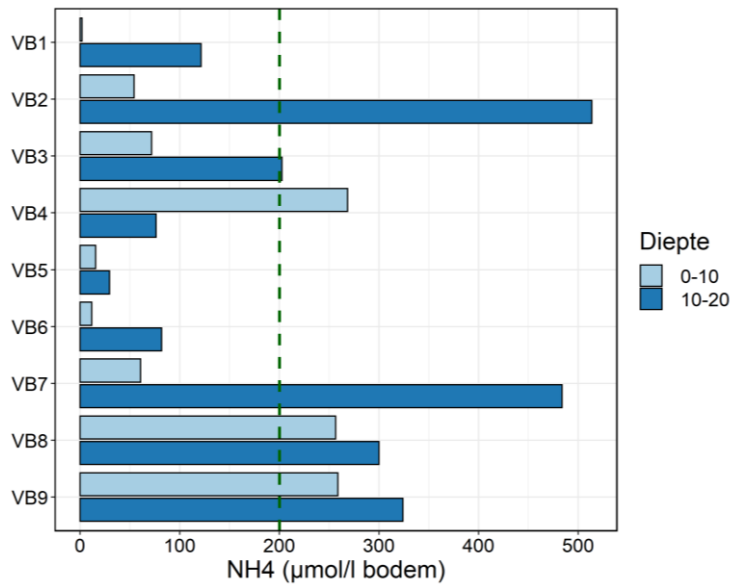
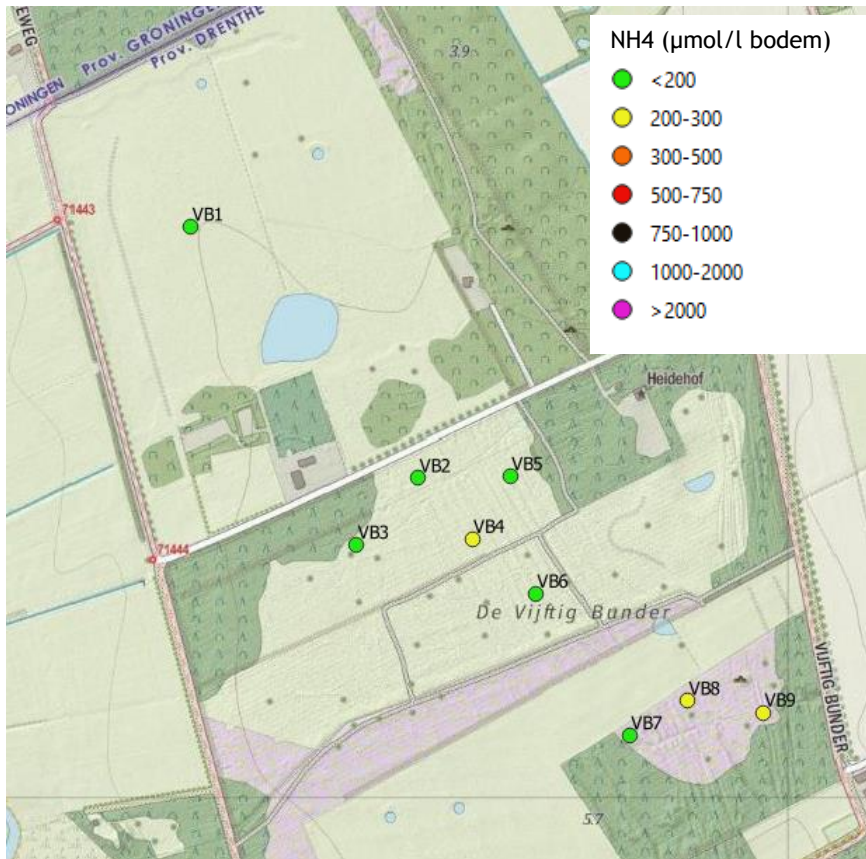
Figuur 4.3. Beschikbare Ca concentratie in µmol/l bodem (links) en de Al/Ca ratio (rechts) gemeten in de Vijftig Bunder. Donkerblauw = 0-10 cm bodemlaag, lichtblauw is de 10-20 cm bodemlaag. Groene lijn geeft 2250 µmol/l bodem (Ca-beschikbaarheid) en 0,8 (Al/Ca ratio) (Tabel 2.1).



Figuur 4.4. Beschikbare K concentratie (links) en Mg concentratie (rechts) in µmol/l bodem gemeten in de Vijftig Bunder. Donkerblauw = 0-10 cm bodemlaag, lichtblauw is de 10-20 cm bodemlaag.

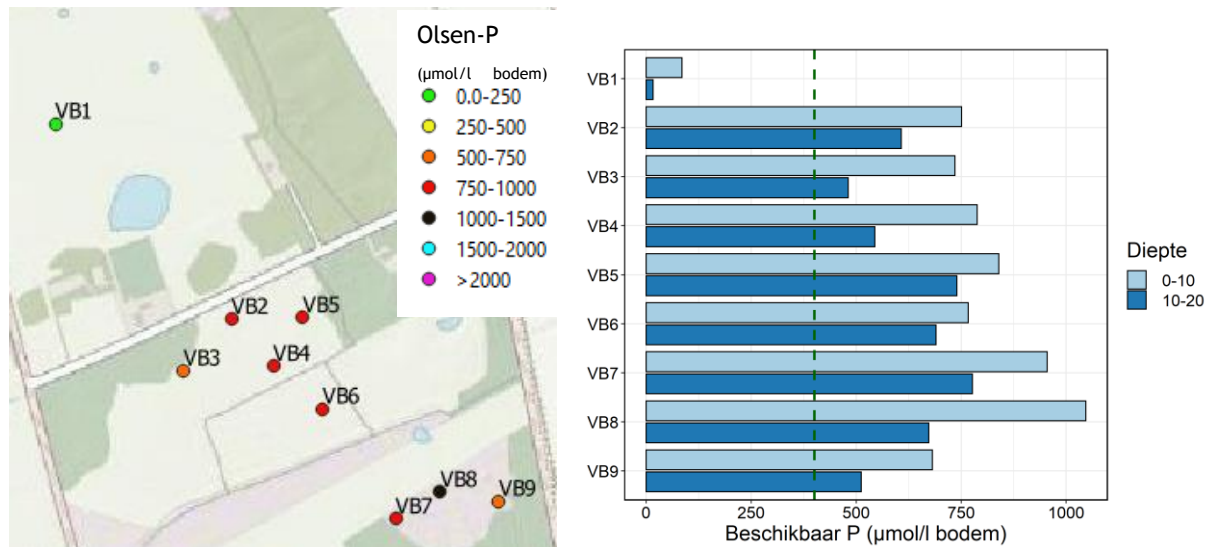
#### 4.2.2 Stikstof en fosfaat

Stikstof, en dan met name ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) is een belangrijke sturende factor in de vegetatieontwikkeling in het heidelandschap. In goed ontwikkelde heischrale graslanden worden  $\text{NH}_4^-$  concentraties lager dan 200 µmol/l bodem gemeten (Tabel 2.1). Daarnaast mag ook de  $\text{NO}_3^-$  concentratie niet te hoog zijn, om verruiging van de vegetatie te voorkomen. In de bemonsterde locaties van de Vijftig Bunder waren de gemeten ammoniumconcentraties in de toplaag voldoende laag, of bijna laag genoeg (Figuur 4.5). De nitraatconcentraties waren over het algemeen ook laag, met uitzondering van VB7 waar in de toplaag meer dan 500 µmol  $\text{NO}_3^-$ /l bodem werd gemeten. Opvallend was dat de gemeten ammoniumconcentraties in de 10-20 cm bodemlaag verhoogd waren op de locaties VB2 en VB7 (rond de 500 µmol/l bodem).



Figuur 4.5. Beschikbare ammoniumconcentratie in µmol/l bodem gemeten in de Vijftig Bunder op kaart (bovenste en als staafdiagram (onderste). Donkerblauw = 0-10 cm bodemlaag, lichtblauw is de 10-20 cm bodemlaag. Groene lijn geeft 200 µmol/l bodem.

In goed ontwikkelde heischrale graslanden worden doorgaans Olsen-P concentraties van minder dan 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. Deze lage concentraties werden in de Vijftig Bunder alleen op het ontgronde perceel VB1 gemeten met 85  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (Figuur 4.6 en Tabel 4.1). Mogelijk is deze waarde zelfs te laag voor heischraal graslandontwikkeling (Vogels et al., 2019)! Op de andere locaties werden Olsen-P concentraties rond de 700  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten op de locaties VB3 en VB9, en rond de 800  $\mu\text{mol/l}$  bodem op de locaties VB 2 tm 7. Op locatie VB8 werd de hoogste beschikbare P concentratie gemeten met 1047  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De Olsen-P concentraties namen iets af in de 10-20 cm bodemlaag, maar bleven in het merendeel van de bemonsterde locaties te hoog voor heischraal grasland. Op locatie VB1 werd er op een diepte van 10-20 cm onder maaiveld nagenoeg geen beschikbaar fosfaat gemeten.



Figuur 4.6. Olsen-P concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in  $\mu\text{mol/l}$  bodem (links), en gemeten in de 0-10 cm (donkerblauw) en 10-20 cm bodemlaag (lichtblauw). Groene lijn geeft 400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (Tabel 2.1).

#### 4.2.3 Totaal elementen

Op de locaties VB3 en VB6 werd een totaal analyse uitgevoerd op de verzamelde bodems (gegevens in tabel 4.1). Wat opvalt is dat de bodem op locatie VB3 armer was aan totaal Ca, K, Mg en Mn vergeleken met VB6. Zo bevat de bodem in de toplaag van VB3 maar de helft van de hoeveelheid totaal kalium en magnesium vergeleken met VB6, en maar een derde van de totale hoeveelheid mangaan. Wat totaal calcium betreft was dit verschil in de toplaag kleiner, en bevatte de bodem van VB3 85% van de hoeveelheid totaal Ca vergeleken met VB6. In de 10-20 cm bodemlaag waren deze verschillen nog veel groter, en werd er in de bodem verzameld op VB3 maar 27 % van de hoeveelheid Ca, 28% van de hoeveelheid K en 15% van de hoeveelheid Mg gemeten vergeleken met VB6. Locatie VB3 is dus wat totale voorraden Ca, K en Mg armer dan VB6.

Ook bleek de verhouding tussen beschikbare basische kationen en de totale voorraad in de bodem anders te zijn tussen de twee locaties. In de toplaag van zowel VB3 als VB6 was meer dan 50% van de totale Ca voorraad in beschikbare vorm aanwezig, maar in de 10-20 cm bodemlaag was dat voor VB3 nog steeds ruim 50%, terwijl in VB 6 maar 8% van de totale Ca voorraad beschikbaar was. Wat kalium betreft was de volledige kaliumvoorraad in de bodem op VB3 in de 0-10 cm bodemlaag in beschikbare vorm aanwezig, tegen 60% in de 0-10 cm laag van VB6. In de 10-20 cm bodemlaag was ruim 44% van het kalium op VB3 beschikbaar, tegen 13% op VB6. En ook wat magnesium betreft was datzelfde patroon zichtbaar, op VB3 was 62% (0-10 cm) en 16% (10-20 cm) van het magnesium beschikbaar, tegen 38% (0-10 cm) en 4% (10-20 cm) op VB6.

Mogelijk zijn deze kation-rijkere bodemcondities op VB6 de verklaring waarom Valkruid op deze locatie nog wel voorkomt, en op de duidelijk verder uitgeloopte locatie VB3 is verdwenen.

### 4.3 Conclusies en aanbevelingen Vijftig Bunder

Het grootste knelpunt voor heischraalgrasland ontwikkeling in de Vijftig Bunder is de lage beschikbare calciumconcentratie, de te hoge Al/Ca-ratio en te lage basenverzadiging en pH, de bodem is kortom te zuur. Op alle bemonsterde locaties voldoet wel één van de buffer-parameters niet aan de range gemeten in heischraal grasland (Tabel 4.2). De gemeten NH<sub>4</sub>-concentraties waren op enkele locaties iets verhoogd, met name op VB 8 en 9, en in de 10-20 cm bodemlaag van VB7. De ontgronde locatie VB1 was duidelijk zeer voedselarm. De gemeten beschikbare P-concentraties waren op alle locaties, met uitzondering van VB1, aan de hoge kant. Om de ontwikkeling richting heischraal grasland te bevorderen, adviseren we om dolokal te gebruiken (1,5 tot 2 ton/ha). De beschikbare kaliumconcentraties zijn voldoende hoog, en uit recent onderzoek blijkt dat steenmeel bij heischraalgrasland ontwikkeling binnen 3 jaar nauwelijks effect heeft op de bodemchemie (Bobbink et al., 2020). Locatie 1 is een plek met een zeer lage CEC, overdosering is hier een risico, waardoor een dolomietenkalkgift van 1-1,5 ton/ha wordt geadviseerd. Op locatie VB8 kan overwogen worden om het strooisel te verwijderen zodat een wat minder fosfaatrijke bodem ontstaat, gecombineerd met een dolokal-gift.

Tabel 4.2. Samenvattende tabel van de belangrijkste sturende parameters in heischraalgraslandontwikkeling en de gemeten waarden in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen geeft waarden aan die binnen de range vallen gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	OlsenP	P-vrij	BV
			µmol/l bodem	mol/mol	µmol/l bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
VB1	0-10	4,7	1275	0,2	1	2	85	0,0	31
	10-20	4,7	502	0,6	8	121	17	0,1	26
VB2	0-10	3,4	3581	0,4	166	54	751	1,2	32
	10-20	3,8	1263	1,8	62	514	607	0,7	11
VB3	0-10	3,1	1262	1,1	1	72	735	2,4	11
	10-20	3,4	447	5,3	2	203	481	1,1	5
VB4	0-10	3,6	1227	1,3	1	268	788	0,7	16
	10-20	4,2	652	2,1	31	76	545	0,2	9
VB5	0-10	3,4	1419	0,6	49	15	840	6,3	19
	10-20	3,5	464	3,7	90	29	740	2,4	8
VB6	0-10	3,8	1240	1,0	8	12	767	0,6	14
	10-20	4,1	246	6,7	3	82	690	0,6	5
VB7	0-10	3,0	3870	0,2	529	61	955	38,9	27
	10-20	3,2	1873	0,6	265	484	777	2,5	25
VB8	0-10	3,2	2366	0,4	256	256	1047	5,4	20
	10-20	3,5	742	2,1	135	300	673	1,9	12
VB9	0-10	3,2	2136	0,4	261	259	681	2,5	23
	10-20	3,3	1095	1,1	48	324	512	2,9	11



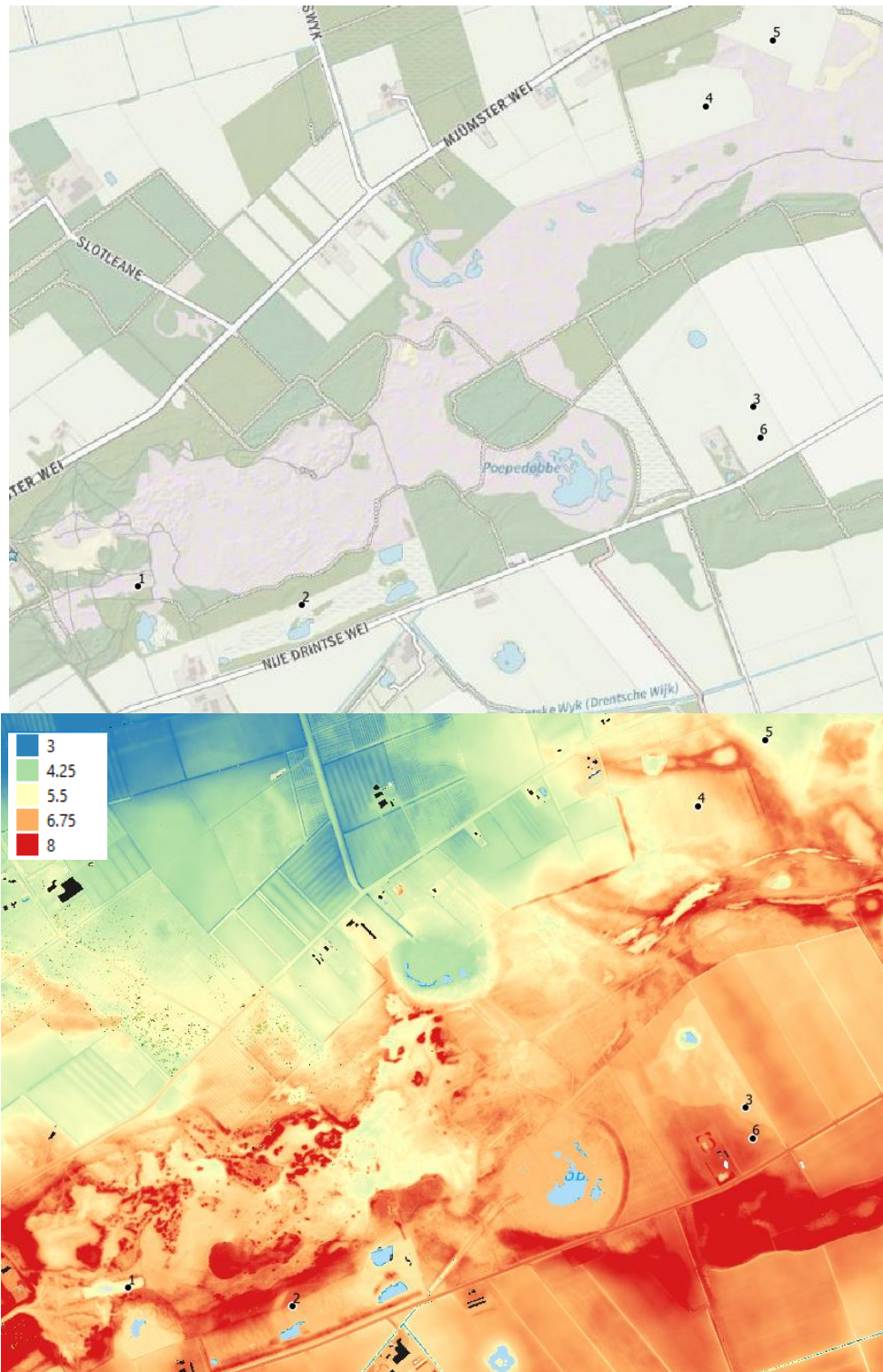
## 5 Mandefjild

### 5.1 Algemene beschrijving

Het Mandefjild is gelegen op de grens tussen Friesland en Drenthe en in eigendom van It Fryske Gea (Figuur 5.1). Hier werden verschillende locaties bemonsterd, steeds op 0-10 cm diepte.

Locatie Man1 in het zuiden van het terrein bij de Bakkeveensterduinen is gelegen bij een oude ijsbaan, waar in het verleden grondwater werd opgepompt (foto 5.1). Ook nu staat er nog regelmatig water, er groeit Grondster en Oeverkruid. Vraagstelling voor deze locatie is of er potenties zijn voor grondwater gevoede vegetaties. Er werd bemonsterd op de drooggevallen zone, waar een dun organisch laagje werd aangetroffen, vervolgens ca. 15 cm geel zand met daaronder een leemlaag. Locatie Man2, de Nije Drintse wei genoemd, is gelegen op voormalige landbouwgrond, die rond 1989/1990 is ontgrond, waarbij ca. 30 cm van de toplaag is afgegraven met een bulldozer. Op een deel van het terrein is rond 1991 heidemaaisel uit het naastgelegen heidegebied opgebracht. Tijdens de bemonstering werd Man2 begraasd door pony's, waardoor de vegetatie zeer kort was afgegeten. Toch waren er heischrale elementen zichtbaar (o.a. Muizenoor, *Hieracium pilosella*). De bodem op Man2 bestond voornamelijk uit zandgrond, maar lokaal werd een veenlaagje aangetroffen.

Ook de locaties Man 3 en 6 (Foto 5.1) zijn gelegen op voormalige landbouwgronden, ook wel het Valkenhof of Fockenhof genoemd. Locatie Man3 is recenter ontgrond, omstreeks 2012, waarbij ca. 40 cm is afgevoerd. Tijdens de bemonstering bleek de bodem enkel uit geel zand te bestaan, zonder restanten van een bouwvoor of organische bodemlaag. De vegetatie werd gedomineerd door Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*). Locatie Man6 is voor zover bekend niet afgegraven en tijdens de bemonstering was het in gebruik als grasland. De bodem bestond uit zeer droog fijn zand, er was geen duidelijke bodemopbouw of bouwvoor zichtbaar. Vraagstelling voor deze drie locaties is of er kansen voor heischraal graslandontwikkeling liggen.



Figuur 5.1. Open topo kaart van het Mandefjild en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK).



*Foto 5.1. Linksboven Locatie Man1, de oude ijsbaan. Rechtsboven locatie Man2, ontgrond omstreeks 1990; Linksonder Man3, met uitzicht richting de oude heide, grazige deel is bemonsterd; Rechtsonder locatie Man6, een niet ontgrond graslandperceel.*

Man4 en Man5 (Foto 5.2) liggen in het noorden van het Mandefjild, nabij de schaapskooi. Beide locaties zijn oude graslanden, die al heel erg lang worden begraasd door de schaapskudde. Man4 werd bemonsterd naast een peilbuis (geen codering). Tijdens de bemonstering was het al enkele weken zeer droog, de vegetatie was heel erg kort afgegraasd waardoor de schapen bijgevoerd moesten worden. De bodem bestond ook hieruit los, droog zand. Vraag voor deze locaties is of er potenties liggen voor heischraal graslandontwikkeling.



Foto 5.2. Man5, bij de schaapskooi (links) en Man4 (rechts) met peilbuis en de schaapsherder.

## 5.2 Resultaten

### 5.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

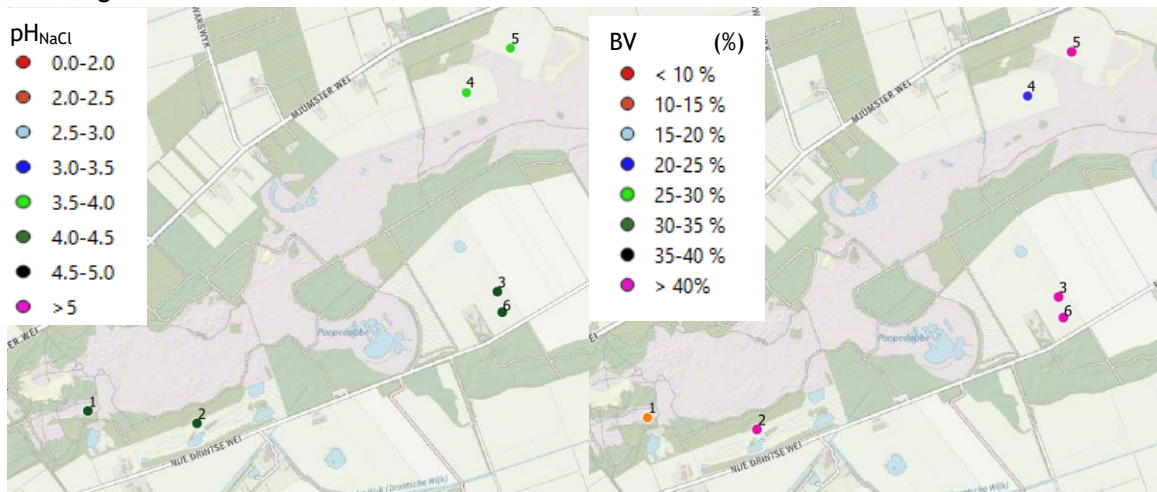
Het organische stofpercentage van de bemonsterde locaties varieerde van 2% op de locaties Man1 en Man3, rond de 6% op Man4 en 5, 7% op Man6 tot 11% op Man2 (Tabel 5.1). De Cation Exchange Capacity (CEC) liet eenzelfde patroon zien, met een relatief lage CEC op Man1 (17 meq/l bodem) en Man3 (21 meq/l bodem), en de hoogste CEC op Man2 met 54 meq/l bodem (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Bodemchemische gegevens van Mandeffjild. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	MV kg droog/liter v	OS (%)	Olsen-P µmol/l bodem	Zout										
					pH extract	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
Man 1	0-10	1,4	2,0	314	4,2	6	20	1260	579	9	875	509	18	1,1	2,2
Man 2	0-10	0,9	11,3	1092	4,3	7	39	226	6635	2	398	1306	26	0,8	0,0
Man 3	0-10	1,3	1,8	850	4,5	4	32	312	2376	1	958	762	8	1,4	0,1
Man 4	0-10	1,2	5,8	1944	3,8	320	101	1292	2879	1	151	713	100	2,1	0,4
Man 5	0-10	1,0	5,8	1832	3,9	188	103	884	3484	2	116	411	65,2	2,3	0,3
Man 6	0-10	0,9	6,8	4772	4,4	95	128	86	6849	2	393	2101	53,4	35,0	0,0
Strontium															
Code	Diepte	BV %	CEC meq/l												
Man 1	0-10	13	17												
Man 2	0-10	85	54												
Man 3	0-10	52	21												
Man 4	0-10	23	41												
Man 5	0-10	40	31												
Man 6	0-10	76	42												

Wat pH<sub>NaCl</sub> betreft waren alle locaties goed gebufferd, met een pH<sub>NaCl</sub> die varieerde van 3,8 op locatie Man4 tot 4,5 op Man3 (Figuur 5.2). Deze waarden zijn allen geschikt voor heischraal grasland. De basenverzadiging was meer variabel, met relatief lage percentages bij de ijsbaan (Man1) met 13% en 23% op het sterk begraaide Man4 (Figuur 5.2). Opvallend was de hoge basenverzadiging gemeten op Man2 met 85%, hier werden zeer hoge concentraties calcium aan het complex gemeten en ook relatief veel magnesium, wat de indruk geeft dat hier in het verleden is bekalkt. Ook op Man6 werd een

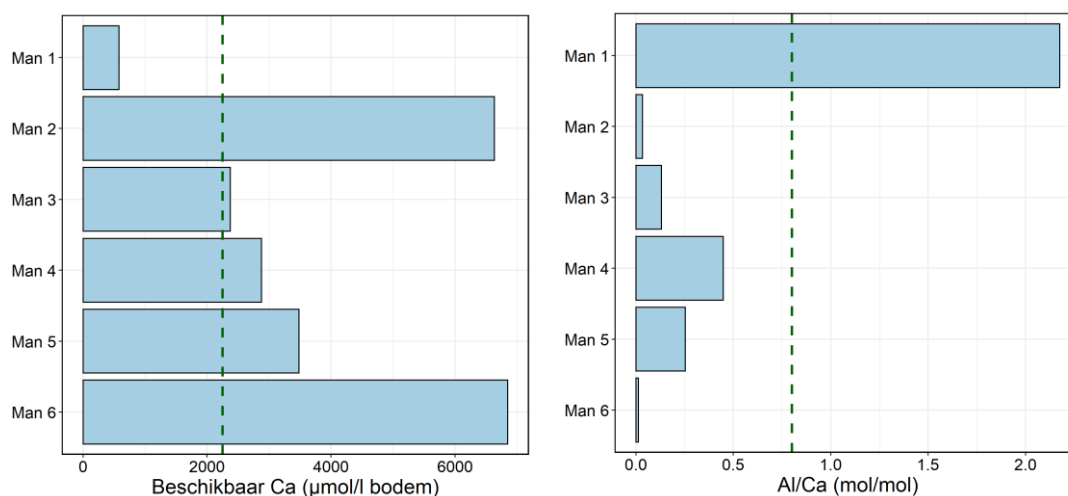
opvallend hoge basenverzadiging gemeten van 76% en ook hier werden hoge uitwisselbare calcium en kaliumconcentraties gemeten. Dit gedeelte is nog in gebruik als grasland, dus een kalkgift is niet onwaarschijnlijk. Ook op de andere locaties (Man3 en 5) was de basenverzadiging prima, met percentages boven de 40%.



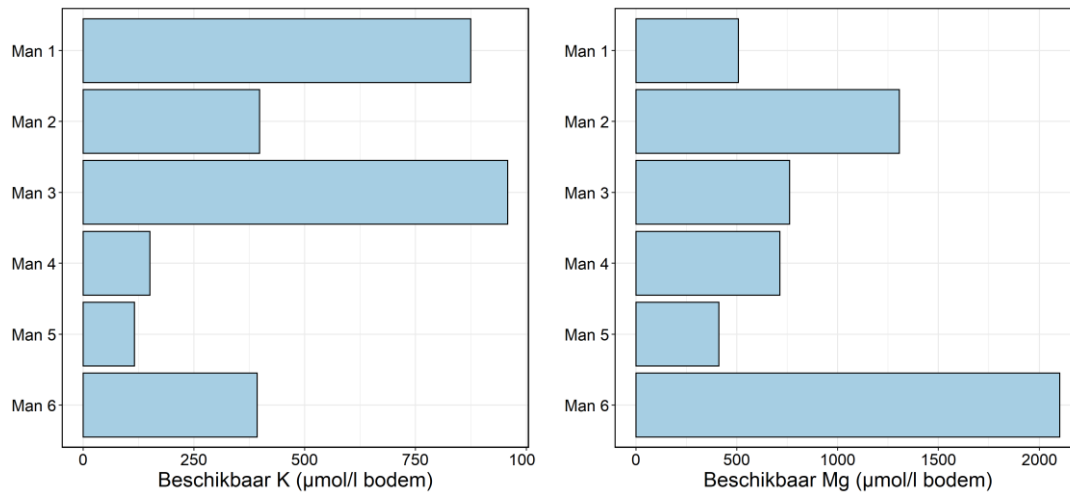
Figuur 5.2. pH<sub>NaCl</sub> en Basenverzadiging gemeten in de 0-10 cm bodemlaag

Wat de beschikbaarheid van basische kationen betreft, valt locatie Man1 weer in negatieve zin op, met een lage calciumbeschikbaarheid (579  $\mu\text{mol/l}$  bodem) en een hoge Al/Ca ratio (2,2). De beschikbare kaliumconcentratie was in vergelijking met de andere monsterlocaties wel redelijk met 875  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar ook het beschikbare magnesiumgehalte was bij de oude ijsbaan relatief laag met 509  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Figuur 5.3 en 5.4, Tabel 5.1). Op basis van deze gegevens is het niet waarschijnlijk dat er op deze plek sprake is van uitredend baserijk grondwater, maar eerder van stagnerend regenwater. De beschikbare calcium- en magnesiumconcentraties waren op Man2 en Man6 hoog, net als de uitwisselbare concentraties, wat nogmaals het vermoeden van een kalkgift bevestigd. Op Man 4 en 5, de sterk begraasde locaties bij de schaapskooi, werden relatief lage beschikbare kaliumconcentraties gemeten, dat is vaak het gevolg van langdurig maaien of begrazen, waarbij kalium uit het terrein wordt afgevoerd.

Tenslotte werd op Man3 een opvallend lage mangaanbeschikbaarheid gemeten van 8,4  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Tabel 5.1). Hier is op basis van de beschikbare gegevens geen verklaring voor te geven.



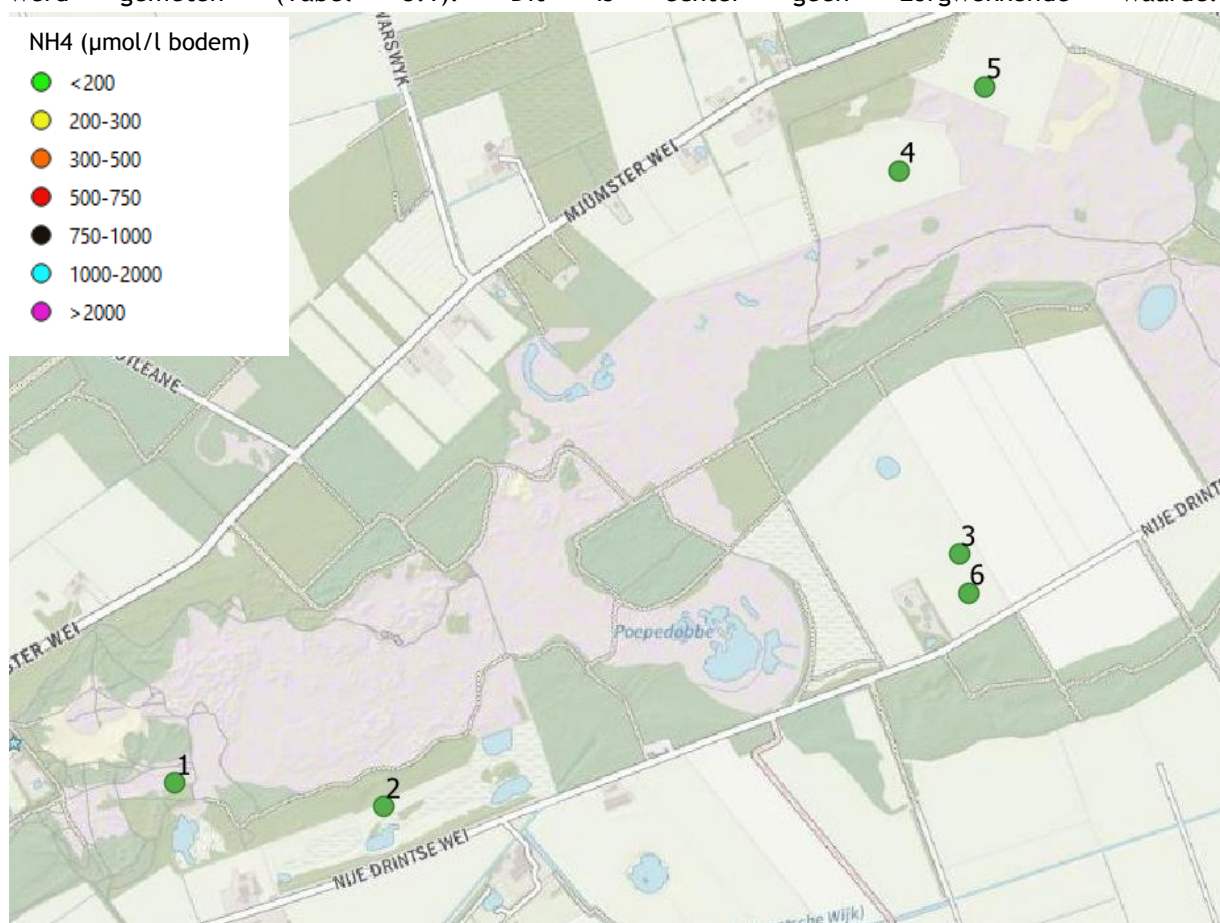
Figuur 5.3. Beschikbare Ca concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem (links) en de Al/Ca ratio (rechts) gemeten in het Mandefield. Groene lijn geeft 2250  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-beschikbaarheid) en 0,8 (Al/Ca ratio) (Tabel 2.1).



Figuur 5.4. Beschikbare K concentratie (links) en Mg concentratie (rechts) in µmol/l bodem gemeten in het Mandefjild

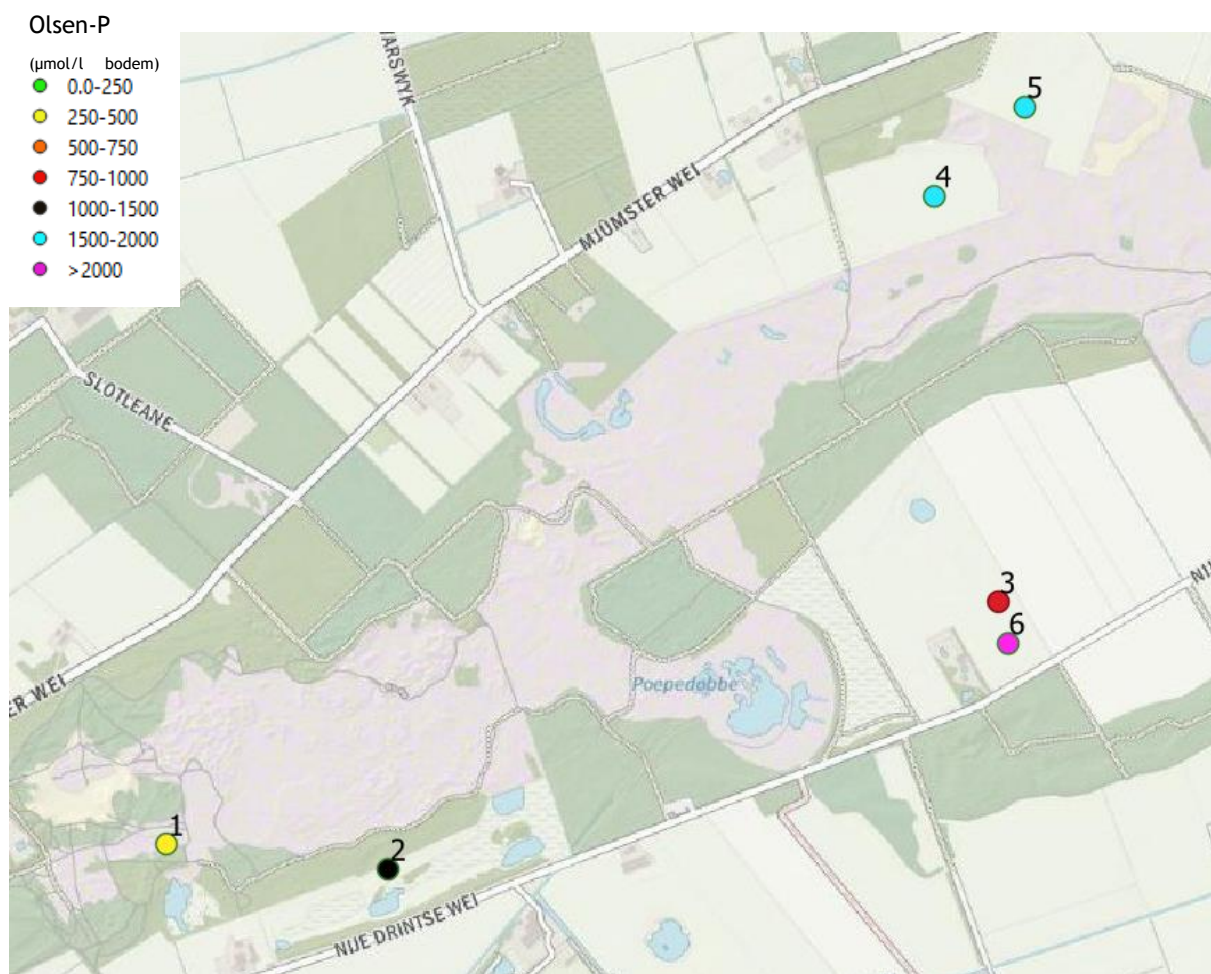
### 5.2.2 Stikstof en fosfaat

In goed ontwikkelde heischrale graslanden is de gemeten ammoniumconcentratie over het algemeen lager dan 200 µmol/l bodem. In veel Nederlandse heideterreinen is een overschot aan NH<sub>4</sub> een groot probleem. Op de bemonsterde locaties in het Mandefjild is dit echter niet het geval, met concentraties die overal lager waren dan 200 µmol NH<sub>4</sub>/l bodem (Figuur 5.5). Ook de gemeten nitraatconcentraties waren voldoende laag, met uitzondering van Man 4 waar 320 µmol NO<sub>3</sub>/l bodem werd gemeten (Tabel 5.1). Dit is echter geen zorgwekkende waarde.



Figuur 5.5. NH<sub>4</sub> concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in µmol/l bodem

De landbouwgeschiedenis van het Valkenhof (Man 2, 3 en 6) was nog goed zichtbaar in de beschikbare fosfaatconcentraties (Olsen-P, Figuur 5.6 en Tabel 5.1). Op Man 6, het niet-ontgronde perceel, werd een Olsen-P concentratie van bijna 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten, een echte landbouwwaarde. Op Man2, het omstreeks 1989 ontgronde perceeldeel was de Olsen-P concentratie ook aan de hoge kant met 1091  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Voor heischrale graslanden wordt een streefconcentratie onder de 400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem aangehouden. De Olsen-P concentratie gemeten op Man3 kwam al meer in de buurt van dat doel, met 850  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar was nog steeds zeker niet laag. Ook de locaties bij de schaapskooi, Man4 en Man5 waren zeker niet arm aan fosfaat met concentraties van bijna 2000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Mogelijk is hier ooit bemest? De laagste Olsen-P concentratie werd gemeten bij de IJsbaan (Man1), met 314  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem. Deze concentratie is geschikt voor soortenrijke natuurdoeltypen.



Figuur 5.6. Olsen-P concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in  $\mu\text{mol/l}$  bodem

### 5.3 Conclusies en aanbevelingen Mandefjild

In het Mandefjild was de bodembuffering van de bemonsterde locaties m.u.v. Man1 meestal dik in orde, en ook de  $\text{NH}_4$ -concentraties waren voldoende laag. Opvallend was de lage beschikbaarheid van calcium en de hoge beschikbaarheid van aluminium op locatie Man1 bij de ijsbaan. Op basis van deze gegevens lijkt er geen oplading met gebufferd grondwater plaatst te vinden, maar is de relatief hoge pH en het hoge beschikbare kaliumgehalte waarschijnlijk deels afkomstig uit de onderliggende kleilaag. Voor het ontwikkelen van grondwaterafhankelijke vegetaties zou een meting van het water in de plas, en van eventueel grondwater, meer informatie geven over de potenties. Op basis van de bodemchemie vormt de hoge aluminium/calciumratio een knelpunt voor de vegetatieontwikkeling.

Voor de overige locaties geldt dat de beschikbare calciumconcentraties,  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  basenverzadiging en  $\text{NH}_4$ -concentraties voldoen aan waarden gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland (Tabel 5.2). Grootste knelpunt hier is de hoge plantenbeschikbare P-concentratie, die in de graslanden bij de schaapskooi rond de 1800  $\mu\text{mol/l}$  bodem was, en in de ontgronde percelen Man 2 en 3 ook te hoog (850 tot 1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Verder verschraten wordt op al deze locaties aanbevolen.

Tabel 5.2. Samenvattende tabel van de belangrijkste sturende parameters in heischraalgraslandontwikkeling en de gemeten waarden in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen geeft waarden aan die binnen de range vallen gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland.

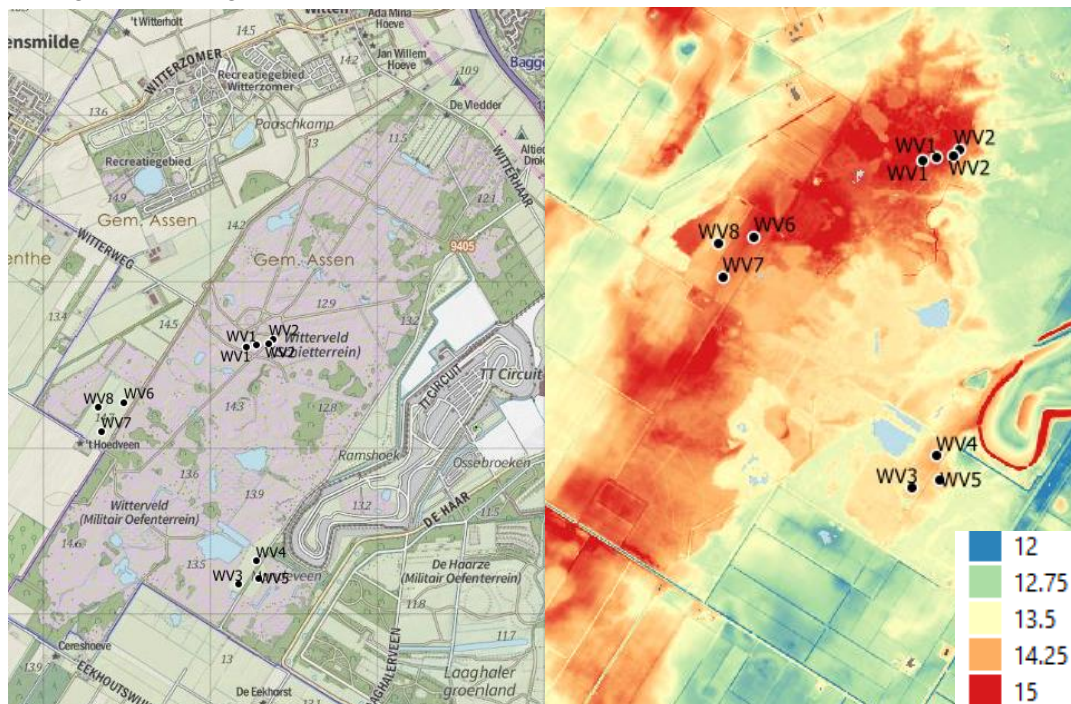
Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			$\mu\text{mol/l}$ bodem	mol/mol	$\mu\text{mol/l}$ bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
Man 1	0-10	4,2	579	2,2	6	20	314	1,1	13
Man 2	0-10	4,3	6635	0,03	7	39	1092	0,8	85
Man 3	0-10	4,5	2376	0,1	4	32	850	1,4	52
Man 4	0-10	3,8	2879	0,4	320	101	1944	2,1	23
Man 5	0-10	3,9	3484	0,3	188	103	1832	2,3	40
Man 6	0-10	4,4	6849	0,01	95	128	4772	35,0	76



## 6 Witterveld

### 6.1 Algemene beschrijving

Het Witterveld is een defensie terrein, en momenteel in schapenbegrazing (Figuur 6.1). De locaties WV1 en WV2 lagen op een voormalig zweefvliegveld. De vegetatie was zeer kort begraaasd en bestond uit Rood zwenkgras (*Festuca rubra*), Gewone veldbies (*Luzula campestris*) en Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*) (Figuur 6.2), volledige vegetatiebeschrijving in Bijlage 3). Op deze locaties werden mengmonsters verzameld van ca. 10 steken op een diepte van 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld. De locaties WV3, 4 en 5 (Figuur 6.2) lagen in het zuiden van het terrein, op de oude parkeerplaatsen van het racecircuit van de TT van Assen. Ook hier was de vegetatie zeer kort gegraasd. Pilzegge (*Carex pilulifera*), Genaald schapengras (*Festuca ovina*), Liggend walstro (*Galium saxatile*) en Gewone veldbies kwamen veelvuldig voor, naast Kleine leeuwentand (*Leontodon saxatilis*) en op locatie WV4 ook Muizenoor (*Pilosella officinarum*), Tormentil (*Potentilla erecta*) en op WV4 en WV5 Hondsviooltje (*Viola canina*). Op WV5 werd ook kale jonker gezien (*Cirsium palustre*). Deze voormalige parkeerplaats had een duidelijk heischraal karakter. Ook hier werden bodemmonsters verzameld op een diepte van 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld, door mengmonsters te maken van ca. 5 steken. De derde locatie, WV6, 7 en 8 was gelegen op enkele landbouwpercelen (Figuur 6.3). Er liep een diepe sloot tussen de percelen die tijdens de bemonstering droog stond. Hier werden bodemmonsters tot een diepte van 40 cm onder maaiveld verzameld (0-20 cm, 20-30 cm en 30-40 cm onder maaiveld). Op WV 6 en WV 7 werd een bouwvoor van 20 cm aangetroffen, vervolgens een verstoorde laag (20-30 cm -mv) met daaronder wit zand op WV6 en een wat bruinere zandlaag op WV7. Op WV8 was het bodemprofiel anders, hier werd onder de bouwvoor van ca. 20 cm dik, een organische laag aangetroffen op 20-40 cm -mv met vanaf 40 cm weer een zandige bodemlaag.



Figuur 6.1. Open topo kaart van het Witterveld en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK).



*Figuur 6.2. Overzicht van WV 1 en 2 (bovenste) en WV 3 (onderste)*



*Figuur 6.3. WV6, 7 en 8, met in het midden een uitgelegde boring representatief voor WV 6 en 7, en daaronder een boring van WV 8.*

## 6.2 Resultaten

### 6.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

#### WV1 en 2-Zweefvliegveld

Het organische stof percentage op WV 1 en 2 lag in de toplaag rond de 5%, en in de 10-20 cm bodemlaag tussen de 7,6% en 9,8%. De Cation Exchange Capacity kwam hiermee overeen, met in de toplaag op WV 1 27,7 meq/l bodem en 49,1 meq/l bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Op WV2 was de CEC in de toplaag 36,3 meq/l bodem en in de 109-20 cm bodemlaag 46,1 meq/l bodem.

Tabel 6.1. Bodemchemische gegevens van het Witterveld. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout													
		MV kg droog/liter vers	OS (%)	Olsen-P mol/l bodem	pH extract	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
WV1	0-10	1,06	4,98	1432	3,64	174	372	653	4425	1,8	224,1	915,7	311,2	3,9	0,1
	10-20	1,01	9,83	615	3,72	127	171	1211	3865	2,6	190,5	983,0	79,3	1,4	0,3
WV2	0-10	1,05	5,26	719	3,70	61	274	1106	2063	3,5	413,5	768,6	22,2	0,7	0,5
	10-20	0,90	7,64	439	3,98	77	194	986	4710	2,2	261,3	953,6	13,4	0,0	0,2
WV3	0-10	0,92	6,67	884	4,36	299	419	298	5576	2,4	1172,4	998,5	30,7	0,4	0,1
	10-20	1,12	3,75	378	4,43	104	159	494	5174	2,0	559,0	517,8	22,9	0,0	0,1
WV4	0-10	0,91	5,14	620	4,34	129	209	177	8709	2,2	432,1	2461,1	30,4	0,9	0,0
	10-20	1,23	2,95	221	4,35	13	59	398	6066	2,4	454,4	1235,7	10,2	0,6	0,1
WV5	0-10	0,82	8,22	673	3,90	20	280	568	5387	1,5	209,5	1286,9	23,2	0,5	0,1
	10-20	1,00	10,82	388	3,91	9	114	1267	5553	3,6	170,6	619,6	2,1	0,1	0,2
WV6	0-20	0,98	3,63	2634	4,49	236	270	229	8062	2,3	651,2	889,4	27,0	3,8	0,0
	20-30	1,21	2,63	980	4,88	114	68	113	8807	3,1	872,1	579,8	6,9	2,0	0,0
WV7	30-40	1,43	0,89	160	5,07	26	44	91	5308	2,1	756,8	335,6	2,1	0,0	0,0
	0-20	1,04	7,06	3774	5,06	181	580	67	14827	3,3	242,9	2030,5	12,4	5,7	0,0
WV8	20-30	1,27	12,04	3816	5,45	279	409	49	18703	3,9	271,7	1426,5	3,3	24,3	0,0
	30-40	1,23	2,57	374	5,51	22	320	44	8788	2,1	235,9	737,1	2,3	0,4	0,0
WV8	0-20	0,85	10,98	2386	4,65	422	156	111	14746	2,3	131,9	2728,7	20,8	12,6	0,0
	20-30	0,35	28,72	553	4,15	66	84	95	15588	2,5	89,2	3990,6	8,6	37,9	0,0
	30-40	1,07	5,82	1341	3,93	26	59	462	8032	2,7	178,7	2047,2	3,7	7,8	0,1

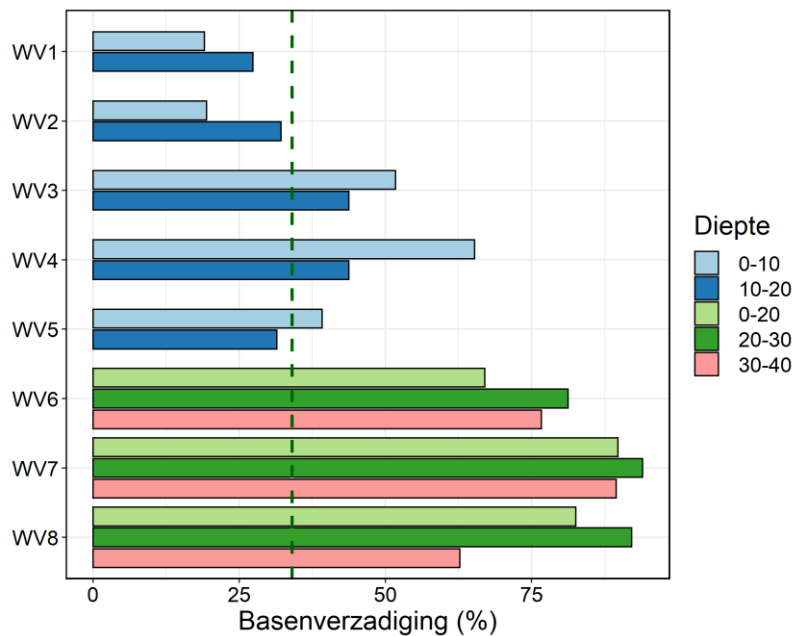
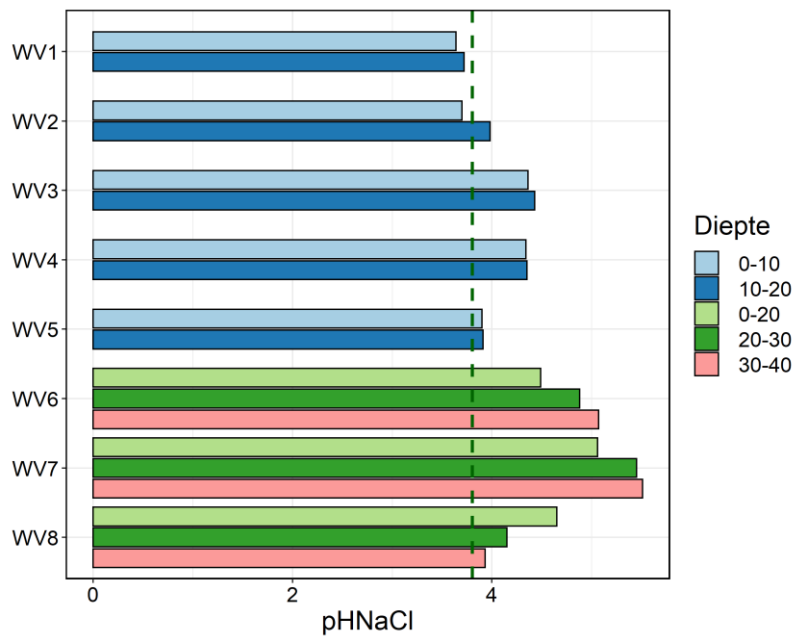
  

Code	Diepte	Strontium	
		BV %	CEC meq/l
WV1	0-10	19,0	27,7
	10-20	27,3	49,1
WV2	0-10	19,4	36,3
	10-20	32,2	46,1
WV3	0-10	51,8	36,2
	10-20	43,7	30,7
WV4	0-10	65,3	49,8
	10-20	43,8	31,8
WV5	0-10	39,2	47,5
	10-20	31,4	45,2
WV6	0-20	67,0	43,1
	20-30	81,2	32,3
WV7	30-40	76,7	14,7
	0-20	89,8	77,2
WV8	20-30	94,0	98,5
	30-40	89,5	33,1
WV8	0-20	82,6	96,1
	20-30	92,1	113,0
	30-40	62,8	74,5

De pH<sub>NaCl</sub> op beide locaties was voor heischraal grasland goed, met 3,6 op WV1 en 3,7 op WV2 in de 0-10 cm bodemlaag, en nog wat hogere waarden in de 10-20 cm bodemlaag (Figuur 6.4).

De beschikbare calciumconcentraties waren in WV 1 ook ruim voldoende voor heischraal grasland met concentraties van 4425 µmol/l bodem in de 0-10 cm bodemlaag (Tabel 6.1). Op WV2 was de toplaag wat minder rijk aan beschikbaar calcium met 2063 µmol/l bodem, maar in de 10-20 cm laag was het beschikbare calciumgehalte met 4710 µmol/l bodem ruim voldoende voor heischraal grasland. De Al/Ca-ratio's waren gunstig op WV 1 en WV2 met ratio's lager dan 0,8. Al deze parameters vielen dus, met uitzondering van het beschikbare Ca-gehalte op WV2 in de 0-10 cm laag, ruim binnen de gewenste

range voor heischraal grasland. De basenverzadiging was echter wat lager dan gewenst, met in de toplaag van zowel WV1 als WV2 een Basenverzadiging rond de 20% terwijl percentages boven de 38% gewenst zijn (Figuur 6.4).



Figuur 6.4. pH<sub>NaCl</sub> en basenverzadiging gemeten in het Witterveld. De groene stippellijn geeft de uiterste referentiewaarde weer gemeten in goed heischraal grasland.

### *WV3, 4 en 5- Parkeerplaats*

Op WV3 en 4 lag het organische stof percentage in de 0-10 cm bodemlaag rond de 5%, en in de 10-20 cm bodemlaag rond de 3%. WV 5 was duidelijk wat organischer met 8% organische stof in de toplaag en bijna 11 % organische stof in de 10-20 cm bodemlaag (Tabel 6.1). De CEC in de 0-10 cm laag varieerde op deze locaties tussen de 36 en 47,5 meq/l bodem.

De locaties waren goed gebufferd, met een  $pH_{NaCl}$  rond de 4, en een basenverzadiging die in de toplaag op alle locaties voldeed aan de streefwaarde voor heischraal grasland (Figuur 6.4). Logischerwijs waren de beschikbare calciumconcentraties ook allen voldoende hoog (>5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem) en de Al/Ca-ratio's waren zeer laag met ratio's rond de 0,1 (Tabel 6.1). Wat buffering betreft zijn deze locaties dus zeer geschikt voor heischraal grasland, wat zich ook uit in het voorkomen van typische heischrale soorten als Hondsviooltje en Tormentil. Vermoedelijk zijn in ieder geval de locaties WV 4 en 5 bekalkt met een dolomietenkalk, met naast hoge beschikbare calciumconcentraties ook opvallend hoge beschikbare magnesiumconcentraties (Tabel 6.1). Verder viel op WV3 het hoge beschikbare kaliumgehalte op, met meer dan 1100  $\mu\text{mol K/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag, terwijl de beschikbare kaliumconcentraties op WV 1, 2, 4 en 5 lager waren dan 500  $\mu\text{mol/l}$  bodem.

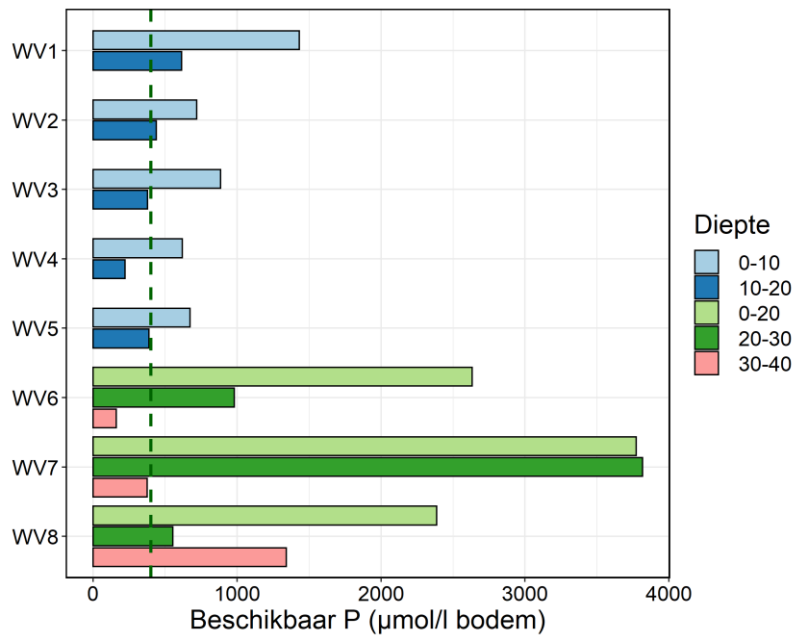
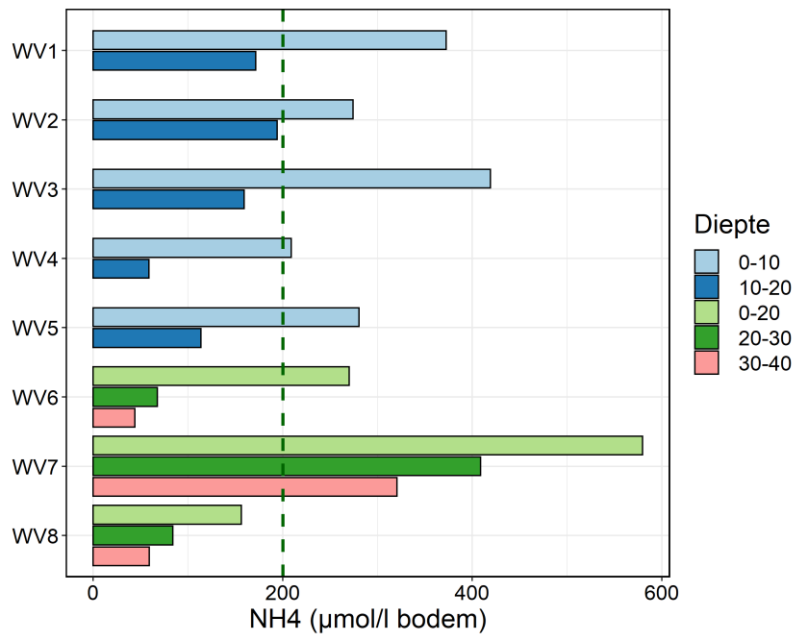
### *WV6, 7 en 8-Landbouwpercelen*

Het organische stof percentage gemeten op WV 6 was het laagste met percentages rond de 3% in de bouwvoor en gemengde laag (20-30 cm), en slechts 1% in het witte zand. Op WV7 was de bodem iets organischer, met in de 0-20 cm laag 7%, in de 20-30 cm laag 12% en daaronder, in het zand, 2,5%. De organische laag die in het veld werd aangetroffen op WV8 was ook duidelijk zichtbaar in het organische stofgehalte. In de 0-20 cm laag was dit 11%, in de 20-30 cm laag 28% en in de zandige laag daaronder 6% (Tabel 6.1). Wat bodembuffering betreft zijn dit duidelijke landbouwpercelen, die waarschijnlijk zijn of worden bekalkt. De  $pH_{NaCl}$  lag in alle bemonsterde bodemlagen op of (ver) boven de 4 (Figuur 6.4), en het beschikbare calciumgehalte in de 0-20 cm bodemlaag was met concentraties variërend van ruim 8000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (WV6) tot meer dan 14.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (WV7 en 8) hoog. Ook de beschikbare magnesiumconcentraties waren hoog op met name WV 7 en 8, met meer dan 2000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De beschikbare kaliumgehalten waren met concentraties onder de 250  $\mu\text{mol/l}$  bodem op WV 7 en 8 laag, zeker in vergelijking met beschikbaar Ca en Mg. Op WV6 was het beschikbare kaliumgehalte wat hoger met concentraties tussen de 650 en 870  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Deze goede bodembuffering resulteerde ook in een hoge basenverzadiging, variërend van 67% (WV6) tot 90 % (WV7) in de toplaag (Figuur 6.4).

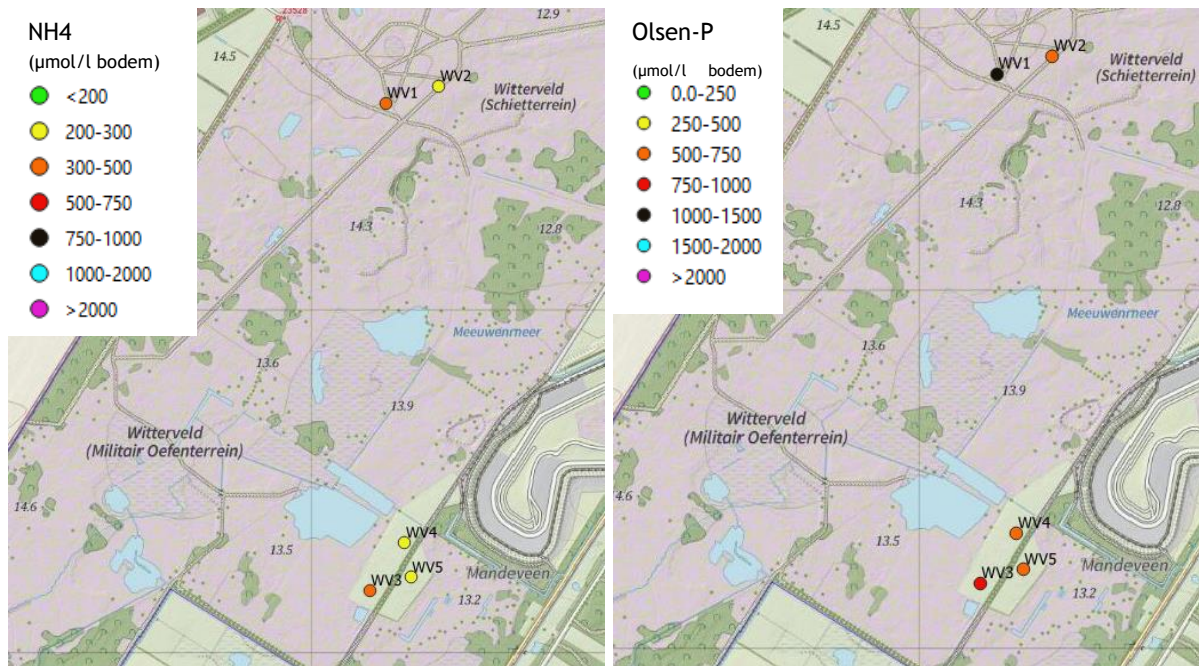
## **6.2.2 Stikstof en fosfaat**

### *Stikstof gemeten op alle locaties*

In goed ontwikkelde heischrale graslanden is de gemeten ammoniumconcentratie over het algemeen lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem. In de bemonsterde graslandpercelen in het Witterveld (WV 1,2, 3, 4 en 5) werden de gemeten  $\text{NH}_4$ -concentraties iets verhoogd (Figuur 6.5 en 6.6) met concentraties in de toplaag variërend van 209  $\mu\text{mol/l}$  bodem op WV 4 tot 419  $\mu\text{mol/l}$  op WV 3. In de 10-20 cm bodemlaag waren de ammoniumconcentraties allen lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem. In de bemonsterde landbouwpercelen (WV 6, 7 en 8) varieerde het  $\text{NH}_4$ -gehalte in de bouwvoor (0-20 cm) sterk, met een relatief lage concentratie op WV8 en WV 6 met respectievelijk 156 en 270  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op WV8 werd wel een iets verhoogde  $\text{NO}_3$ -concentratie gemeten van 422  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar stikstof is op WV6 en 8 geen knelpunt. Op WV 6 was de  $\text{NH}_4$ -concentratie in de 0-20 cm laag wel duidelijk verhoogd met een concentratie van 580  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Dit is voor heischraal grasland of andere schrale graslandvegetaties iets te hoog, maar voor percelen in landbouwkundig gebruik relatief laag. Ook de  $\text{NO}_3$ -concentratie was op deze locatie voor landbouwgrond laag (181  $\mu\text{mol/l}$  bodem). In de diepere bodemlagen namen de ammonium- en nitraatconcentraties in de bemonsterde landbouwpercelen af (Figuur 6.5).



Figuur 6.5. NH<sub>4</sub> en Olsen-P-concentraties gemeten in de percelen in het Witterveld. De groene stippellijn geeft de uiterste referentiewaarde weer gemeten in goed heischraal grasland.



Figuur 6.6. NH4- en Olsen-P concentraties gemeten in de toplaag (0-10 cm op WV1-5) en 0-20 cm op WV6-8).

#### *Olsen-P Graslandlocaties (WV1-5)*

In goed ontwikkelde heischrale graslanden liggen de Olsen-P concentraties (maat voor plantenbeschikbaar P) onder de 400 µmol/l bodem. Op alle bemonsterde locaties in het Witterveld werden hogere Olsen-P concentraties gemeten (Figuur 6.5 en 6.6), waarbij WV 1 opvalt met een beschikbare P-concentratie van meer dan 1400 µmol/l bodem in de 0-10 cm bodemlaag en ook op WV 3 werd opvallend veel beschikbaar P gemeten met 884 µmol/l bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Als de vrij beschikbare P-concentraties (gemeten in het zoutextract) echter heel laag zijn, hoeven deze Olsen-P concentraties niet direct een knelpunt voor ontwikkeling van heischraal grasland te zijn. Op WV2, 3, 4 en 5 zijn de vrij beschikbare P-concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag lager dan 1 µmol/l bodem. Hoewel er geen concrete grenswaarden zijn, wordt op basis van deze gegevens vermoed dat de P-beschikbaarheid op deze locaties geen knelpunt is voor de heischrale vegetatie. Op WV1 was ook de vrij beschikbare P-concentratie hoog, met 3,9 µmol/l bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Hier wordt geadviseerd te verschralen.

#### *Olsen-P Landbouwpercelen (WV6, 7 en 8)*

De bemonsterde locaties in de landbouwpercelen waren in de toplaag rijk aan Olsen-P en vrij beschikbaar P (Tabel 6.1). De Olsen-P concentraties gemeten in de 0-20 cm bodemlaag varieerden tussen de 2386 µmol/l bodem (WV8) tot 3774 µmol/l bodem op WV7. Op WV6 en WV7 nam de Olsen-P concentratie sterk af in de 30-40 cm bodemlaag, tot concentraties geschikt voor heischraal grasland of andere schraalgraslandvegetaties (Figuur 6.5). Op WV 8 was de Olsen-P concentraties het laagste in de 20-30 cm bodemlaag, en nam deze weer toe in de bodemlaag daaronder.



### 6.3 Conclusies en aanbevelingen Witterveen

Op het voormalige zweefvliegveld (WV 1 en 2) was de bodembuffering nagenoeg geschikt voor heischraal grasland (tabel 6.2). Alleen de basenverzadiging was te laag, en op WV2 was de beschikbare calciumconcentratie aan de lage kant. Daarnaast werd op WV1 een te hoge beschikbare fosfaatconcentratie gemeten, en een iets verhoogde NH<sub>4</sub>-concentratie. Op WV1 kan overwogen worden op enkele plekken bodem ondiep af te schrapen en zo het overtollige N en P af te voeren, een kleine kalkgift op te brengen (2 ton dolokal/ha) en zaden/maaisel van goed ontwikkeld heischraal grasland (bijvoorbeeld vanuit de parkeerplaats in hetzelfde terrein of de Kleine startbaan) op te brengen. Er liggen dan zeker kansen voor ontwikkeling van mooi heischraal grasland! Wel is de begrazingsdruk nu zeer hoog, waardoor de vegetatieontwikkeling niet optimaal is. Voor WV2 hoeft de bodem niet afgeschrapt te worden. Hier voldoet een kalkgift waarschijnlijk al (2 ton/ha), gecombineerd met een verminderde graasdruk. Als de vegetatie zich niet ontwikkeld richting heischraal (doesloorten komen niet spontaan terug), kan altijd nog gekozen worden voor het openmaken van de zode en inbrengen van soorten.

Op de voormalige parkeerplaatsen (WV3-5) werden al veel kenmerkende heischrale graslandsoorten aangetroffen. Ook hier was de voedselrijkdom (zowel NH<sub>4</sub> als Olsen-P) net iets hoger dan gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden, maar vermoedelijk geen knelpunt op deze locaties. Kortom, hier werden geen bodemchemische knelpunten gemeten voor heischraal grasland herstel. Wel was ook hier was de graasdruk, op het moment van het veldbezoek, te hoog. De vegetatieontwikkeling kan hier mogelijk al gestimuleerd worden door een ander (minder intensief) beheer te voeren. Omdat de Olsen-P en NH<sub>4</sub>-concentraties wel net aan de hoge kant zijn, moet er wel voor gewaakt worden dat er geen verruiging optreedt. Mogelijk kan geëxperimenteerd worden met jaarlijks maaien en afvoeren ipv schapenbegrazing, of de schapen minder lang in het terrein houden.

Tabel 6.2. Samenvattende tabel van de belangrijkste sturende parameters in heischraalgraslandontwikkeling en de gemeten waarden in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen geeft waarden aan die binnen de range vallen gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	OlsenP	P-vrij	BV
			μmol/l bodem	mol/mol	μmol/l bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
WV1	0-10	3,6	4425	0,1	174	372	1432	3,9	19,0
	10-20	3,7	3865	0,3	127	171	615	1,4	27,3
WV2	0-10	3,7	2063	0,5	61	274	719	0,7	19,4
	10-20	4,0	4710	0,2	77	194	439	0,04	32,2
WV3	0-10	4,4	5576	0,1	299	419	884	0,4	51,8
	10-20	4,4	5174	0,1	104	159	378	0,0	43,7
WV4	0-10	4,3	8709	0,0	129	209	620	0,9	65,3
	10-20	4,4	6066	0,1	13	59	221	0,6	43,8
WV5	0-10	3,9	5387	0,1	20	280	673	0,5	39,2
	10-20	3,9	5553	0,2	9	114	388	0,1	31,4
WV6	0-20	4,5	8062	0,03	236	270	2634	3,8	67,0
	20-30	4,9	8807	0,01	114	68	980	2,0	81,2
	30-40	5,1	5308	0,02	26	44	160	0,0	76,7
WV7	0-20	5,1	14827	0,005	181	580	3774	5,7	89,8
	20-30	5,5	18703	0,003	279	409	3816	24,3	94,0
	30-40	5,5	8788	0,005	22	320	374	0,4	89,5
WV8	0-20	4,7	14746	0,01	422	156	2386	12,6	82,6
	20-30	4,2	15588	0,01	66	84	553	37,9	92,1
	30-40	3,9	8032	0,1	26	59	1341	7,8	62,8

Voor de bemonsterde landbouwerdelen geldt dat deze voor schraallandontwikkeling nog veel te rijk zijn aan fosfaat. Op WV6 en WV8 kan overwogen worden de bouwvoor weg te halen (20 cm), als men een kortetermijndoelstelling heeft voor schraalland-ontwikkeling. Mogelijk komen er nog interessante soorten op uit de venige bodemlaag op WV8. Op WV7 is de bodem tot een diepte van 30 cm rijk aan fosfaat, en zou dan 30 cm moeten worden verwijderd. Het is onbekend wat de hydrologische gevolgen van een dergelijke ingreep zullen zijn, de diepe sloot in de percelen en de venige bodemlaag doen vermoeden dat het er erg nat kan zijn. Een alternatief is maaien en afvoeren (eventueel door middel van uitmijnen) en zo langzaam ontwikkelen richting bloemrijk grasland.

## 7 Schaopedobbe

### 7.1 Algemene beschrijving

In de Schaopedobbe werden verschillende locaties bemonsterd, in principe werd alleen de toplaag bemonsterd (0-10 cm) tenzij anders aangegeven (Figuur 7.1). SD2 en SD9 werden verzameld in een oud grasland (Figuur 7.3), bestaande uit een donkerbruine graslandbodem, met daaronder (vanaf ca. 10 cm-mv) een oranje zeer fijne, licht lemige zandbodem. SD1 was gelegen in een kapzone, waar in 2020 voornamelijk Larix werd weggehaald (Figuur 7.3). Een deel van het strooisel van de bosbodem is achtergebleven en de bodem was behoorlijk kapotgereden door de zware machines. Er werd niet bekalkt na uitvoering van de werkzaamheden. Hier werd bodem verzameld op 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld. SD8 was gelegen in oud grasland met o.a. Stekelbrem, Muizenoor, Duizendblad en Leeuwentand (Figuur 7.3). De bodem bestond hier uit droog, heel fijn zand.

SD6 (Figuur 7.4) werd genomen op een groeiplaats van Valkruid, de bodem bestond uit licht lemig zand. Naast Valkruid werd ook Stekelbrem en Liggend walstroo waargenomen. SD 4 en 7/10 (Figuur 7.4) werden verzameld bij het ven. Op beide locaties bestond de bodem uit licht lemig zand. Hierbij werd SD4 verzameld op een locatie die werd gemaaid, met Stekelbrem en Schapenzuring. SD7 was veel soortenrijker, met o.a. Valkruid en Muizenoor maar ook veel paardenbloem. De lokale beheerder gaf van deze locatie aan dat hij zich zorgen maakte over de toenemende mosbedekking.

Op locatie SD5 was net als op locatie SD1 in 2020 het bos weggehaald. Op SD5 was het strooisel wel weggehaald en bestond de bodem uit kaal, mineraal zand dat op 0-10 cm donkerbruin was en op 10-20 cm geel. Ook hier waren de rijsporen duidelijk te zien en werd niet bekalkt na de werkzaamheden. Er werden bodemmonsters verzameld op 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld. Locatie SD6 lag in de soortenrijke heischrale graslandzone, met Valkruid en Liggend walstroo, de bodem bestond uit licht lemig zand. Als laatste werd het voormalige landbouwperceel bemonsterd (SD3). Dit perceel wordt sinds de jaren '70 van de vorige eeuw verschraald (schapenbegrazing en maaien) en is sinds die tijd grasland, ongeveer 15-20 jaar geleden is hier ca. 20 cm ontgrond en bekalkt. Hier werd de bodem verzameld op een diepte van 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm en 30-50 cm onder maaiveld. Tot een diepte van 30 cm werd een donkere bouwvoor aangetroffen met daaronder geel zand. O.a. Paardenbloem en Gewone veldbies werden aangetroffen tijdens de bemonstering (Figuur 7.5). Op de verzamelde monsters van SD1, 4 en 9 werd naast de standaard extracties ook een totaal destructie uitgevoerd om een indruk te krijgen van de totale concentraties elementen in de bodem.

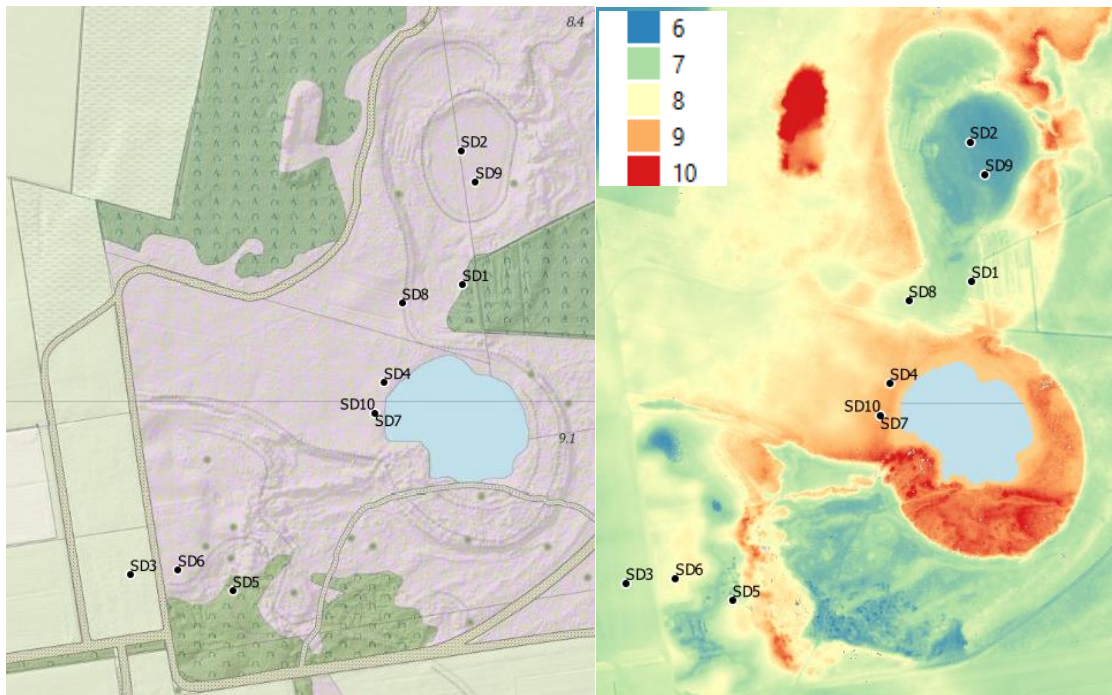
### 7.2 Resultaten

#### 7.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

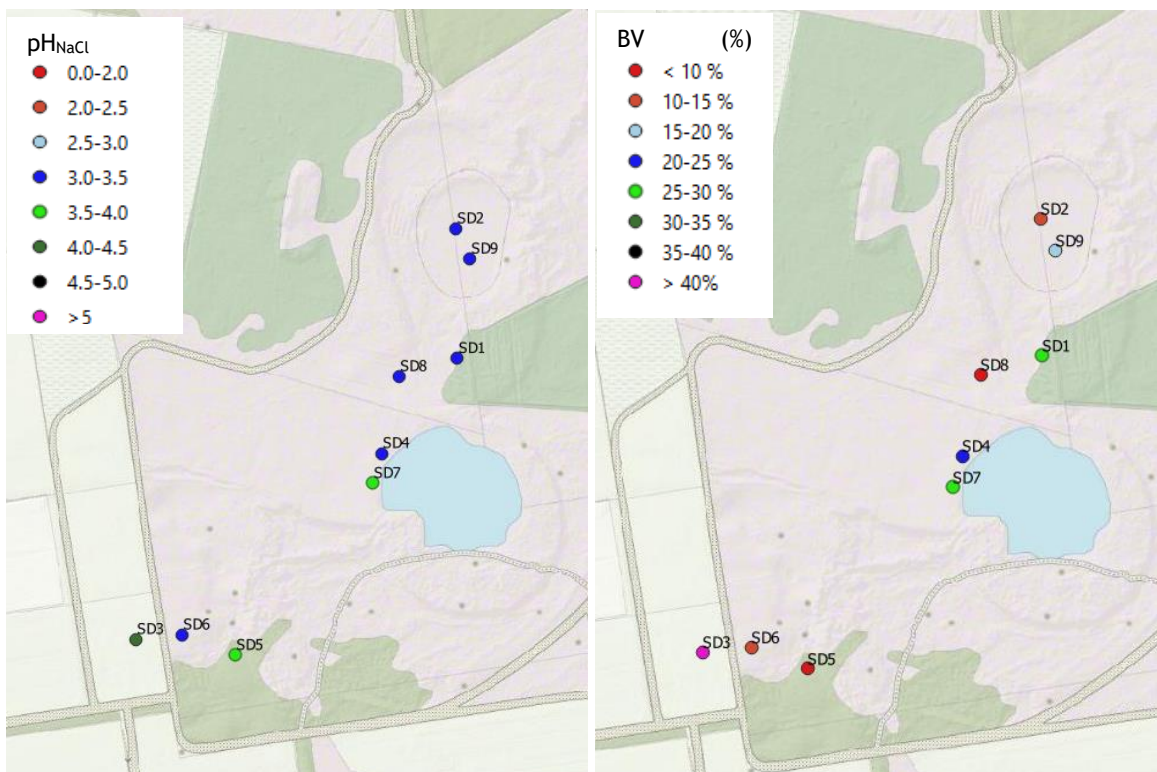
De verzamelde bodem uit de Schaopedobbe bestond voornamelijk uit licht lemig zand, met uitzondering van SD 8 en de voormalige boslocaties waar de bodem duidelijk minder lemige fracties bevatte. Het organische stof percentage in de bemonsterde heischrale graslandlocaties lag rond de 10 % (locaties SD 2, 4, 6 en 8). Locatie SD 9 viel op met bijna 16% organische stof. Op de voormalige boslocaties was SD1 duidelijk organischer met 9,3% organische stof in de 0-10 cm bodemlaag, veroorzaakt door het achtergebleven strooisel, vergeleken met SD 5 waar in de 0-10 cm bodemlaag nog maar 3% organische stof werd gemeten. In de bouwvoor van "landbouwperceel" SD 3 lag het organische stof percentage rond de 6,5%. De gemeten Cation Exchange Capacity (CEC) varieerde van 34  $\mu\text{eq/l}$  bodem op SD 8 tot 71  $\mu\text{eq/l}$  bodem op SD 9. In de afgeschraapte voormalige bosbodem op SD5 was dit 25  $\mu\text{eq/l}$  bodem (Tabel 7.1).

De bodem  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  gemeten in de 0-10 cm bodemlaag was op de locaties SD 1, 2, 4, 8 en 9 aan de lage kant, met waarden tussen de 3,1 en 3,3 (Figuur 7.2 en tabel 7.1). In redelijk tot goed ontwikkelde heischrale graslanden werd een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van meer dan 3,8 gemeten (Tabel 2.1). Op de Valkruid-locatie SD 7 werd een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 3,6 gemeten, net als in de 0-10 cm bodemlaag op de voormalige boslocatie SD5. Alleen op de voormalige landbouwlocatie SD3 voldeed de pH gemeten in de toplaag aan de

referentiewaarde gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden, in de 0-10 cm bodemlaag werd op SD3 een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 4,2 gemeten.



Figuur 7.1. Open topo kaart van de Schaopedobbe en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK).



Figuur 7.2.  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  (links) en Basenverzadiging (BV) rechts gemeten in de 0-10cm bodemlaag.

Tabel 7.1. Bodemchemische gegevens van de Schaopedobbe. Diepte=diepte bodemonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout													
		MV kg droog/liter vers	OS (%)	Olsen-P	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
SD1	0-10	0,8	9,3	517	3,3	108	983	934	2221	15	787	2312	34,8	1,7	0,4
	10-20	1,2	4,1	365	3,8	50	603	1838	548	15	474	575	7,0	0,7	3,4
SD2	0-10	0,9	9,1	663	3,1	73	401	2944	1997	6	1357	1274	34,4	3,6	1,5
	SD3	0-10	1,0	6,7	5354	4,2	53	155	239	7548	1	217	1711	42,4	24,3
SD3	10-20	1,1	5,9	6662	4,3	50	112	233	8399	1	143	1323	36,8	31,3	0,0
	20-30	1,0	7,0	5369	4,3	38	85	212	9686	1	124	785	27,6	37,8	0,0
	30-50	1,1	2,9	1254	4,1	6	35	477	5263	2	155	776	4,2	3,0	0,1
	SD4	0-10	0,8	8,4	447	3,4	5	1060	1234	2085	4	541	1450	14,5	0,3
SD5	0-10	1,0	3,0	501	3,6	77	253	2057	145	9	634	211	4,2	0,9	14,1
	10-20	1,1	1,6	195	3,9	80	96	1772	80	6	523	119	2,0	0,3	22,2
SD6	0-10	0,8	10,0	575	3,5	15	820	1757	1258	3	458	823	29,1	1,0	1,4
SD7	0-10	1,0	6,7	456	3,6	32	361	1238	1634	4	461	1109	7,3	0,4	0,8
SD8	0-10	1,0	10,0	840	3,3	278	305	2170	1579	7	445	627	14,2	2,8	1,4
SD9	0-10	0,7	15,8	571	3,1	265	3491	1964	1800	3	3780	1452	8,0	1,0	1,1

Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l
SD1	0-10	41,1	3,4	9,2	17,7	1,7	4,9	0,1	0,1	1,5	4,7	7,0	0,1	25,8	40,0
	10-20	77,6	2,4	13,5	29,1	2,5	8,4	0,2	0,1	1,3	2,7	11,0	0,1	5,7	28,9
SD2	0-10													11,9	60,3
	SD3	0-10												60,0	41,1
	10-20													64,5	45,1
	20-30													66,8	48,8
SD3	30-50													44,6	30,8
	SD4	0-10	40,2	4,3	9,9	21,5	1,7	4,1	0,1	0,1	2,0	6,0	7,6	0,2	20,3
SD5	0-10													4,1	25,4
	10-20													7,2	22,0
SD6	0-10													11,6	34,0
SD7	0-10													27,0	40,5
SD8	0-10													9,0	44,3
SD9	0-10	43,2	3,8	9,3	8,9	3,0	2,6	0,0	0,1	2,1	8,5	6,2	0,1	15,7	71,4

Op de gekapte boslocaties nam de  $pH_{NaCl}$  toe in de 10-20 cm bodemlaag, met 3,8 op SD1 en 3,9 op SD 5, op SD3 bleef de  $pH_{NaCl}$  nagenoeg stabiel in de diepte (Tabel 7.1).

In redelijk tot goed ontwikkelde heischrale graslanden in Nederland werd een basenverzadiging boven de 38% gemeten (Tabel 2.1). In de Schaopedobbe voldeed alleen locatie SD3 aan deze referentie, met een basenverzadiging rond de 60% in het gehele diepteprofiel (Figuur 7.2 en Tabel 7.1). Op SD 2, 5, 6 en 8 werd een basenverzadiging lager dan 15% gemeten, waarbij op SD 5 (gekapt bos) een basenverzadiging van slechts 4% werd gemeten. Ook SD6 en 8 waren met een basenverzadiging van rond de 10% erg slecht gebufferd, ondanks het voorkomen van Valkruid. Op de locaties 4 en 7 werd een basenverzadiging van 20 en 27% gemeten in de 0-10 cm bodemlaag. Op locatie SD1, waar het bos was gekapt maar het strooisel deels was achtergebleven was de basenverzadiging in de 0-10 cm bodemlaag met 26% redelijk, in de minerale bodemlaag daaronder was de basenverzadiging net als op SD 5 met 6% veel lager.



*Figuur 7.3. Locatie SD2 en 9 (bovenste), SD1 (links onder) en SD8 (rechtsonder).*



*Figuur 7.4. SD4 (linksboven) en SD 7 met Valkruid (rechtsboven), de kapvlakte van SD5 (linksonder) en Valkruid op SD6 (rechtsonder).*

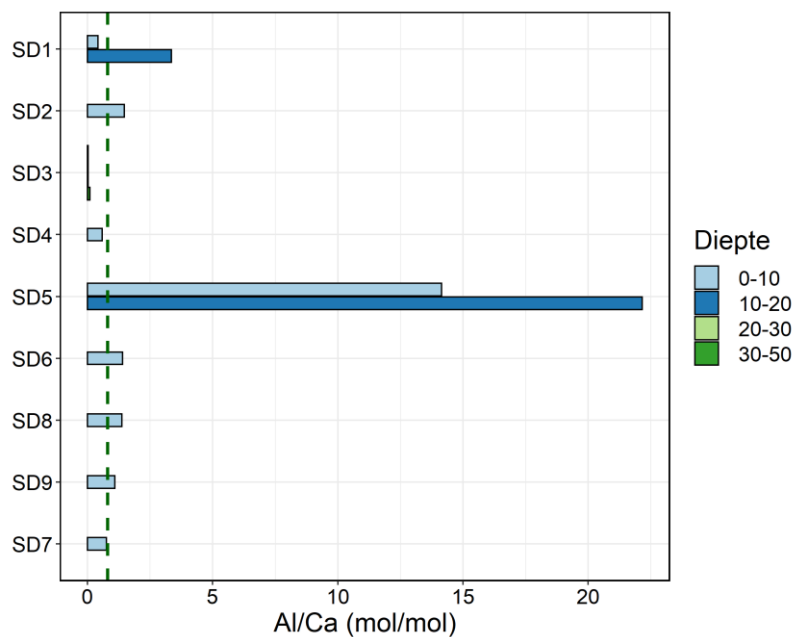
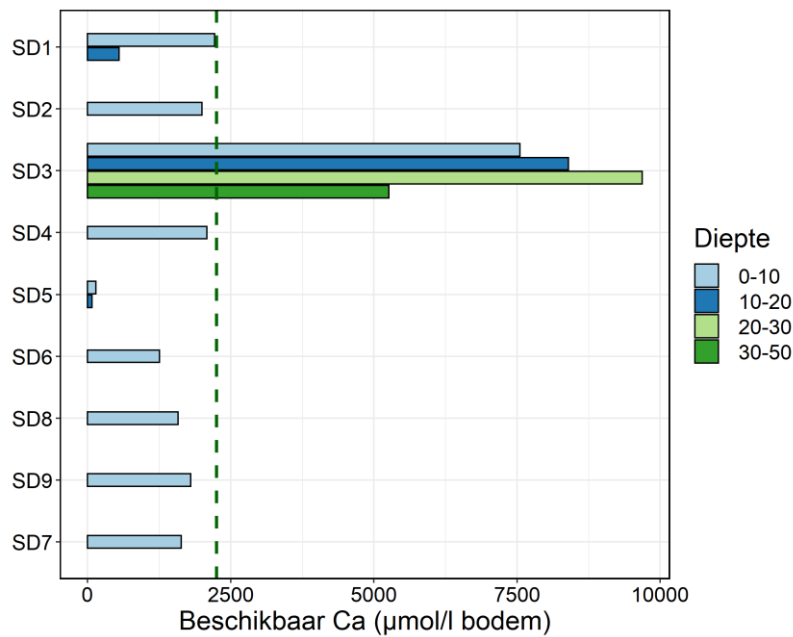


*Figuur 7.5. Locatie SD3, met bovenaan een uitgelegde boring, waarbij de boring van links naar rechts steeds dieper gaat en een indruk van de vegetatie van dit perceel.*

Naast de basenverzadiging en pH is de beschikbaarheid van basische kationen een belangrijke sturende factor in de vegetatieontwikkeling. In de Schaopedobbe was de beschikbare calciumconcentratie gemeten in de toplaag (0-10 cm) op alle locaties (net) te laag voor goed ontwikkeld heischraal grasland (Figuur 7.6). Uitzondering is SD3, waar de beschikbare calciumconcentraties in het gehele diepteprofiel boven de 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem uitkwamen. Het verschil tussen de gekapte locaties SD1 en SD5 valt op, waarbij op SD1 nog wat beschikbaar calcium is achtergebleven met het strooisel, tegen de tot het minerale zand afgegraven SD5 waar bijna geen beschikbaar calcium meer in de bodem aanwezig was (Figuur 7.6). De gemeten Al/Ca-ratio's waren door de lage beschikbare calciumconcentraties iets aan de hoge kant voor goed ontwikkeld heischraal grasland (Figuur 7.6). Alleen op de goed gebufferde locatie SD3 was de Al/Ca-ratio voldoende laag, en op SD4 en SD7 was de gemeten Al/Ca-ratio op het randje. Verder vielen SD2 en SD9 op met relatief



hoge beschikbare kaliumconcentraties (respectievelijk 1357 en 3780  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Op SD9 was ook de totale kaliumconcentratie duidelijk hoger dan met 3 mmol K/l bodem tegen 1,7 mmol K/l bodem op SD1 en SD4 (Tabel 7.1). Op SD3 werden juist relatief lage beschikbare kaliumconcentraties gemeten ( $<200$   $\mu\text{mol/l}$  bodem), vaak een gevolg van jarenlang maaien en afvoeren of begrazen.

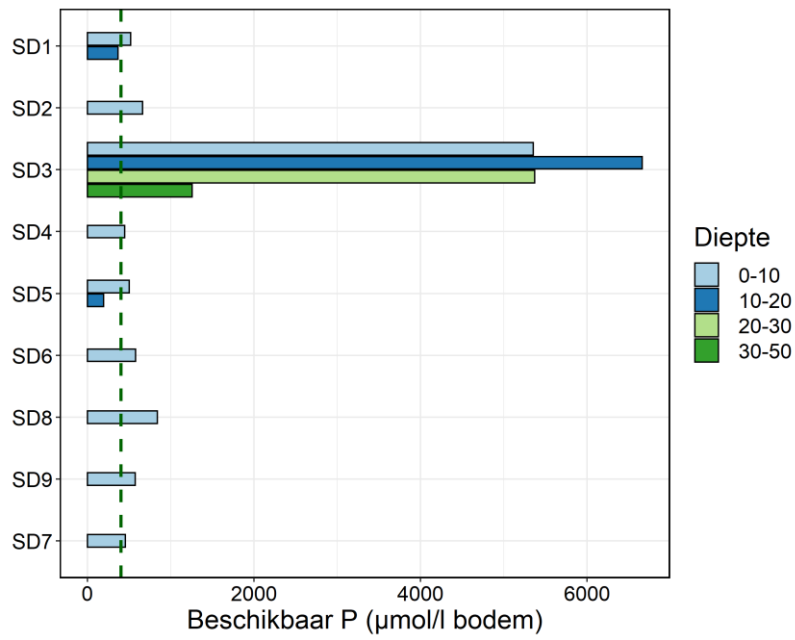
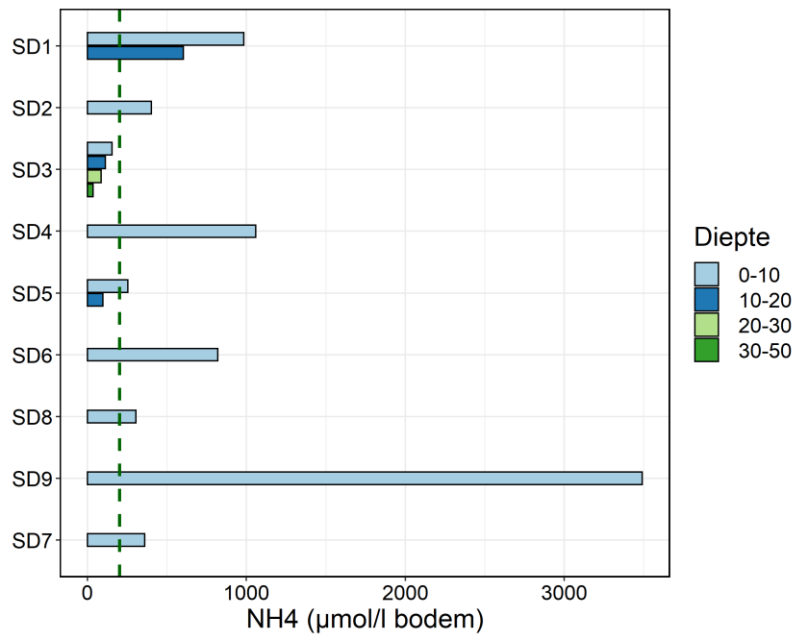


Figuur 7.6. Beschikbare Ca concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem (bovenste) en de Al/Ca ratio (onderste) gemeten in de Schaopedobbe. Blauwe lijn geeft 2250  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-beschikbaarheid) en 0,8 (Al/Ca ratio) (Tabel 2.1).

### 7.2.2 Stikstof en fosfaat

In goed ontwikkelde heischrale graslanden is de gemeten ammoniumconcentratie over het algemeen lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Deze lage concentratie werd alleen gehaald in SD3 en op SD5 (het gekapte bos) (Figuur 7.7 en Tabel 7.1). Het nadeel van het achterlaten van strooisel na het verwijderen van bos is op SD1 duidelijk zichtbaar. Hoewel de basenverzadiging en beschikbare basische kationen met het strooisel achter blijven (positief), blijft ook het ammonium opgehoopt in het strooisel achter. Dergelijke hoge ammoniumconcentraties belemmeren de kieming en vestiging van de (heischrale) doelsoorten. Op SD1 werd in de toplaag (0-10 cm) bijna 1000  $\mu\text{mol}$  ammonium/l bodem gemeten tegen 253  $\mu\text{mol/l}$  bodem op SD5. Op de heischrale graslandlocaties SD2, 4, 6 en 9 vielen de (veel) te hoge ammoniumconcentraties op met 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem op SD 2, 1060  $\mu\text{mol/l}$  bodem op SD4, 820  $\mu\text{mol/l}$  bodem op SD6 en zelfs 3500  $\mu\text{mol/l}$  bodem op SD9! Op SD7 en 8 waren de gemeten  $\text{NH}_4$ -concentraties redelijk met waarden rond de 300  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar ook dit is aan de hoge kant voor goed ontwikkeld heischraal grasland. De gemeten  $\text{NO}_3$ -concentraties waren op alle locaties voldoende laag (Tabel 7.1), hoewel ook hier de iets verhoogde concentraties werden gemeten op SD8 (278  $\mu\text{mol/l}$  bodem) en SD9 (265  $\mu\text{mol/l}$  bodem).

In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden Olsen-P concentraties, een maat voor (plant)beschikbaar P, gemeten onder de 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De Olsen-P concentraties gemeten op bemonsterde locaties op de Schaopedobbe voldeden allen (bijna) aan deze voorwaarde. Uitzondering was het voormalige landbouwperceel SD3, waar in de 0-10 cm bodemlaag 7500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P werd gemeten tot bijna 10.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem onder in de bouwvoor op 20-30 cm onder maaiveld (Figuur 7.7). Ook de fosfaatconcentratie gemeten in het zoutextract waren op SD3 nog erg hoog met meer dan 24  $\mu\text{mol PO}_4/\text{l}$  bodem. Op voormalige landbouwbodems die in langdurig verschrallingsbeheer zijn met een hoge Olsen-P concentratie kunnen soms toch soortenrijke vegetaties ontstaan als de labiele P-concentratie ( $\text{PO}_4$  gemeten in het zoutextract) voldoende laag is ( $<2$  à 3  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Dat is op SD3 niet het geval. Ook op een diepte van 30-50 cm onder maaiveld was de Olsen-P concentratie op SD3 nog sterk verhoogd met 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem.



Figuur 7.7. NH<sub>4</sub> en Olsen-P-concentraties gemeten in de percelen op de Schaopedobbe. De blauwe stippellijn geeft de uiterste referentiewaarde weer gemeten in goed heischraal grasland (200 µmol NH<sub>4</sub>/l bodem en 400 µmol P/l bodem) (Tabel 2.1).

### 7.3 Conclusies en aanbevelingen Schaopedobbe

Op de bemonsterde heischrale graslandlocaties van de Schaopedobbe (SD2, 4, 6, 7, 8 en 9) zijn met name de (iets) te lage beschikbare calciumconcentraties en te hoge Al/Ca-ratio's een knelpunt voor ontwikkeling of behoud van soortenrijk heischraal grasland (Tabel 7.2). Daarnaast werden er ook te hoge ammoniumconcentraties gemeten, wat de geobserveerde vermossing kan verklaren. Op deze locaties kan overwogen worden de bodem ondiep te plaggen (af te schrapen) met uitsparen van restpopulaties om het opgehoopte ammonium te verwijderen en vervolgens te bekalken (2 ton dolokal/ha). Op de gekapte locaties SD1 en SD5 is het dilemma van het wel of niet verwijderen van strooisel duidelijk zichtbaar. Met het verwijderen van al het strooisel (zoals op SD5) werd het opgehoopte ammonium verwijderd, maar werden ook de nog aanwezige bufferstoffen afgevoerd. Voor beide locaties geldt wel dat een aanvullende kalkgift van 2 ton dolokal/ha wordt geadviseerd om de pH en calciumbeschikbaarheid te verhogen en de te verwachten ammoniumpiek tegen te gaan.

Op de voormalige akker SD3 is buffering geen knelpunt maar de hoge fosfaatbeschikbaarheid wel. Het fosfaat is tot diep in de bodem doorgedrongen, waardoor plaggen of afgraven niet direct tot een sterke verbetering zullen leiden. Voor deze locatie wordt geadviseerd verder te gaan met verschrallen, eventueel door middel van uitmijnen met een grasklaver-mengsel en een aanvullende kaliumgift en/of N-gift. Door de lage N-concentraties kan mogelijk een N-gelimiteerde vegetatie ontstaan (Loeb et al., 2017). Het is echter onbekend in hoeverre een echt soortenrijke vegetatie kan ontstaan bij een dergelijk "scheve" N:P-ratio.

De hoge ammoniumconcentraties die werden gemeten op met name SD9 en SD6 zijn een punt van zorg, maar ook op de andere heischrale locaties was de NH<sub>4</sub>-concentratie verhoogd. Mogelijk kunnen hier brongerichte maatregelen worden genomen om de NH<sub>4</sub>-depositie te verminderen, mits de bron bekend is. De droge jaren kunnen ook bij hebben gedragen aan de hoge ammoniumconcentraties (Bobbink et al., 2019).

Tabel 7.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			µmol/l bodem	mol/mol	µmol/l bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
SD1	0-10	3,31	2221	0,4	108	983	517	1,7	25,8
	10-20	3,8	548	3,4	50	603	365	0,7	5,7
SD2	0-10	3,1	1997	1,5	73	401	663	3,6	11,9
SD3	0-10	4,2	7548	0,03	53	155	5354	24,3	60,0
	10-20	4,3	8399	0,03	50	112	6662	31,3	64,5
	20-30	4,3	9686	0,02	38	85	5369	37,8	66,8
	30-50	4,1	5263	0,1	6	35	1254	3,0	44,6
SD4	0-10	3,4	2085	0,6	5	1060	447	0,3	20,3
SD5	0-10	3,6	145	14,1	77	253	501	0,9	4,1
	10-20	3,9	80	22,2	80	96	195	0,3	7,2
SD6	0-10	3,5	1258	1,4	15	820	575	1,0	11,6
SD7	0-10	3,6	1634	0,8	32	361	456	0,4	27,0
SD8	0-10	3,3	1579	1,4	278	305	840	2,8	9,0
SD9	0-10	3,1	1800	1,1	265	3491	571	1,0	15,7

## 8 Delleboersterheide

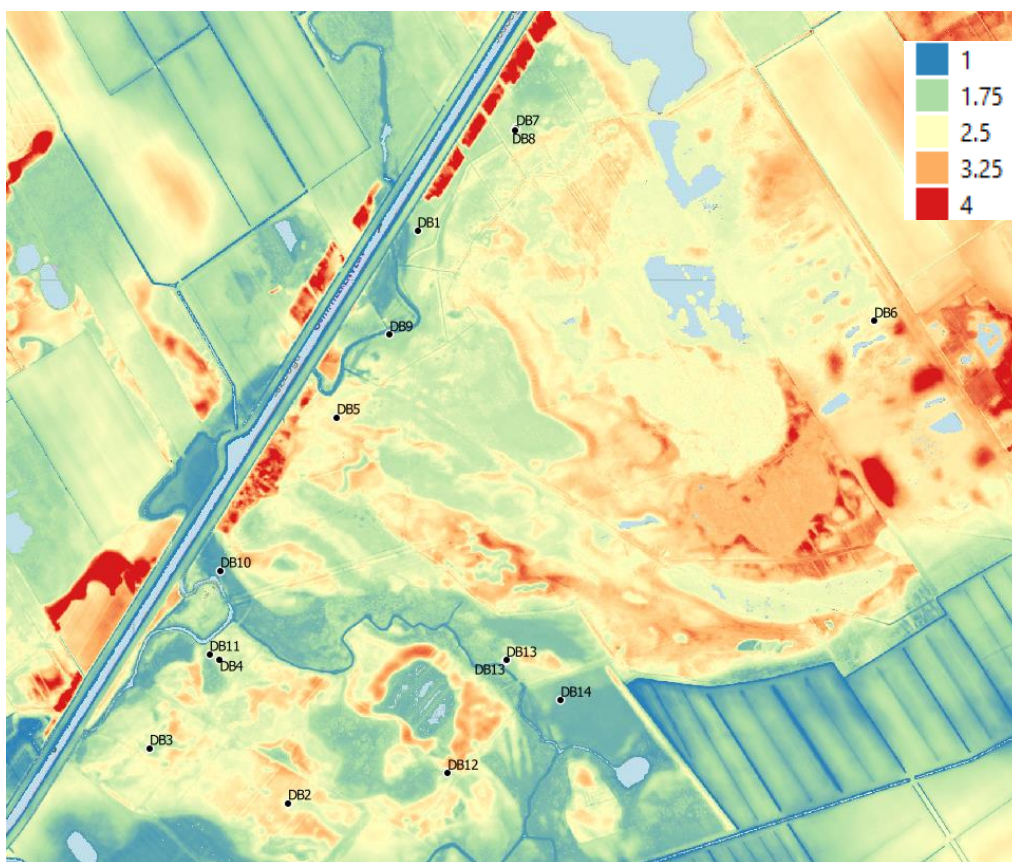
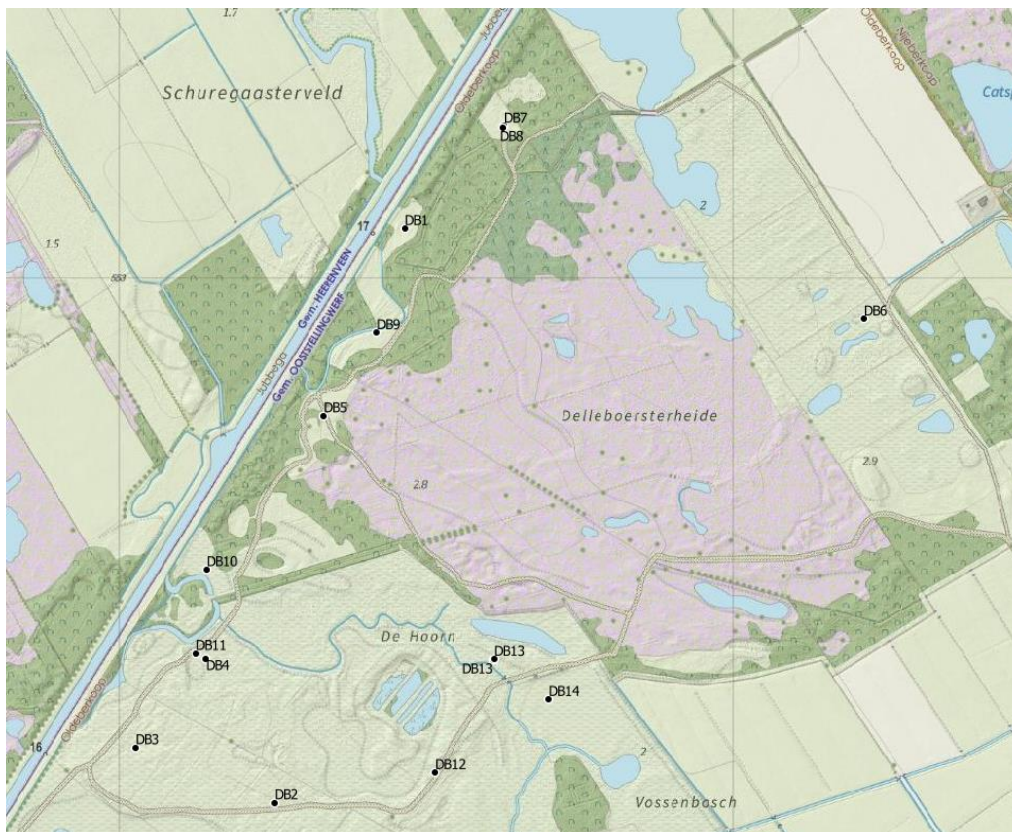
### 8.1 Algemene beschrijving

Rondom de Delleboersterheide werden op 14 locaties bodemonsters verzameld van de toplaag (0-10 cm) (Figuur 8.2). In het oosten (DB6) werd een bodemonster verzameld op voormalige landbouwgrond, die rond 1992/1993 is ontgrond (20 cm afgevoerd). Er werd geen maaisel opgebracht na uitvoering. De vegetatie bestond uit Dophei en Struikhei en de bodem was zandig, ook wordt hier sinds kort Klokjesgentiaan gevonden. Momenteel wordt de locatie begraasd met paarden en schapen. Vraag van IFG is of hier potenties voor ontwikkeling richting heischraal grasland liggen (Figuur 8.1).



*Figuur 8.1. Locatie DB 6 op voormalige landbouwgrond die in de jaren '90 is ontgrond.*

In het noordoostelijke deel liggen enkele vloeigraslandjes/blauwgraslandjes langs de (oude meanders) van de Tjonger (Figuur 8.3). Deze zeer oude graslandjes worden van oudsher gehooïd en beweïd met schapen en exmoorponies. DB7 en 8 werden genomen in een blauwgrasland-achtig perceeltje met o.a. Heidekartelblad, waarbij DB 7 op een hoger kopje werd genomen en DB 8 in een wat lager deel. Vraag voor deze locatie is of hier in potentie vochtig heischraal grasland ontwikkeld kan worden. De bodem was organisch/venig, zowel op de hogere kop als in het lagere deel. DB1 werd verzameld in een laaggelegen deel, waar o.a. Heidekartelblad, Blauwe zegge, Blauwe knoop en Spaanse ruiter voorkomen. Hier stond ook een peilbuis (gemarkeerd met 11B). DB9 werd verzameld in langs een oude meander, hier kwam Tormentil, Liggend walstroo, Blauwe knoop en Blauwe Zegge voor, de bemonsterde locatie was echter wat minder goed ontwikkeld. De bodem bestond uit donkerbruin zand bij bemonstering. DB10 was een wat rijker overstromingsgrasland met Gele lis en Pinksterbloemen. De bodem was zeer organisch, bijna veen-achtig.



Figuur 8.2. Open topo kaart van de Delleboersterheide en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK). DB5 werd niet bemonsterd.



*Figuur 8.3. Locatie DB7&8 (links) en bloeiend heidekartelblad op DB 1 (rechtsboven), DB10 (onderste).*

Het zuidelijke deel bij de Delleboersterheide wordt “de Hoorn” genoemd. DB4 lag op een oud rivierduin, de vegetatie werd hier gekenmerkt door Borstelgras en Liggend walstroo, de laatste jaren neemt het aandeel mossen toe en ook het aandeel Schapenzuring neemt toe (Figuur 8.4). De bodem bestond uit droog donkerbruin zand. DB3 bestond uit grasland, matig ontwikkeld, met Muizenoor en Biggenkruid, net als DB2, waar zuring en mossen de laatste jaren toenemen. DB11 lag op een overgang tussen een ruggetje en het lager deel van het landschap. Hier stond o.a. Hondsviooltje en Muizenoor (Figuur 8.4). DB12 werd genomen langs een pad. Hier was de bodem wat opengetrapt door vee en kwam massaal Hondsviooltje voor. De bodem bestond uit organisch zwart zand. DB13 werd verzameld bij een vochtige slenk (Figuur 8.4). In 2016/2017 kwam hier spontaan massaal Moerasviooltje op. Ook de zeldzame vlinder “Zilveren maan” werd hier toen waargenomen. Enkele jaren later waren deze

zeldzame soorten verdwenen, mogelijk door droogte. De bodem was organisch, bijna veen-achtig. Als laatste werd DB14 bemonsterd in een wat rijker stuk waar veel Pitrus voorkwam. Hier werden op twee dieptes bodemmonsters verzameld. Op 0-10 cm was de bodem zandig, maar op 10-20 cm onder maaiveld was de bodem meer venig van karakter. Het is onduidelijk of hier een zandige laag is opgebracht in een landbouwkundig verleden (ook Topo-tijdreis geeft hier geen duidelijk beeld van het gebruik).



*Figuur 8.4. DB4 (linksboven), Hondsviooltje op DB11 (rechtsboven), DB13 (linksonder) en DB14 (rechtsonder).*



## 8.2 Resultaten

### 8.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

Wat organisch stof percentage betreft waren er grofweg drie groepen te maken van de bemonsterde locaties in de Delleboersterheide. Ten eerste locaties met een zandig karakter en relatief lage organische stof percentages (<10%). Dit zijn de locaties DB3, 6, 9 en de toplaag van DB14. In de tweede groep vallen locaties met organische stofpercentages tussen de 10 en 20%, dit zijn de locaties DB1, 2, 4, 7 en 11. De derde groep bodemmonsters vormen de locaties waar het organischestofpercentage meer dan 30% was, dit waren de locaties DB8, 10, 12, 13 en de 10-20 cm bodemlaag van DB14.

Tabel 8.1. Bodemchemische gegevens van de Schaopedobbe. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehaltes na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract. DB5 werd niet bemonsterd.

Code	Diepte	Zout													
		MV kg droog/liter vers	OS (%)	Olsen-P	pH extract	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
DB1	0-10	0,7	12,0	314	3,9	3	71	886	4235	33	205	295	3,7	0,2	0,2
DB2	0-10	0,9	11,4	1240	3,3	311	158	2476	2219	18	1055	1218	9,9	0,8	1,1
DB3	0-10	1,0	7,8	1191	3,6	26	66	1781	3073	7	457	1558	51,0	1,0	0,6
DB4	0-10	0,8	16,4	2198	3,5	485	206	2452	3031	8	777	1769	102,7	2,4	0,8
DB6	0-10	1,2	5,9	672	3,8	5	37	853	5937	4	405	1708	18,5	1,5	0,1
DB7	0-10	0,6	20,6	1040	3,7	4	77	2054	1662	33	419	641	10,8	0,9	1,2
DB8	0-10	0,4	46,2	489	4,0	3	46	989	13202	8	206	114	2,1	0,4	0,1
DB9	0-10	0,9	9,0	828	3,8	31	175	2174	866	11	464	538	20,9	0,0	2,5
DB 10	0-10	0,4	40,4	1241	4,4	608	206	122	19177	20	17	634	84,3	0,8	0,0
DB11	0-10	0,7	20,2	827	4,3	158	284	131	15405	2	141	2599	95,3	0,4	0,0
DB12	0-10	0,6	31,9	1487	3,8	571	158	632	11009	10	201	1567	246,8	1,0	0,1
DB13	0-10	0,4	35,3	969	3,4	250	162	2230	2424	25	88	789	50,8	2,1	0,9
DB14	0-10	0,8	9,5	2604	4,4	470	178	231	9798	7	82	434	174,4	1,9	0,0
	10-20	0,5	30,8	314	4,6	619	92	129	18973	3	21	434	84,3	0,5	0,0

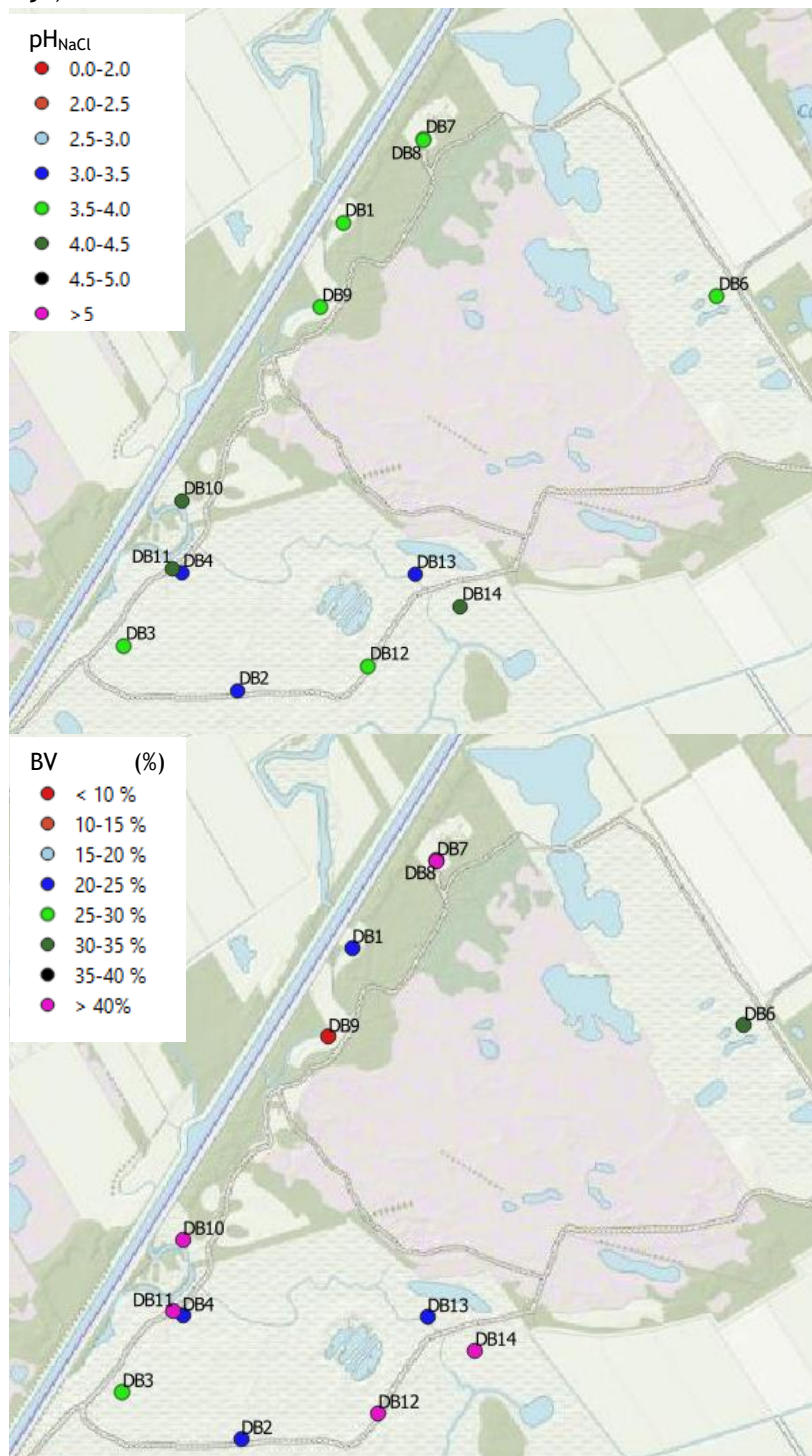
  

Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l
DB1	0-10	57,4	7,0	8,5	64,1	1,1	3,1	0,0	0,1	3,9	7,1	8,3	0,1	23,2	54,0
DB2	0-10	37,3	5,4	10,2	287,6	0,5	1,6	0,2	0,1	7,7	10,2	5,2	0,1	20,9	59,0
DB3	0-10	51,3	9,0	10,7	204,1	0,9	3,1	0,7	0,1	9,1	10,3	6,9	0,1	27,8	56,4
DB4	0-10	82,8	9,3	8,6	244,3	0,8	2,8	0,6	0,1	12,6	16,2	7,3	0,1	24,3	64,7
DB6	0-10	45,0	6,8	12,8	6,3	0,6	2,3	0,0	0,1	2,7	5,2	6,4	0,1	34,2	65,4
DB7	0-10	65,5	3,3	7,7	170,8	0,6	1,3	0,1	0,1	5,6	10,4	4,5	0,1	14,0	42,6
DB8	0-10	70,0	23,6	8,5	170,2	0,5	0,6	0,0	0,1	4,5	13,5	2,3	0,1	51,9	62,4
DB9	0-10	78,3	2,1	10,3	141,7	0,9	3,0	0,1	0,1	3,9	8,1	9,2	0,1	7,0	30,1
DB 10	0-10	71,1	49,1	5,8	164,8	1,4	3,3	0,4	0,0	11,5	26,1	4,4	0,2	85,3	99,1
DB11	0-10	57,7	40,9	8,2	278,5	0,8	4,1	1,9	0,1	8,4	14,3	6,5	0,2	74,5	108,5
DB12	0-10	68,4	28,4	7,4	511,9	1,1	3,2	1,3	0,0	11,8	20,2	5,3	0,3	60,3	77,9
DB13	0-10	43,5	4,4	5,7	55,4	0,6	1,8	0,1	0,0	6,8	16,5	3,7	0,1	24,2	36,6
DB14	0-10	36,7	18,9	9,1	37,9	1,2	2,9	0,4	0,1	8,9	14,1	7,1	0,1	77,3	35,8
	10-20	129,7	67,1	6,3	150,5	1,6	4,6	1,9	0,1	9,4	24,1	6,1	0,1	90,5	97,4

De gemeten pH<sub>NaCl</sub> lag op alle bemonsterde locaties binnen of in de buurt van de range gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden (Tabel 2.1, Figuur 8.5). Op DB2, 4 en 13 was de pH<sub>NaCl</sub> aan de lage kant voor heischraal grasland, met waarden van 3,3 tot 3,5. Op DB 8, 10, 11 en beide bodemlagen van DB14 werd een pH<sub>NaCl</sub> gemeten tussen de 4 en 4,6. De pH gemeten in de vloeigraslandjes (DB6, 7, 1 en 9) was voor Blauwgrasland te laag, en viel beter in de range van vochtig heischraal grasland.

De basenverzadiging gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden ligt boven de 38%. Op DB9 werd een opvallend lage basenverzadiging gemeten van slechts 7%. Ook op de hoge kop in het vloeigraslandje van DB7 was de basenverzadiging erg laag met 14%. Het lagergelegen punt DB8 was beter gebufferd met een basenverzadiging van 52%, goed in de range van vochtig heischraal grasland, te laag voor Blauwgrasland. Op de locaties DB1, 2, 4 en 13 varieerde de basenverzadiging tussen de 20 en 25%, te laag voor goed ontwikkeld heischraal grasland. Ook op DB3, grasland, was de basenverzadiging met 28% te laag. Het voormalige landbouwstuk DB6 was wat beter gebufferd met een basenverzadiging van 34%, en komt daarmee in de buurt van waarden gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden. Op DB10 en 11, 12 en 14 werden basenverzadigingen gemeten

tussen de 60 % (DB12), rond de 75% (DB 11 en 0-10 cm laag van DB14) tot 85 (DB10) en 91 % (10-20 cm laag van DB 14). Dit zijn (zeer) goed gebufferde locaties waar wat basenverzadiging betreft ontwikkeling richting Blauwgrasland mogelijk is (mits de andere parameters en hydrologie geschikt zijn).

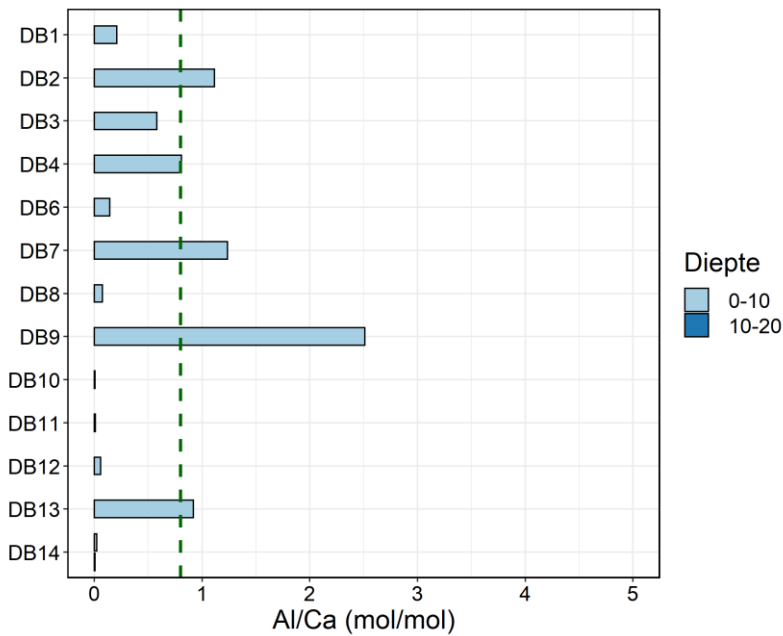
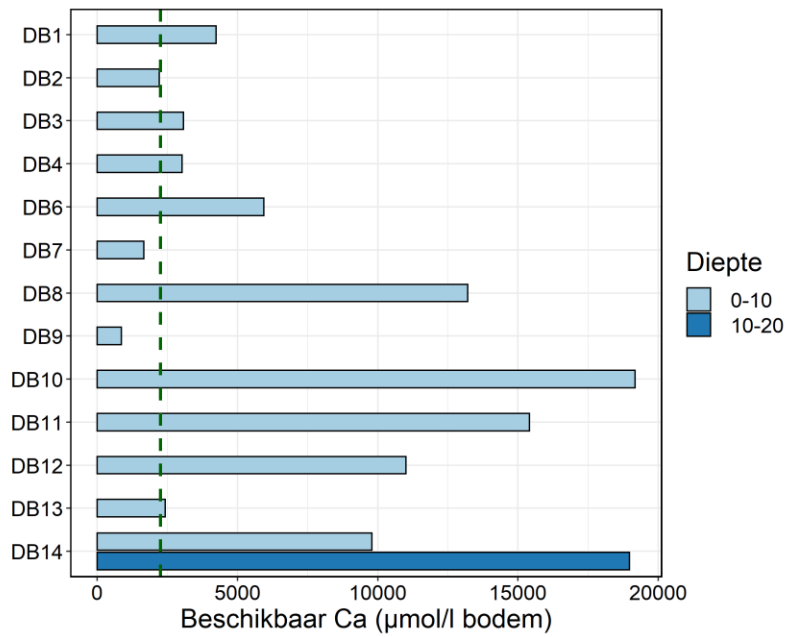


Figuur 8.5. Gemeten pH<sub>NaCl</sub> en basenverzadiging (BV) in de 0-10 cm bodemlaag in de Delleboersterheide.

De lage basenverzadiging op DB7 en DB9 werd ook terug gemeten in het lage beschikbaar calciumgehalte. In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden beschikbare calciumgehalten gemeten boven de 2250  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en de verhouding tussen beschikbaar aluminium en calcium (Al/Ca-ratio) ligt onder de 0,8. Op DB 7 en 9 werden beschikbare Ca-concentraties gemeten van respectievelijk 1662 en 866  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem (Figuur 8.6). Ook de Al/Ca ratio op deze twee plekken was (iets) te hoog (1,2 en 2,5). Op DB2 en DB13 waren de beschikbare calciumconcentraties op de grens (rond de 2200  $\mu\text{mol/l}$  bodem), en ook de Al/Ca-ratio's waren iets te hoog (1,1 en 0,9). De beschikbare calciumconcentraties op DB 10, 11 12 en 14 met concentraties boven de 10.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem vielen in de range gemeten in Blauwgraslanden, hier werden voldoende lage Al/Ca-ratio's gemeten.

Verder viel op dat de beschikbare kaliumconcentraties (Tabel 8.1) op een aantal locaties laag tot zeer laag waren, met name op DB10, 13 en 14 waren de beschikbare kaliumconcentraties met waarden onder de 100  $\mu\text{mol/l}$  bodem opvallend laag. Dergelijke lage waarden kunnen het gevolg zijn van jarenlang verschrallingsbeheer en worden vaker gemeten in blauwgraslanden. Op DB2 werd juist een opvallend hoge beschikbare kaliumconcentratie gemeten met 1055  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook de totale kaliumconcentraties waren laag, met concentraties variërend van 0,5 tot 1,6 mmol/l bodem. Gemiddeld werd er in alle bemonsterde locaties in de Delleboersterheide 0,9 mmol totaal K/l bodem gemeten, tegen 2,7 mmol magnesium/l bodem en bijna 20 mmol totaal Ca/l bodem. Dit betekent dat er zeer weinig kalium in de bovenste 10 cm van de bodem aanwezig is.

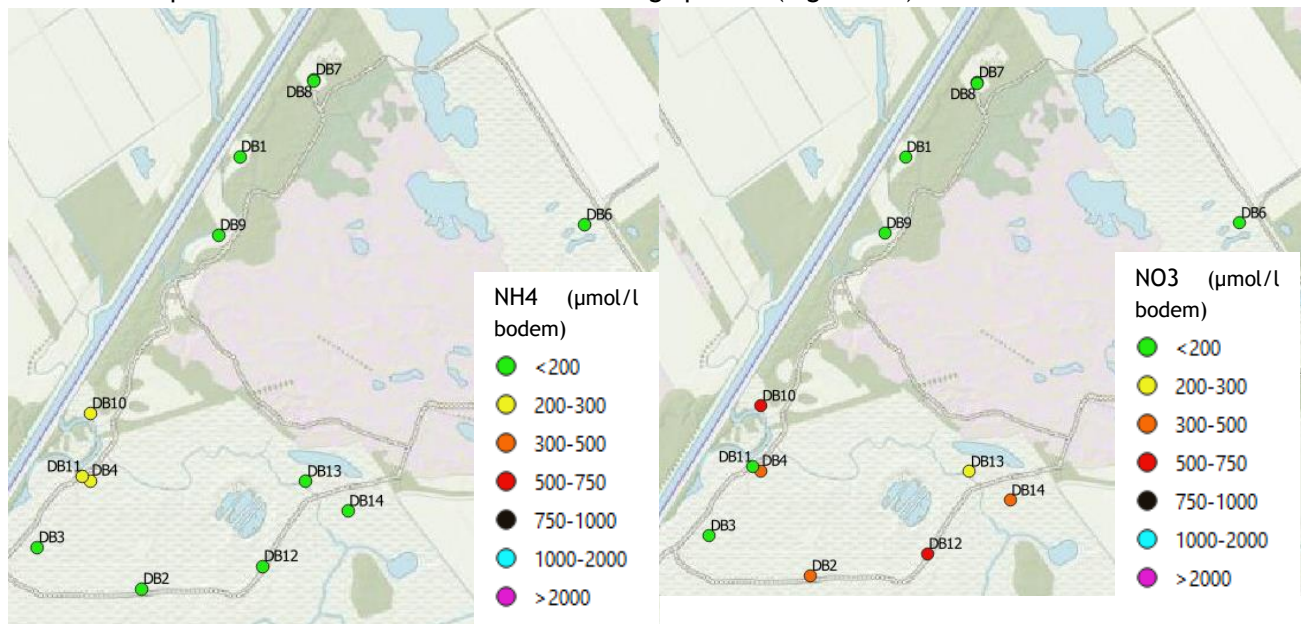
Verder viel op dat er een aantal locaties waren bemonsterd met hoge totale calciumgehalten in de bodem (Tabel 8.1), namelijk DB8 (24 mmol Ca/l bodem), 10 (49 mmol/l bodem), 11 (41 mmol/l bodem), 12 (28 mmol/l bodem), de toplaag van locatie 14 (19 mmol/l bodem) en de 10-20 cm bodemlaag van DB14 (67 mmol/l bodem), dit zijn ook precies de locaties waar een hoge basenverzadiging werd gemeten.



Figuur 8.6. Beschikbare Ca concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem (bovenste) en de Al/Ca ratio (onderste) gemeten in de Delleboersterheide. Blauwe lijn geeft  $2250 \mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-beschikbaarheid) en  $0,8$  (Al/Ca ratio) (Tabel 2.1).

### 8.2.2 Stikstof en fosfaat

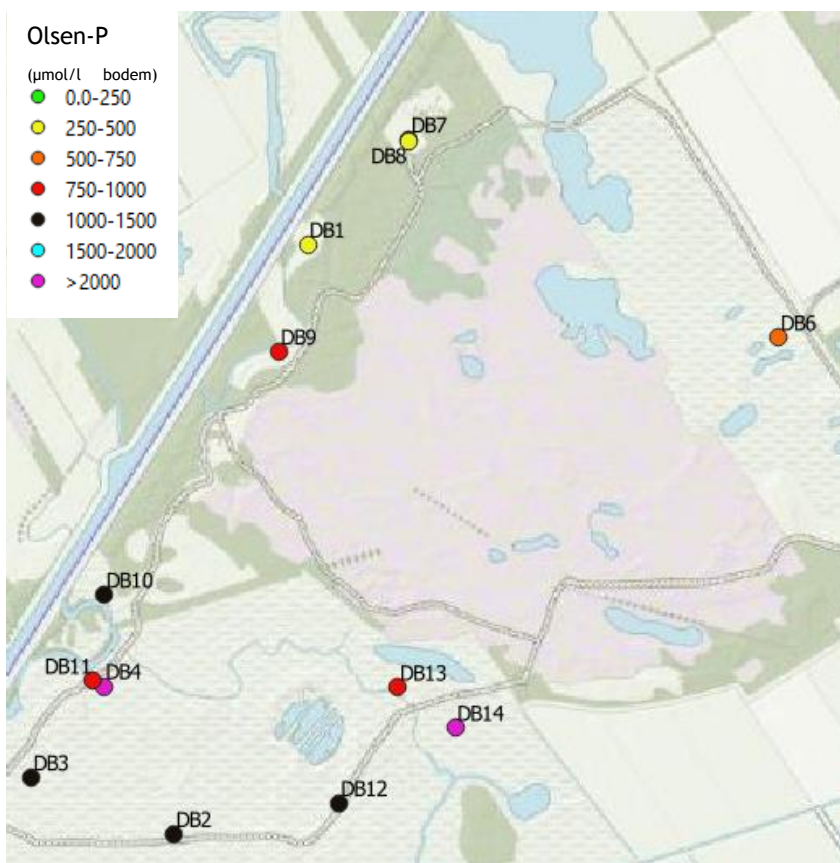
Te hoge ammoniumconcentraties zijn een vaak voorkomend knelpunt in de Nederlandse heischrale graslanden. In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden ammonium- en nitraatconcentraties onder de 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten (Tabel 2.1). Op een groot deel van de bemonsterde locaties in de Delleboersterheide waren te hoge ammoniumconcentraties gelukkig geen probleem (Figuur 8.7)! Alleen op DB11 werd een iets verhoogde ammoniumconcentratie gemeten met 284  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Toch vormt stikstof wel een knelpunt op een deel van de bemonsterde locaties, namelijk op DB2, 4, 10, 12, 13 en 14 werden te hoge nitraatconcentraties gemeten, variërend van 250  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DB13 tot 619  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag op DB14 (Figuur 8.7).



Figuur 8.7. Gemeten ammonium- (links) en nitraatconcentraties (rechts) in de 0-10 cm bodemlaag in de Delleboersterheide.

Naast stikstof is fosfor een belangrijk nutriënt, en sturend voor de vegetatieontwikkeling. In goed ontwikkelde heischrale graslanden in Nederland werden beschikbare fosfaatconcentraties (gemeten als Olsen-P) lager dan 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten (Tabel 2.1). Van de bemonsterde locaties in de Delleboersterheide voldeed alleen DB1 hieraan met een Olsen-P concentratie van 314  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Figuur 8.8). Op DB 8 was de Olsen-P concentratie iets verhoogd met 489  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar niet problematisch. Ook de voormalige landbouwzone DB6 was iets te rijk aan voor planten beschikbaar P met 472  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar ook dit is geen extreem hoge waarde. Ook op DB9 en 11 werden wel duidelijk verhoogde Olsen-P gehalten gemeten met concentraties rond de 800  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar ook hier hoeven deze concentraties niet direct tot problemen te leiden. Op de overige locaties waren de Olsen-P concentraties echt te hoog voor goed ontwikkeld heischraal grasland, met concentraties tussen de 1040  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DB7 tot 2198  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DB4 en 2604  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DB14. De te hoge Olsen-P concentraties en hoge nitraatbeschikbaarheid maken de bemonsterde locaties gevoelig voor verzuuring, zoals de Pitrusdominantie op DB14, en de toenemende vermossing op DB4 en 2. Waarschijnlijk wordt sterke verzuuring voorkomen doordat de vrij beschikbare P-fractie wel op alle locaties laag is ( $\text{PO}_4$  gemeten in het zoutextract) met een maximale concentratie van 2,4  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Daarnaast zal er op met name de locaties DB 10, 13 en 14 kaliumlimitatie optreden. De relatief hoge nitraatconcentraties zijn een risico, zodra zowel de beschikbare stikstofconcentraties te hoog worden, kan de vegetatie omslaan, ondanks de lage vrije P-concentraties. Welke mechanismen hierachter zitten, en welke soorten je in een dergelijke situatie (laag vrij P maar hoog beschikbaar-P) kunt ontwikkelen is nog onderwerp van onderzoek.

De bemonsterde locaties waren allen vrij rijk aan totaal-P, met concentraties variërend van 2,7 mmol/l bodem op DB6 tot 12,6 mmol/l bodem op DB4 (Tabel 8.1). Deze relatief hoge totaal-P concentraties maken het moeilijk om het gebied te verschraken door maaien en afvoeren of begrazing. In de Delleboersterheide werden hoge totaal ijzerconcentraties gemeten op de meeste locaties (Tabel 8.1), uitgezonderd DB6 met 6,3 mmol Fe/l bodem en ook op DB1, 13 en 14 waren de totaal Fe-concentraties met waarden rond de 50 mmol/l bodem wat minder hoog vergeleken met de rest van het gebied (160 tot 511 mmol/l bodem). Dat betekent dat een groot deel van het beschikbare fosfaat waarschijnlijk aan ijzer is gebonden. In situaties waar langdurig water in- en op maaiveld staat kan het aan ijzer gebonden P vrijkomen en de kan de beschikbaarheid van fosfaat voor de vegetatie, maar ook bijvoorbeeld algen in de waterlaag, sterk toenemen. Bij vernatting is het daarom van belang deze locaties ook droog te laten vallen, zodat het vrijgekomen P weer aan ijzer kan binden.



Figuur 8.8. Beschikbare fosfaatconcentraties gemeten als Olsen-P in de 0-10 cm bodemlaag in de Delleboersterheide.

### 8.3 Conclusies en aanbevelingen Delleboersterheide

Omdat de variatie in de Delleboersterheide groot is, wordt in de volgende paragraaf per locatie aangegeven wat de knelpunten zijn voor ontwikkeling richting heischraal grasland (Tabel 8.2), en of ontwikkeling richting blauwgrasland mogelijk is (indien relevant).

#### *Voormalige landbouwzone DB6*

Als eerste het ontgronde perceel DB6 in het noordoosten van het gebied. Op deze locatie waren de bodem pH (3,8), Al/Ca-ratio (0,1) en de beschikbare calciumconcentratie (bijna 6000  $\mu\text{mol/l}$  bodem) binnen de range gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden. Ook de ammonium- en nitraatconcentraties vormden geen belemmering met concentraties onder de 40  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op deze locatie werden ook relatief hoge beschikbare kalium- en magnesiumconcentraties gemeten. Enige bodemchemische knelpunt voor ontwikkeling richting soortenrijk heischraal grasland was de

voor planten beschikbare P-concentratie die met bijna 700  $\mu\text{mol/l}$  bodem iets verhoogd was. Waarschijnlijk is hier een N-gelimiteerde vegetatie ontstaan. Met aanvullend verschrallingsbeheer liggen hier kansen voor ontwikkeling richting heischraal grasland, mogelijk kan de fosfaatbeschikbaarheid omlaag gebracht worden door te maaien in plaats van te begrazen, of door drukbegrazing waarbij de schapen niet op de locatie overnachten. Ook kan geprobeerd worden om wat maaisel of zaad op te brengen van een goed ontwikkeld deel, nadat de zode wat is opengemaakt.

*Vloeiweides/graslandjes langs de Tjonger (DB7, 8, 1, 9, 10 en 11).*

Voor deze locaties was de vraag van IFG of ontwikkeling richting heischraal grasland mogelijk is, of dat ontwikkeling richting blauwgrasland meer voor de hand ligt. Blauwgraslanden worden gekenmerkt door een Olsen-P concentratie lager dan 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem, lage  $\text{NH}_4$ -concentraties (<200  $\mu\text{mol/l}$  bodem), een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  tussen de 4,5-6, beschikbare calciumconcentraties tussen de 8.000 en 40.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem en een basenverzadiging van meer dan 80% (Ertsen et al. (2005); GRIP & De Becker et al. (2004)). Daarnaast moeten blauwgraslanden op het juiste moment plas-dras staan en weer droogvallen, met grondwater van de juiste kwaliteit. Hydrologische gegevens waren echter niet beschikbaar voor dit project, en maakten geen deel uit van de opdracht, dus advies wordt enkel gegeven op basis van de bodemchemische data.

DB7 werd genomen op een wat hoger kopje in het perceel, deze locatie is duidelijk onvoldoende gebufferd voor zowel goed ontwikkeld heischraal grasland als blauwgrasland, met een beschikbare calciumconcentratie van 1662  $\mu\text{mol/l}$  bodem, een Al/Ca-ratio boven de 1 en basenverzadiging van 14% (Tabel 8.2). Hier kan overwogen worden te bekalken met 2 ton dolomietenkalk/ha. Daarnaast was de beschikbare P-concentratie veel te hoog voor heischraalgrasland met 1040  $\mu\text{mol/l}$  bodem, waardoor een intensiever verschrallingsbeheer wordt aanbevolen (maaien & afvoeren). Het lagergelegen DB8 was duidelijk veel beter gebufferd, waarschijnlijk door een grotere grondwaterinvloed. Met een beschikbare calciumconcentratie van 13.202  $\mu\text{mol/l}$  bodem en een basenverzadiging van 50% is deze locatie misschien wel te goed gebufferd voor heischraal grasland, maar onvoldoende gebufferd voor Blauwgrasland. Een duidelijke overgangszone dus. Mogelijk kan de bodembuffering hier door hydrologische maatregelen nog wat verder vergroot worden, waarna de locatie (nog) meer richting Blauwgrasland kan ontwikkelen. Aandachtspunt op deze locatie is de iets te hoge Olsen-P concentratie (489  $\mu\text{mol/l}$  bodem), maar als er geen sprake is van verzuuring hoeft hier verder geen aangepast beheer te worden gevoerd.

Locatie DB1, het wat zuidelijker gelegen graslandje, past wat bodemchemie betreft meer bij heischraalgrasland dan blauwgrasland. Enige knelpunt voor ontwikkeling richting heischraal grasland is de iets te lage basenverzadiging met 23%. Er kan geprobeerd worden de basenverzadiging te verhogen door de invloed van licht gebufferd grondwater te vergroten of door zomerbevoeiing (mits het water van goede kwaliteit is).

DB9 werd genomen bij een oude meander van de beek. Op basis van de tijdens het veldbezoek genoemde soorten (o.a. Tormentil en Blauwe knoop) werd een goed gebufferde locatie verwacht, maar dat was zeker niet het geval met een basenverzadiging van slechts 7% en minder dan 1000  $\mu\text{mol}$  beschikbaar calcium/l bodem. Deze locatie is daarmee momenteel niet geschikt voor heischraal graslandontwikkeling. Wanneer de doelstelling ontwikkeling richting soortenrijke heide of heischraal grasland is, wordt aanbevolen te bekalken met 2 ton dolomietenkalk/ha. Daarnaast was de beschikbare P-concentratie aan de hoge kant met 828  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem. De vrij beschikbare P-concentratie was echter zeer laag. Stikstof vormt op deze locatie geen probleem. Advies is om de vegetatieontwikkeling te blijven volgen, en bij tekenen van verzuuring aanvullend te verschrallen. Een andere mogelijkheid op deze locatie is om aanvullend te boren, waarbij het vermoeden bestaat dat er naast de bemonsterde zandbodem, waarschijnlijk ook beter gebufferde organische afzettingen aanwezig kunnen zijn. Wanneer een dergelijke laag dicht aan maaiveld aanwezig is, kan worden

overwogen deze bloot te leggen. Om zeker te zijn dat deze bodemlaag inderdaad beter gebufferd is, wordt een aanvullende bodemchemische meting aanbevolen.

Locatie DB10 was een wat voedselrijker overstromingsgrasland met Gele lis en wat Pinksterbloemen. Dat dit een wat voedselrijkere locatie is, bleek ook uit de totale-P concentratie (11,8 mmol/l bodem) en beschikbare P-concentratie (1241  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Ook wat stikstof betreft was deze locatie wat rijk, met 608  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  bodem en 206  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$  bodem. Met bijna 20.000  $\mu\text{mol}$  beschikbaar calcium/l bodem en een basenverzadiging van 85% was deze locatie goed gebufferd, en ligt ontwikkeling richting wat voedselrijkere vochtige natuurdoeltypen zoals Grote Zeggemoeras of goed ontwikkelde natte ruigte voor de hand. Voor Dotterbloemhooiland zat de locatie op de ondergrens wat buffering betreft. Opvallend was de zeer lage beschikbare kaliumconcentratie op deze locatie met slechts 17  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Mogelijk treedt hierdoor kaliumlimitatie op, waardoor verzuuring ondanks de wat hoge voedselrijkdom wordt voorkomen.

Tabel 8.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pH <sub>NaCl</sub>	Ca	Al/Ca ratio	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	OlsenP	P-vrij	BV
			$\mu\text{mol/l}$ bodem	mol/mol	$\mu\text{mol/l}$ bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
DB1	0-10	3,9	4235	0,2	3	71	314	0,2	23,2
DB2	0-10	3,3	2219	1,1	311	158	1240	0,8	20,9
DB3	0-10	3,6	3073	0,6	26	66	1191	1,0	27,8
DB4	0-10	3,5	3031	0,8	485	206	2198	2,4	24,3
DB6	0-10	3,8	5937	0,1	5	37	672	1,5	34,2
DB7	0-10	3,7	1662	1,2	4	77	1040	0,9	14,0
DB8	0-10	4,0	13202	0,1	3	46	489	0,4	51,9
DB9	0-10	3,8	866	2,5	31	175	828	0,0	7,0
DB 10	0-10	4,4	19177	0,0	608	206	1241	0,8	85,3
DB11	0-10	4,3	15405	0,0	158	284	827	0,4	74,5
DB12	0-10	3,8	11009	0,1	571	158	1487	1,0	60,3
DB13	0-10	3,4	2424	0,9	250	162	969	2,1	24,2
DB14	0-10	4,4	9798	0,0	470	178	2604	1,9	77,3
	10-20	4,6	18973	0,0	619	92	314	0,5	90,5

#### Locaties "De Hoorn"

DB11 was een graslandlocatie op een overgang van stuifduin naar de meer beek-beïnvloede zone met een zandige bodem, waar Hondsviooltje en Muizenoor voorkwamen. DB11 was goed gebufferd met een pH<sub>NaCl</sub> van 4,3, beschikbare calciumconcentratie van meer dan 15.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem en een basenverzadiging van 75%, wat buffering betreft zeer goede waarden voor goed ontwikkeld heischraal grasland. De locatie was iets verrijkt met NH<sub>4</sub> met 284  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar deze waarde is niet zorgwekkend. Ook wat fosfaat betreft was de locatie aan de rijke kant met 827  $\mu\text{mol Olsen-P/l}$  bodem en 8,4 mmol totaal-P/l bodem. Maaien en afvoeren ipv alleen begrazing kan de voedselrijkdom wat doen afnemen. Verder valt op DB11 op dat de beschikbare magnesiumconcentratie met 2599  $\mu\text{mol/l}$  bodem zeer hoog was, maar de beschikbare kaliumconcentratie laag met 141  $\mu\text{mol/l}$  bodem.

DB4 lag wat hoger in het landschap dan DB11, wat resulteerde in een wat minder goed gebufferd milieu met een pH<sub>NaCl</sub> van 3,5 en 3031  $\mu\text{mol}$  beschikbaar calcium/l bodem. Ook de basenverzadiging was duidelijk lager met 34%. Wat buffering betreft ligt deze locatie aan de ondergrens van de range van waarden gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden, en past beter bij goed ontwikkelde soortenrijke droge heide. Opvallend was de relatief hoge nitraatconcentratie met 485  $\mu\text{mol/l}$  bodem,



en ook wat ammonium betreft was DB4 zeker niet arm met 204  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Deze relatief hoge stikstofbeschikbaarheid, gecombineerd met de opvallend hoge Olsen-P concentratie van 2198  $\mu\text{mol/l}$  bodem en 12,6 mmol totaal-P/l bodem doet vermoeden dat deze locatie bemest is geweest. Uit oude kaarten van de jaren '50 van de vorige eeuw staat deze zone inderdaad aangeduid als grasland (Figuur 8.9). Ook de vrij beschikbare P-concentratie is met 2,4 niet laag. De geobserveerde vermossing en toename van schapenzuring zijn waarschijnlijk het gevolg van deze relatief voedselrijke omstandigheden. Voor ontwikkeling richting heischraalgrasland is een bekalking van 2 ton dolokal/ha nodig, gecombineerd met effectief aanvullend verschrallingsbeheer door maaien en afvoeren.

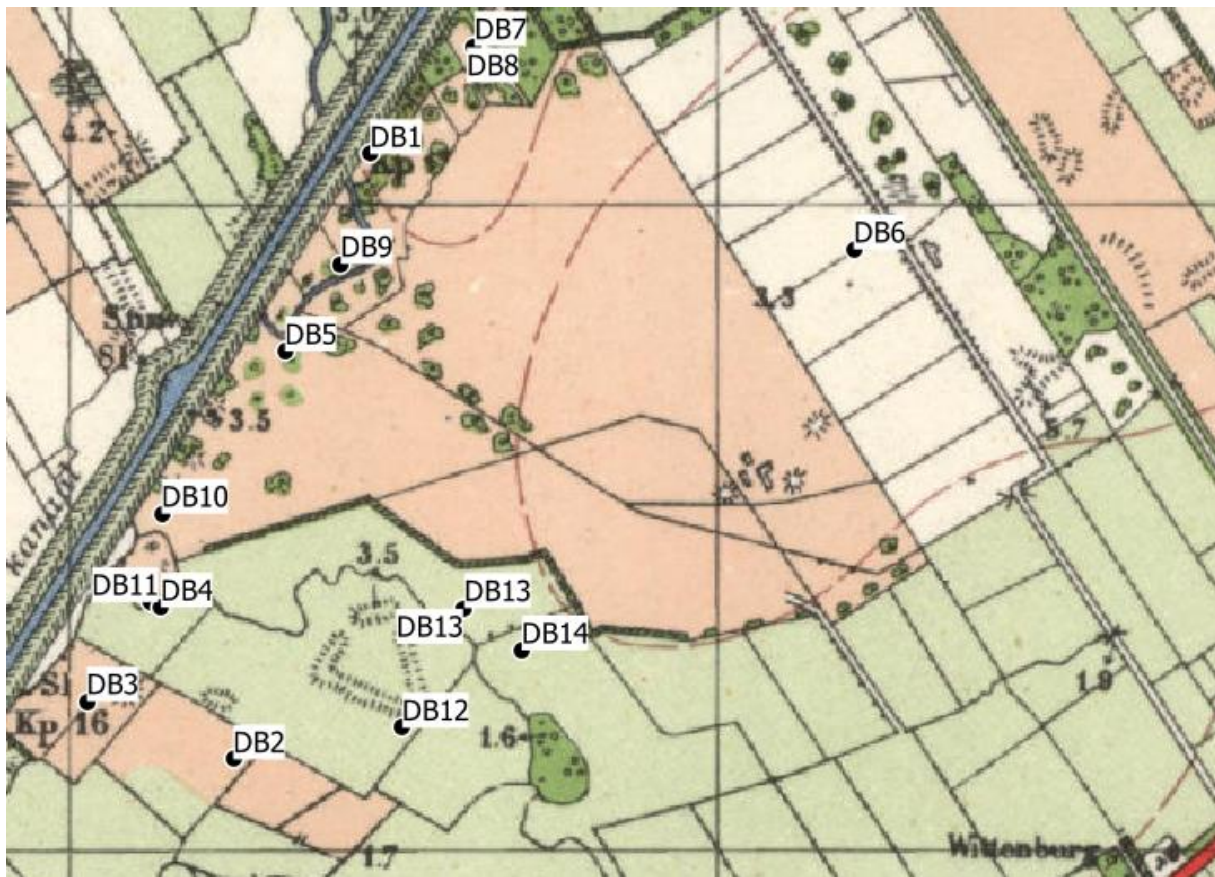
DB2 en 3 lagen in het zuiden van de Delleboersterheide, waarbij DB2 sterk aan het vermossen was, en ook DB3 niet optimaal ontwikkeld was met dominantie van Schapenzuring, maar op DB3 kwam ook Muizenootje en wat Biggenkruid voor. DB2 was wat minder goed gebufferd dan DB3, met een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 3,3 tegen 3,6; beschikbare calciumconcentratie van 2219 tegen 3073  $\mu\text{mol/l}$  bodem, een Al/Ca-ratio van 1,1 tegen 0,6 en een basenverzadiging van 21% tegen 28%. Met deze bufferwaarden komt DB3 in de buurt van waarden gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland, maar zit wel onder of onderin de range. Verder viel op dat DB2 veel rijker was aan stikstof (zowel nitraat als ammonium) dan DB3, met op DB2 311  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  bodem en 158  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$  bodem tegen minder dan 70  $\mu\text{mol NO}_3$  en  $\text{NH}_4$  op DB3. Dit zijn voor heide en heischraal grasland overigens geen zeer hoge waarden. Wat fosfaat betreft verschilden de beide locaties nauwelijks, met Olsen-P concentraties rond de 1200  $\mu\text{mol/l}$  bodem en totaal-P concentraties van 7,7 (DB2) en 9,1 (DB3) mmol/l bodem. Dat betekent ook dat beide locaties te rijk zijn aan voor planten beschikbaar fosfaat, en ook deze totaal-P concentraties zijn aan de hoge kant. Voor ontwikkeling richting heischraal grasland kan op beide locaties de bodembuffering worden verhoogd door 2 ton dolomietenkalk/ha op te brengen en intensiever te verschrallen door maaien & afvoeren.

DB12 lag langs het pad, op een organische bodem die door koeien was opengetrapt, en waar massaal Hondsviooltje voorkwam. Wat buffering betreft was deze locatie goed gebufferd, en zeker in de range voor heischraal grasland met een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 3,8, 11.009  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca en 60% basenverzadiging. Knelpunten op deze locatie waren een te hoge nitraatconcentratie met 571  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en een hoge fosfaatconcentratie met 1487  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem en 12 mmol totaal-P/l bodem. Mogelijk werden de hoge nitraat- en fosfaatconcentraties net als op DB4 veroorzaakt door een landbouwkundig verleden (Figuur 8.9). Voor deze locatie wordt geadviseerd aanvullend te verschrallen door maaien en afvoeren.

DB13 was een vochtige laagte waar in 2019 spontaan Moerasviooltje opkwam, maar waar de bijzondere soorten in 2020 weer waren verdwenen. Wat buffering betreft zit DB13 op de grens tussen heide en heischraal grasland, met 2424  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca/l bodem, en een Al/Ca-ratio van 0,9. Ook de basenverzadiging was met 24% te laag voor heischraal grasland, of andere beter gebufferde vegetatietypes. De beschikbare kalium- en magnesiumconcentraties waren vergeleken met andere locaties binnen dit terrein laag met 88  $\mu\text{mol K/l}$  bodem en 789  $\mu\text{mol Mg/l}$  bodem. Met een Al/Ca-ratio van 0,9 is de kiemings-conditie voor veel gevoelige soorten ongunstig. Ook hier werd een iets verhoogde nitraatconcentratie gemeten met 250  $\mu\text{mol/l}$  bodem, tegen 162  $\mu\text{mol}$  ammonium/l bodem. De beschikbare fosfaatconcentratie was met bijna 1000  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem te hoog voor voedselarme vegetatietypen, en ook de totaal-P concentratie was met 6,8 mmol/l bodem aan de hoge kant. Met meer dan 35% organische stof is bekalken hier een risico, mogelijk kan de bodembuffering weer worden verhoogd door de invloed van grondwater te vergroten (mits goed gebufferd). Ook voor deze locatie geldt dat, bij tekenen van verzuuring, intensiever verschrallend kan worden middels maaien & afvoeren.

DB14 was een door Pitrus gedomineerde locatie, waar wederom een landbouwkundige invloed wordt vermoed. Deze locatie leek op de plek van bemonstering geëgaliseerd/opgehoogd, want er werd een laag zand (0-10 cm) aangetroffen over een meer venige bodem. Deze zandlaag was sterk verrijkt met

fosfaat, met een Olsen-P concentratie van 2604  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en een totaal-P concentratie van 8,9. Ook hier werd weer een opvallend hoge nitraatconcentratie gemeten met 470  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de zandlaag, en 619  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de onderliggende bodemlaag. Deze 10-20 cm bodemlaag was wel armer aan plantenbeschikbaar P met 314  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De bodembuffering was in beide bodemlagen hoog, waarbij de 10-20 cm bodemlaag nog beter gebufferd was dan de 0-10 cm bodemlaag. Ontwikkeling van vochtige goed gebufferde vegetatietypen ligt hier meer voor de hand dan heischraal grasland, zeker na het verwijderen van de voedselrijke zandlaag. Aanvullend onderzoek naar de hydrologie en variatie in het terrein is noodzakelijk om de potenties van deze locatie beter in beeld te krijgen.

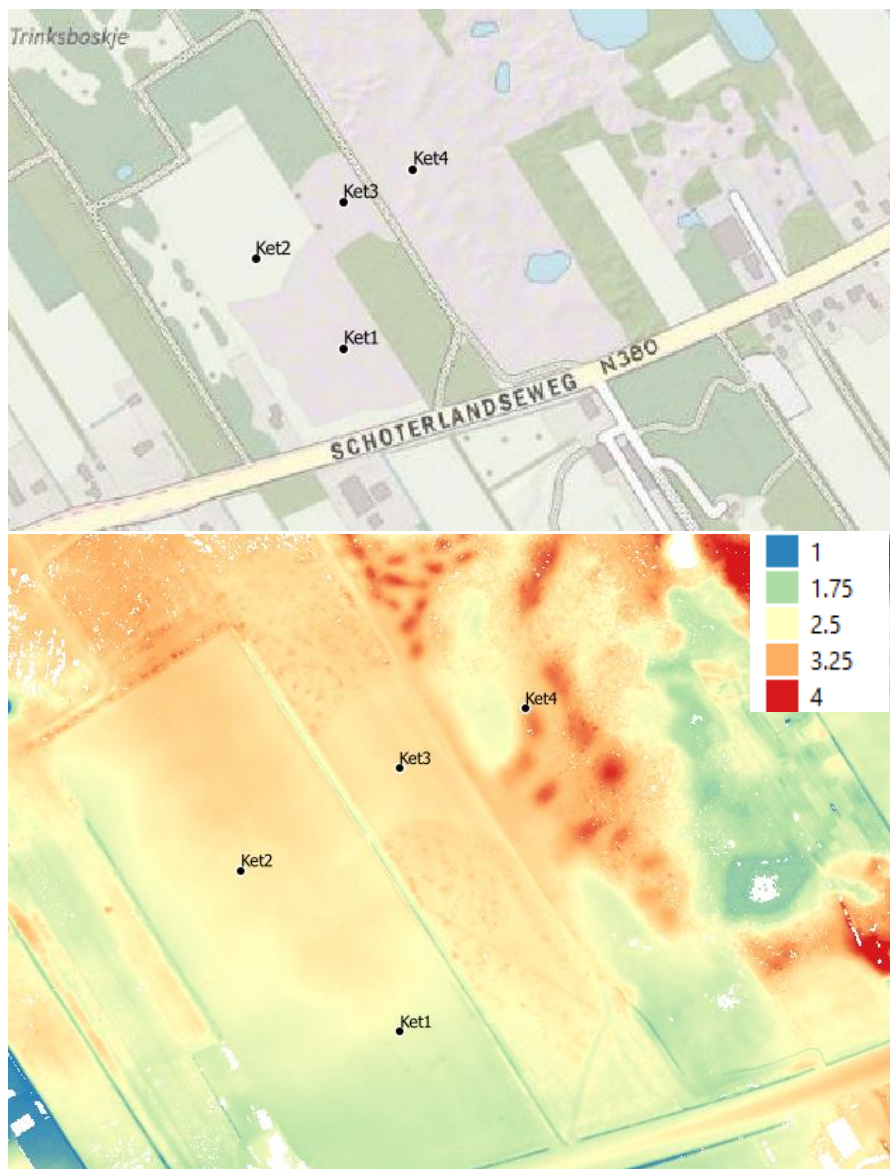


Figuur 8.9. Topotijdreis kaart van 1955

## 9 Ketlikerheide en Ketlikerskar

### 9.1 Inleiding

De Ketlikerheide of Katlikerheide bestaat uit een aaneenschakeling van voormalige landbouwpercelen die in verschillende jaren zijn ontgrond (Figuur 9.1 en 9.2). Het oudste en moost ontwikkelde deel is in 1992 ontgrond waarbij het reliëf werd gevolgd, na een relatief korte landbouwkundige historie (Ket 4), hier werden Struikhei, Stekelbrem en Muizenoor aangetroffen (Figuur 9.1 en 9.2). Ook waren er opvallend veel korstmossen aanwezig. Ket 1 en 3 zijn rond 2014/2015 geplagd, waarbij Ket3 fungeert als corridor tussen de oudere heide en het nieuw ontwikkelde deel. Op Ket 1 was de vegetatie slecht ontwikkeld, met nog relatief veel kale bodem en vooral veel mos. Ket 3 was wat beter ontwikkeld, met wat Struikhei. Op Ket1 viel op dat de bodem erg gevlekt was, een teken van vermenging of verstoring. Op Ket 3 werd dit niet aangetroffen en bestond de bodem uit oranje zand. De laatst bemonsterde locatie op de Ketlikerheide was Ket2, dit punt lag op het niet ontgronde/geplagde voormalige landbouwperceel. Hier werd bodem verzameld op 0-10 en 10-20 cm onder maaienveld.

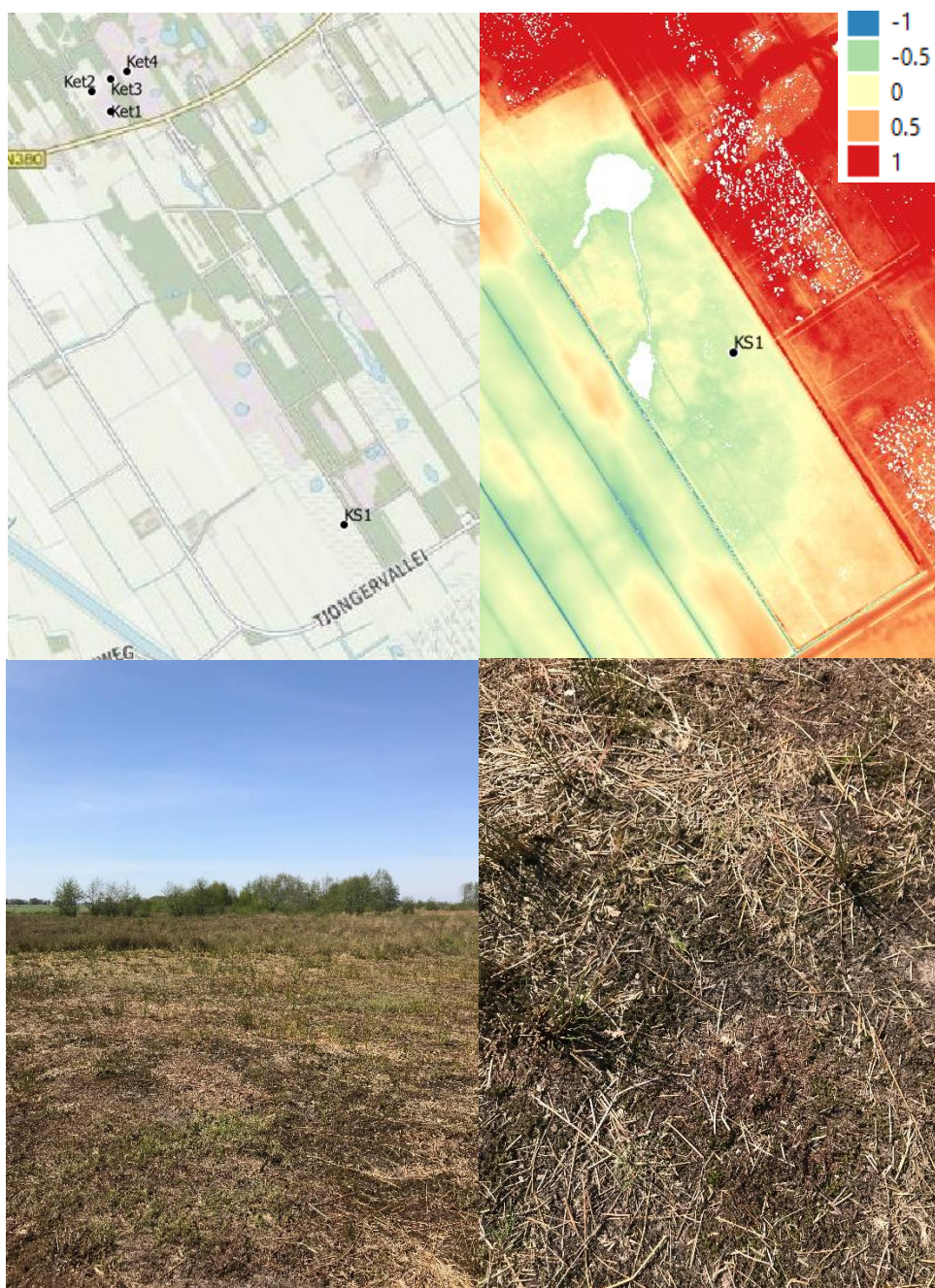


Figuur 9.1. Open topo kaart van de Ketlikerheide en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK).



*Figuur 9.2. Met de klok mee Ket 1, Ket 2, Ket 3 en Ket 4.*

Ten zuiden van de Ketlikerheide ligt de Ketlikerskar (Figuur 9.3), deze voormalige landbouwgrond werd omstreeks 2003 ontgrond met als doel ontwikkeling van Heischraal grasland. Momenteel wordt het perceel drukbegaasd met schapen. Er werd bodem verzameld op 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld.



Figuur 9.3. Ketlikerskar, open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK) en foto's van de locatie.

## 9.2 Resultaten

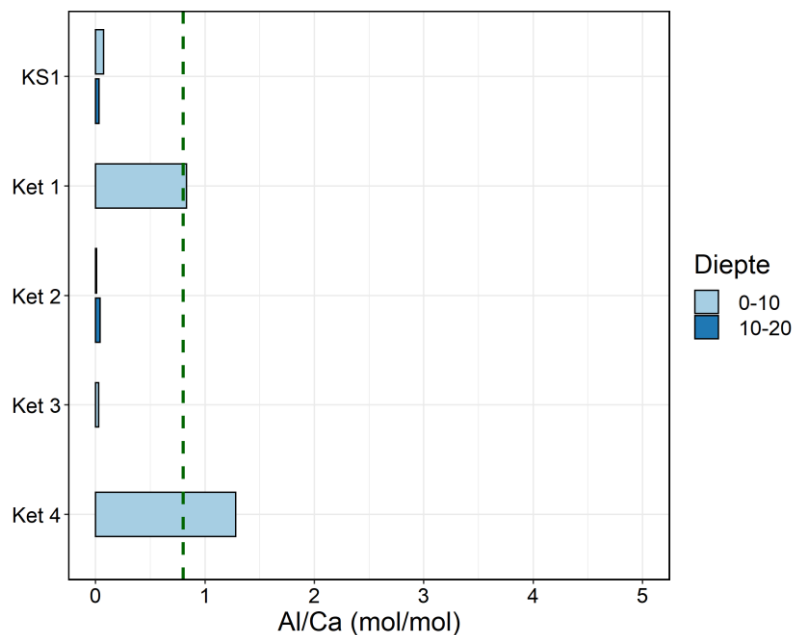
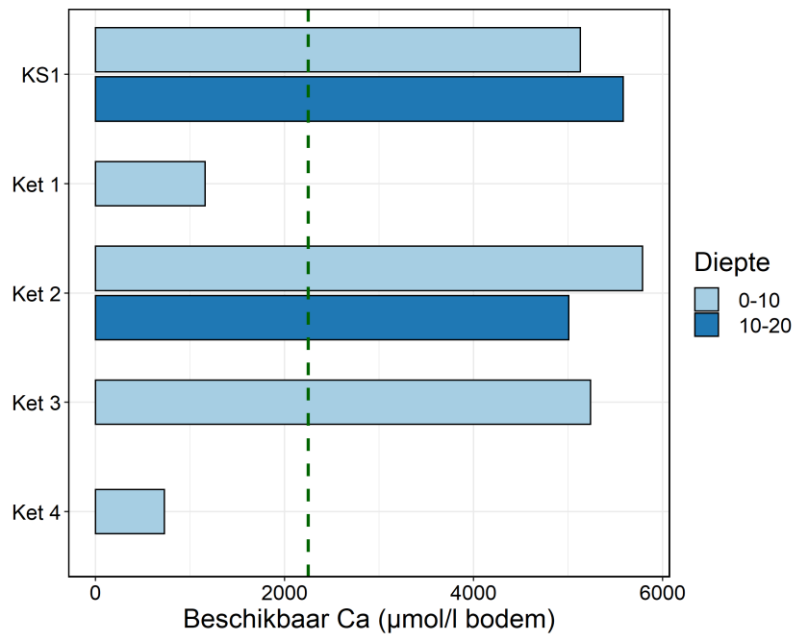
### 9.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

Zoals verwacht kan worden op afgegraven voormalige landbouwgronden was het organische stofpercentage op alle bemonsterde locaties laag tot zeer laag, met organische stofpercentages tussen de 1 en 2,5%. Op de niet ontgronde locatie Ket2 werd een organischstofpercentage van 4,3% gemeten (Tabel 9.1). De gemeten Cation Exchange Capacity was dan ook op alle bemonsterde locaties redelijk laag, rond de 30 meq/l bodem. De basenverzadiging gemeten op de ontgronde locaties KS1, het niet ontgronde Ket2 en het wel afgegraven Ket3 was hoog, rond de 50%. Op Ket1 en Ket 4 was de basenverzadiging veel lager met 16,8 en 11,8%. De gemeten  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  was op alle locaties goed, variërend van 3,9 op Ket1 tot 4,7 op Ket3 (Tabel 9.1).

Tabel 9.1. Bodemchemische gegevens van de Ketlikerheide (Ket) en Ketlikerskar (KS). Diepte=diepte bodemonmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehaltes na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

		Zout														
Code	Diepte	MV	OS	Olsen-P	pH extract	NO <sub>3</sub> -	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio	
		kg droog/liter v	(%)	umol/l bodem												
KS1	0-10	1,4	2,0	283	4,3	31,5	90,6	373,3	5130,9	5,6	688,8	877,9	35,7	0,3	0,1	
	10-20	1,4	1,3	117	4,5	30,8	63,8	174,6	5583,3	4,0	424,8	679,5	10,6	0,0	0,0	
Ket 1	0-10	1,2	2,2	2334	3,9	7,5	47,7	964,1	1158,1	2,7	197,0	216,0	12,2	9,0	0,8	
	10-20	1,0	4,3	3701	4,5	94,3	114,4	59,6	5788,5	2,2	234,4	2104,2	37,6	37,1	0,0	
Ket 2	0-10	1,1	3,2	3640	4,4	50,3	99,7	211,6	5008,4	2,4	250,1	623,7	44,8	7,2	0,0	
	10-20	1,4	1,6	2543	4,7	10,2	65,3	147,0	5236,7	3,3	310,7	510,5	8,6	9,6	0,0	
Ket 3	0-10	1,5	1,6	831	4,0	37,0	84,5	932,2	728,3	6,1	360,5	373,9	5,0	1,2	1,3	
	10-20															
		Destructie												Strontium		
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l bodem													%	meq/l
KS1	0-10	141,3	11,6	15,8	29,6	4,4	12,0	0,2	0,1	1,2	2,2	15,0	0,1	52,8	29,0	
	10-20	140,8	13,3	15,0	31,0	4,9	13,1	0,2	0,1	0,9	1,8	12,4	0,1	65,9	29,1	
Ket 1	0-10	40,8	2,1	13,3	5,6	0,7	1,8	0,1	0,1	4,0	1,6	8,5	0,0	16,8	23,4	
	10-20	41,2	14,1	11,2	13,8	0,9	4,5	1,3	0,1	8,1	4,2	7,7	0,2	69,2	35,3	
Ket 2	0-10	49,7	11,6	12,3	12,7	0,8	3,0	1,1	0,1	7,9	3,0	7,8	0,2	55,6	29,5	
	10-20	47,2	9,3	14,7	3,9	0,8	2,0	0,1	0,1	4,4	1,8	7,3	0,1	56,6	28,6	
Ket 3	0-10	50,2	1,8	15,6	10,2	0,9	3,4	0,1	0,1	2,5	1,7	8,1	0,0	11,8	20,3	
	10-20															

De beschikbare calciumconcentraties (Figuur 9.4) volgden het patroon van de basenverzadiging, waarbij op Ket1 en Ket 4 lage beschikbare calciumconcentraties werden gemeten (1158 en 728  $\mu\text{mol/l}$  bodem), en op de beter gebufferde overige locaties beschikbare calciumconcentraties rond de 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op de minder gebufferde locaties Ket4 en Ket1 was ook de Al/Ca-ratio ongunstig met 1,3 (Ket4) en op de bovengrens van waarden gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden 0,8 (Ket1) (Figuur 9.4). Op Ket1 en Ket4 werden ook de laagste totale Ca-concentraties gemeten met 2,1 en 1,8 mmol Ca/l bodem, tegen gehaltes rond of boven de 10 mmol/l bodem in de overige bemonsterde locaties (Tabel 9.1). De beschikbare kaliumconcentraties gemeten in de Ketlikerheide varieerden van 197  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ket 1) tot 360  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ket4). De Ketlikerskar was duidelijk rijker aan kalium, met 688 (0-10 cm) en 679 (10-20 cm)  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook in de totale gehaltes komt dit verschil tussen beide terreinen duidelijk terug, met in de Ketlikerheide totale K-gehaltes onder de 1 mmol/l bodem tegen 4,4 en 4,5 mmol K/l bodem op de Ketlikerskar. Op het niet ontgronde Ket2 is het landbouwkundige verleden nog goed meetbaar, waarschijnlijk werd of wordt deze locatie bekalft aangezien het beschikbare magnesiumgehalte met 2104  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag veel hoger is dan de overige gemeten Mg-concentraties die allen tussen de 216 en 510  $\mu\text{mol/l}$  bodem lagen in de Ketlikerheide. Ook hier was de Ketlikerskar weer wat rijker met 878 en 680  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Mg/l bodem. Ook in de totale Mg-concentraties is de Ketlikerskar rijker met 12 tot 13 mmol Mg/l bodem tegen gehaltes rond de 2 mmol/l bodem in de ontgronde delen van de Ketlikerheide (tabel 9.1). De Ketlikerskar was ook wat totaal aluminium betreft duidelijk anders dan de Ketlikerheide, met 141 mmol Al/l bodem tegen gehaltes tussen de 40 en 50 mmol/l bodem op de Ketlikerheide, kortom, de Ketlikerskar is duidelijk anders wat bodemgesteldheid dan de Ketlikerheide.

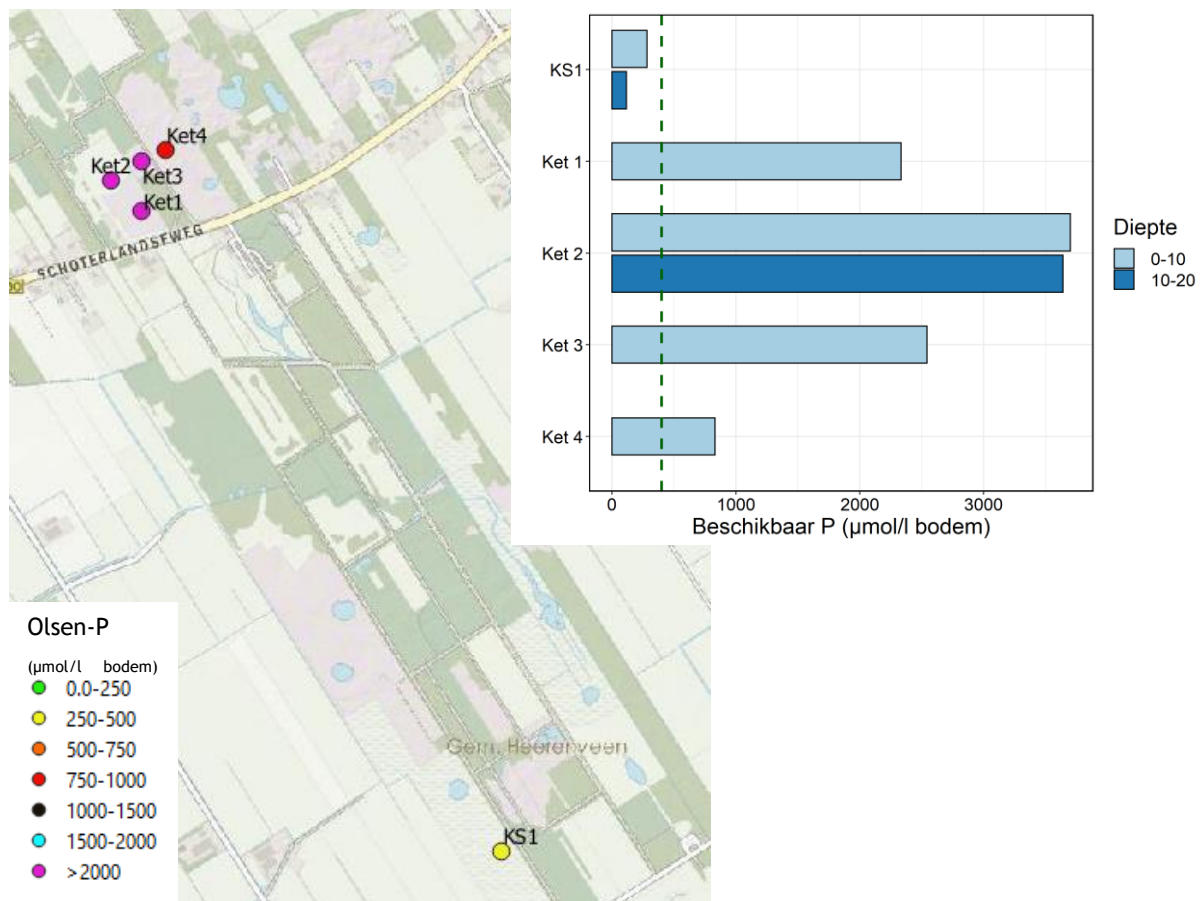


Figuur 9.4. Beschikbare Ca-concentratie en Al/Ca-ratio gemeten in de Katlijker- of Ketlikerheide (Ket) en Ketlikerskar (KS). Blauwe lijn geeft 2250 µmol/l bodem (Ca-beschikbaarheid) en 0,8 (Al/Ca ratio) (Tabel 2.1).

### 9.2.2 Stikstof en fosfaat

Op alle bemonsterde locaties werden de stikstofconcentraties mooi laag met nitraatconcentraties < 100 µmol/l bodem en ammoniumconcentraties <120 µmol/l bodem (Tabel 9.1). Stikstof is dus geen knelpunt op deze locaties, en mogelijk zelfs beperkend. De gemeten beschikbare fosfaatconcentraties waren ook voldoende laag in de Ketlikerskar met 283 µmol/l bodem in de 0-10 cm laag en 117 µmol/l bodem in de 10-20 cm bodemlaag (Figuur 9.5). Op de Ketlikerheide werden veel hogere beschikbare P-concentraties gemeten, met concentraties van meer dan 3000 µmol/l bodem op het niet afgegraven deel Ket2 in zowel de 0-10 cm bodemlaag als de 10-20 cm bodemlaag. Ook in de vrij recent afgegraven delen Ket1 en Ket3 werden veel te hoge Olsen-P concentraties gemeten voor heischraal grasland met concentraties boven de 2000 µmol/l bodem, terwijl een maximale grens van 400 µmol/l bodem wordt gehanteerd voor heischraal grasland ontwikkeling. Het langer geleden afgegraven Ket4 was wat minder fosfaat-verrijkt met 831 µmol Olsen-P/l bodem. Op de Ketlikerskar waren ook de totaal-P

gehalten laag met gehalten rond de 1 mmol/l bodem in beide bodemlagen. In de Ketlikerheide waren ook de Totaal-P waarden hoog in het niet afgegraven Ket2 met gehalten rond de 8 mmol/l bodem. Ook op Ket1 werd een behoorlijk hoge Totaal-P concentratie van rond de 4 mmol/l bodem gemeten, net als op Ket3. Op Ket4 werden, net als wat lagere beschikbare P-concentratie, ook een net voldoende lage totaal-P concentratie gemeten met 2,5 mmol/l bodem. In sommige gevallen kan op voormalige landbouwgronden met lage stikstofgehalten en nog wat te hoge Olsen-P concentraties een soortenrijke vegetatie ontwikkelen, gestuurd door zeer lage vrij beschikbare P-concentraties (<2  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Welk mechanisme hierachter zit, en of dit een stabiele situatie betreft, is nog onbekend. OpKket2 (niet ontgrond) werd ook een heel hoge vrij beschikbare P-concentratie gemeten met 37  $\mu\text{mol PO}_4/\text{l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag (tabel 9.1). Ook op Ket1 en 3 werden hoge vrije P-concentraties gemeten met 9 (Ket1) en 9,6 (Ket3)  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Alle gemeten fosfaatfracties waren op deze drie locaties te hoog voor heischraal graslandontwikkeling. Op Ket 4 was de vrij beschikbare P-concentratie wel laag met 1,2  $\mu\text{mol/l}$  bodem, gecombineerd met een redelijk lage Totaal-P concentratie en een nog wat te hoge Olsen-P concentratie komt deze locatie al in de buurt van waarden gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden.



Figuur 9.5. Olsen-P concentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag (links) en als grafiek (rechts). De blauwe stippellijn geeft de uiterste referentiewaarde weer gemeten in goed heischraal grasland (400  $\mu\text{mol P/l}$  bodem) (Tabel 2.1).



### 9.3 Conclusies en aanbevelingen Ketlikerskar en Ketlikerheide

#### Ketlikerskar

Het bemonsterde ontgronde perceel in de Ketlikerskar was goed gebufferd en voldoende voedselarm, bodemchemisch werden hier geen knelpunten geconstateerd die de ontwikkeling richting heischraal grasland belemmeren (Tabel 9.2). Mogelijk is hier dispersielimitatie de oorzaak van de beperkte ontwikkeling van de vegetatie.

#### Ketlikerheide

In het goed tot heide ontwikkelde, rond 1990 ontgronde Ket4 was de te lage bodembuffering het belangrijkste knelpunt voor een ontwikkeling richting heischraal grasland of kruidenrijke droge heide (Tabel 9.2). Met een beschikbare calciumconcentratie van 728  $\mu\text{mol/l}$  bodem en een basenverzadiging van 12% wordt een kalkgift geadviseerd van 2 ton dolomietenkalk/ha. De fosfaatbeschikbaarheid is net wat aan de hoge kant, maar gezien het lage totale-P gehalte wordt verwacht dat dit met normaal heidebeheer (begrazen), of in geval van pijpenstrootje-dominantie drukbegrazing, chopperen of maaien, geen grote problemen zal opleveren.

Op Ket1, het terreindeel dat rond 2004 werd ontgrond, spelen twee problemen. Ten eerste was de bodembuffering onvoldoende voor heischraal grasland of soortenrijke droge heide met 1158  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca/l bodem en een basenverzadiging van 17%, en ten tweede was de fosfaatbeschikbaarheid te hoog met meer dan 2000  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem. Mogelijk zorgt de hoge aluminiumbeschikbaarheid gecombineerd met de relatief lage calciumbeschikbaarheid (Al/Ca-ratio van 0,8) ervoor dat soorten niet kunnen kiemen en vestigen; en mossen dominant worden. Voor een betere vegetatieontwikkeling wordt een kalkgift geadviseerd (2 ton dolomietenkalk/ha).

Op Ket3 was de bodembuffering op orde, maar ook hier was de P-rijkdom nog te hoog. Waarschijnlijk speelt dispersielimitatie op zowel Ket1 als Ket3 een rol in de langzame ontwikkeling van de vegetatie, en kan de ontwikkeling van de vegetatie gestimuleerd worden door het openmaken van de zode en inbrengen van soorten. Op korte termijn wordt hier geen ontwikkeling richting heischraal grasland verwacht, maar mogelijk kan hier wel een bloemrijkgrasland of redelijk rijke droge heide ontwikkeld worden, die door verschrallingsbeheer richting heischraal grasland gebracht kan worden. Daarom wordt het opbrengen van soortenrijk heidemaaisel geadviseerd, na het bekalken op Ket1.

Tabel 9.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

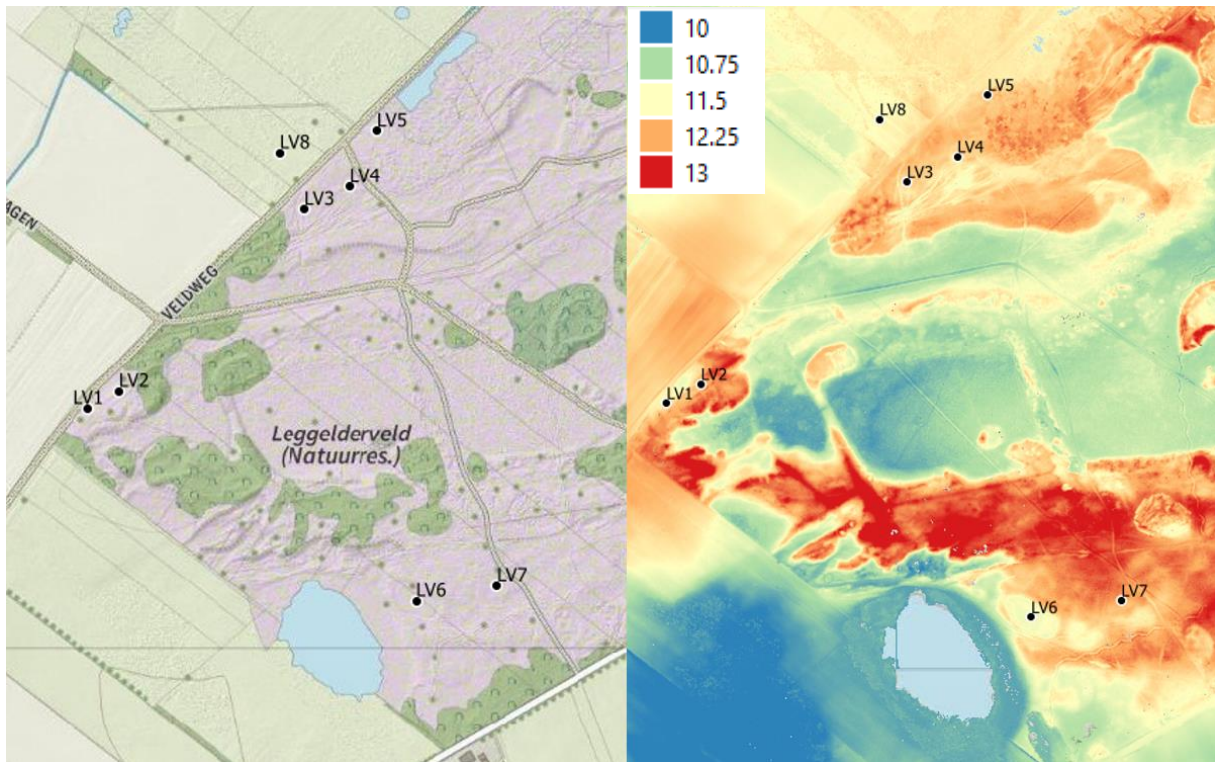
Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			$\mu\text{mol/l}$ bodem	mol/mol	$\mu\text{mol/l}$ bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
KS1	0-10	4,3	5131	0,1	31,5	90,6	283	0,3	52,8
	10-20	4,5	5583	0,03	30,8	63,8	117	0,0	65,9
Ket 1	0-10	3,9	1158	0,8	7,5	47,7	2334	9,0	16,8
Ket 2	0-10	4,5	5789	0,01	94,3	114,4	3701	37,1	69,2
	10-20	4,4	5008	0,04	50,3	99,7	3640	7,2	55,6
Ket 3	0-10	4,7	5237	0,03	10,2	65,3	2543	9,6	56,6
Ket 4	0-10	4,0	728	1,3	37,0	84,5	831	1,2	11,8



# 10 Leggelderveld

## 10.1 Inleiding

In het Leggelderveld werden in totaal 8 locaties bemonsterd (Figuur 10.1 en 10.2), onder begeleiding van Ronald Popken (NM). LV1 en LV2 waren groeiplaatsen van Valkruid, waarbij LV1 wat meer gras gedomineerd was met een licht lemige, zeer fijnzandige bodem. LV2 was wat minder lemig dan LV1, en de vegetatie was meer door Struikhei gedomineerd. In de nabijheid van het monsterpunt lagen plagplekjes die waren bekakt. Op LV3 kwam in het verleden Valkruid voor, maar nu niet meer, de vegetatie was een grazige heide. LV4 was een vergelijkbare locatie als LV3, met wat meer Struikhei. LV5 werd genomen bij een natter deel, in een plagplek met als doel behoud van Klokjesgentiaan. Hier kwam Heidekartelblad en Liggende vleugeltjesbloem voor. De bodem was veel lemiger dan op LV1 tm 4. LV6 werd genomen bij het ven in het zuiden van het terrein, en bestond uit droge heide, de bodem leek overstoven, doordat er een zandlaag (0-10 cm) werd aangetroffen met daaronder een veel lemigere bodemlaag (10-20 cm). LV7 was wederom een groeiplaats van Valkruid. Als laatste werd LV8 bemonsterd, dit was een voormalige landbouwlocatie die in 2018 werd ingericht. Er werd ca. 15 cm ontgrond, er werd niet bekakt en er werd ook geen maaisel opgebracht.



Figuur 10.1. Open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK)



*Figuur 10.2. Valkruid bij LV1 (linksboven), indruk van LV1 en LV2 (rechtsboven), LV5 (linksonder) en LV6 (rechtsonder).*

## 10.2 Resultaten

### 10.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

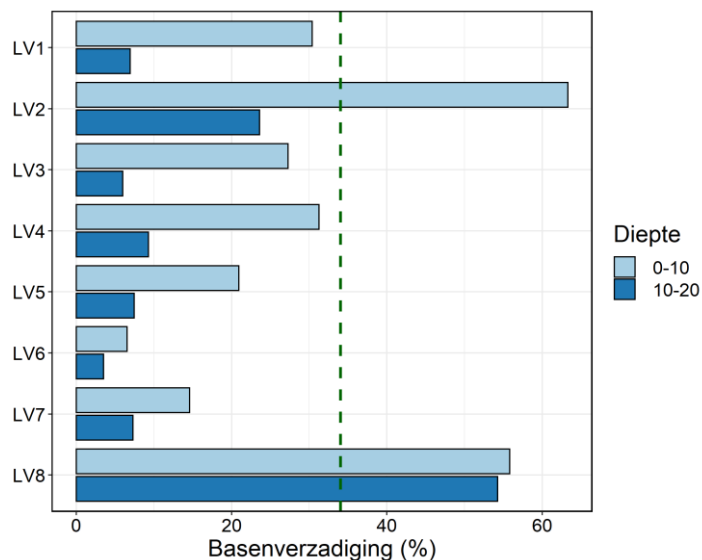
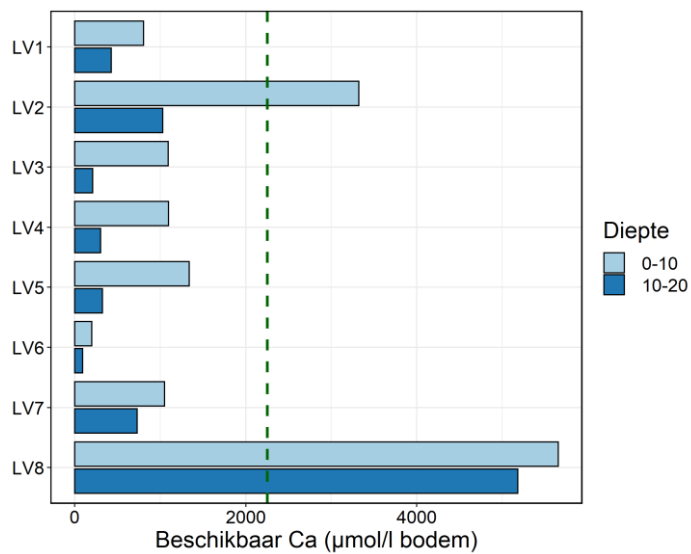
Het organische stofpercentage varieerde op de meeste locaties tussen de 4% en 7%. Op het wat vochtigere LV5 werd in de 0-10 cm een organisch stofpercentage van 10% gemeten, en in de meer organische bodemlaag daaronder 30%. Ook op het afgegraven LV8 was het organische stofpercentage 5% in de 0-10 cm bodemlaag, en daarmee vergelijkbaar met de oude heide aan de andere kant van de weg (Tabel 10.1).

Tabel 10.1. Bodemchemische gegevens van het Leggelderveld. Diepte=diepte bodemonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout												Al/Ca ratio	
		MV kg droog/liter vers	OS (%)	Olsen-P	pH extract	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn		P
														umol/l bodem	
LV1	0-10	1,0	5,7	710	3,4	36	409	2175	806	22	371	696	12,7	0,7	2,7
	10-20	1,0	4,8	509	3,9	55	254	1812	428	6	277	269	6,8	0,3	4,2
LV2	0-10	1,0	4,6	318	3,4	7	70	220	3324	2	491	1905	5,5	0,1	0,1
	10-20	1,2	2,8	416	3,3	23	57	635	1030	4	366	756	1,7	0,0	0,6
LV3	0-10	1,1	4,3	806	3,8	341	566	676	1093	5	428	839	38,4	1,1	0,6
	10-20	1,3	1,3	356	4,1	158	229	885	212	4	301	121	6,2	0,7	4,2
LV4	0-10	1,1	4,2	782	3,5	195	138	1103	1097	6	513	682	54,1	2,7	1,0
	10-20	1,2	1,9	281	4,0	94	68	980	304	3	324	181	14,5	0,8	3,2
LV5	0-10	0,9	10,3	612	3,7	6	3034	1127	1340	24	3394	1089	6,9	1,0	0,8
	10-20	1,0	29,7	508	3,8	6	790	1777	324	11	1002	273	1,3	0,2	5,5
LV6	0-10	0,9	6,9	368	3,8	6	70	1309	200	2	332	201	1,8	0,4	6,5
	10-20	1,0	4,9	163	3,7	3	38	1357	93	2	336	152	1,1	0,2	14,6
LV7	0-10	1,0	7,3	434	3,7	31	552	1186	1051	2	347	614	11,1	0,8	1,1
	10-20	1,0	11,7	383	3,7	49	343	2425	729	2	392	641	27,6	0,0	3,3
LV8	0-10	1,2	4,6	3198	4,4	60	116	333	5652	2	181	503	19,7	1,6	0,1
	10-20	1,1	3,9	1358	4,5	59	68	385	5180	2	194	492	14,8	0,5	0,1
Destructie														Strontium	
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l
mmol/l bodem															
LV1	0-10	52,0	1,6	11,3	27,4	2,5	5,2	0,1	0,1	2,3	4,3	12,0	0,1	30,4	37,2
	10-20	81,7	2,0	11,1	33,9	2,4	6,6	0,1	0,1	1,9	3,6	8,3	0,1	7,0	27,5
LV2	0-10													63,3	39,2
	10-20													23,6	20,0
LV3	0-10	46,3	3,8	11,3	25,8	1,9	5,4	0,2	0,0	2,7	4,4	7,3	0,1	27,3	23,8
	10-20	68,9	2,4	13,5	27,5	2,2	6,4	0,2	0,1	1,3	1,7	8,6	0,1	6,0	13,0
LV4	0-10													31,2	35,2
	10-20													9,3	17,4
LV5	0-10													20,9	44,3
	10-20													7,5	32,7
LV6	0-10													6,6	30,7
	10-20													3,5	25,7
LV7	0-10	28,4	1,8	10,4	8,5	0,3	1,0	0,0	0,0	1,4	3,2	5,1	0,1	14,6	33,8
	10-20	90,6	1,7	11,3	19,1	0,6	1,4	0,1	0,0	2,0	4,6	6,9	0,1	7,3	50,8
LV8	0-10	72,9	13,6	13,2	23,1	2,1	4,6	1,2	0,1	8,6	5,9	11,1	0,4	55,8	35,4
	10-20	61,0	11,0	12,6	16,2	1,2	3,3	0,3	0,1	3,3	3,3	9,3	0,1	54,3	33,7

Wat bodembuffering betreft waren de gemeten  $pH_{NaCl}$ -waarden redelijk tot goed ( $>3,5$ ). Uitzondering was de 0-10 cm laag van LV1 met een  $pH_{NaCl}$  van 3,4, en LV2 met in beide bodemlagen een  $pH_{NaCl}$  lager dan 3,5 (Tabel 10.1). Ook op LV4 was de gemeten pH in de 0-10 cm bodemlaag aan de lage kant voor heischraal grasland met 3,5. LV8 was goed gebufferd, met een  $pH_{NaCl}$  van 4,4. In tegenstelling tot de bodem pH, was de beschikbare concentratie calcium in de toplaag van de bodem en de basenverzadiging op de meeste bemonsterde locaties (veel) te laag voor goed ontwikkeld heischraal grasland (Figuur 10.3). Alleen op LV2 werd een voldoende hoge beschikbare calciumconcentratie gemeten in de 0-10 cm bodemlaag met 3324  $\mu\text{mol/l}$  bodem, mogelijk een gevolg van de bekalking van de plagvlakjes vlakbij. In de 10-20 cm bodemlaag van LV2 was de beschikbare calciumconcentratie laag met 1030  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook op LV5, het wat vochtigere deel, was de beschikbare calciumconcentratie heel erg laag met 1350  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag en slechts 324  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Op LV6 werden extreem lage beschikbare calciumconcentraties gemeten, met slechts 200  $\mu\text{mol/l}$  in de 0-10 cm laag en 93  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Ook op LV8 was de beschikbare calciumconcentratie voldoende hoog voor

heischraal grasland met concentraties boven de 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem in zowel de 0-10 als 10-20 cm bodemlaag.



Figuur 10.3. Beschikbare Ca-concentratie en basenverzadiging (BV) gemeten het Leggelderveld. Blauwe lijn geeft 2250  $\mu\text{mol/l}$  bodem Ca-beschikbaarheid en 38 % basenverzadiging (Tabel 2.1).

Deze lage beschikbare calciumconcentraties resulteerden ook in (zeer) ongunstige Al/Ca-ratio's. In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden Al/Ca-ratio's lager dan 0,8 mol/mol gemeten. Met uitzondering van LV2, de toplaag van LV3 en LV8 werd deze verhouding ver overschreden in de bemonsterde locaties, met zelfs 14,6 in de 10-20 cm bodemlaag op LV6 (tabel 10.1). Ook de basenverzadiging laat eenzelfde patroon zien, deze was veel te laag op het merendeel van de bemonsterde locaties (Figuur 10.3), met percentages onder de 10% in de toplaag van LV6. Alleen in de toplaag van LV2 (63%) en de twee bemonsterde bodemlagen op LV8 (rond de 55%) was de basenverzadiging voldoende hoog voor heischraal grasland. Opvallend was dat op LV1 (30%) en LV4 (31%) nog redelijke basenverzadigingen werden gemeten, ondanks de lage beschikbare calciumconcentraties.

Op LV2 viel verder de relatief hoge beschikbare magnesiumconcentratie op met 1905  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm laag, dit bevestigt het vermoeden dat hier bekakt is. Op LV5 viel het hoge beschikbare kaliumgehalte op, met 3394  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag tegen concentraties lager dan

500  $\mu\text{mol/l}$  bodem op de andere bemonsterde plekken (Tabel 10.1). Opmerkelijk waren ook de lage totale Ca-concentraties gemeten op LV1 en LV7 met minder dan 2 mmol/l bodem (tabel 10.1).

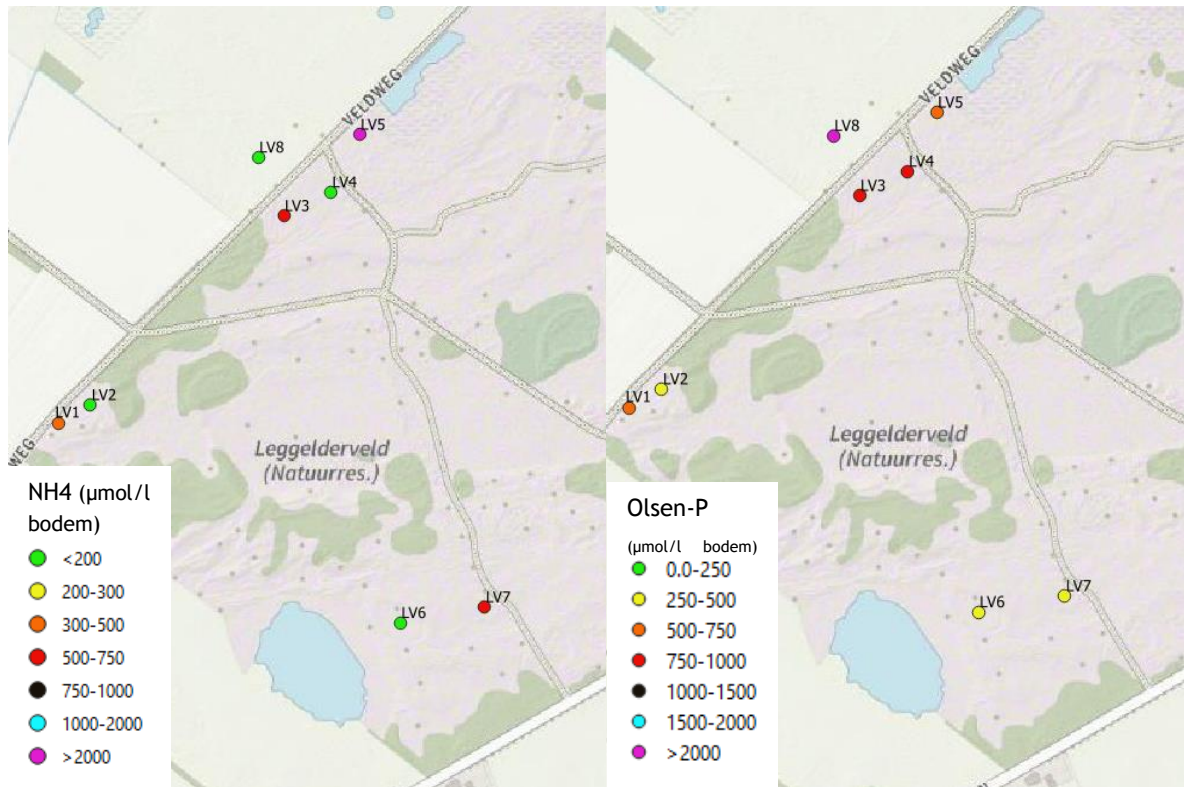
### 10.2.2 Stikstof en fosfaat

De gemeten nitraatconcentraties waren op alle bemonsterde locaties laag (<60  $\mu\text{mol/l}$  bodem), uitzondering was locatie LV3 waar in de 0-10 cm bodemlaag 341  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  bodem werd gemeten. Ook op LV4 werd in de toplaag een wat hoge nitraatconcentratie gemeten met 195  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Tabel 10.1). In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden ammoniumconcentraties lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. In het Leggelderveld werden deze lage concentraties alleen op LV2, LV4, LV6 en LV8 gemeten. Op de andere locaties waren de ammoniumconcentraties te hoog (Figuur 10.4) met als dieptepunt locatie LV5 met 3034  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Mogelijk is het grondwater verrijkt met stikstof?

In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden Olsen-P concentraties lager dan 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. In het Leggelderveld werden over het algemeen iets hogere Olsen-P concentraties gemeten, met in de 0-10 cm bodemlaag concentraties tussen de 700 en 800  $\mu\text{mol/l}$  bodem op LV1, 3, 4 en 5 (Figuur 10.4 en tabel 10.1). Op LV 2 en 6 werden voldoende lage Olsen-P concentraties gemeten (rond de 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem). LV8 was nog erg rijk aan Olsen-P met in de 0-10 cm bodemlaag bijna 3200  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en ook in de 10-20 cm was de Olsen-P concentratie hoog met 1358  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Hier was met name in de 0-10 cm bodemlaag ook de totaal-P concentratie hoog met 8,6 mmol/l bodem.

### 10.3 Conclusies en aanbevelingen Leggelderveld

Op de bemonsterde locaties in het Leggelderveld komt nog Valkruid voor (LV1, 2 en 7) of kwam Valkruid in het verleden voor (LV3). Met uitzondering van LV2 waren al deze locaties matig gebufferd en werden er te hoge ammoniumconcentraties gemeten (Tabel 10.2). Om de Valkruid populaties te behouden is actie noodzakelijk, in de vorm van bekalking (2 ton dolokal/ha), en door eventueel rondom de nog aanwezige groeiplaatsen ondiep te plaggen om het opgehoopte ammonium af te voeren, en vervolgens te bekalken (2 ton/ha). De methode gebruikt bij LV2 lijkt succesvol! Ook op LV4 werd een te hoge ammoniumconcentratie gemeten en wat onvoldoende bodembuffering gemeten. Voor soortenrijke vegetaties is bekalken ook op deze locatie aan te bevelen, of, als er geen zeldzame restpopulaties aanwezig zijn, kan met steenmeel geëxperimenteerd worden (10 ton Soilfeed/ha). Mogelijk kan dan richting meer soortenrijke heide worden gestuurd. Op LV5, meer richting vochtige heide/heischraal grasland, was het belangrijkste knelpunt de extreem hoge ammoniumconcentratie (>3000  $\mu\text{mol/l}$  bodem) en voor heischraal grasland onvoldoende buffering. Ook werd hier een opvallend hoge kaliumconcentratie gemeten. Hier kan overwogen worden te plaggen, maar ook in de 10-20 cm bodemlaag werd een verhoogde ammoniumconcentratie gemeten. Het achterhalen van de bron van het ammonium (en kalium) wordt daarom aanbevolen, en op basis daarvan kan beter bepaald worden welke maatregelen genomen kunnen worden. Op vrijwel alle plekken in het Leggelderveld (uitgezonderd LV8) werden iets te hoge Olsen-P concentraties gemeten. Gecombineerd met de te hoge stikstofconcentraties ligt vergrassing van de vegetatie door Pijpenstrootje op de loer. Verschralen door maaien en afvoeren, drukkbe grazing of chopperen wordt aanbevolen.



Figuur 10.4. Ammonium (links) en Olsen-P (rechts) gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in het Leggelderveld.

Tabel 10.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt “in de buurt”, rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			µmol/l bodem	mol/mol	µmol/l bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
LV1	0-10	3,4	806	2,7	36	409	710	0,7	30,4
	10-20	3,9	428	4,2	55	254	509	0,3	7,0
LV2	0-10	3,4	3324	0,1	7	70	318	0,1	63,3
	10-20	3,3	1030	0,6	23	57	416	0,0	23,6
LV3	0-10	3,8	1093	0,6	341	566	806	1,1	27,3
	10-20	4,1	212	4,2	158	229	356	0,7	6,0
LV4	0-10	3,5	1097	1,0	195	138	782	2,7	31,2
	10-20	4,0	304	3,2	94	68	281	0,8	9,3
LV5	0-10	3,7	1340	0,8	6	3034	612	1,0	20,9
	10-20	3,8	324	5,5	6	790	508	0,2	7,5
LV6	0-10	3,8	200	6,5	6	70	368	0,4	6,6
	10-20	3,7	93	14,6	3	38	163	0,2	3,5
LV7	0-10	3,7	1051	1,1	31	552	434	0,8	14,6
	10-20	3,7	729	3,3	49	343	383	0,0	7,3
LV8	0-10	4,4	5652	0,1	60	116	3198	1,6	55,8
	10-20	4,5	5180	0,1	59	68	1358	0,5	54,3

Op het voormalige landbouwperceel LV8 was de bodembuffering op orde, en ook de stikstofconcentraties waren voldoende laag. Wel werden hier, met name in de 0-10 cm bodemlaag, nog erg hoge Olsen-P (3198 µmol/l bodem) en Totaal-P (8,6 mmol/l bodem) concentraties gemeten. In de 10-20 cm bodemlaag nam de fosfaatconcentratie sterk af, maar was met 1358 µmol Olsen-P/l bodem nog wel te hoog voor heischraal grasland of soortenrijke droge heide. In deze bodemlaag was



het totaal-P gehalte ook veel lager met 3,3 mmol/l bodem. Het risico van deze situatie is dat de vegetatieontwikkeling goed gaat (N-gelimiteerd), totdat de N-concentratie door depositie vanuit de lucht toeneemt en verzuuring/vergrassing optreedt. Eigenlijk is er net 10 cm te weinig ontgrond, maar LV8 was slechts een puntmeting in een groot vlak, waardoor het niet mogelijk is hier concrete uitspraken over te doen op perceelsniveau.



# 11 Landgoed Vossenberg

## 11.1 Inleiding

In landgoed Vossenberg van Stichting Het Drentse Landschap werd een perceel bemonsterd ten westen van het kanaal (Figuur 11.1). Het perceel was tijdens de bemonstering erg nat (Figuur 11.2), en leek recent ontgrond te zijn. Op de topo-tijdreis verandert het perceel tussen 2006 en 2010 van akker/grasland naar vochtig “moeras”. Het werd tijdens de bemonstering begraasd door runderen. Op Vos 1 en Vos 2, die genomen werden in het natte deel, bestond de vegetatie uit Dophei, Pilzegge, wat Struikhei, Pitrus, Veldzuring, gewoon Biggenkruid en veel opslag met Ruwe berk. Op Vos 2 werd Tijmeprijs waargenomen. Vos 3 werd genomen in grasland op een hoger deel, op de overgang tussen het bos en de afgegraven laagte. Dit deel was duidelijk soortenrijker, met 19 soorten (tegen 7 en 9 in Vos 1 en 2), waaronder Tormentil, Biggenkruid, Kleine klaver en Veldereprijs. De vegetatieopnames van Vos 1, 2 en 3 zijn opgenomen in Bijlage 3. De bodem bestond op Vos1 en Vos2 uit oranje geel zand zonder organische laag. Op Vos 3 werden op drie dieptes bodemonsters verzameld, op 0-10, 10-20 en 20-30 cm onder maaiveld. De eerste 20 cm van de bodem bestond uit bouwvoor, met daaronder hetzelfde oranje-gele zand als op Vos1 en Vos2.



Figuur 11.1. Bemonsterde locaties Vossenberg.



Figuur 11.2. Vos 1 (bovenste), Vos 3 (linksonder) en boor van Vos2.

## 11.2 Resultaten

### 11.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

Het organische stofpercentage op Vos1 en 2 was laag met percentages onder de 2%. Op Vos 3 werd in de toplaag (01-0 cm) 5,4% organische stof gemeten. Ook de Cation Exchange Capacity op Vos 1 en 2 was zeer laag met 11 meq/l bodem, zoals verwacht wordt op ontgronde bodems (tabel 11.1).

De  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  was op alle locaties hoog, variërend van 4,4 tot 4,8 en ook de basenverzadiging was redelijk tot hoog, met 26% op Vos 1, 36% op Vos 2 en meer dan 40% op Vos 3. In goed ontwikkelde heischrale graslanden in Nederland werd een basenverzadiging van meer dan 38% gemeten (Tabel 2.1). Op Vos

1 en 2 werden zeer lage beschikbare calciumconcentraties gemeten, met concentraties rond de 500  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en dat resulteerde in Vos1 in een te hoge Al/Ca-ratio van 0,9. Op Vos2 was de Al/Ca-ratio wel goed met 0,3 mol/mol. Op Vos 3 was de beschikbare calciumconcentratie wel voldoende hoog voor soortenrijk heischraal grasland met in de 0-10 laag 4294  $\mu\text{mol/l}$  bodem en 3578  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Onder bouwvoor, op 20-30 cm diepte, was de beschikbare calciumconcentratie ook op Vos 3 te laag voor soortenrijk heischraal grasland met 1796  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Tabel 11.1). Verder viel het op dat op Vos 1 en 2 hogere beschikbare kaliumconcentraties gemeten werden dan beschikbaar calcium, nog een signaal dat dit een nog niet verweerde bodemlaag is.

Tabel 11.1. Bodemchemische gegevens van landgoed Vossenbergh. Diepte=diepte bodemonmonster in cm-  
maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange  
Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron  
destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Zout															
Code	Diepte	MV	OS	Olsen-P	pH extract	NO <sub>3</sub> -	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Al/Ca ratio
		kg droog/liter v	(%)												
		umol/l bodem													
Vos1	0-10	1,7	1,4	32,2	4,6	9,8	21,7	510,9	554,4	13,7	645,4	289,6	5,9	0,1	0,9
Vos2	0-10	1,5	1,4	123,7	4,8	12,5	506,3	136,6	429,6	5,7	1078,9	204,2	5,6	0,6	0,3
Vos3	0-10	1,1	5,4	2777,5	4,4	144,2	131,8	620,4	4293,8	2,4	262,2	979,6	24,6	1,8	0,1
	10-20	1,1	4,5	1874,6	4,5	129,9	42,4	571,4	3577,5	2,1	154,4	307,0	10,4	1,1	0,2
	20-30	1,4	1,7	182,3	4,7	37,9	0,2	424,2	1796,2	4,4	284,2	92,1	4,7	0,2	0,2
Destructie															
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV	CEC
		mmol/l bodem												%	meq/l
Vos1	0-10													26,3	11,4
Vos2	0-10	185,9	3,9	17,4	87,7	4,2	15,9	0,3	0,1	1,9	1,6	12,4	0,2	36,1	11,2
Vos3	0-10													42,7	31,4
	10-20													44,6	25,7
	20-30													52,4	14,0

### 11.2.2 Stikstof en fosfaat

Op Vos1 werden zeer lage ammonium- en nitraatconcentraties gemeten (<25  $\mu\text{mol/l}$  bodem) en ook het plantbeschikbare fosfaat was zeer laag met 32  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Vos 2 was iets voedselrijker, waarbij de hoge ammoniumconcentratie een knelpunt is voor ontwikkeling richting heischraal grasland met 506  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook wat beschikbaar fosfaat was de locatie iets rijker dan Vos 1 met 124  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar dit is voor heischraal grasland nog steeds meer dan laag genoeg. In Vos3 was het landbouwkundige verleden nog duidelijk zichtbaar, met 2777  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem in de 0-10 cm bodemlaag en 1875  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag, veel meer dan de maximale concentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem die gemeten wordt in goed ontwikkelde heischrale graslanden. De gemeten ammonium- en nitraatconcentraties waren wel voldoende laag door het gehele profiel.

### 11.3 Conclusies en aanbevelingen Vossenbergh

Op de ontgronde locaties was met name het tekort aan beschikbaar calcium een knelpunt. Dit kan opgelost worden door de invloed van het grondwater te vergroten (mits dit rijk is aan basische kationen), of door in een droge periode te bekalken (2 ton/ha), als het water van het maaiveld af is. Op Vos 2 werd een opvallend hoge ammoniumconcentratie gemeten, maar behalve bufferherstel is daar niet zo veel tegen te doen. Wel wordt aanbevolen de grondwaterkwaliteit te bepalen, als het grondwater rijk is aan stikstof kan men proberen te voorkomen dat het lang stagnerend op maaiveld blijft staan door een doorstroomsysteem te creëren.

Op Vos3 is het landbouwkundige verleden nog duidelijk zichtbaar, maar er komen toch al wel leuke (heischrale) soorten voor. De hoge fosfaatconcentraties zijn het belangrijkste knelpunt. Hier wordt geadviseerd om te verschromen middels maaien en afvoeren om de beschikbare P-concentratie te verlagen (Tabel 11.2).

Tabel 11.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			$\mu\text{mol/l bodem}$	$\text{mol/mol}$	$\mu\text{mol/l bodem}$				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
Vos1	0-10	4,6	554	0,9	10	22	32	0,1	26,3
Vos2	0-10	4,8	430	0,3	12	506	124	0,6	36,1
Vos3	0-10	4,4	4294	0,1	144	132	2777	1,8	42,7
	10-20	4,5	3578	0,2	130	42	1875	1,1	44,6
	20-30	4,7	1796	0,2	38	0,2	182	0,2	52,4

## 12 Dwingelderveld

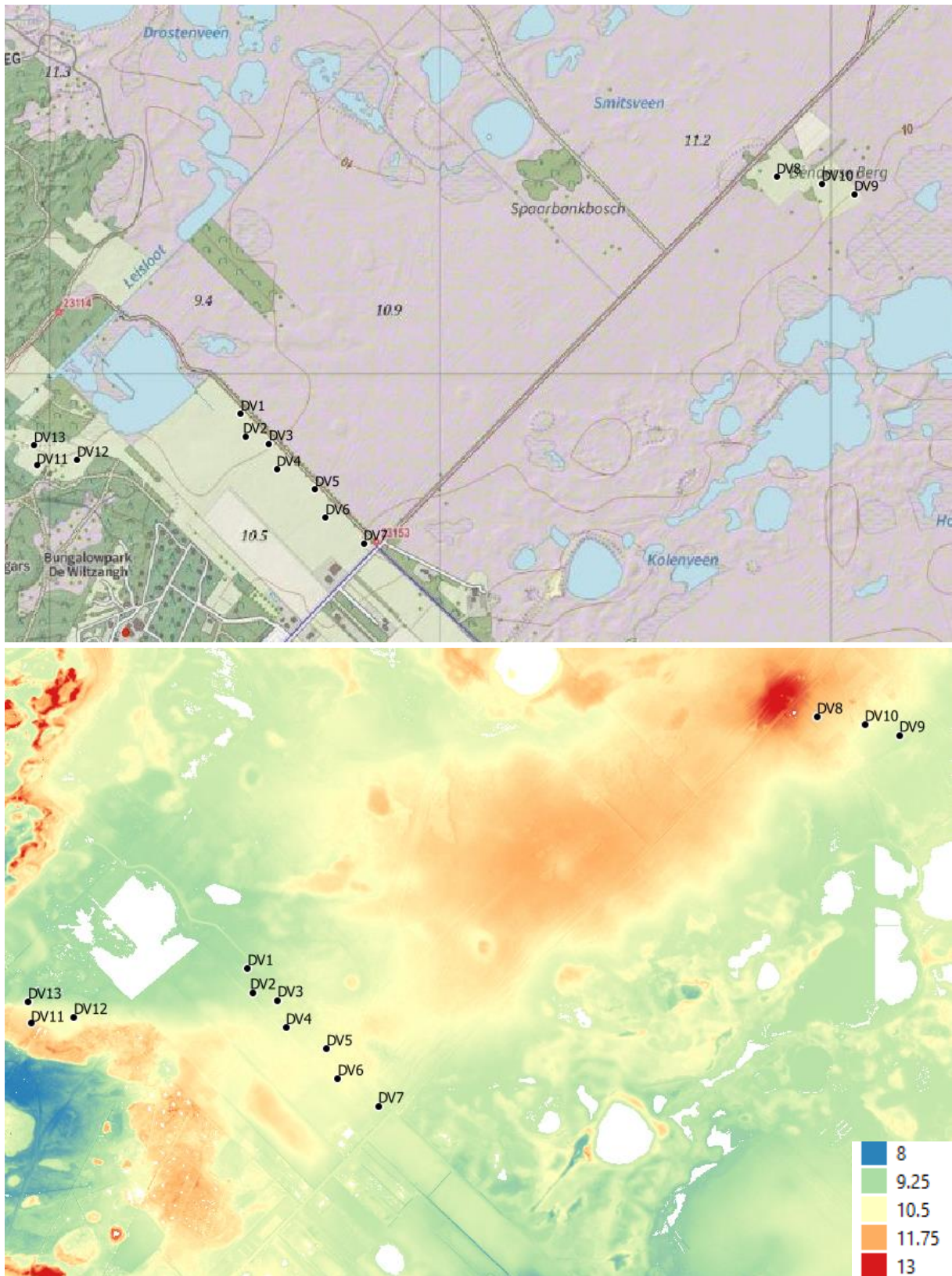
### 12.1 Inleiding

In het Dwingelderveld werden meerdere percelen bemonsterd die steeds apart worden beschreven. In het zuiden, bij het bezoekerscentrum van Natuurmonumenten, werden bodemonsters verzameld in het langgerekte voormalige landbouwperceel bij “de Benderse” (DV 1 tm 7, Figuur 12.1). Dit perceel is al minstens 50 jaar in eigendom van Natuurmonumenten, en is in het verleden wel eens bemest geweest. Er is langs het pad Ratelaar, Gevlekte orchis en Blauwe knoop ingebracht bij DV7. Deze soorten breiden zich langzaam uit over de rest van het perceel. Hier werden steeds bodemonsters op drie dieptes verzameld, op 0-10, 10-25 cm en 25-40 cm onder maaiveld. De bouwvoor was ca 25 cm dik, met daaronder op DV 1 en 2 oranje, lemig/organisch zand, op DV3 werd van 25-30 cm-mv een grijs laagje aangetroffen met daaronder roodbruin zand, net als op DV4, waar op 30-40 cm een zwarte, vette laag werd aangetroffen. DV5 werd genomen in een wat natter deel, met onder de bouwvoor een grijs laagje (5 cm) en daaronder roodbruin zand. DV6 lijkt geroerd, met gemengd zwart, rood en bruin zand. De bodem was minder organisch dan op de overige locaties. Op DV7 kwamen Gevlekte orchis en Blauwe knoop voor en bestond de bovenste 20-25 cm van de bodem uit zwart-bruin zand met onder de bouwvoor grijs rood, bruin zand gemengd. Midden in de heide werden drie bodemonsters verzameld (DV 8 tm 10) in een heel oud graslandje, de Benderse berg, op een diepte van 0-10 en 10-20 cm onder maaiveld. DV9 lag hierbij op een wat nattere plek in het perceel.

Bij een oude ontginning, het huisje van Flik genoemd (DV 11, 12 en 13) werden bodemonsters verzameld op een diepte van 0-10, 10-20 en 20-40 cm onder maaiveld. Op DV11 en 12 werd geen bouwvoor aangetroffen en de bodem bestond uit zeer droog en fijn zand. DV13 werd genomen op een groeiplaats van Veldrus, waar het zand licht lemig en vochtig was.



Figuur 12.2. Benderse (links), Benderse berg (midden) en Flik (rechts).



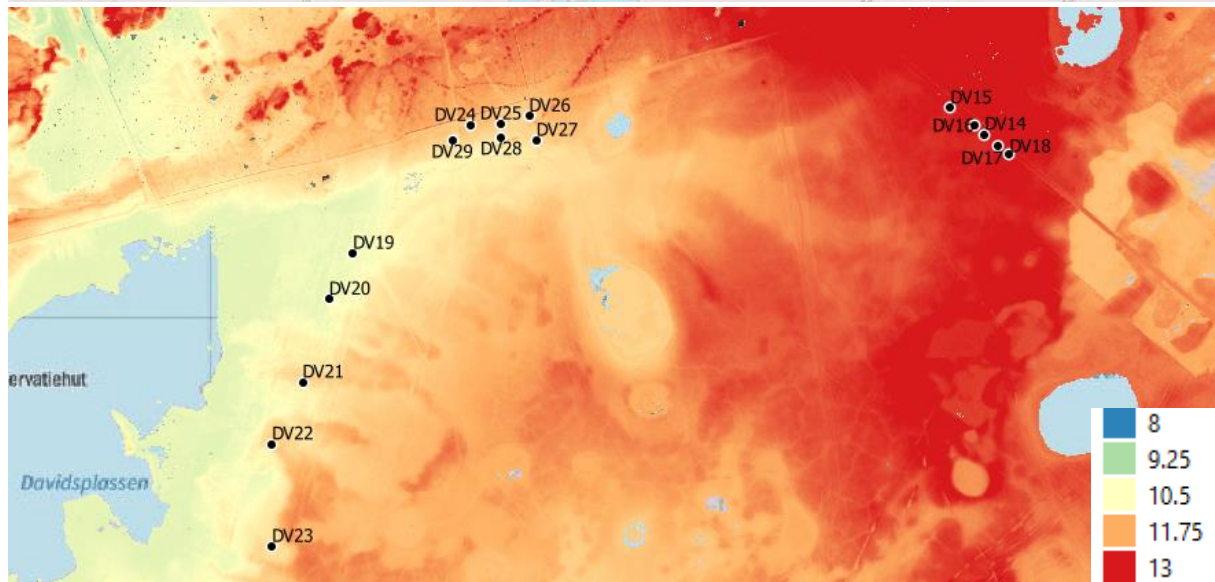
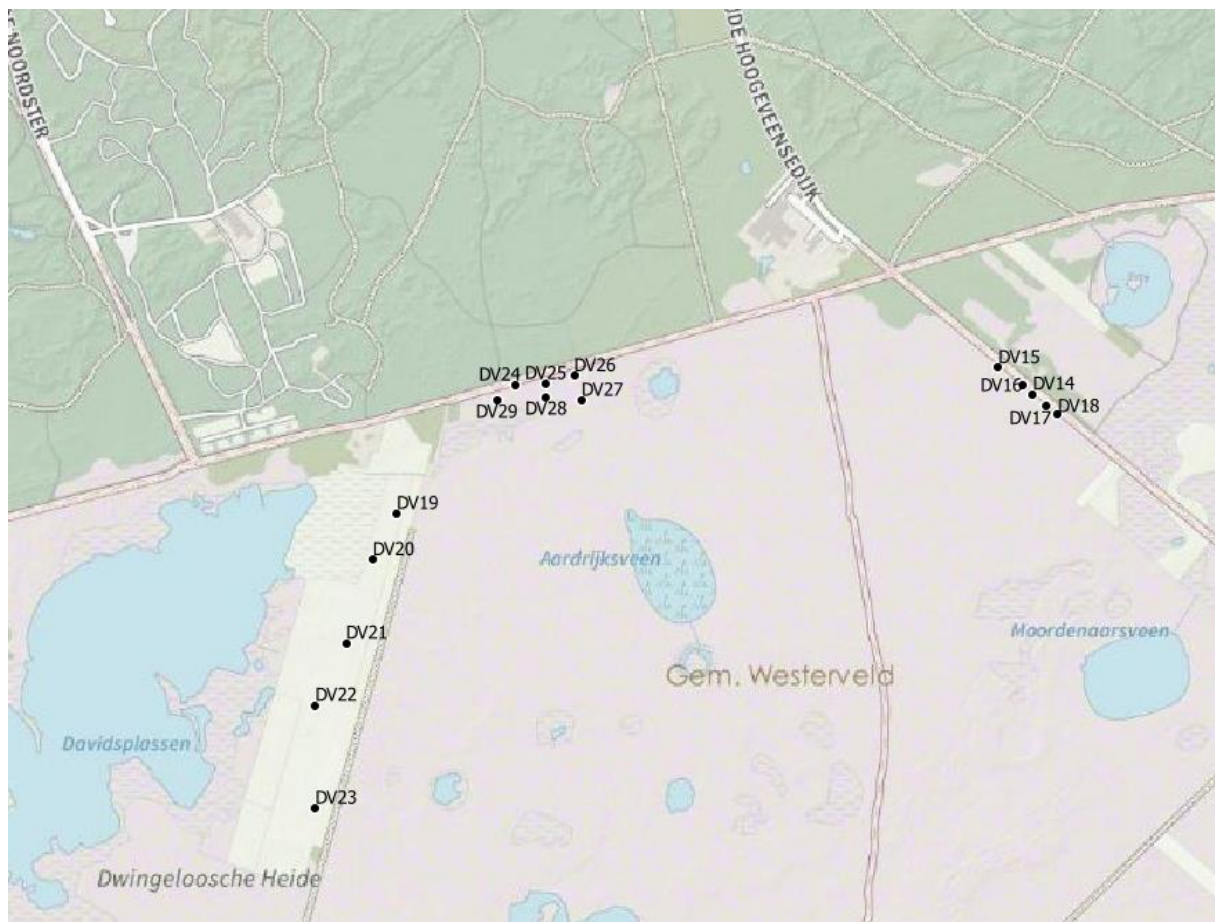
Figuur 12.1. Monsterlocaties in het Dwingelderveld, perceel Benderse (DV1-7), Benderse berg (DV 8-10) en Flik (DV11, 12 en 13). Open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK).



Aan de noordkant van het Dwingelderveld werden bodemmonsters verzameld in een groot perceel bij de Davidsplassen, de Davidshoeve (DV 19-23) op een diepte van 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld (Figuur 12.3 en 12.4). DV21 lag hierbij in een pitruszone, en DV 22 lag op een wat hogere rug in het landschap, net als DV23, waar de bodem opvallend lemig was. DV24 tm 29 werden verzameld langs de weg (Davidshoeve-weg), en bestaat uit een mix van geplagde plekjes, Valkruid groeiplaatsen en werd deels begraasd. Er werden bodemmonsters genomen op 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld. DV24 werd begin jaren '90 van de vorige eeuw geplagd, waarna er keileem werd opgebracht. Dit is groeiplaats van Valkruid en wordt niet begraasd. DV25 werd omstreeks 2009 geplagd waarna er 2 ton kalk/ha werd opgebracht (dolokal). Ook hier groeit Valkruid, en dit deel wordt wel begraasd. DV26, en 27 zijn niet geplagd en niet bekalkt, er groeit geen Valkruid. Deze plekken worden begraasd. DV29 is wel geplagd, omstreeks 2009, waarna er is bekalkt met 2 ton dolokal/ha, hier groeit wel Valkruid. Deze locatie wordt momenteel wel begraasd. Langs de weg "Achter 't zaand-Hoogeveensedijk" bevinden zich enkele groeiplaatsen met Arnica (DV 17) (Figuur 12.3 en 12.4). Vraagstelling op deze locatie is of er actie ondernomen moet worden om de bestaande populaties te behouden, en of er uitgebreid kan worden. Er zijn delen geplagd en bekalkt in het verleden, en er is gebrand (DV17). Er werden bodemmonsters verzameld van de 0-10 cm bodemlaag en van de 10-20 cm bodemlaag.



*Figuur 12.3. Davidshoeve 21 (linksboven), Davidshoeve 19 (rechtsboven), Davidshoeve-weg DV24, linksonder en Achter 't Zaand-Hoogeveensedijk (rechtsonder).*



Figuur 12.4. Monsterlocaties in het Dwingelderveld, perceel Davidshoeve (DV19-23), Davidshoeve-weg (DV24-29) en Achter 't Zand-Hoogveensedijk (DV14 tm 18). Open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK)

## 12.2 Resultaten

### 12.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

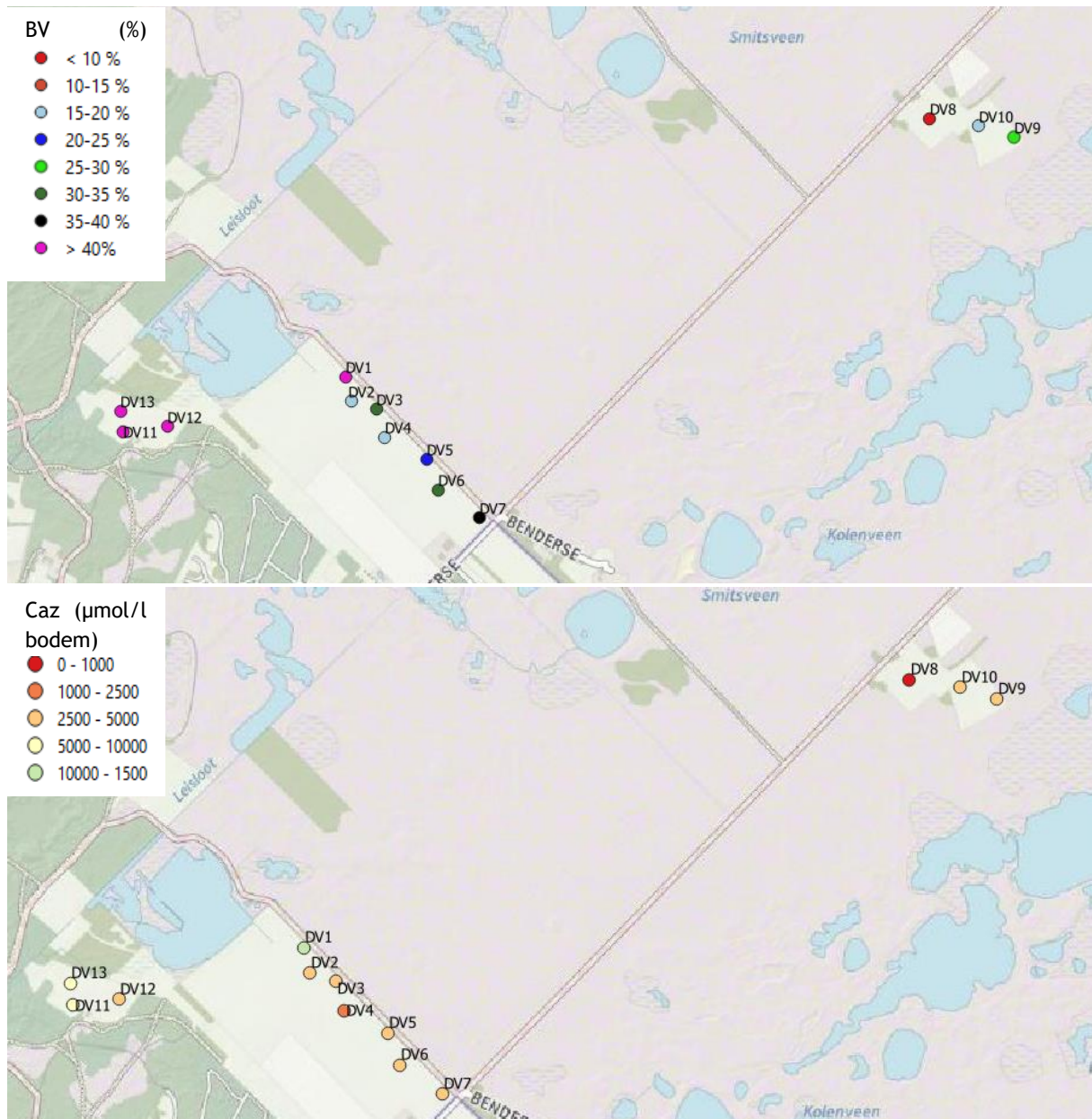
#### *Benderse. Benderseberg en Flik*

De  $pH_{NaCl}$  gemeten in alle drie de locaties was voldoende hoog voor ontwikkeling van heischraal grasland. In het voormalige landbouwperceel “Benderse” varieerde de  $pH_{NaCl}$  gemeten in de 0-10 cm bodemlaag van 3,9 op DV4 en DV5 tot 4,4 op DV1. De  $pH_{NaCl}$  bleef op alle locaties door het hele profiel rond de 4, en nam iets toe in de diepte (Tabel 12.1). Op de Benderseberg lag de  $pH_{NaCl}$  in de 0-10 cm bodemlaag rond de 3,7, net voldoende hoog voor heischraal grasland, maar op het randje. De drie locaties bij Flik waren beter gebufferd met in de toplaag een  $pH_{NaCl}$  van 4,3 op alle drie de plekken. Ook hier nam de pH wat toe met toenemende diepte (Tabel 12.1).

De gemeten basenverzadiging varieerde sterker, zowel tussen de percelen als binnen de percelen (Figuur 12.5). Op het perceel bij Benderse werd op DV2 (16%), DV4 (17%) en DV5 (24%) in de toplaag een te lage basenverzadiging gemeten. De basenverzadiging nam hier wel iets toe in de diepte, maar bleef aan de lage kant, of varieerde sterk tussen bodemlagen. Op DV7, de plek waar soorten als Gevlekte orchis en Blauwe knoop voorkomen, was de basenverzadiging relatief hoog met 36%, en op DV1 was de basenverzadiging 70%. Op alle locaties bij Benderse was de beschikbare calciumconcentratie voldoende hoog voor heischraal grasland, met op DV1, naast de hoogste basenverzadiging, ook de hoogste beschikbare calciumconcentratie met meer dan 10.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de bovenste 20 cm van de bodem (Tabel 12.1 en Figuur 12.5). Op de overige locaties in dit perceel werden beschikbare calciumconcentraties tussen de 3000 en 6000  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. Alleen op DV4 was de beschikbare calciumconcentratie laag met 1957  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de toplaag, maar in de bodemlagen daaronder was deze wel voldoende hoog met concentraties boven de 3000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op de Benderseberg was met name het hoogstgelegen DV 8 onvoldoende gebufferd, met beschikbare calciumconcentraties lager dan 700  $\mu\text{mol/l}$  bodem, een ongunstige Al/Ca-ratio van 2,5 in de 0-10 cm bodemlaag en zelfs 3,9 in de 10-20 cm bodemlaag en een basenverzadiging van 8% (Figuur 12.5 en tabel 12.1). Ook de totale calciumconcentratie was hier laag met 2,3 mmol Ca/l bodem (tabel 12.1). Op DV 9 en 10 was de beschikbare calciumconcentratie wel (net) voldoende hoog met respectievelijk 3559 en 2545  $\mu\text{mol/l}$  bodem en ook de Al/Ca-ratio was hier mooi laag. Wel was de basenverzadiging veel te laag voor goed ontwikkeld heischraal grasland, met 28% op DV9 en 18% op DV10. Op beide locaties werd in de 10-20 cm bodemlaag een basenverzadiging rond de 30% gemeten.

Bij Flik werd op alle drie de bemonsterde locaties voldoende beschikbaar calcium gemeten met concentraties boven de 3800  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar op DV11 en 12 namen deze concentraties af in de diepte. Op deze twee locaties werd in de 0-10 cm bodemlaag ook opvallend veel beschikbaar magnesium gemeten, een indicatie dat deze twee plekken (in het verleden) zijn bekalkt. Hetzelfde patroon was zichtbaar in de basenverzadiging, met 60% op DV11 afnemend tot 28% op 20-40 cm diepte, en 50% in de 0-10 cm bodemlaag op DV12 afnemend tot 36% op 20-40 cm diepte. Op DV13, de vochtigere locatie met Veldrus, bleef de beschikbare calciumconcentratie hoog, ook op 20-40 cm diepte, net als de basenverzadiging die varieerde van rond de 50% op 0 tot 20 cm onder maaiveld tot 61% op 20-40 cm diepte. Waarschijnlijk wordt de bodembuffering hier niet veroorzaakt door bekalking, maar door oplading met gebufferd grondwater.

Verder vielen de lage beschikbare kaliumconcentraties op, met over het algemeen concentraties lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Tabel 12.1). Dit is niet ongebruikelijk bij oude landbouwpercelen die al vele jaren in verschravingsbeheer zijn.



Figuur 12.5. Basenverzadiging (BV) en beschikbare calciumconcentratie (Caz) gemeten in de 0-10 cm bodemlaag.

Tabel 12.1. Bodemchemische gegevens zuidelijke locaties Dwingelderveld. Diepte=diepte bodemonster in cm-  
maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange  
Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron  
destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout												Al/Ca ratio	
		MV kg droog/liter v	OS (%)	Olsen-P	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn		P
DV1	0-10	0,9	10,4	1068	4,4	374	213	278	11509	2,7	386	810	31	1,0	0,0
	10-20	0,7	17,0	958	4,1	413	60	540	12242	3,7	118	506	23	1,3	0,0
	20-40	1,0	7,6	665	4,0	203	30	974	8592	3,8	123	579	23	0,8	0,1
DV2	0-10	1,1	7,8	1796	4,2	668	3525	754	3026	2,0	582	410	40	3,6	0,2
	10-20	1,0	9,0	2045	4,1	365	59	1072	7436	1,7	118	47	6	1,7	0,1
	20-40	1,3	3,2	656	4,2	161	18	1093	3949	2,3	136	26	2	0,5	0,3
DV3	0-10	1,0	8,1	1577	4,1	656	67	1049	3013	2,5	131	323	79	1,1	0,3
	10-20	1,0	7,7	1973	4,3	280	110	800	3879	2,2	128	121	49	1,2	0,2
	20-40	1,2	5,0	1289	4,3	217	14	637	4271	0,5	129	149	20	0,6	0,1
DV4	0-10	1,0	9,0	2521	3,9	940	69	1760	1957	3,4	199	292	115	1,5	0,9
	10-20	1,1	6,6	2875	4,1	378	44	1367	3265	2,3	127	117	52	1,5	0,4
	20-40	1,2	6,2	969	4,1	289	10	1517	5903	1,4	114	175	45	0,5	0,3
DV5	0-10	1,1	7,1	2053	3,9	692	130	1247	2609	6,8	130	558	92	1,1	0,5
	10-20	1,0	8,6	1846	4,2	457	46	860	4254	4,1	103	240	53	0,9	0,2
	20-40	1,1	6,7	1126	4,3	380	69	687	4991	4,3	131	231	43	0,4	0,1
DV6	0-10	1,2	5,3	3116	4,1	306	587	556	3586	6,1	265	538	105	3,1	0,2
	10-20	1,2	4,8	4595	4,5	360	327	430	6037	3,5	137	138	27	0,6	0,1
	20-40	1,4	2,7	1822	4,8	331	112	159	4365	2,9	123	102	7	2,7	0,0
DV7	0-10	1,0	8,0	1013	4,0	182	59	543	4710	6,1	180	725	29	0,8	0,1
	10-20	1,1	6,0	858	4,0	203	742	704	4077	5,0	148	296	9	0,5	0,2
	20-40	1,2	4,1	519	4,1	216	95	997	2769	5,3	147	281	8	0,0	0,4
DV8	0-10	0,9	9,1	2000	3,7	464	79	1738	683	5,3	116	158	116	1,7	2,5
	10-20	1,0	7,2	2158	3,9	269	57	1843	467	5,0	130	54	88	0,6	3,9
	20-40	0,8	14,4	1501	3,6	301	227	1155	3559	8,0	150	456	18	3,2	0,3
DV9	0-10	0,8	14,4	1501	3,6	301	227	1155	3559	8,0	150	456	18	3,2	0,3
	10-20	1,2	7,8	673	3,8	168	51	1052	6911	5,5	128	141	3	0,9	0,2
	20-40	1,0	8,7	1619	3,7	290	298	1307	2545	41,5	250	333	59	2,1	0,5
DV10	0-10	1,1	9,0	875	4,0	279	163	1424	7104	4,3	217	111	22	0,5	0,2
	10-20	1,1	4,4	2540	4,3	533	209	47	6685	2,1	118	2431	61	29,7	0,0
	20-40	1,3	2,5	2910	4,3	206	89	177	2975	2,2	159	623	44	24,1	0,1
DV11	0-10	1,1	4,4	2540	4,3	533	209	47	6685	2,1	118	2431	61	29,7	0,0
	10-20	1,3	2,5	2910	4,3	206	89	177	2975	2,2	159	623	44	24,1	0,1
	20-40	1,4	0,9	2983	4,3	99	45	274	1219	1,8	188	191	16	44,3	0,2
DV12	0-10	1,0	5,1	3078	4,3	337	213	119	3850	3,1	128	1280	36	9,9	0,0
	10-20	1,2	2,4	2619	4,4	243	34	404	1713	2,9	137	362	15	2,1	0,2
	20-40	1,3	2,3	1183	4,5	161	69	359	1746	3,0	138	178	10	1,0	0,2
DV13	0-10	1,2	5,1	2379	4,3	146	321	243	5254	8,1	331	659	104	5,2	0,0
	10-20	1,3	3,0	2640	4,5	34	65	291	3898	3,9	207	310	21	3,5	0,1
	20-40	1,5	2,2	1268	4,7	63	83	197	5743	3,8	184	157	6	1,4	0,0
Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l

### *Davidshoeve, langs de weg en Hoogeveensedijk*

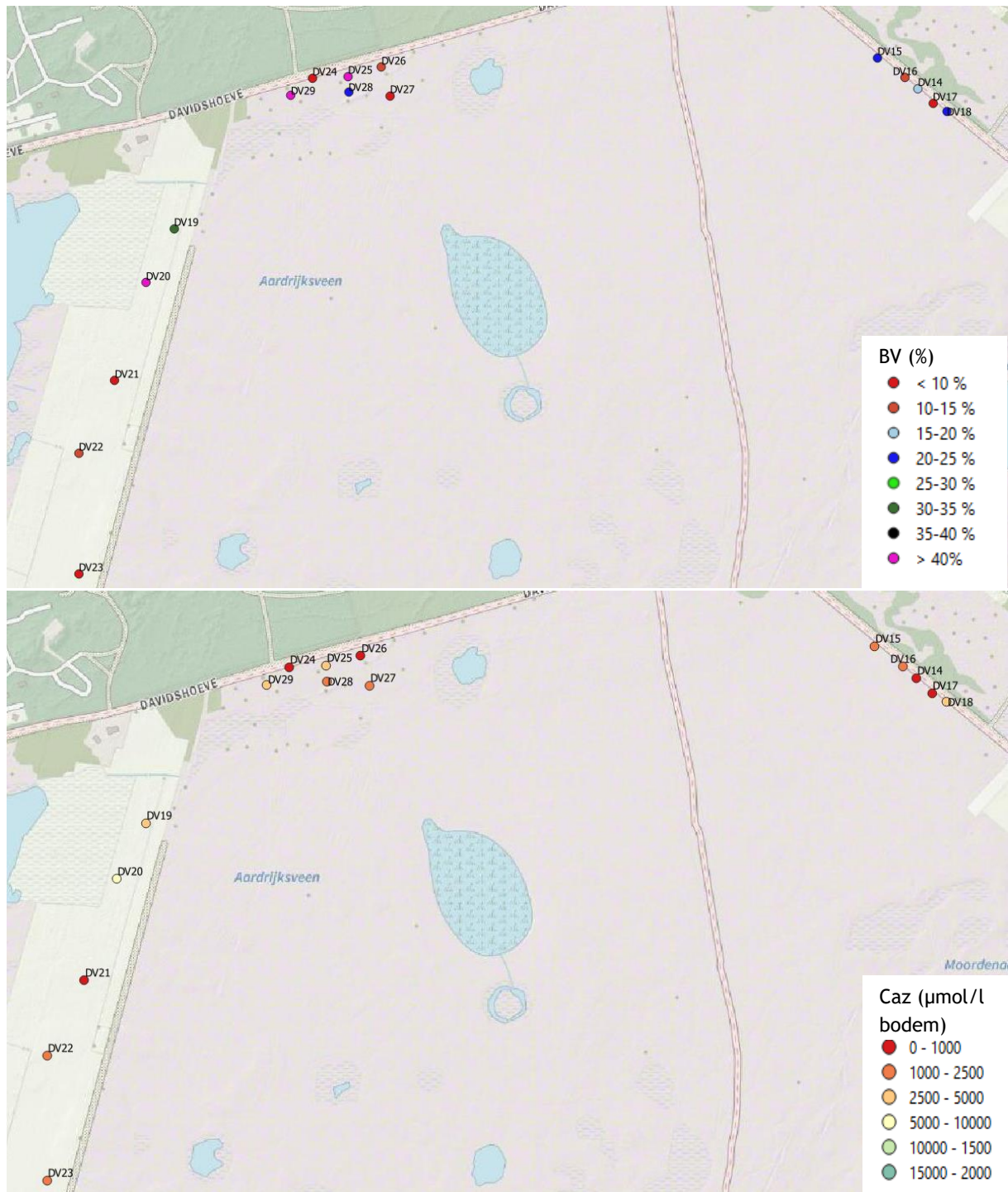
De bodem  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  gemeten in het landbouwperceel langs de Davidsplassen (Davidshoeve, DV 19-23) was voor heischraal graslandontwikkeling voldoende hoog met waarden tussen de 3,6 en 3,8 in de 0-10 cm bodemlaag en nog wat hoger (rond de 4) in de 10-20 cm bodemlaag (Tabel 12.2). De beschikbare calciumconcentraties in dit perceel waren variabel (Figuur 12.6). Op DV19 en DV20, de meest noordelijke punten en ook de laagstgelegen locaties (Figuur 12.2), werden hoge concentraties beschikbaar calcium gemeten in zowel de 0-10 als 10-20 cm bodemlaag met concentraties van meer dan 4000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook de Al/Ca-ratio was hier mooi laag (0,1) en de basenverzadiging hoog met percentages variërend van 24% in de 0-10 cm laag op DV19 tot 41% op DV20 (Figuur 12.6). De basenverzadiging nam toe in de 10-20 cm bodemlaag van deze locaties (tabel 12.2). Op DV21 tm 23 werden te lage beschikbare calciumconcentraties gemeten, met op DV21 slechts 609  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag, en op DV22 en DV23 concentraties rond de 1100  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op deze locaties nam de beschikbare calciumconcentratie af in de diepte, of bleef nagenoeg constant (Tabel 12.2). Deze beschikbare calciumconcentraties leverden veel te hoge Al/Ca-ratio's op, met zelfs 3,1 in de 0-10 cm laag van DV21, en zeer lage basenverzadigingen van 6% in de 0-10 cm bodemlaag op DV 21 tot 11% op DV22.

De locaties langs de Davidshoeve-weg (DV24-29) bestonden uit een mozaïek van wel- en niet geplagde plekjes. Op DV24 werd in de jaren '90 geplagd en werd keileem opgebracht, en DV25 en 29 werden omstreeks 2009 geplagd en bekalkt 92 ton dolokal/ha). Op deze drie locaties groeit Valkruid. DV26, 27 en 28 lagen in niet geplagde oude heide die momenteel wordt begraasd.

Op alle locaties was de bodem  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  voldoende hoog voor heischraal grasland met waarden variërend van 3,5 op DV28 tot 4,6 en 4,2 op DV25 en DV29 (bekalkt in 2009). Er was nauwelijks verschil in pH tussen de 0-10 en 10-20 cm bodemlaag. Op DV28 werd een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 3,3 gemeten in de 0-10 cm bodemlaag, maar 4,0 in de 10-20 cm bodemlaag (tabel 12.2). De bekalking uit 2009 was duidelijk zichtbaar in de beschikbare calcium- en magnesiumconcentraties. Op DV 25 en 29 werd rond de 3000  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem gemeten en meer dan 1000  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Mg/l bodem. Op de overige locaties, dus inclusief DV24, waren de beschikbare calciumconcentraties (veel) te laag voor heischraal grasland (Figuur 12.6). Op DV 24 werd 896 (0-10 cm) en 1446 (10-20 cm)  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem gemeten, op DV 26 slechts 411 en 60  $\mu\text{mol/l}$  bodem, op DV 27 werd in beide bodemlagen rond de 1000  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem gemeten en op DV 28 1952  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm laag maar slechts 347  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Hier werd ook redelijk veel beschikbaar magnesium in de toplaag (1254  $\mu\text{mol/l}$  bodem) gemeten, dus mogelijk is ook deze locatie ooit bekalkt. Op de locaties met lage beschikbare calciumconcentraties werden ook te hoge Al/Ca-ratio's gemeten (tabel 12.2). De gemeten basenverzadigingen volgden deze patronen, met een opvallend lage basenverzadiging in de 0-10 laag op DV24 (9%) maar 34% in de 10-20 cm bodemlaag; DV26 (15%), DV27 (10%) en in mindere mate DV28 (23%) en op de bekalkte en geplagde plekken DV 25 en 29 meer dan 40%. Wat bodembuffering staat de Valkruid populatie op DV24 met deze waarden sterk onder druk!

De locatie langs de weg "achter 't Zaand-Hoogeveensedijk" (DV14-18) bevatte ook een groeiplaats van Valkruid, namelijk de gebrande locatie DV17. De  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  was op alle locaties voldoende hoog, of bijna voldoende hoog voor heischraal grasland met waarden variërend van 3,3 op DV18 tot 3,8 op DV17. De beschikbare calciumconcentraties waren met uitzondering van DV18 veel te laag (769 op DV17 tot 1160  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DV16). Op DV18 werd 3657  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca/l bodem gemeten, en op DV15 was de beschikbare calciumconcentratie op het randje met 2000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. In de 10-20 cm bodemlaag nam de beschikbare Ca-concentratie op alle locaties sterk af (Tabel 12.2). Dit resulteerde in ongunstig hoge Al/Ca-ratio's op de locaties met een lage beschikbare calciumconcentratie, en ook zeer lage basenverzadigingen (Figuur 12.6). Alleen op DV15 en DV18 werd een redelijke, maar nog steeds te lage, basenverzadiging van 23 en 24% gemeten in de 0-10 cm bodemlaag. Op DV16 viel de hoge beschikbare kaliumconcentratie op (2289  $\mu\text{mol/l}$  bodem), mogelijk is hier gebrand? Op DV18 werd een opvallend hoge beschikbare magnesiumconcentratie gemeten van

1307  $\mu\text{mol/l}$  bodem, waarschijnlijk is deze locatie ooit bekalkt. De bodembuffering op DV17, de Valkruid groeiplaats was zeer ongunstig!



Figuur 12.6. Basenverzadiging (BV) en beschikbare calciumconcentratie (Caz) gemeten in de 0-10 cm bodemlaag.

Tabel 12.2. Bodemchemische gegevens noordelijke locaties Dwingelderveld. Diepte=diepte bodemonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	MV kg droog/liter v	OS (%)	Zout											Al/Ca ratio	
				Olsen-P	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P		umol/l bodem
DV14	0-10	1,0	6,1	376	3,6	4	38	1447	851	5,0	564	397	1,1	0,3	1,7	
	10-20	1,0	5,5	299	3,8	2	21	1741	722	5,5	450	432	10,5	0,1	2,4	
DV15	0-10	1,1	4,5	157	3,6	3	20	972	2000	4,6	568	763	5,5	0,0	0,5	
	10-20	0,7	9,5	300	3,8	3	14	2355	124	2,7	164	161	0,6	0,0	19,0	
DV16	0-10	0,8	9,7	328	3,5	20	32	1710	1160	24,0	2289	638	7,7	0,7	1,5	
	10-20	1,0	5,6	262	3,9	9	39	1856	115	5,9	240	122	5,0	0,5	16,1	
DV17	0-10	0,9	5,0	191	3,8	4	21	1249	769	8,5	353	377	2,0	0,0	1,6	
	10-20	1,1	3,0	119	4,2	5	22	1166	82	2,6	199	61	0,7	0,0	14,3	
DV18	0-10	0,7	11,1	456	3,3	4	79	804	3657	35,8	791	1307	5,4	1,0	0,2	
	10-20	1,1	4,3	223	3,9	5	43	1411	768	6,6	477	188	1,5	0,1	1,8	
DV19	0-10	1,0	8,9	1944	3,8	326	87	541	4311	4,1	184	410	260	2,1	0,1	
	10-20	1,1	6,2	915	4,2	219	61	595	7773	3,7	120	76	409	0,0	0,1	
DV20	0-10	0,9	11,4	1263	3,8	491	65	706	6885	3,5	137	72	286	0,8	0,1	
	10-20	0,9	12,1	1005	3,9	252	870	630	6745	3,3	256	83	220	0,7	0,1	
DV21	0-10	1,0	8,3	2219	3,9	239	40	1901	609	9,1	207	233	53	1,9	3,1	
	10-20	1,0	7,1	2467	4,1	203	46	1509	380	5,0	190	122	18	1,4	4,0	
DV22	0-10	1,1	7,1	1452	4,2	187	95	1315	1086	3,0	155	116	32	0,3	1,2	
	10-20	1,1	7,4	1048	4,2	108	30	1147	1775	1,9	113	82	19	0,4	0,6	
DV23	0-10	1,1	7,9	1544	3,6	111	214	1883	1185	3,3	139	417	19	2,9	1,6	
	10-20	1,1	6,9	842	4,0	201	70	1881	893	3,2	134	80	5,2	1,0	2,1	
DV24	0-10	1,0	6,4	176	3,9	5	20	1669	896	3,9	272	187	1,8	0,0	1,9	
	10-20	0,9	8,3	189	3,9	5	22	940	1446	2,6	360	312	2,6	0,0	0,7	
DV25	0-10	1,1	3,0	101	4,6	5	24	74	2952	1,8	237	1697	3,6	0,2	0,0	
	10-20	1,1	3,8	129	4,9	5	12	29	4391	2,4	403	2161	3,7	0,3	0,0	
DV26	0-10	1,0	6,1	355	3,3	6	141	1573	411	10,7	485	348	11,8	0,8	3,8	
	10-20	1,0	5,9	266	3,8	3	65	1833	60	4,7	296	99	2,7	0,3	30,6	
DV27	0-10	1,0	6,7	601	3,8	18	694	1506	1075	7,6	674	518	15,2	0,3	1,4	
	10-20	0,9	11,1	521	4,0	120	329	1502	978	7,2	631	464	13,3	0,2	1,5	
DV28	0-10	1,1	5,6	304	3,5	284	1111	808	1952	7,5	593	1254	51,0	0,6	0,4	
	10-20	1,1	5,6	274	3,8	114	304	1436	347	5,9	357	175	5,6	0,1	4,1	
DV29	0-10	1,0	7,7	272	4,2	4	18	727	3044	2,7	385	1280	1,0	0,0	0,2	
	10-20	1,2	3,5	93	4,7	6	21	105	2968	2,3	342	991	2,0	0,0	0,0	
Code	Diepte	Destructie											Strontium			
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l	
		mmol/l bodem														
DV14	0-10														15,5	40,1
	10-20														6,6	31,3
DV15	0-10														22,9	30,9
	10-20														7,3	36,7
DV16	0-10	45,6	2,2	9,8	19,8	2,1	2,4	0,0	0,0	1,6	4,0	8,6	0,1	12,2	41,4	
	10-20	81,0	0,5	11,9	65,6	1,5	2,8	0,0	0,0	1,3	2,3	11,5	0,0	1,2	32,1	
DV17	0-10	54,3	1,6	10,3	35,2	1,9	3,0	0,1	0,1	1,1	2,6	10,7	0,1	7,3	27,9	
	10-20	134,1	1,5	11,8	62,7	2,8	6,5	0,2	0,1	1,1	1,8	11,6	0,1	0,8	16,7	
DV18	0-10														23,8	27,0
	10-20														9,1	26,9
DV19	0-10	46,7	8,3	11,3	15,5	1,6	2,1	0,4	0,1	7,9	8,2	12,6	0,2	33,6	47,1	
	10-20	111,7	18,5	12,7	13,9	1,8	3,0	1,0	0,1	3,4	6,0	12,0	0,2	44,9	66,8	
DV20	0-10														40,5	48,6
	10-20														43,3	57,9
DV21	0-10	81,5	5,3	11,1	35,0	1,8	4,8	0,2	0,1	6,4	7,1	10,9	0,2	6,4	34,6	
	10-20	98,6	7,0	11,5	34,2	1,7	5,1	0,2	0,1	8,5	5,2	10,1	0,2	5,3	25,9	
DV22	0-10														10,6	30,1
	10-20														18,0	32,0
DV23	0-10														8,8	44,3
	10-20														6,6	36,7
DV24	0-10	81,3	2,1	11,8	46,1	1,5	2,5	0,1	0,1	1,4	2,6	10,3	0,1	9,1	36,0	
	10-20	41,3	6,4	9,5	18,9	1,9	4,0	0,1	0,1	1,3	3,2	8,1	0,1	33,6	37,7	
DV25	0-10														49,0	21,8
	10-20														74,9	27,2
DV26	0-10	31,2	1,3	11,4	20,7	1,3	2,5	0,1	0,1	1,4	3,7	8,2	0,1	14,7	35,7	
	10-20	40,4	1,5	11,5	18,8	1,0	2,3	0,1	0,1	1,1	2,9	7,2	0,1	2,3	26,9	
DV27	0-10														9,9	36,4
	10-20														5,3	42,7
DV28	0-10														22,7	32,2
	10-20														6,0	29,6
DV29	0-10														43,4	32,7
	10-20														61,6	16,8



### 12.2.2 Stikstof en fosfaat

#### *Benderse. Benderseberg en Flik*

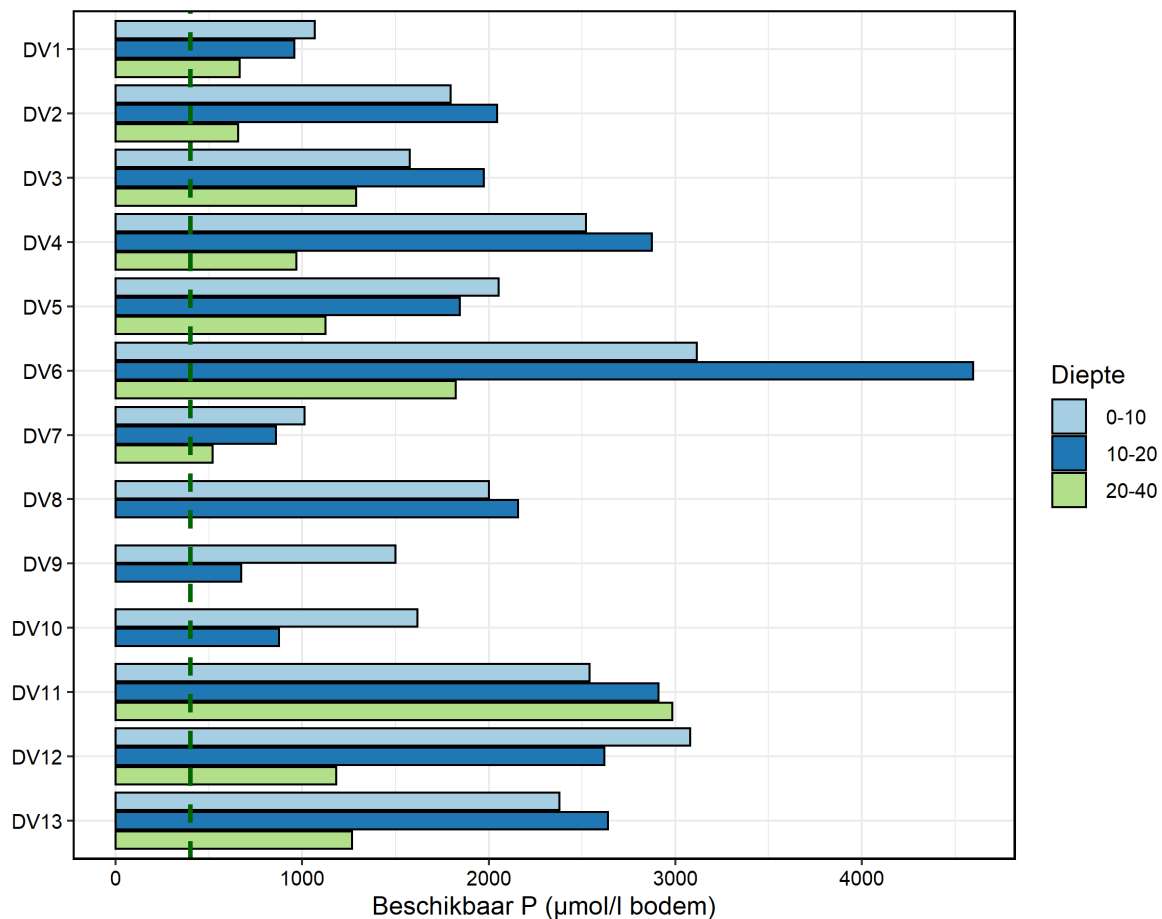
In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden nitraat- en ammoniumconcentraties lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. In het voormalige landbouwperceel Benderse werd alleen op DV7 een voldoende lage nitraatconcentratie gemeten met 182  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Met name op DV2, 3, 4 en 5 waren de nitraatconcentraties duidelijk verhoogd, tot wel 940  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DV4 (Tabel 12.1 en Figuur 12.7). Op DV2 werd ook een zeer hoge ammoniumconcentratie gemeten ( $>3000\mu\text{mol/l}$  bodem, Figuur 12.7 en tabel 12.1) in de 0-10 cm bodemlaag, maar in de bodemlaag daaronder was de ammoniumconcentratie nog slechts 59  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook op DV6 werd een duidelijk verhoogde ammoniumconcentratie gemeten met 587  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en op DV1 was de ammoniumconcentratie in de 0-10 cm bodemlaag met 213  $\mu\text{mol/l}$  bodem ook iets te hoog. DV7 viel wederom op door de lage ammoniumconcentratie in de 0-10 cm bodemlaag met slechts 59  $\mu\text{mol/l}$  bodem, hoewel hier in de 10-20 cm bodemlaag wel veel ammonium werd gemeten met 742  $\mu\text{mol/l}$  bodem (tabel 12.1). Ook op de Benderse berg werden opvallend hoge nitraatconcentraties gemeten in de 0-10 cm bodemlaag, variërend van 290 op DV10 tot 464  $\mu\text{mol/l}$  bodem op DV8. Op DV8 werden hier lage ammoniumconcentraties gemeten ( $<80 \mu\text{mol/l}$  bodem), maar ook iets verhoogde ammoniumconcentraties op DV 9 en 10 (227 en 298  $\mu\text{mol/l}$  bodem).

Op Flik werden in de bovenste 20 cm iets verhoogde nitraatconcentraties gemeten op DV11 en 12 (533 en 337  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag), maar slechts 146  $\mu\text{mol/l}$  bodem op de Veldrusgroeiplaats DV13. Op alle drie de locaties werd in de 0-10 cm bodemlaag iets te veel ammonium gemeten met concentraties tussen de 200 en 321  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Figuur 12.7 en tabel 12.1).

De gemeten beschikbare fosfaatconcentraties in de 0-10 cm bodemlaag waren op alle bemonsterde locaties (Benderse, Benderse berg en Flik) veel te hoog voor heischraal grasland, en bleven vaak ook hoog tot op grote diepte (Figuur 12.8). In het landbouwperceel Benderse is afgraven van 20 cm alleen op DV1 en 2 een optie, ook de totale-P concentraties zijn op deze diepte duidelijk lager (tabel 12.1). Op de soortenrijke locatie DV7 was de Olsen-P concentratie in de toplaag met 1013  $\mu\text{mol/l}$  niet extreem hoog, en ook op 10-20 cm was de Olsen-P concentratie al redelijk met 858  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Gecombineerd met de lage stikstof- en kaliumconcentratie speelt hier waarschijnlijk N en/of K-limitatie, waardoor de vegetatie niet verruigd. Ook de vrij-beschikbare  $\text{PO}_4$ -concentratie was hier laag met 0,8  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Dit is echter geen stabiele situatie, als de N-concentratie door depositie toeneemt kan de vegetatie gaan verruigen. Ook de locaties op de Benderse berg waren nog verrassend P-rijk, met concentraties in de 0-10 cm bodemlaag tussen de 1501 en 2000  $\mu\text{mol/l}$  bodem, veel te hoog voor heischraal grasland. Ook in de 10-20 cm bodemlaag waren de Olsen-P concentraties nog te hoog, en de totaal-P concentratie gemeten op DV8 was in zowel de 0-10 cm als 10-20 cm bodemlaag hoog met 7,7 en 7,2 mmol/l bodem. Bij Flik was met name DV11 zeer rijk aan fosfaat, zowel Olsen-P was hier hoog ( $>2500 \mu\text{mol/l}$  bodem) als de vrij beschikbare P-concentraties ( $>30 \mu\text{mol/l}$  bodem). Ook de totaal-P concentraties waren hier hoog, rond de 8 in het gehele diepteprofiel. Ook DV12 was zeer P-rijk, met meer dan 3000  $\mu\text{mol}$  Olsen-P in de 0-10 cm bodemlaag en 12 mmol totaal-P/l bodem. Hier waren de vrij beschikbare P-concentraties echter lager dan op DV11, met 9,9  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de toplaag, afnemend in de diepte tot 1 op 20-40 cm onder maaiveld. De totaal-P concentratie was pas op 20-40 cm diepte duidelijk lager met 3,8 mmol/l bodem, maar dit is nog steeds redelijk hoog voor schrale natuurdoeltypen. Op de Veldruslocatie DV13 was de Olsen-P concentratie ook sterk verhoogd met 2379  $\mu\text{mol/l}$  bodem, maar de vrij beschikbare P-concentraties waren lager met 5  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Toch was ook deze locatie sterk met fosfaat verrijkt.



Figuur 12.7. Nitraat- (bovenste) en ammoniumconcentratie (onderste) gemeten in de 0-10 cm bodemlaag.



Figuur 12.8. Beschikbare fosfaatconcentraties (Olsen-P) in  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De rode lijn geeft de maximale concentratie gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden (Tabel 2.1).

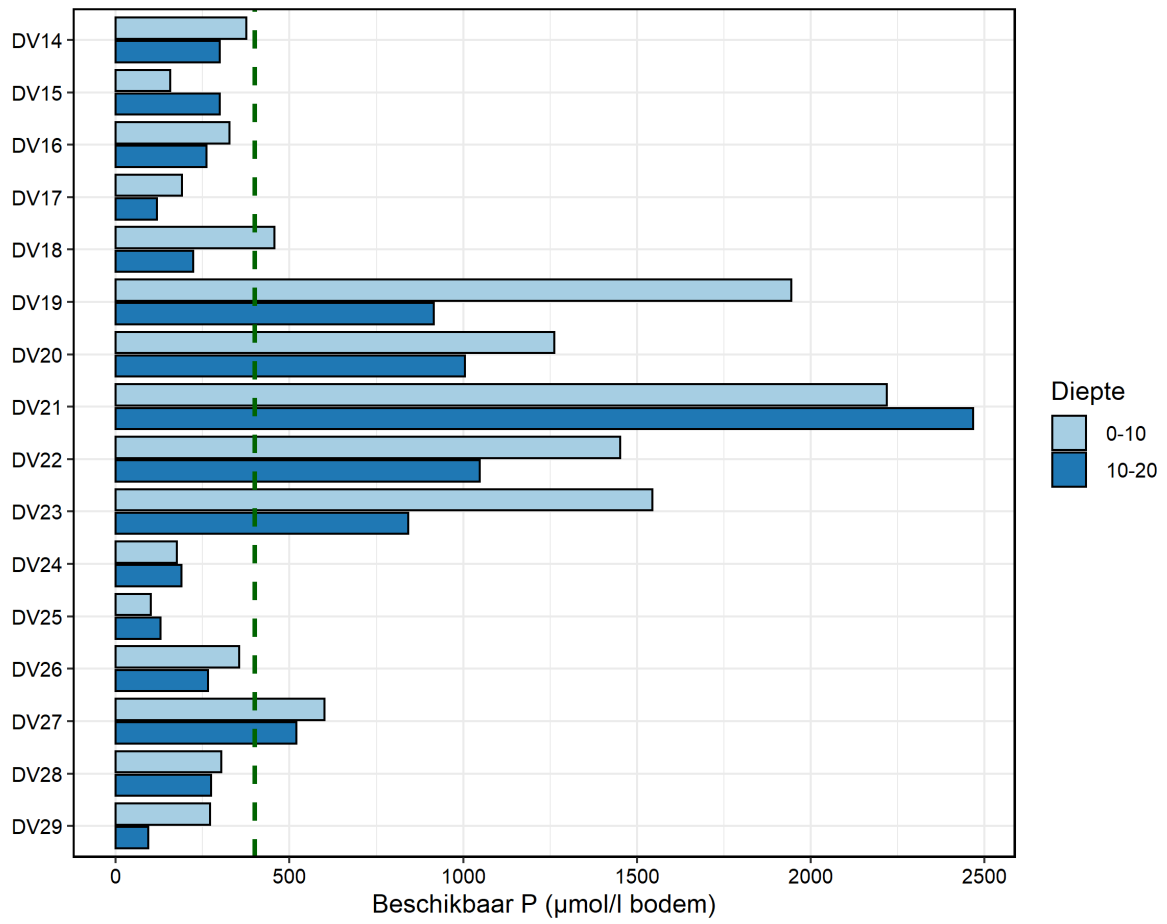
#### Davidshoeve, langs de weg en Hoogeveensedijk

In het voormalige landbouwperceel Davidshoeve werden op DV19 tm 21 licht verhoogde nitraatconcentraties gemeten ( $<500 \mu\text{mol/l}$  bodem) en voldoende lage ammoniumconcentraties in de 0-10 cm bodemlaag (Tabel 12.2 en Figuur 12.9). In de percelen zonder landbouwgeschiedenis (Davidshoeve-weg en Hoogeveensedijk) werden lage tot zeer lage nitraatconcentraties gemeten. Uitzondering was DV28 waar  $284 \mu\text{mol}$  nitraat/l bodem werd gemeten in de 0-10 cm bodemlaag.

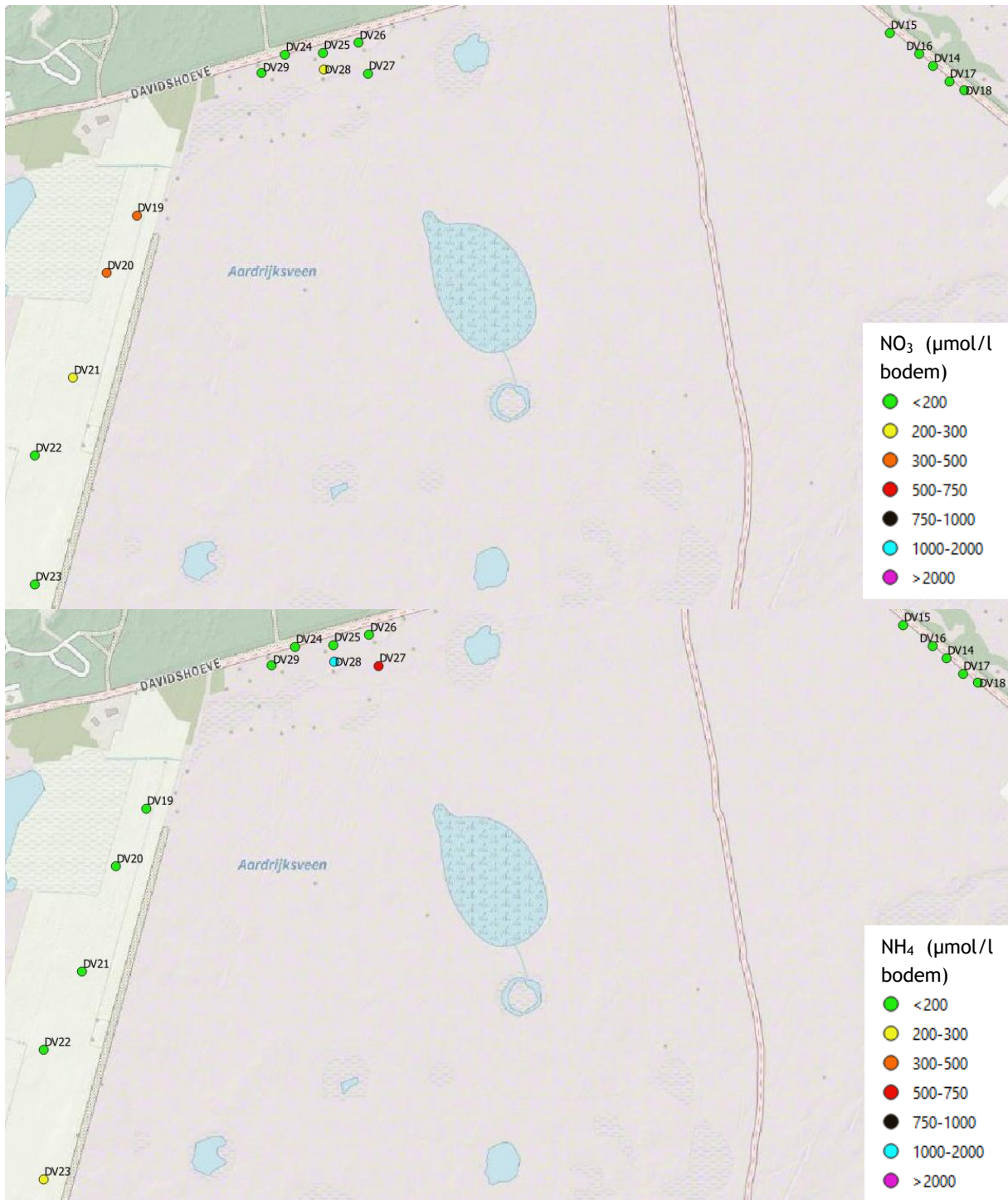
In de locaties langs de Hoogeveensedijk-Achter 't Zaad werden lage ammoniumconcentraties gemeten ( $<80 \mu\text{mol/l}$  bodem, tabel 12.2 en Figuur 12.9). Op de locatie langs de Davidshoeve-weg werden op DV 27 en 28 opvallend hoge ammoniumconcentraties gemeten,  $694$  en  $1111 \mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag, en ook in de 10-20 cm bodemlaag bleven de ammoniumconcentraties verhoogd) concentraties rond de  $300 \mu\text{mol/l}$  bodem).

Wat fosfaat betreft was het landbouwkundige verleden van het perceel bij de Davidsplassen duidelijk zichtbaar (Figuur 12.10). Hier werd zowel in de 0-10 cm bodemlaag als in de laag daaronder veel te veel voor planten beschikbaar fosfaat gemeten met concentraties boven de  $1000 \mu\text{mol/l}$  bodem. Op DV19 en DV23 nam de Olsen-P concentratie duidelijk af in de 10-20 cm bodemlaag, maar de concentraties bleven te hoog voor heischraal grasland.

Langs de Davidshoeve-weg viel DV27 op met een iets verhoogde Olsen-P concentratie ( $601 \mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm laag en  $521 \mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag). Deze locatie is dus rijk aan zowel ammonium als fosfaat. Op de overige monsterpunten waren de voor planten beschikbare fosfaatconcentraties voldoende laag voor heischraal grasland.



Figuur 12.10. Beschikbare P-concentraties gemeten als Olsen-P.



Figuur 12.9. Nitraat- (bovenste) en ammoniumconcentratie (onderste) gemeten in de 0-10 cm bodemlaag

### 12.3 Conclusies en aanbevelingen Dwingelderveld

#### *Benderse*

Het landbouwkundig verleden van de locatie was duidelijk zichtbaar. Wat pH en Ca-beschikbaarheid betreft werden hier geen knelpunten voor ontwikkeling richting heischraal grasland geconstateerd (Tabel 12.3). Wel was de basenverzadiging wat aan de lage kant, uitgezonderd DV 1. Voedselrijkdom is hier het grootste potentiële knelpunt. Opvallend waren de hoge NO<sub>3</sub>-concentraties, die in ieder geval tot 20 cm onder maaiveld verhoogd waren op locatie 1 tm 6. Op DV2 en 6 werden in de toplaag ook (sterk) verhoogde ammoniumconcentraties gemeten.

De beschikbare P-concentratie (Olsen-P) gemeten in de toplaag (0-10 cm) was op alle locaties hoger dan 1000 µmol/l bodem. De meest soortenrijke locatie DV7 was het minst verrijkt met 1013 µmol/l bodem, en ook op DV1 werd rond de 1000 µmol Olsen-P /l bodem gemeten. Op de overige locaties waren de Olsen-P concentraties echt sterk verhoogd, en bleven dat ook in de diepte. Ook de totaal-P concentraties waren in de bouwvoor duidelijk verhoogd, maar niet zeer hoog waardoor verwacht wordt dat met maaien en afvoeren op termijn voldoende verschaald kan worden. Daarnaast waren ook de vrij beschikbare P concentraties behoorlijk laag, alleen op DV2 waren zowel NH<sub>4</sub>, Olsen-P, als totaal-P als vrij-P aan de hoge kant en zou kunnen overwogen worden 20 cm af te graven.

De bodem is verrijkt met NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> en Olsen-P, een erfenis uit het landbouwkundig verleden. Overwogen kan worden om de bouwvoor te verwijderen (0-25 cm). Maar gezien de vrij lage Totaal-P en vrije-P concentraties kan ook verder worden verschaald door maaien en afvoeren, en is afgraven niet direct noodzakelijk. Zeker als het lukt om de beschikbare N-concentratie te verlagen. De iets te hoge voedselrijkdom kan ook de oorzaak zijn voor het dichtgroeien en vervilten van de zode, dit kan worden tegengegaan door intensiever te maaien (bijvoorbeeld twee keer per jaar). De zode kan ook (lokaal) opengemaakt worden (afschrapen), waardoor er weer open bodem ontstaat waar de vegetatieontwikkeling gestimuleerd kan worden door inbreng van soorten, zoals rond DV7 ook succesvol gebleken is. Het toedienen van een kalkgift om de basenverzadiging wat te verhogen na openmaken van de zode is raadzaam (2 ton/ha). Dit advies geldt ook in de situatie waar wordt gekozen voor het afvoeren van de bouwvoor.

#### *Benderse berg*

Op de Benderse berg was zowel de basenverzadiging te laag als de voedselrijkdom (nitraat en Olsen-P) te hoog (Tabel 12.3). Met name op DV8 was de beschikbare calciumconcentratie veel te laag voor heischraal graslandontwikkeling. Afgraven om de voedselrijkdom te verlagen is een optie, maar dan zal waarschijnlijk dieper dan 20 cm ontgrond moeten worden (geen gegevens van beschikbaar), aangezien de voedselrijkdom in de 10-20 cm bodemlaag nog steeds te hoog was voor heischraal graslandontwikkeling. Een andere optie is om hier te blijven verschrallen (maaien en afvoeren), en een kalkgift van 2 ton dolokal/ha op te brengen om de basenverzadiging op te laden. Ook een heideakkertje behoort hier tot de mogelijkheden.

#### *Huisje van Flik*

De bemonsterde locaties bij het huisje van Flik waren (ruim) voldoende gebufferd, waarbij DV11 en 12 bekalkt leken (tabel 12.3). Op de vochtigere plek DV13 was de bodembuffering in het hele profiel hoog, waarschijnlijk als gevolg van licht gebufferd grondwater. Op DV11 en 12 werden iets verhoogde nitraatconcentraties gemeten tot 20 cm onder maaiveld, en ook de ammoniumconcentraties waren met waardes rond de 200 µmol/l bodem niet laag, maar ook niet zorgwekkend hoog. Ook hier was de beschikbare-P concentratie het grootste knelpunt, met concentraties in de 0-10 cm bodemlaag richting de 2000 µmol/l bodem of hoger. De Olsen-P concentraties namen maar weinig af in de diepte, waardoor afgraven geen optie is. Voor deze locatie wordt geadviseerd om te blijven maaien & afvoeren om de bodem verder te verschrallen, of in te zetten op een andere doelvegetatie,

bijvoorbeeld bloemrijk grasland. Ook een kruidenrijke akker is een mogelijkheid, en past bij de historie van de locatie.

Tabel 12.3. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Naam	Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
				$\mu\text{mol/l bodem}$	mol/mol	$\mu\text{mol/l bodem}$				
Doel	H6230		>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
Benderse	DV1	0-10	4,4	11509	0,02	374	213	1068	1,0	70
		10-20	4,1	12242	0,04	413	60	958	1,3	65
		20-40	4,0	8592	0,1	203	30	665	0,8	44
	DV2	0-10	4,2	3026	0,2	668	3525	1796	3,6	16
		10-20	4,1	7436	0,1	365	59	2045	1,7	40
		20-40	4,2	3949	0,3	161	18	656	0,5	27
	DV3	0-10	4,1	3013	0,3	656	67	1577	1,1	31
		10-20	4,3	3879	0,2	280	110	1973	1,2	36
		20-40	4,3	4271	0,1	217	14	1289	0,6	40
	DV4	0-10	3,9	1957	0,9	940	69	2521	1,5	17
		10-20	4,1	3265	0,4	378	44	2875	1,5	26
		20-40	4,1	5903	0,3	289	10	969	0,5	31
	DV5	0-10	3,9	2609	0,5	692	130	2053	1,1	24
		10-20	4,2	4254	0,2	457	46	1846	0,9	38
		20-40	4,3	4991	0,1	380	69	1126	0,4	47
	DV6	0-10	4,1	3586	0,2	306	587	3116	3,1	34
		10-20	4,5	6037	0,1	360	327	4595	0,6	56
		20-40	4,8	4365	0,04	331	112	1822	2,7	66
	DV7	0-10	4,0	4710	0,1	182	59	1013	0,8	36
		10-20	4,0	4077	0,2	203	742	858	0,5	34
		20-40	4,1	2769	0,4	216	95	519	0,0	27
Benderse berg	DV8	0-10	3,7	683	2,5	464	79	2000	1,7	8
		10-20	3,9	467	3,9	269	57	2158	0,6	4
	DV9	0-10	3,6	3559	0,3	301	227	1501	3,2	28
		10-20	3,8	6911	0,2	168	51	673	0,9	34
DV10	0-10	3,7	2545	0,5	290	298	1619	2,1	18	
	10-20	4,0	7104	0,2	279	163	875	0,5	30	
Flik	DV11	0-10	4,3	6685	0,01	533	209	2540	29,7	60
		10-20	4,3	2975	0,1	206	89	2910	24,1	46
		20-40	4,3	1219	0,2	99	45	2983	44,3	28
	DV12	0-10	4,3	3850	0,03	337	213	3078	9,9	50
		10-20	4,4	1713	0,2	243	34	2619	2,1	34
		20-40	4,5	1746	0,2	161	69	1183	1,0	36
	DV13	0-10	4,3	5254	0,05	146	321	2379	5,2	47
10-20		4,5	3898	0,1	34	65	2640	3,5	50	
20-40		4,7	5743	0,03	63	83	1268	1,4	61	

#### Davidshoeve

Op locatie DV19 en 20 was de bodembuffering voldoende voor heischraal graslandontwikkeling, grootste knelpunt op deze locaties was de te hoge Olsen-P concentratie, die wel afnam in de 10-20 cm bodemlaag, maar nog steeds te hoog was voor heischraal graslandontwikkeling (Tabel 12.4). Ook werden hier licht verhoogde nitraatconcentraties gemeten. Voor deze locaties wordt geadviseerd om te verschrallen door maaien & afvoeren, of door 10 cm van de bodem af te voeren waarna er Olsen-P concentraties lager dan  $1000\mu\text{mol/l}$  bodem ontstaan. Op DV 20 komt dan een ammoniumrijke bodemlaag vrij te liggen, mogelijk is het hier nodig dieper af te graven, maar dan is aanvullend

bodemonderzoek nodig. Op de locaties DV21-23 waren de beschikbare calciumconcentratie en basenverzadiging te laag, en de Olsen-P concentraties te hoog. Ook hier nam de Olsen-P concentratie wel wat af in de diepte, maar nog onvoldoende voor heischraal graslandontwikkeling. Voor deze locatie wordt geadviseerd te bekalken (2 ton dolomietenkalk/ha), en verder te vershralen door maaien & afvoeren. Ook kan worden gekozen om in te zetten op een andere doelvegetatie, bijvoorbeeld bloemrijk grasland. Ook een kruidenrijke akker is een mogelijkheid, en past bij de historie van de locatie.

Tabel 12.3. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Naam	Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
				$\mu\text{mol/l bodem}$	mol/mol	$\mu\text{mol/l bodem}$				
	Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
Hoogeveensedijk	DV14	0-10	3,6	851	1,7	4	38	376	0,3	15
		10-20	3,8	722	2,4	2	21	299	0,1	7
	DV15	0-10	3,6	2000	0,5	3	20	157	0,0	23
		10-20	3,8	124	19,0	3	14	300	0,0	7
	DV16	0-10	3,5	1160	1,5	20	32	328	0,7	12
		10-20	3,9	115	16,1	9	39	262	0,5	1
	DV17	0-10	3,8	769	1,6	4	21	191	0,0	7
		10-20	4,2	82	14,3	5	22	119	0,0	1
	DV18	0-10	3,3	3657	0,2	4	79	456	1,0	24
		10-20	3,9	768	1,8	5	43	223	0,1	9
Davidshoeve	DV19	0-10	3,8	4311	0,1	326	87	1944	2,1	34
		10-20	4,2	7773	0,1	219	61	915	0,0	45
	DV20	0-10	3,8	6885	0,1	491	65	1263	0,8	41
		10-20	3,9	6745	0,1	252	870	1005	0,7	43
	DV21	0-10	3,9	609	3,1	239	40	2219	1,9	6
		10-20	4,1	380	4,0	203	46	2467	1,4	5
	DV22	0-10	4,2	1086	1,2	187	95	1452	0,3	11
		10-20	4,2	1775	0,6	108	30	1048	0,4	18
	DV23	0-10	3,6	1185	1,6	111	214	1544	2,9	9
		10-20	4,0	893	2,1	201	70	842	1,0	7
Davidshoeve-weg	DV24	0-10	3,9	896	1,9	5	20	176	0,0	9
		10-20	3,9	1446	0,7	5	22	189	0,0	34
	DV25	0-10	4,6	2952	0,03	5	24	101	0,2	49
		10-20	4,9	4391	0,01	5	12	129	0,3	75
	DV26	0-10	3,3	411	3,8	6	141	355	0,8	15
		10-20	3,8	60	30,6	3	65	266	0,3	2
	DV27	0-10	3,8	1075	1,4	18	694	601	0,3	10
		10-20	4,0	978	1,5	120	329	521	0,2	5
	DV28	0-10	3,5	1952	0,4	284	1111	304	0,6	23
		10-20	3,8	347	4,1	114	304	274	0,1	6
DV29	0-10	4,2	3044	0,2	4	18	272	0,0	43	
	10-20	4,7	2968	0,04	6	21	93	0,0	62	

#### Davidshoeve-weg

Op DV24, 25 en 29 groeit nog Valkruid, waarbij DV25 en DV29 in 2009 werden geplagd en bekalkt. Dat was nog goed zichtbaar in de bodembuffering, die op DV25 en DV29 goed paste bij heischrale graslanden. Op de overige locaties was de bodembuffering te laag, ook op DV24. Voor deze locaties wordt geadviseerd te bekalken (2 ton dolokal/ha). Daarnaast werden op DV27 en DV28 veel te hoge ammoniumconcentraties gemeten, en was DV27 ook verrijkt met fosfaat met Olsen-P concentraties boven de 500  $\mu\text{mol/l bodem}$ . Voor deze twee plekken wordt geadviseerd in ieder geval 10 cm af te



plaggen en te bekalken om de meeste voedingsstoffen te verwijderen. Inbrengen van soorten zoals valkruid na plaggen kan de vegetatieontwikkeling sterk stimuleren, en de nog aanwezige valkruidpopulaties versterken.

#### *Hoogeveensedijk*

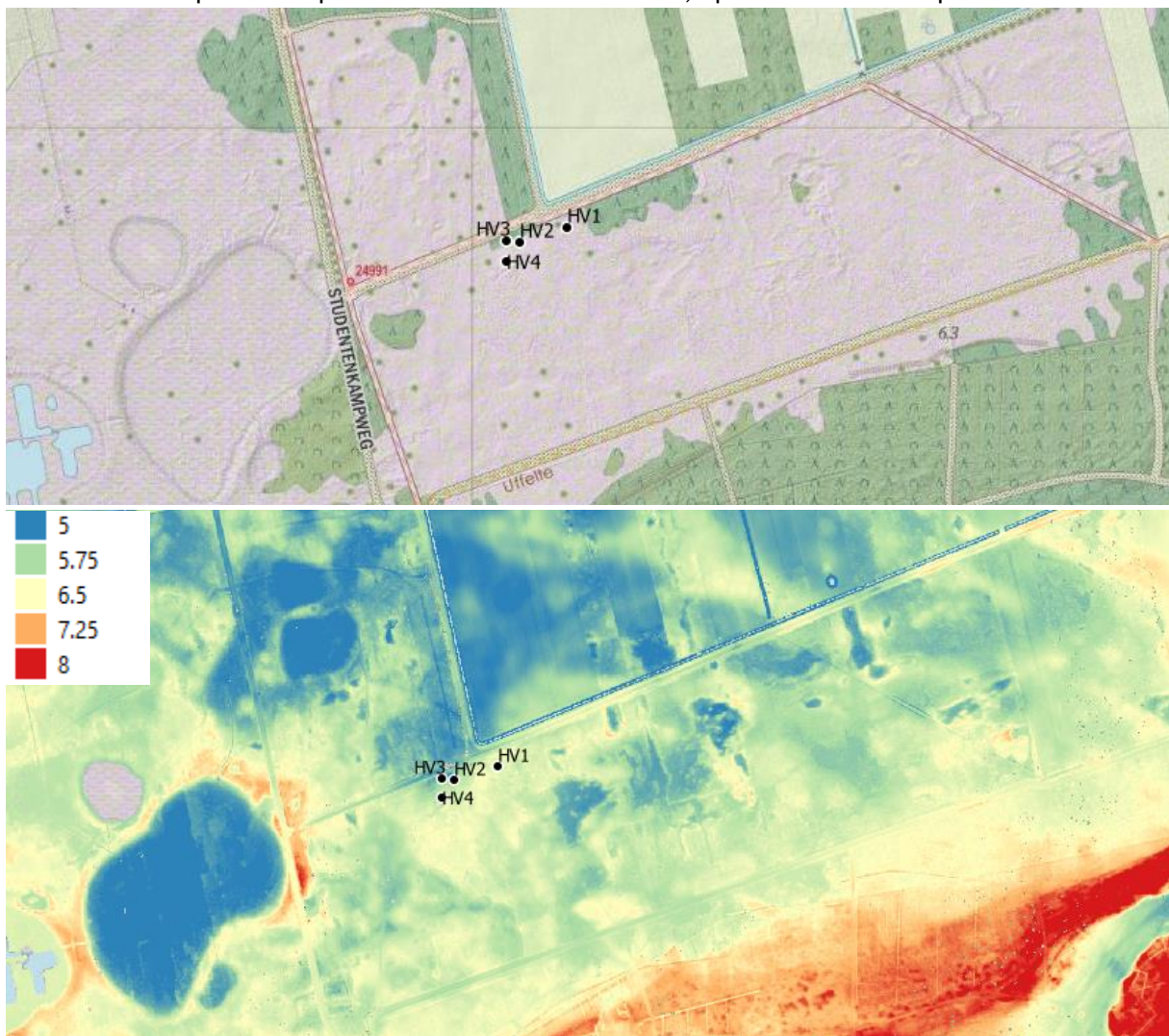
Wat voedselrijkdom betreft waren alle bemonsterde punten voldoende arm aan NH<sub>4</sub> en Olsen-P. Het afplaggen of ontgronden van locaties is daarmee niet noodzakelijk. Wel valt op dat de beschikbaarheid van calcium op alle locaties (veel) te laag is voor heischrale graslandsoorten, met uitzondering van DV18. Ook de Al/Ca-ratio was op bijna alle plekken te hoog. Op DV16 werd een opvallend hoge beschikbare kaliumconcentratie gemeten (2289 µmol/l bodem). Op deze locatie is de voedselrijkdom van de bodem GEEN knelpunt. Op basis van de lage beschikbare Ca-concentratie en de te hoge Al/Ca-ratio wordt geadviseerd te bekalken met 2 ton dolokal/ha. Op locatie DV 15 en DV18 zou 1,5 ton/ha mogelijk ook voldoen. Bij een zeer dichte zode, en de wens snel tot ontwikkeling richting heischraal grasland te komen, kan overwogen eerst de zode te openen, vervolgens te bekalken en daarna maaisel van een goede donorlocatie op te brengen, of soorten in te brengen via zaad.



## 13 Holtingerveld

### 13.1 Algemene beschrijving

In het Holtingerveld werden voor Natuurmonumenten enkele locaties in het noorden bemonsterd en in het zuiden. De noordelijke locaties (Figuur 13.1, HV 1 tm 4) waren gelegen in oude heide. HV1 werd genomen in soortenarme Kraaiheide met wat Dophei, Pijpenstrootje en Grijs kronkelsteeltje. HV2 werd in de jaren '90 van de vorige eeuw geplagd en bekalkt, de vegetatie bestond hier uit Struikhei, Dophei, Echt klauwtjesmos en Grijs kronkelsteeltje. HV3 werd op een plek genomen waar Grove den is verwijderd (minerale zand is hier bemonsterd), er was hier nog nauwelijks vegetatie aanwezig (3% bedekking), en HV4 bevond zich in een met pijpenstro vergrast, niet geplagd deel van de heide (Foto 13.1) (Zie Bijlage 3 voor de vegetatieopnames). De heide werd begraasd door runderen. Overall werden op twee dieptes bodemonsters verzameld, op 0-10 cm -mv en op 10-20 cm -mv.



Figuur 13.1. Monsterlocaties in het noorden van het Holtingerveld. Open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK)

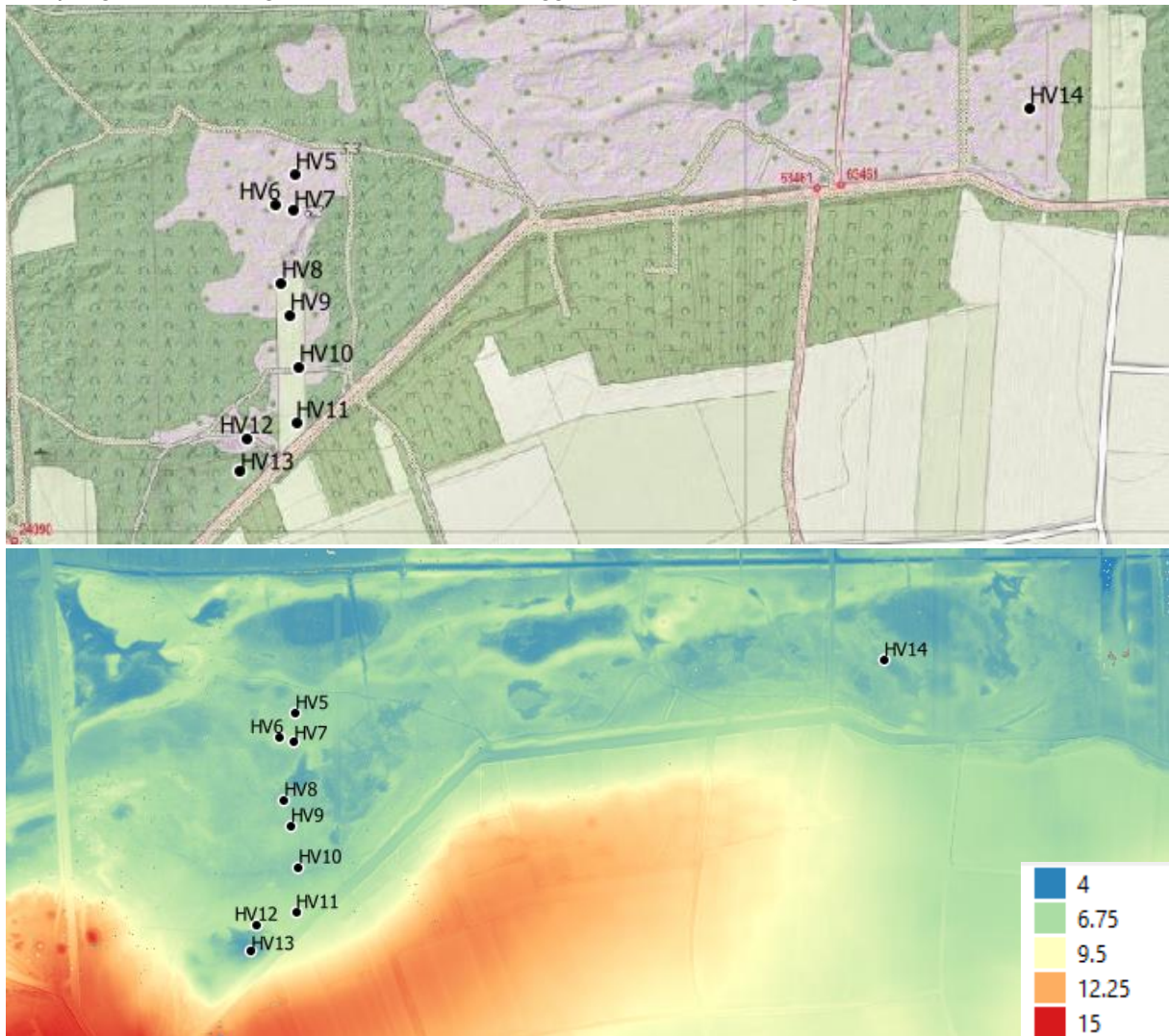


*Foto 13.1. Bemonsterde locaties in het noordelijke deel van het Holtingerveld, Met de klok mee vanaf linksboven HV1 in oude heide, HV2 op een oude plagstrook, HV3 in gekapt deel en HV4 in een door pijpenstrootje gedomineerd stuk.*

In het zuidelijke deel van het Holtingerveld (HV 5 tm 14, Figuur 13.2) werd steeds op één diepte bodem verzameld (0-10 cm -mv). HV5 en HV7 waren gelegen in een oude ontginning, gedomineerd door Struikhei en Pijpenstrootje met Echte klauwtjesmos, Pilzegge, Genaald schapengras, en Gewoon gaffeltandmos waarbij de vraag van Natuurmonumenten is of hier geplagd moet worden om de kansen op ontwikkeling richting heischraal grasland te vergroten. Het betreft een voormalig defensieterrein dat ca. drie jaar in eigendom van NM is. HV6 is een groeiplek van Valkruid, Tandjesgras en Liggend walstroo. Hier is in het verleden geplagd en bekalkt en zijn zaden uit het Dwingelderveld ingebracht. Het terrein is sterk aan het vervilten en vermossen met o.a. Grijs kronkelsteeltje en Echte klauwtjesmos (Zie Bijlage 3 voor de volledige opnames).

HV8 tm 11 zijn gelegen in oud grasland, gedomineerd door Pijpenstrootje, plan is om op HV 9 en 10 ondiep te plaggen, en HV 8 en 11 te verschrallen middels maaien. HV12 was gelegen op een met

struikhei begroeide flank en HV 13 op een lagergelegen deel waar recent bos is gekapt. Strooisel en stobben worden nog verwijderd, dus het minerale zand is bemonsterd. Als laatste is HV 14 bemonsterd, wat verder naar het oosten gelegen, een open plek in verboste oude heide met veel mierrenbulten en reliëf. De vegetatie werd gedomineerd door Struikhei, Echte klauwtjesmos, Genaald schapengras, Gewoon gaffeltandmos en ook Liggend Walstroo werd genoteerd.



Figuur 13.2. Monsterlocaties in het zuiden van het Holtingerveld. Open topo kaart en AHN kaart (legenda in m t.o.v. NAP) met de monsterpunten (achtergronden uit PDOK)



Foto 13.2. HV 5 (linksboven) en HV9 (rechtsboven), HV12 (linksonder) en HV 13 (rechtsonder).

## 13.2 Resultaten

### 13.2.1 Bodemopbouw en bodembuffering

Het organische stofgehalte van de bemonsterde bodems in het Holtingerveld varieerde sterk. De toplaag van de niet geplagde oude heide op HV 1 was zeer organisch met bijna 60% organische stof, in de oude plagstrook op HV 2 was het organische stof percentage 10% en op HV4, in het pijpenstro 9%. Verder viel op dat het organische stofgehalte in de toplaag van HV3, de geplagde zone waar onder het strooisel werd bemonsterd, 10% organische stof bevatte, maar de bodemlaag daaronder (10-20 cm) maar liefst 24%.

In het zuidelijke deel varieerde het organische stof percentage in de grasland-delen HV 5 tm 11 tussen de 6 en 10%, op de helling van HV 12 was het organische stof percentage slechts 2%. Onder het gekapte bos was het organische stofpercentage 7% (HV 13), en in de open plek in het bos op HV 14 werd 3 % organische stof gemeten (Tabel 13.1).

Tabel 13.1. Bodemchemische gegevens Holtingerveld. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehaltes na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout											P	Al/Ca ratio	
		MV kg droog/liter v	OS (%)	Olsen-P umol/l bodem	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg			Mn
HV1	0-10	0,39	59,2	190	2,490	79	3091	980	4381	2	1149	3434	21	2,6	0,2
	10-20	0,91	8,0	108	2,760	34	810	587	1381	3	430	999	7	2,4	0,4
HV2	0-10	0,78	9,7	279	2,970	4	387	1927	604	6	417	735	14	1,0	3,2
	10-20	0,98	7,6	188	3,220	3	236	3556	269	3	261	289	8	0,7	13,2
HV3	0-10	0,94	9,7	525	2,930	57	287	2525	646	9	424	379	3	3,0	3,9
	10-20	0,68	23,9	336	2,920	73	307	4971	388	7	304	279	3	1,8	12,8
HV4	0-10	0,89	8,8	572	3,110	75	512	1448	871	2	324	467	6	2,5	1,7
	10-20	0,81	8,7	247	3,170	54	374	2538	564	6	338	263	4	1,7	4,5
HV5	0-10	0,85	7,3	1083	3,310	142	95	1241	1492	2	166	337	5	2,6	0,8
HV6	0-10	0,89	7,0	591	3,690	38	186	1509	4312	4	229	1384	2	0,7	0,3
HV7	0-10	0,96	5,9	2504	3,400	156	84	2063	339	4	168	235	8	7,0	6,1
HV8	0-10	0,90	8,0	3412	3,360	736	334	1884	1288	6	245	912	115	32,4	1,5
HV9	0-10	0,90	9,6	3196	3,220	218	57	2237	477	6	185	143	45	58,7	4,7
HV10	0-10	1,11	5,5	3392	3,660	431	113	2060	919	5	236	268	146	4,5	2,2
HV11	0-10	1,06	5,7	3112	3,870	374	126	1715	1751	4	181	240	123	2,4	1,0
HV12	0-10	1,26	1,8	240	4,420	5	29	464	102	4	270	61	1	0,0	4,5
HV13	0-10	1,12	6,8	1052	3,850	44	242	2704	199	17	520	173	13	1,1	13,6
HV14	0-10	1,14	2,6	580	3,390	76	53	2131	122	11	229	108	4	3,2	17,5

Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l
HV1	0-10	16,4	8,4	22,0	3,6	0,6	3,1	0,0	0,0	1,2	11,8	0,9	0,2	25,5	80,7
	10-20	10,2	4,0	11,0	1,7	0,1	1,5	0,0	0,1	0,6	3,9	2,1	0,1	13,6	47,8
HV2	0-10													5,8	40,7
	10-20													1,7	58,1
HV3	0-10													5,2	50,1
	10-20													2,3	86,1
HV4	0-10													14,3	38,5
	10-20													3,8	52,5
HV5	0-10	25,7	4,2	10,3	8,1	0,5	1,3	0,2	0,1	3,4	4,5	5,4	0,1	14,8	35,8
HV6	0-10	75,4	1,6	9,6	36,3	0,9	2,0	0,0	0,1	2,4	3,5	7,5	0,1	16,4	47,9
HV7	0-10													5,4	41,2
HV8	0-10													16,9	39,9
HV9	0-10	35,3	1,5	10,4	16,5	0,6	1,4	0,3	0,1	6,6	5,2	7,0	0,1	4,8	37,9
HV10	0-10													7,6	35,9
HV11	0-10	75,0	5,8	11,3	50,7	1,4	3,6	1,6	0,1	9,0	4,0	10,1	0,2	14,6	32,9
HV12	0-10	143,4	1,6	13,8	52,3	3,0	9,7	0,2	0,1	2,5	1,0	11,7	0,1	12,1	8,3
HV13	0-10	98,1	1,2	12,0	48,9	1,8	5,1	0,3	0,1	3,8	3,5	9,9	0,1	3,1	39,1
HV14	0-10	44,1	0,9	12,2	18,9	1,6	3,9	0,1	0,1	1,9	3,0	8,8	0,0	2,3	33,6

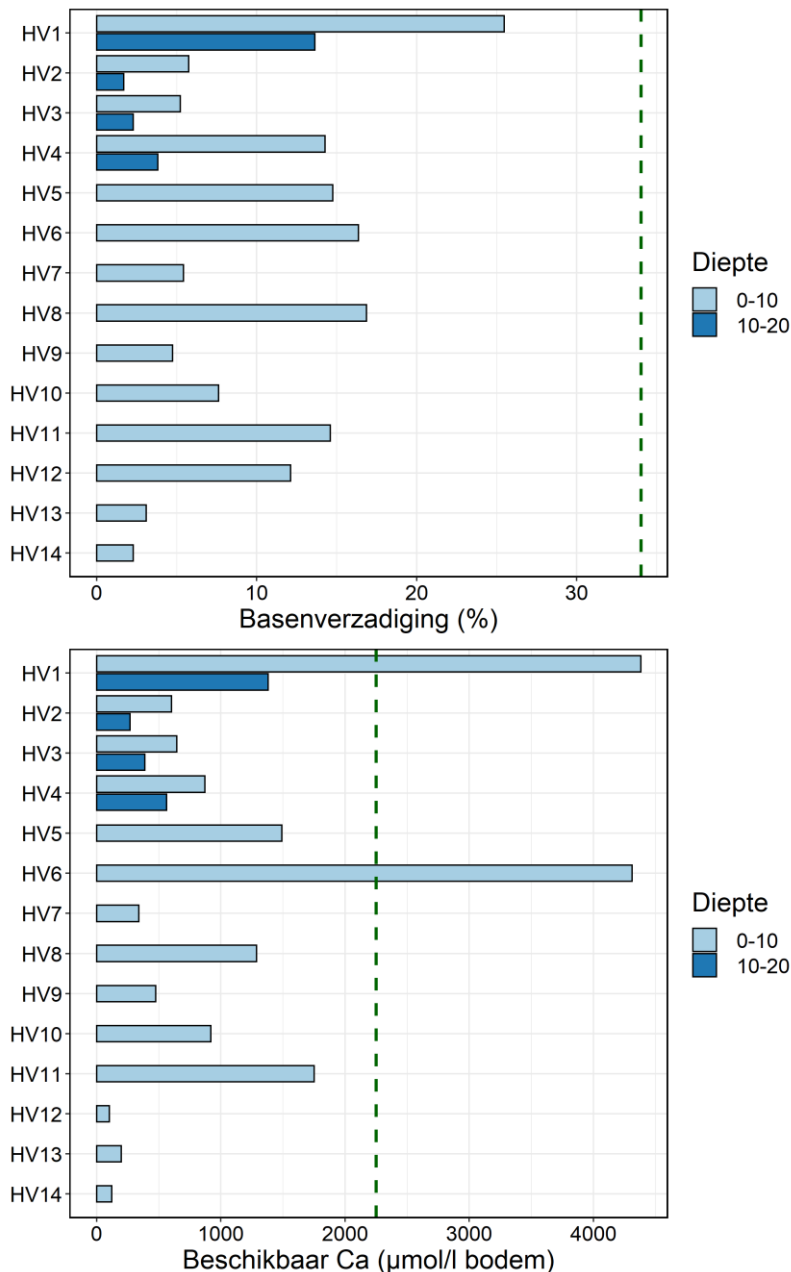
De bodem  $pH_{NaCl}$  in het noordelijke deel varieerde in de toplaag van 2,5 op HV1 tot 3,1 op HV 4. Het plaggen op HV2 is nog zichtbaar in de bodemchemie, vergeleken met HV 1 werd er een CEC gemeten die bijna de lager was. De bodem pH viel in het noordelijke deel nergens binnen de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Wat buffering betreft was de beschikbare calciumconcentratie gemeten op HV1 goed, met 4381  $\mu\text{mol/l}$  bodem, hier werden ook relatief hoge beschikbare kalium- en magnesiumconcentraties gemeten. Op alle andere locaties in dit terreindeel was de beschikbare calciumconcentratie (veel) lager dan gewenst voor heischraal grasland, en ook de beschikbare kalium- en magnesiumconcentraties waren hier laag. Van een bekalking in het verleden was op HV2 geen teken meer te bekennen, met een beschikbare calciumconcentratie van slechts 604  $\mu\text{mol Ca/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag. Ook op HV 3 en 4 werden beschikbare calciumconcentraties lager dan 1000  $\mu\text{mol/l}$  gemeten, veel te laag voor heischraal grasland. Dit was ook terug te zien in de Al/Ca-ratio, die alleen op HV1 voldeed, en op HV 2, 3 en 4 veel te hoog was, variërend van 1,7 in de toplaag op HV4 tot 3,9 op HV3. In de 10-20 cm bodemlaag was de Al/Ca-ratio op deze drie locaties nog veel gunstiger, met verhoudingen die zelfs boven de 12 uitkwamen op HV 2 en 3, en 4,5 op HV4. De gemeten basenverzadiging liet eenzelfde patroon zien, redelijk op HV1 met 26% (0-10 cm) en 14% (10-20 cm), maar nog te laag voor heischraal grasland; en veel te lage percentages in de overige locaties (Tabel 13.1. en Figuur 13.3).

In het zuidelijke deel was de  $pH_{NaCl}$  gemeten in de toplaag voor Nederlandse begrippen best redelijk tot goed (Tabel 13.1). Op HV 6, 10, 11 en 12 voldeden de gemeten waarden aan die gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Op HV6 werd ook een hoge beschikbare calciumconcentratie gemeten van ruim 4000  $\mu\text{mol/l}$  bodem en een gunstige Al/Ca-ratio (0,3) en relatief hoge beschikbare magnesiumconcentratie van 1384  $\mu\text{mol/l}$  bodem, tegen een lage kaliumbeschikbaarheid van 229  $\mu\text{mol/l}$  bodem, een teken dat hier is bekalkt met dolomietenkalk. Deze waarden vallen allen goed binnen de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland, en verklaren waarom hier nog Valkruid groeit. Alleen de basenverzadiging was aan de lage kant met 16%.

Op de overige grasland-locaties (HV 5, 7, 8, 9, 10 en 11) was de beschikbare calciumconcentratie aan de lage kant, waarbij deze op HV7 en HV9 echt veel te laag was voor heischraal grasland met respectievelijk 339 en 477  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook de Al/Ca-ratio was op al deze locaties te hoog, en de basenverzadiging te laag (Tabel 13.1, Figuur 13.3). De beschikbare kalium- en magnesiumconcentraties waren vergelijkbaar met het noordelijke del van het Holtingerveld.

Op HV12 en 13, op de flank van de heuvel en de kapvlakte, was de bodem pH redelijk tot goed, met 3,9 op HV13 en 3.4 op HV 14. Alle andere buffer-parameters waren echter slecht tot zeer slecht voor heischraal graslandontwikkeling, met minder dan 200  $\mu\text{mol}$  beschikbaar Ca/l bodem, Al/Ca-ratio's van meer dan 13 en een basenverzadiging van minder dan 5%.





Figuur 13.3. Basenverzadiging (bovenste) en beschikbaar calciumconcentratie (onderste) gemeten in het Holtingerveld. Groene stippelijn geeft de minimale concentratie/waarde weer gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland (Tabel 2.1).

### 13.2.2 Stikstof en fosfaat

#### Noordelijke deel

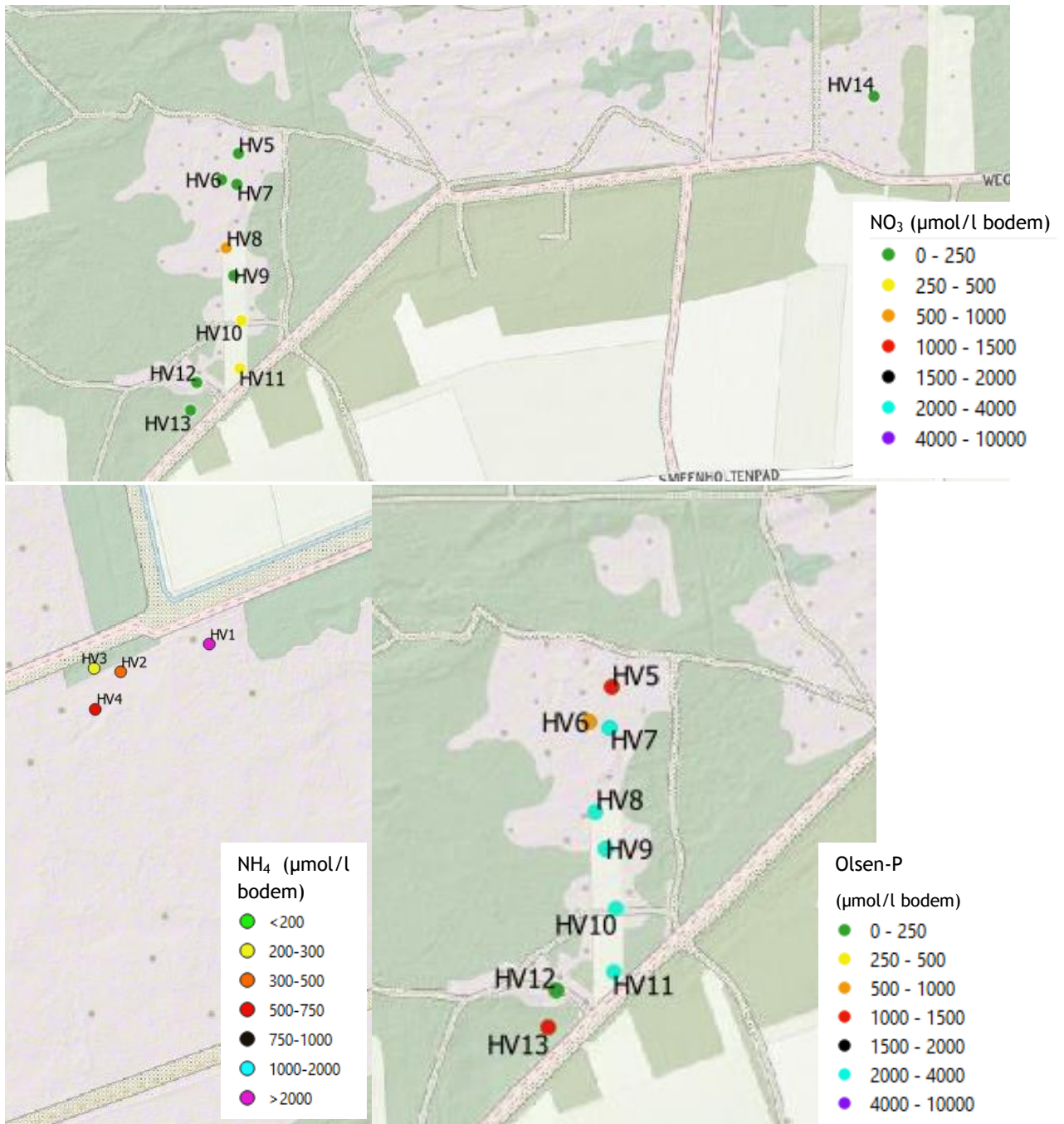
Wat ammonium betreft was de concentratie op HV1 extreem hoog met meer dan 3000 µmol NH<sub>4</sub>/l bodem in de toplaag (Figuur 13.4). In de bodemlaag daaronder was de ammoniumconcentratie al een stuk lager met 810 µmol/l bodem, maar nog steeds te hoog voor heischraal grasland. Op de geplagde locatie HV2 was de ammoniumconcentratie gemeten in de toplaag licht verhoogd met 387 µmol/l bodem, en ook op HV 3 was de ammoniumconcentratie met 287 µmol/l bodem redelijk. Op HV4 werd in de toplaag meer dan 500 µmol NH<sub>4</sub>/l bodem gemeten, dat was echt te hoog voor heischraal grasland. Ook in de 10-20 cm bodemlaag op deze locaties werden iets te hoge ammoniumconcentraties gemeten, maar over het algemeen wel (iets) lager dan in de toplaag (Tabel 13.1).

De beschikbare fosfaatconcentratie was op HV1 voldoende laag voor heischraal grasland met 190  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en ook op HV2 was de bodem voldoende arm aan fosfaat, zowel in de toplaag als de 10-20 cm bodemlaag. OP HV 3 en 4 werden iets hogere Olsen-P concentraties gemeten in de 0-10cm bodemlaag, met 525 en 572  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op beide locaties was de Olsen-P concentratie in de 10-20 cm bodemlaag duidelijk lager. De iets verhoogde  $\text{NH}_4$  en Olsen-P concentratie op HV4 kan de vegassing mogelijk verklaren.

#### *Zuidelijke deel*

In het zuidelijke deel waren de gemeten ammoniumconcentraties op alle locaties nagenoeg geschikt voor heischraal grasland. Op een enkele locatie werd een iets te hoge ammoniumconcentratie gemeten (HV 8 en HV13), maar deze concentraties kwamen niet boven de 350  $\mu\text{mol/l}$  bodem uit (Tabel 13.1). Op HV 8, 10 en 11 werden verhoogde nitraatconcentraties gemeten (Figuur 4.14), met op HV8 zelfs 736  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op deze zuidelijke locaties waren daarnaast de beschikbare fosfaatconcentraties een probleem, met op HV5 1083  $\mu\text{mol/l}$  bodem, HV7 2504  $\mu\text{mol/l}$  bodem en op HV8 tm 11 zelfs meer dan 3000  $\mu\text{mol/l}$  bodem, veel te voedselrijk voor heischraal grasland (Figuur 13.4)! Ook op de Valkruid-groeiplaats HV6 was de gemeten Olsen-P concentratie aan de hoge kant met 591  $\mu\text{mol/l}$  bodem, en op de gekapte zone HV13 was de Olsen-P concentratie onder de strooisellaag nog steeds 1050  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Alleen in de oude heide op de flank op HV 12 open plek in het bos op HV14 werd een relatief lage Olsen-P concentratie gemeten van 240 en 580  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Tabel 13.1, Figuur 13.4).

Naast de beschikbare P-concentratie is op HV 5, 6, 9, 11, 12, en 13 ook de totale P-concentratie bepaald. Die is met uitzondering van HV 9 en 11 niet sterk verhoogd, waardoor hier kansen liggen voor verschrallen met maaien & afvoeren. Van HV 10 zijn geen destructie-gegevens beschikbaar.



Figuur 13.4. Nitraatconcentratie in µmol/l bodem gemeten in de toplaag (0-10 cm) in het zuidelijke deel (bovenste) en ammoniumconcentraties in de toplaag van het noordelijke perceel (linksonder) en beschikbaar P in µmol/l bodem gemeten in de toplaag (0-10 cm) van het zuidelijke deel (rechtsonder).

### 13.3 Conclusies en aanbevelingen Holtingerveld

#### *Noordelijke deel*

In het noordelijke deel van het Holtingerveld voldeed geen enkele bemonsterde locatie aan de waarden gemeten in goed ontwikkelde heischrale graslanden (Tabel 13.2). Alleen op HV1 werden voldoende hoge beschikbare calciumconcentraties gemeten, en was de Al/Ca-ratio gunstig. Helaas werd hier ook een zeer hoge ammoniumconcentratie gemeten in de toplaag, wat weer ongunstig is voor de ontwikkeling van soortenrijke droge heide of heischraal grasland. De 10-20 cm bodemlaag was wel duidelijk minder rijk aan NH<sub>4</sub>, en nog redelijk gebufferd, waardoor hier afplaggen en bekalken een optie is. Voor HV 2 wordt geadviseerd te bekalken, en niet te plaggen, de winst wat betreft abiotiek is maar gering. Voor HV3, het ontboste stuk, kan overwogen worden om wat dieper af te schrapen bij het verwijderen van het strooisel, om zo de iets te hoge P-beschikbaarheid te verlagen. Daarnaast wordt ook hier geadviseerd te bekalken. Op HV4, de pitruszone, was zowel de NH<sub>4</sub> als Olsen-P concentratie in de toplaag iets te hoog. Hier kan overwogen worden te plaggen, waarmee de Olsen-P en NH<sub>4</sub>-concentraties worden verlaagd. Of er kan gekozen worden voor verschrallen met drukkbegrazing of chopperen. In alle gevallen wordt een kalkgift geadviseerd om de beschikbare Ca-concentratie te verhogen, de Al/Ca-ratio te verbeteren, de pH wat te verhogen en de basenverzadiging te verbeteren.

#### *Zuidelijke deel*

Op HV5 waren de pH, basenverzadiging en beschikbare calciumconcentratie net aan de lage kant voor heischraal grasland. Het openmaken van de zode, gecombineerd met een kleine kalkgift (1 ton/ha) en plagsel/maaisel met doelsoorten wordt hier aanbevolen. De Olsen-P concentratie in de toplaag is nog wel aan de hoge kant, maar wordt mogelijk met het openmaken van de zode nog wat lager.

Op de groeiplaats van Valkruid op HV6 is de bodembuffering best goed op orde, alleen de basenverzadiging is aan de lage kant. Dat betekent dat er wel gevaar is voor verzuring, maar op korte termijn is hier geen actie vereist. Met een extra kalkgift zal de basenverzadiging wel wat hoger worden, maar wordt de verhouding tussen Ca, Mg en K nog schever, met mogelijk negatieve gevolgen voor de fauna. Hier zou overwogen kunnen worden op experimentele schaal een kaliumrijk steenmeel op te brengen.

Op HV 7 is de beschikbare calciumconcentratie heel erg laag, resulterend in een ongunstige Al/Ca-ratio. Ook was de plantbeschikbare P-concentratie veel te hoog, maar de vrije P-concentratie was met 7 µmol/l bodem echter niet extreem hoog, waardoor met maaien en afvoeren mogelijk voldoende verschaald kan worden. Plaggen is daardoor niet direct noodzakelijk. Daarnaast wordt geadviseerd om te bekalken om de calciumbeschikbaarheid te vergroten.

Op HV8 en HV9 werden veel te hoge Olsen-P concentraties gemeten, gecombineerd met hoge vrij beschikbare P-concentraties. Op HV 9 werd ook de totaal-P concentratie bepaald, die met 6,6 mmol/l bodem ook te hoog was. Voor HV8 en HV9 is plaggen wel een optie, in de hoop de P-concentraties te verlagen. Een andere mogelijkheid is om de P-beschikbaarheid verder te verlagen door te maaien en het maaisel af te voeren. Daarnaast wordt geadviseerd te bekalken om de beschikbare calciumconcentratie en basenverzadiging te vergroten, en om maaisel/plagsel/zaden van doelsoorten op te brengen na plaggen/openmaken van de zode.

Voor HV 10 en HV11 geldt hetzelfde advies. Hier kan overwogen worden de Olsen-P concentratie te verlagen door te plaggen, of door te verschrallen met maaien en afvoeren. Daarnaast wordt een kalkgift geadviseerd om de beschikbare calciumconcentratie en basenverzadiging te verhogen.

Op HV12, in de oude heide, is met name de zeer lage calciumbeschikbaarheid een knelpunt, resulterend in een ongunstige Al/Ca-ratio. Fosfaat en stikstof zijn hier geen probleem. Er werd hier

echter weinig organische stof gemeten en een lage CEC, dus maximaal 0.5-1 ton dolokal//ha opbrengen om overdosering te voorkomen. Een andere optie is om hier soilfeed op te brengen, 5 tot 10 ton/ha, om de Ca-K en Mg beschikbaarheid te verhogen en de basenverzadiging op te laden bij wijze van experiment. De pH is hier immers voldoende hoog, en die wordt nauwelijks beïnvloed door steenmeel.

Op HV13, de kapvlakte was ook met name een te lage beschikbare calciumconcentratie een knelpunt voor omvorming naar heischraal grasland of soortenrijke heide, en wordt geadviseerd te bekalken na het verwijderen van het strooisel. Ook hier was de Olsen-P concentratie aan de hoge kant, maar de totaal-P en vrij beschikbare P concentraties zijn niet (veel) te hoog waardoor verwacht wordt dat dit geen grote problemen zal geven. Wel wordt geadviseerd maaisel/plagsel van de doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling direct in de gewenste richting te sturen.

OP HV14, de open plek in de verboste oude heide, geldt hetzelfde advies als voor HV12. Met name de zeer lage calciumbeschikbaarheid is hier een knelpunt, resulterend in een ongunstige Al/Ca-ratio. Fosfaat en stikstof zijn hier geen probleem.

Tabel 13.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
		$\mu\text{mol/l}$ bodem	$\mu\text{mol/l}$ bodem	mol/mol	$\mu\text{mol/l}$ bodem				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
HV1	0-10	2,5	4381	0,2	79	3091	190	2,6	25
	10-20	2,8	1381	0,4	34	810	108	2,4	14
HV2	0-10	3,0	604	3,2	4	387	279	1,0	6
	10-20	3,2	269	13,2	3	236	188	0,7	2
HV3	0-10	2,9	646	3,9	57	287	525	3,0	5
	10-20	2,9	388	12,8	73	307	336	1,8	2
HV4	0-10	3,1	871	1,7	75	512	572	2,5	14
	10-20	3,2	564	4,5	54	374	247	1,7	4
HV5	0-10	3,3	1492	0,8	142	95	1083	2,6	15
HV6	0-10	3,7	4312	0,3	38	186	591	0,7	16
HV7	0-10	3,4	339	6,1	156	84	2504	7,0	5
HV8	0-10	3,4	1288	1,5	736	334	3412	32,4	17
HV9	0-10	3,2	477	4,7	218	57	3196	58,7	5
HV10	0-10	3,7	919	2,2	431	113	3392	4,5	8
HV11	0-10	3,9	1751	1,0	374	126	3112	2,4	15
HV12	0-10	4,4	102	4,5	5	29	240	0,0	12
HV13	0-10	3,9	199	13,6	44	242	1052	1,1	3
HV14	0-10	3,4	122	17,5	76	53	580	3,2	2



## 14 Holtingerveld-Oosterzand

### 14.1 Algemene beschrijving

Op een oud grasland in eigendom van mevrouw Pigeaud werden op vier locaties bodemonsters verzameld op een diepte van 0-10 cm en 10-20 cm onder maaiveld (Figuur 14.1 en 14.2). PG1 en PG4 werden ongeveer vijf jaar geleden afgeschrapt om de naastgelegen sloot te dempen. Hierna kwam op PG1 spontaan Blauwe zegge op, en tijdens de bemonstering werden naast Blauwe zegge ook Tormentil en Biggenkruid waargenomen. PG4 was wat meer door mos gedomineerd dan PG1, maar ook hier kwamen heischrale soorten op, zoals Liggend walstroo. PG2 en PG3 zijn genomen op de originele, oude graslandbodem, waar een dikke organische laag werd aangetroffen. De vegetatie werd gedomineerd door Pijpenstrootje, en Pitrus (opnames in Bijalge 3). Ook was er redelijk wat opslag van Grove den in het perceel aanwezig. Grondwater bevond zich op alle locaties rond de 1m onder maaiveld.

Monsternamen vond plaats onder begeleiding van de heer Kessies.



Figuur 14.1. Boven: indruk van PG1 (links) en PG3 (rechts). Onder: monsternamen met de heer Kessies.



Figuur 14.2. Bemonsterde locaties in het Oosterzand.

## 14.2 Resultaten

Het organische stofpercentage in de 0-10 cm bodemlaag varieerde van 11 % (PG4) tot 17% op PG2 en 3. Op PG2 werd op 10-20 cm diepte een venige laag aangetroffen, met een organisch stofpercentage van 43%. Op PG1 en 2 werd op 10-20 cm diepte duidelijk minder organische stof gemeten, met 6 a 7% en PG3 zat ertussenin met 20% op 10-20 cm diepte (Tabel 14.1).

Wat bodembuffering betreft was de  $pH_{NaCl}$  op locatie PG1 en 2 voldoende hoog met waarden hoger dan 3,6 (tabel 14.1). Op PG3 en PG4 was de  $pH_{NaCl}$  net wat aan de lage kant met 3,5 en 3,4. De beschikbare calciumconcentraties waren op alle bemonsterde locaties en dieptes ruim voldoende, waarbij de laagste concentraties werden gemeten op PG4 met beschikbare calciumconcentraties rond de 5000  $\mu\text{mol/l}$  bodem, nog altijd goed in de range voor heischraal grasland (>2250  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Dit resulteerde ook in een hoge basenverzadiging op PG1, 2 en 3 met percentages boven de 40%, en een wat lagere basenverzadiging op PG4 met 25%. In goed ontwikkelde heischrale graslanden worden percentages boven de 38% gemeten.

Het oude landbouwkundige karakter van het bemonsterde perceel was duidelijk zichtbaar in de nog redelijk hoge voor planten beschikbare fosfaatconcentraties (gemeten als Olsen-P). Op PG1 (geplagd) was de Olsen-P concentratie voldoende laag voor heischraal graslandontwikkeling met concentraties rond de 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem in zowel de 0-10 cm als de 10-20 cm bodemlaag. In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden Olsen-P concentraties van maximaal 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten (Tabel 2.1). PG2 was duidelijk rijker aan P, met 1588  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag, maar daaronder 399  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook PG3, waar niet werd afgeschraapt, was rijk aan voor planten beschikbaar fosfaat met 2283  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 0-10 cm bodemlaag en 1152  $\mu\text{mol/l}$  bodem in de 10-20 cm bodemlaag. Waarschijnlijk kwam deze bodemlaag 10-20 cm bodemlaag bij PG4 aan de oppervlakte na afschrapen, want hier werd in de 0-10 cm bodemlaag 1148  $\mu\text{mol}$  Olsen-P gemeten en in de 10-20 cm bodemlaag 626  $\mu\text{mol/l}$  bodem. In goed ontwikkelde heischrale graslanden werden nitraat- en ammoniumconcentraties lager dan 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten (Tabel 2.1). Op de locaties



PG 2 en 3 werden te hoge nitraatconcentraties gemeten, met concentraties van meer dan 500  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Ook op PG4 was de nitraatconcentratie in de 0-10 cm bodemlaag iets verhoogd met 248  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De ammoniumconcentraties waren op alle bemonsterde plekken en dieptes voldoende laag.

Tabel 14.1. Bodemchemische gegevens Oosterzand. Diepte=diepte bodemmonster in cm-maaiveld, MV=massavolume, OS=organische stof percentage, BV=basenverzadiging en CEC=Cation Exchange Capacity. Zoutextract: waarden gemeten in 0.2M NaCl extract, Destructie: Totaal gehalten na magnetron destructie, Strontium: waarden gemeten in het Strontiumextract.

Code	Diepte	Zout											P	Al/Ca ratio	
		MV kg droog/liter v	OS (%)	Olsen-P	pH extract	NO3-	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg			Mn
PG1	0-10	0,9	15,2	391	3,7	141	51	339	10179	3,2	286	670	56	0,9	0,0
	10-20	1,2	5,8	406	3,8	104	59	688	9507	3,7	189	277	9	1,3	0,1
PG2	0-10	0,8	16,9	1588	3,6	586	166	1322	7295	9,1	191	1375	140	2,2	0,2
	10-20	0,4	43,2	399	3,6	254	173	827	14562	4,2	131	984	17	1,3	0,1
PG3	0-10	0,8	17,1	2282	3,5	527	143	963	8509	3,8	114	1359	377	2,6	0,1
	10-20	0,7	19,5	1152	3,5	418	78	715	11638	3,0	148	1365	358	2,0	0,1
PG4	0-10	0,8	10,7	1149	3,4	248	89	1413	5202	2,8	153	546	53	2,0	0,3
	10-20	1,0	6,8	626	3,5	101	65	1624	5587	4,4	155	217	13	1,4	0,3
Code	Diepte	Destructie											Strontium		
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	BV %	CEC meq/l
PG1	0-10	35,7	27,5	10,1	12,3	0,7	1,4	0,2	0,1	2,1	7,4	4,5	0,1	56,6	71,6
	10-20	58,9	17,9	13,3	3,6	0,8	1,3	0,0	0,1	2,2	6,0	9,4	0,1	42,2	64,3
PG2	0-10													37,5	63,2
	10-20													59,0	101,1
PG3	0-10													43,0	68,8
	10-20													50,8	90,4
PG4	0-10													25,1	49,8
	10-20													26,0	64,4

### 14.3 Conclusie en aanbevelingen Oosterzand

De afgeschaapte locatie PG1 was veel bodemchemisch mooi in de range gemeten in heischrale graslanden (Tabel 14.2), wat ook resulteerde in de spontane opkomst van typische heischrale soorten. Op PG2, niet afgeschaapt, zijn deze potenties ook aanwezig, mits de voedselrijke bovenste 10 cm wordt verwijderd (net als op PG1). PG3 en PG4 waren duidelijk wat voedselrijker met hogere stikstof- en fosfaatconcentraties, waarbij op PG3 ook op 10-20 cm diepte nog een te hoge Olsen-P en nitraatconcentratie werd gemeten. Op PG4, waar de bodem ook is afgeschaapt, was de 0-10 cm bodemlaag te voedselrijk voor heischraal graslandontwikkeling, maar op 10-20 cm was dit op een iets te hoge Olsen-P concentratie na wel op orde. Wel was op PG4 de basenverzadiging aan de lage kant met 25%, en ook de beschikbare calciumconcentraties waren lager vergeleken met de andere locaties in het perceel. Een kalkgift van 2 ton dolokal/ha kan dit verhelpen.

De resultaten van het ondiep afgraven/afplaggen op PG1 en PG4 laten zien dat er zeker potentie in het perceel aanwezig is voor ontwikkeling van heischraal grasland, maar ook dat het daarvoor nodig is om de voedselrijke bodemlaag af te voeren. Hoe diep er moet worden afgeschaapt/afgegraven is op basis van deze metingen moeilijk te zeggen, duidelijk is in ieder geval dat de locatie bij PG1 en 2 voedselrijker en beter gebufferd (meer potentie) was dan bij PG3 en 4, en dat daar dieper afgegraven moet worden om tot voor heischraal grasland geschikte bodemchemische condities te komen en een kalkgift nodig kan zijn. Een andere optie is om het perceel te verschrallen door maaien en afvoeren, waarna de vegetatie waarschijnlijk ook langzaam richting heischraal grasland zal ontwikkelen. Als de bodem voldoende verschrald is, kan de zode opengemaakt worden zodat heischrale soorten de kans krijgen te kiemen, of kan er maaisel van goed ontwikkeld heischraal grasland worden opgebracht om de ontwikkeling te stimuleren.

Tabel 14.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters en de range gemeten in goed ontwikkeld heischraal grasland. Groen=waarde voldoet aan referentie, oranje: waarde voldoet niet maar komt "in de buurt", rood: waarde voldoet niet aan doelstelling. Referentiewaarden zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Code	Diepte	pHNaCl	Ca	Al/Ca ratio	NO3	NH4	OlsenP	P-vrij	BV
			$\mu\text{mol/l bodem}$	mol/mol	$\mu\text{mol/l bodem}$				%
Doel	H6230	>3,5	>2250	<0,8	<200	<200	<400	<2	>38
PG1	0-10	3,7	10179	0,03	141	51	391	0,9	57
	10-20	3,8	9507	0,1	104	59	406	1,3	42
PG2	0-10	3,6	7295	0,2	586	166	1588	2,2	38
	10-20	3,6	14562	0,1	254	173	399	1,3	59
PG3	0-10	3,5	8509	0,1	527	143	2282	2,6	43
	10-20	3,5	11638	0,1	418	78	1152	2,0	51
PG4	0-10	3,4	5202	0,3	248	89	1149	2,0	25
	10-20	3,5	5587	0,3	101	65	626	1,4	26

## 15 Hoe nu verder

Heischrale graslanden zijn een prioritair habitatype, dat betekent dat behoud en verbetering van de bestaande heischrale graslanden hoog op de agenda zou moeten staan, net als de mogelijkheden om het bestaande areaal uit te breiden door voormalige landbouwgronden om te vormen. Voor het uitbreiden van het areaal aan heischrale graslanden is recent (2020) een OBN-project gestart waarin o.a. een overzicht wordt gevraagd van potentiële uitbreidingslocaties en waarin een belangrijke onderzoeksvraag wordt gesteld hoe heischrale soorten in te brengen zijn in voormalige landbouwgronden. De in deze studie bemonsterde locaties zijn in dit OBN-onderzoek meegenomen.

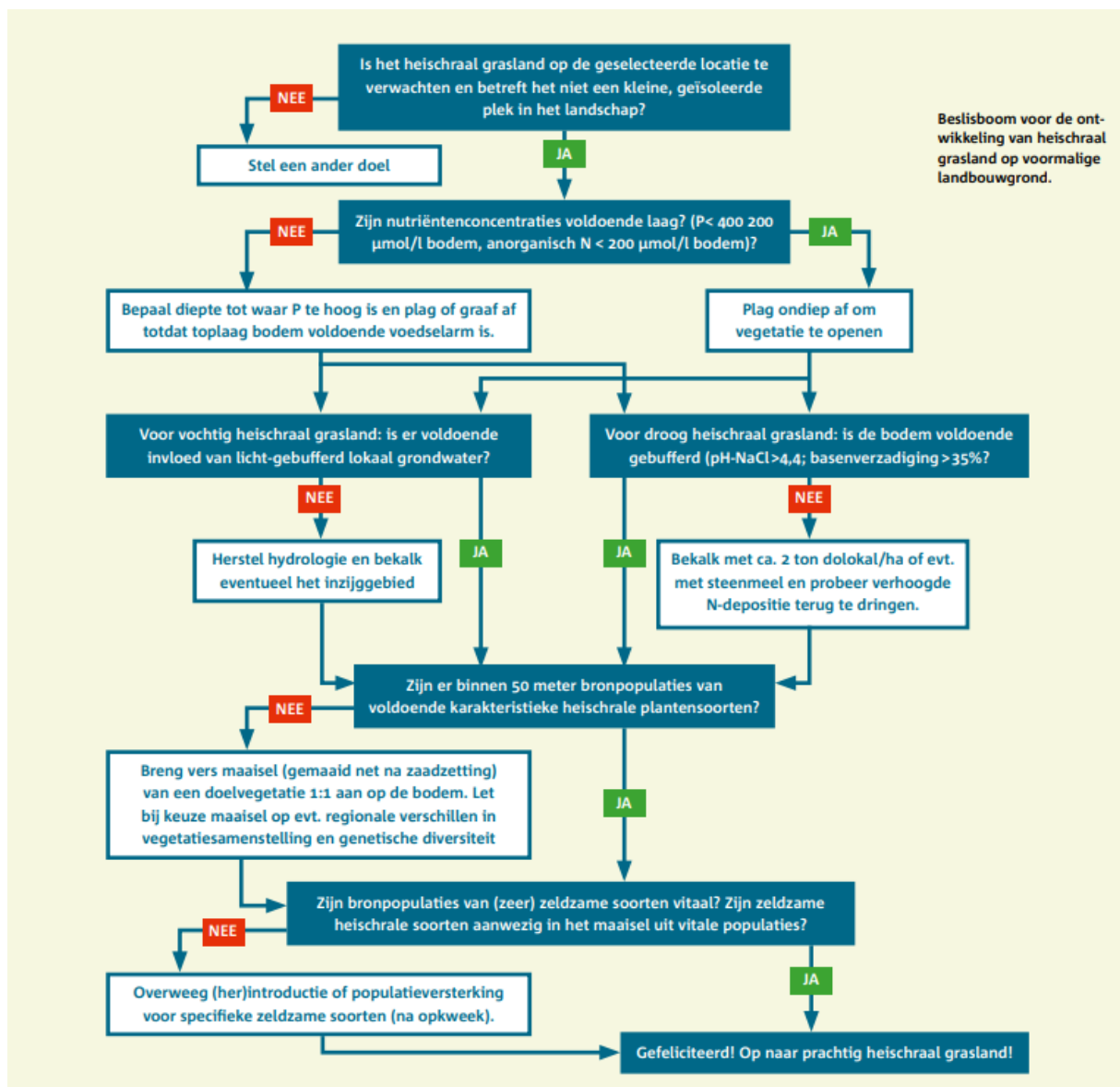
Uit deze bodemchemische studie kwam duidelijk naar voren dat de bemonsterde voormalige landbouwgronden vaak nog te rijk aan plantbeschikbaar fosfaat waren, maar ook dat het wat buffering betreft wel vaak al goed zat; er liggen hier dus nog volop kansen om het areaal aan heischraal grasland uit te breiden. Wel zal hiervoor een behoorlijke inspanning nodig zijn (afvoeren van voedselrijke gronden of verder verschralen door maaien & afvoeren). Een duidelijke beslisboom voor omvorming richting heischraal grasland is opgenomen in de recent uitgekomen OBN-folder “Meer soorten op de hei: red het heischraal grasland” (Van der Zee et al., 2020, Figuur 15.1).

Uitbreiden van het areaal heischraal grasland kan ook door het omvormen van bos. Uit de bemonsterde plekken bleek weer duidelijk welk dilemma men dan tegenkomt. Het merendeel van de basische kationen, het beschikbare fosfaat en het kation-bindend vermogen van bosbodems op zandgronden bevindt zich namelijk in de strooisellaag. Door deze te verwijderen wordt een groot deel van de bodembuffering afgevoerd en blijft een vaak verzuurde minerale bodem achter. Het (deels) laten zitten van de strooisellaag is vaak geen optie, omdat juist deze laag sterk verrijkt kan zijn met ammonium. Het is daarom raadzaam om bij omvorming van bos naar heide of heischraal grasland te onderzoeken of er sprake is van hoge ammoniumconcentraties in het strooisel; en vervolgens een afweging te maken om dit wel, of juist niet, (deels) te verwijderen. Na verwijderen van het strooisel is het (bijna) altijd nodig om voormalige bosbodems te bekalken; eventueel aangevuld met een kalium of steenmeelgift. Met deze combinatie-giften is echter nog nauwelijks ervaring.

Ook bleek dat op een aantal plekken die redelijk fosfaatrijk waren, toch al kenmerkend heischrale soorten voorkwamen. Dit werd ook in Loeb et al., (2017) geconstateerd. Vaak zijn dit situaties waar het stikstofgehalte laag was, maar het fosfaat gehalte hoog. Hierdoor kon een N, en soms een N en K-gelimiteerde, vegetatie ontwikkelen die daardoor redelijk laag productief bleef. Er is nog weinig bekend over de mogelijkheden van deze, toch behoorlijk onnatuurlijke, situatie. Een van de nog openstaande kennisvragen is of deze situaties (hoog P, laag N) volledig kunnen ontwikkelen tot heischraal grasland, of dat het bij een paar soorten blijft. Ook is onbekend hoe stabiel deze situatie is. Zodra er meer N beschikbaar komt, kan de vegetatie snel omslaan in een soortenarm gras gedomineerde vegetatie. We adviseren dan ook om deze situaties goed in de gaten te houden, en indien nodig extra te verschralen indien er verzuiging optreedt.

Het merendeel van de bemonsterde heischrale locaties bleek al sterk verzuurd te zijn. Om soorten als Valkruid op deze plekken te behouden is ingrijpen nodig. Helaas blijkt uit studies in Brabant en de Veluwe dat het opbrengen van steenmeel op verzuurde heischrale graslandvegetaties onvoldoende resultaat levert binnen 3 à 5 jaar (Bobbink et al., 2020). Over de langere termijneffecten van steenmeel op heischrale graslanden is nog niets bekend. Dat betekent ook dat er een kennishiaat is voor herstel van bestaande heischrale graslanden. Zorgt het gebruik van een kalkproduct voor een ongewenst scheve nutriëntenbalans? Bekend is dat dolokaal in ieder geval wel goed uitpakt voor de vegetatie. Daarom adviseren we in deze rapportage om in bestaande heischrale graslanden met een

hoge urgentie dolokal of andere snelwerkende kalkproducten te gebruiken, eventueel gecombineerd met het open maken van de zode. Er is dan ook een grote behoefte aan praktijkproeven waarin wordt getest of het gebruik van een kalkproduct gecombineerd met steenmeel tot beter herstel van heischrale graslanden leidt dan het gebruik van alleen (dolomieten)kalk. Kanttekening hierbij is dat er helemaal geen/nauwelijks steenmeelproeven in Drenthe en Friesland zijn uitgevoerd. Uit de lopende proeven in Brabant en Gelderland blijkt namelijk dat hetzelfde steenmeel in verschillende terreinen anders reageert. Het zou dan ook erg waardevol zijn om een dergelijk experiment (ook) in Drenthe uit te voeren.



Figuur 15.1. Beslisboom ontwikkeling heischrale graslanden op voormalige landbouwgronden uit Van der Zee et al., 2020.

## 16 Literatuur

- De Becker, P. (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Bobbink, R. (2008). The derivation of dose-response relationships between N load, N exceedance and plant species richness for EUNIS-habitat classes. *Critical load, dynamic modelling and impact assessment in Europe*, 63-72.
- Bobbink, R. (2008). Biodiversiteit in natuurreserveaten. *Landschap-Tijdschrift voor Landschapsecologie en Milieukunde*, 25(3), 109.
- Bobbink, R. & F. van der Zee (2018). Actieplan redding heischrale graslanden. Rapport Wageningen Environmental Research
- Bobbink, R., Loeb, R., Verbaarschot, E., Weijters, M., Vogels, J., Bergsma, H en van der Zee, F., (2020). Werkt steenmeel als herstelmaatregel tegen bodemverzuring in heischrale graslanden? *Vakblad natuur, Bos en landschap*, nr 166, pp16-19
- Bobbink, R., Loeb, R., Bijlsma, R., van Delft, B., (2019). Doet extreme droogte stikstofbom in droge heide barsten? *Vakblad Natuur Bos Landschap* (2019) 116: 3-6.
- De Graaf, M., R. Bobbink, N. Smits, R. van Diggelen, & J. Roelofs (2009). Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation*, 142(10), 2191-2201. doi: 10.1016/j.biocon.2009.04.020
- Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuudoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- Vogels, J., M. Weijters, R. Bobbink, R. Bijlsma, L. Lamers, W. Verberk, & H. Siepel (2019). Barriers to restoration: Soil acidity and phosphorus limitation constrain recovery of heathland plant communities after sod cutting. *Applied Vegetation Science*. doi: 10.1111/avsc.12471
- Van der Zee, F., Bobbink, R. Loeb, M. Wallis De Vries, G. Oostermeijer, S. Luijten & M. De Graaf (2017). Actieplan herstel heischrale graslanden. Hoe behouden we heischrale graslanden in Nederland? Wageningen Environmental Research, Wageningen 2017.
- Van der Zee, F.F., R. Bobbink & J.G.B. Oostermeijer (2020). Meer soorten op de hei: red het heischraal grasland. OBN Deskundigenteam Droog Zandlandschap. KNNV Publishing Zeist



## Bijlage 1. Coördinaten monsterlocaties

ID	SiteID	LAT	LON	ID	SiteID	LAT	LON
DV1	1	52.788273225785	6.37284108432045	VW1	8	52.9642118179423	6.50670094773376
DV2	1	52.7877530886274	6.37303120069155	VW2	8	52.9646329087656	6.50902152281502
DV3	1	52.7875828161546	6.37389232412808	VW3	8	52.9514198824626	6.50567092488956
DV4	1	52.7869861500552	6.37417680540893	VW4	8	52.9526596360466	6.50722394101257
DV5	1	52.7865109559697	6.37562207049595	VW5	8	52.9517441582285	6.50746456392683
DV6	1	52.7858610190204	6.37600622638679	VW6	8	52.9613468189721	6.49565797312015
DV7	1	52.7852548493263	6.37743405808406	VW7	8	52.9597899338216	6.49358218080479
DV8	1	52.793552921554	6.39330604468671	VW8	8	52.9610955884505	6.49338301832702
DV9	1	52.7931319241392	6.39623760439382	SD1	9	52.9526188926584	6.25792249335354
DV10	1	52.7933753525729	6.39501288750882	SD2	9	52.953492188904	6.25792400422928
DV11	1	52.7871632310301	6.3650676078631	SD3	9	52.9507540290965	6.25430317843971
DV12	1	52.7872671119739	6.36660761591113	SD4	9	52.9519856309603	6.25706502608786
DV13	1	52.7876126416138	6.36497432945156	SD5	9	52.9506389032527	6.25540777225137
DV14	1	52.8101258737477	6.40334594170948	SD6	9	52.9507807129254	6.25481856186003
DV15	1	52.8105945598557	6.40236159792579	SD8	9	52.9525019947646	6.25726922624524
DV16	1	52.8102916894429	6.40303247546926	SD9	9	52.9532875309024	6.25807704078455
DV17	1	52.8099072186583	6.40370625610546	SD7	9	52.9517848126695	6.25696247137357
DV18	1	52.8097760665068	6.40405417692338	DB1	10	52.9623744860388	6.13826515582535
DV19	1	52.8081980032697	6.38498665568017	DB2	10	52.9539801824352	6.1349675149913
DV20	1	52.8073998866632	6.38427617928207	DB3	10	52.9548074336557	6.13161203668026
DV21	1	52.8059499598025	6.38347397240581	DB4	10	52.9561002602371	6.13334171214585
DV22	1	52.8048738184381	6.38256494751391	DB6	10	52.9609784094338	6.1493692719622
DV23	1	52.8030795829357	6.38252414421272	DB7	10	52.9638599455932	6.14069489772873
DV24	1	52.8104092977134	6.38844582761103	DB8	10	52.9638401751848	6.14066779258266
DV25	1	52.8104281592401	6.38932128486648	DB9	10	52.9608515580863	6.13756118310617
DV26	1	52.8105581422663	6.39014640362362	DB10	10	52.9574053976411	6.13337833253602
DV27	1	52.8101311066568	6.39034815956027	DB11	10	52.9561793574907	6.13309338118408
DV28	1	52.810195061595	6.38932556244618	DB12	10	52.95439730076	6.1388660438557
DV29	1	52.8101545477074	6.38790633270057	DB13	10	52.9560383466539	6.14029080793262
VOS1	2	52.8179438096237	6.53558390144177	DB14	10	52.9554525785482	6.1416343139144
VOS2	2	52.8179176492109	6.53677584251845	KS1	11	52.9261244759594	6.0420312029436
VOS3	2	52.8185410119417	6.53641081818836	Ket1	12	52.9414727943517	6.02802037178734
VB1	3	53.1072915716028	6.64586839050445	Ket2	12	52.9422115380134	6.02683313843323
VB2	3	53.104556783962	6.64982868978325	Ket3	12	52.9426703940027	6.0280308482125
VB3	3	53.103859870844	6.64871133136929	Ket4	12	52.9429366911795	6.02898327119876
VB4	3	53.1038971879642	6.6507671531461				
VB5	3	53.104560473378	6.6514655564538				
VB6	3	53.1032986012112	6.65188148503496				
VB7	3	53.1017632685997	6.653506096264895				
VB8	3	53.1021218755824	6.65454648572777				
VB9	3	53.1019828174332	6.65588682892039				
PG1	4	52.8070258765655	6.27063742543181				
PG2	4	52.8070112010313	6.27052989143304				
PG3	4	52.8061541454616	6.27051259303028				
PG4	4	52.8061724070895	6.27055381330002				
Man1	5	53.0811964954716	6.27070812851347				
Man2	5	53.0843529937271	6.29676905762928				
Man3	5	53.0852799410135	6.29553989969767				
Man4	5	53.0926468189162	6.29381912978182				
Man5	5	53.0941428789171	6.29650551539439				
Man6	5	53.0848584702189	6.29544521702841				
LV1	6	52.8725532632629	6.38605282268375				
LV2	6	52.8727340316107	6.38660728076617				
LV3	6	52.8746684597704	6.38996149685475				
LV4	6	52.8749071068339	6.39077855030049				
LV5	6	52.8755024621817	6.39127988910288				
LV6	6	52.8704272576946	6.39186133315057				
LV7	6	52.8705776068057	6.39331159084714				
LV8	6	52.8752808322832	6.389538235104				
HV1	7	52.8161096798102	6.24912554642991				
HV2	7	52.8159652093861	6.2483253689819				
HV3	7	52.8159846545124	6.24809375218695				
HV4	7	52.8157664976431	6.24810012621122				
HV5	7	52.8028153151455	6.25437006903768				
HV6	7	52.8025052495334	6.2540180330095				
HV7	7	52.8024568687376	6.25433897491603				
HV8	7	52.80169	6.25411				
HV9	7	52.8013536634237	6.25424514372656				
HV10	7	52.8008169620425	6.25439845554812				
HV11	7	52.8002333983932	6.25433091454034				
HV12	7	52.8000796664653	6.25347617990926				
HV13	7	52.7997387626002	6.25336547215065				
HV14	7	52.8034083647614	6.26696901080872				

## Bijlage 2. Bodemchemische data

Code	Diepte	MV kg droog/lit (%)	OS	Olsen-P umol/l bodem	pH extract NaCl	NO3- umol/l bodem	NH4+	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
DV1	0-10	0,90	10,39	1067,77	4,40	373,90	213,07	277,71	11508,54	2,67	385,75	809,74	30,86	1,01	154,59	46,59	15,27
	10-20	0,66	16,96	957,98	4,05	413,34	60,38	539,57	12242,42	3,66	118,37	506,42	22,69	1,30	151,44	78,36	25,93
	20-40	1,03	7,57	665,27	3,98	202,70	29,59	973,65	8591,96	3,85	123,13	579,28	23,47	0,83	178,74	51,14	16,42
DV2	0-10	1,05	7,81	1796,20	4,15	667,90	3524,80	754,32	3025,50	1,98	581,75	409,95	39,59	3,63	181,55	72,95	27,73
	10-20	1,00	9,04	2045,08	4,12	364,98	59,23	1071,53	7436,41	1,73	118,17	46,52	5,74	1,72	138,96	70,75	27,39
	20-40	1,28	3,24	655,76	4,19	161,23	18,37	1092,61	3949,21	2,34	136,29	25,91	1,88	0,48	146,57	72,14	14,09
DV3	0-10	1,00	8,14	1576,70	4,10	655,53	66,96	1048,85	3012,83	2,47	130,88	322,78	79,34	1,09	128,47	51,08	44,73
	10-20	1,05	7,66	1972,70	4,25	280,07	109,71	800,41	3879,21	2,16	128,17	120,81	49,19	1,18	127,84	54,42	44,94
	20-40	1,24	4,99	1289,04	4,34	217,05	14,19	637,41	4271,39	0,53	128,82	148,65	20,16	0,56	123,24	43,39	31,24
DV4	0-10	1,04	9,01	2520,74	3,94	940,01	68,63	1759,95	1957,04	3,37	198,74	292,05	114,87	1,50	150,20	62,82	38,24
	10-20	1,11	6,64	2874,78	4,07	377,79	43,79	1366,64	3264,67	2,28	126,98	117,21	51,71	1,50	130,87	47,32	37,19
	20-40	1,16	6,16	969,45	4,11	288,64	9,73	1517,21	5903,13	1,39	114,10	175,03	44,90	0,51	122,83	31,05	30,35
DV5	0-10	1,12	7,06	2052,94	3,93	691,89	130,41	1247,17	2609,01	6,76	129,56	558,26	91,58	1,11	152,75	50,21	34,48
	10-20	0,98	8,60	1845,67	4,17	456,51	45,82	860,29	4253,58	4,08	102,93	239,85	53,28	0,90	166,01	59,46	37,90
	20-40	1,06	6,71	1125,78	4,34	379,61	69,37	686,90	4991,39	4,29	130,99	231,44	43,20	0,38	187,45	55,37	28,57
DV6	0-10	1,15	5,26	3116,16	4,11	306,43	587,31	556,15	3586,09	6,14	264,53	538,26	105,44	3,12	158,53	58,14	50,67
	10-20	1,24	4,82	4595,29	4,52	359,84	326,87	430,31	6036,73	3,49	136,83	138,44	27,46	0,60	129,69	45,90	33,90
	20-40	1,36	2,73	1821,90	4,77	330,61	112,05	159,25	4365,42	2,88	123,13	101,75	6,56	2,72	137,13	34,55	14,96
DV7	0-10	1,01	8,02	1012,69	4,00	182,23	58,75	543,11	4710,18	6,12	179,54	724,76	29,43	0,84	159,65	64,65	28,61
	10-20	1,11	5,99	858,14	4,01	202,72	742,05	704,15	4076,85	5,00	148,18	296,18	9,43	0,48	129,56	51,38	12,77
	20-40	1,18	4,15	519,04	4,08	216,39	95,15	997,18	2768,57	5,29	147,36	280,70	8,20	0,00	120,92	44,28	8,33
DV8	0-10	0,88	9,07	2000,07	3,74	464,05	78,56	1737,82	683,03	5,32	116,17	157,68	116,16	1,66	114,70	40,59	19,39
	10-20	1,03	7,23	2157,75	3,87	269,39	57,49	1843,49	467,21	5,03	129,66	53,96	87,91	0,58	123,41	39,05	16,25
	20-40	0,80	14,40	1501,04	3,59	301,09	226,59	1155,26	3558,56	7,97	150,17	456,07	18,19	3,22	164,61	83,84	55,44
DV9	0-10	1,16	7,76	673,36	3,84	167,98	51,41	1051,57	6911,04	5,50	127,56	141,18	3,07	0,89	162,94	61,01	62,56
	10-20	0,99	8,67	1618,91	3,70	290,44	297,68	1306,69	2545,06	41,50	250,14	332,78	58,52	2,06	173,91	65,15	57,67
	20-40	1,07	9,04	874,81	4,02	278,58	163,44	1423,67	7104,34	4,34	217,19	111,42	21,95	0,51	157,75	49,36	75,91



Code	Diepte	Destructie											Strontium			
		Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC		
		mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	boć mmol/l	%	meq/l
DV1	0-10														69,71	67,60
	10-20														64,88	68,48
	20-40														43,74	56,01
DV2	0-10	79,38	5,88	12,74	12,52	1,34	2,70	0,09	5,13	7,33	10,47	0,12			16,10	30,78
	10-20	86,84	13,53	12,66	11,57	1,29	2,30	0,06	5,45	6,93	11,10	0,20			39,61	48,62
	20-40	196,91	8,59	14,03	37,58	3,98	10,70	0,17	2,41	4,20	14,66	0,21			27,48	28,14
DV3	0-10														31,34	32,84
	10-20														36,12	32,25
	20-40														40,49	38,06
DV4	0-10														16,56	44,80
	10-20														26,47	38,64
	20-40														30,81	49,48
DV5	0-10	77,86	5,57	12,85	19,84	1,56	3,64	0,17	5,69	7,19	11,50	0,26			23,88	38,35
	10-20	62,81	10,41	11,70	18,27	1,04	2,40	0,21	5,70	6,51	9,84	0,22			38,20	37,31
	20-40	67,66	11,11	12,23	16,55	1,64	3,18	0,29	3,40	5,63	12,16	0,17			46,54	38,22
DV6	0-10														33,81	26,69
	10-20														56,34	32,22
	20-40														65,80	23,23
DV7	0-10	49,24	8,43	11,28	10,59	1,28	2,47	0,06	3,53	6,44	11,23	0,15			35,86	38,72
	10-20	50,73	8,52	12,78	11,55	1,27	2,32	0,05	2,88	5,48	14,78	0,15			33,62	34,61
	20-40	135,98	6,35	13,07	27,07	3,26	8,68	0,13	1,95	3,65	14,11	0,14			26,81	30,27
DV8	0-10	50,35	2,31	9,45	23,55	0,99	2,46	0,60	7,67	6,97	8,93	0,13			8,33	32,64
	10-20	60,42	1,76	11,86	26,64	1,16	2,66	0,83	7,22	6,00	13,04	0,13			4,25	29,94
	20-40															
DV9	0-10														28,37	44,36
	10-20														33,66	53,92
	20-40															
DV10	0-10														17,62	37,50
	10-20														29,74	55,63





Code	Diepte	MV kg droog/lit (%)	OS	Olsen-P umol/l bodem	NaCl												
					pH extract	NO3- umol/l bodem	NH4+ umol/l bodem	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
DV24	0-10	1,02	6,37	175,76	3,92	5,42	19,92	1669,33	895,62	3,91	271,94	187,39	1,79	0,00	105,60	17,13	8,85
	10-20	0,87	8,28	189,10	3,88	5,10	22,18	940,30	1446,33	2,62	360,18	311,98	2,62	0,00	98,98	26,43	9,13
DV25	0-10	1,14	3,05	101,16	4,61	5,40	23,83	73,96	2951,57	1,78	236,60	1697,34	3,56	0,20	103,36	15,90	1,94
	10-20	1,13	3,84	128,65	4,92	5,16	12,03	28,52	4391,19	2,44	403,24	2160,67	3,71	0,32	113,33	18,19	1,21
DV26	0-10	0,99	6,06	355,35	3,30	5,79	140,63	1572,81	411,21	10,73	484,83	348,26	11,82	0,84	127,13	32,78	15,08
	10-20	1,02	5,89	265,84	3,75	3,19	65,43	1832,85	59,96	4,74	295,58	99,02	2,66	0,34	122,13	28,35	5,29
DV27	0-10	1,04	6,71	601,24	3,82	18,04	694,25	1505,67	1074,98	7,63	673,77	517,82	15,22	0,33	156,59	32,45	13,63
	10-20	0,93	11,15	520,59	3,98	119,58	329,18	1502,22	978,12	7,19	631,35	464,02	13,26	0,18	151,18	31,65	12,59
DV28	0-10	1,09	5,56	304,36	3,47	283,74	1110,65	808,35	1952,11	7,54	593,19	1254,30	51,00	0,61	149,41	52,50	35,29
	10-20	1,09	5,57	273,99	3,77	114,44	303,64	1436,08	346,97	5,95	356,54	175,16	5,55	0,11	125,46	18,82	6,95
DV29	0-10	1,04	7,68	272,02	4,21	3,98	18,17	726,92	3043,69	2,65	385,48	1280,48	1,00	0,00	80,08	13,70	3,50
	10-20	1,16	3,50	93,20	4,68	5,66	21,10	105,47	2967,93	2,31	341,69	991,17	1,98	0,00	78,95	20,96	0,86
Vos1	0-10	1,65	1,40	32,15	4,57	9,77	21,69	510,89	554,43	13,69	645,35	289,59	5,92	0,07	72,73	57,16	0,91
Vos2	0-10	1,49	1,35	123,75	4,77	12,48	506,29	136,59	429,61	5,67	1078,91	204,25	5,58	0,56	56,08	47,15	0,44
Vos3	0-10	1,11	5,37	2777,49	4,44	144,20	131,77	620,41	4293,85	2,36	262,23	979,56	24,62	1,78	100,78	21,40	11,10
	10-20	1,10	4,51	1874,57	4,52	129,95	21,69193	571,40	3577,54	2,06	154,36	307,05	10,42	1,06	87,75	22,53	6,47
	20-30	1,41	1,67	182,29	4,65	37,88	0,22	424,16	1796,21	4,39	284,22	92,12	4,65	0,23	108,26	49,07	1,73

Destructie														Strontium	
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	
DV24	0-10	81,32	2,06	11,80	46,12	1,52	2,51	0,10	1,36	2,62	10,27	0,11	9,06	35,99	
	10-20	41,31	6,36	9,47	18,88	1,93	3,98	0,09	1,30	3,24	8,09	0,12	33,55	37,73	
DV25	0-10												48,96	21,82	
	10-20												74,92	27,23	
DV26	0-10	31,24	1,30	11,37	20,66	1,27	2,54	0,09	1,42	3,75	8,23	0,08	14,66	35,74	
	10-20	40,43	1,46	11,50	18,78	1,00	2,26	0,07	1,14	2,93	7,23	0,15	2,28	26,86	
DV27	0-10												9,88	36,41	
	10-20												5,35	42,73	
DV28	0-10												22,72	32,22	
	10-20												5,95	29,55	
DV29	0-10												43,39	32,68	
	10-20												61,57	16,78	
Vos1	0-10												26,27	11,40	
Vos 2	0-10	185,95	3,87	17,36	87,72	4,17	15,93	0,32	1,87	1,65	12,38	0,18	36,11	11,24	
Vos3	0-10												42,73	31,41	
	10-20												44,57	25,67	
	20-30												52,43	14,05	
Destructie														Strontium	
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	
VB1	0-10												30,73	10,14	
	10-20												25,72	7,79	
VB2	0-10												31,55	55,53	
	10-20												10,75	42,48	
VB3	0-10	26,52	1,95	8,72	6,84	0,66	1,12	0,03	2,40	3,90	6,39	0,08	11,18	48,41	
	10-20	39,19	0,78	10,25	9,20	0,94	1,26	0,02	1,88	2,68	9,24	0,05	4,61	41,15	
VB4	0-10												16,28	38,99	
	10-20												9,49	20,37	
VB5	0-10												18,73	26,55	
	10-20												7,90	22,54	
VB6	0-10	43,03	2,28	9,90	19,67	1,30	2,30	0,08	2,89	3,04	7,81	0,09	14,38	35,07	
	10-20	173,15	2,86	12,22	58,10	3,34	8,27	0,24	4,72	3,23	12,18	0,14	4,97	28,68	
VB7	0-10												27,02	52,66	
	10-20												24,82	45,41	
VB8	0-10												19,79	30,92	
	10-20												12,14	32,35	
VB9	0-10												23,48	39,01	
	10-20												11,12	28,39	
PG1	0-10	35,67	27,51	10,11	12,31	0,68	1,37	0,16	2,12	7,36	4,49	0,09	56,56	71,63	
	10-20	58,92	17,94	13,27	3,55	0,79	1,31	0,03	2,19	5,99	9,43	0,07	42,23	64,31	
PG2	0-10												37,50	63,18	
	10-20												58,96	101,05	
PG3	0-10												42,97	68,82	
	10-20												50,77	90,37	
PG4	0-10												25,06	49,80	
	10-20												26,03	64,42	
Destructie														Strontium	
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	
Man 1	0-10												12,70	16,73	
Man 2	0-10												85,09	53,91	
Man 3	0-10												51,99	20,92	
Man 4	0-10												23,26	41,19	
Man 5	0-10												40,31	30,69	
Man 6	0-10												76,09	41,56	
LV1	0-10	51,97	1,65	11,30	27,40	2,53	5,24	0,12	2,26	4,25	12,00	0,10	30,37	37,24	
	10-20	81,74	2,04	11,14	33,89	2,40	6,59	0,14	1,91	3,58	8,30	0,11	6,95	27,51	
LV2	0-10												63,29	39,18	
	10-20												23,62	20,04	
LV3	0-10	46,28	3,82	11,35	25,80	1,86	5,40	0,18	2,68	4,36	7,30	0,12	27,27	23,81	
	10-20	68,87	2,39	13,50	27,50	2,15	6,40	0,18	1,34	1,68	8,63	0,11	6,00	13,02	
LV4	0-10												31,24	35,15	
	10-20												9,28	17,42	
LV5	0-10												20,92	44,28	
LV6	0-10												6,56	30,65	
	10-20												3,50	25,70	
LV7	0-10	28,42	1,76	10,40	8,46	0,31	0,99	0,03	1,44	3,17	5,06	0,06	14,59	33,81	
	10-20	90,57	1,74	11,30	19,05	0,61	1,37	0,06	1,96	4,61	6,89	0,11	7,29	50,81	
LV8	0-10	72,89	13,60	13,20	23,14	2,13	4,65	1,18	8,59	5,95	11,09	0,36	55,81	35,39	
	10-20	60,97	10,96	12,62	16,20	1,17	3,30	0,31	3,26	3,27	9,30	0,13	54,27	33,70	
	10-20												7,48	32,67	
HV1	0-10	16,40	8,40	22,01	3,63	0,65	3,12	0,03	1,20	11,85	0,90	0,25	25,48	80,71	
	10-20	10,18	4,03	11,01	1,74	0,10	1,50	0,01	0,60	3,94	2,06	0,15	13,64	47,83	
HV2	0-10												5,75	40,72	
	10-20												1,70	58,12	
HV3	0-10												5,23	50,11	
	10-20												2,30	86,15	
HV4	0-10												14,28	38,55	
	10-20												3,84	52,54	

Code	Diepte	MV kg droog/lit(%)	OS	Olsen-P umol/l bodem	NaCl												
					pH extract	NO3- umol/l bodem	NH4+ umol/l bodem	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
Man 1	0-10	1,41	2,04	314,01	4,16	5,87	19,68	1259,74	579,27	9,28	874,97	508,86	17,95	1,08	170,38	85,46	14,88
Man 2	0-10	0,91	11,35	1091,69	4,29	6,81	38,96	226,26	6635,33	2,31	398,02	1305,86	26,08	0,83	125,77	35,43	39,51
Man 3	0-10	1,27	1,84	849,89	4,46	4,11	32,19	311,83	2376,42	1,10	957,80	761,63	8,37	1,40	99,08	18,11	16,54
Man 4	0-10	1,18	5,85	1944,00	3,81	320,01	101,24	1291,83	2879,09	1,49	150,62	713,42	99,75	2,06	123,71	37,18	55,21
Man 5	0-10	1,01	5,79	1832,37	3,92	188,42	102,81	883,78	3484,47	1,84	116,29	411,16	65,20	2,26	117,12	29,47	29,84
Man 6	0-10	0,90	6,81	4771,54	4,44	94,58	127,58	86,05	6849,45	1,65	392,65	2100,97	53,35	35,02	95,18	24,26	27,99
LV1	0-10	0,96	5,75	710,32	3,38	35,75	408,83	2174,86	805,58	21,97	370,99	695,54	12,72	0,75	133,02	45,84	23,15
	10-20	0,99	4,81	508,54	3,85	55,21	254,32	1812,02	428,41	6,18	276,62	269,14	6,82	0,30	126,70	35,48	9,58
LV2	0-10	1,03	4,62	317,72	3,36	7,38	70,05	220,47	3323,72	1,77	490,87	1905,24	5,51	0,09	102,82	22,23	4,36
	10-20	1,21	2,79	415,97	3,31	22,70	57,13	634,54	1030,37	4,21	366,24	756,24	1,67	0,00	119,29	17,50	2,30
LV3	0-10	1,06	4,32	805,51	3,82	340,76	566,11	676,14	1093,39	5,27	427,78	839,03	38,41	1,12	112,84	25,48	17,36
	10-20	1,27	1,29	355,78	4,05	158,17	228,54	884,98	211,56	3,97	300,74	121,05	6,23	0,73	115,76	15,72	4,24
LV4	0-10	1,10	4,25	781,58	3,53	195,10	137,80	1102,90	1096,81	5,73	513,15	681,97	54,11	2,73	111,79	37,70	10,32
	10-20	1,19	1,93	281,43	3,99	93,61	67,79	979,69	304,07	2,70	324,45	180,60	14,46	0,82	121,88	24,30	3,65
LV5	0-10	0,95	10,29	612,40	3,65	6,44	3033,58	1126,82	1339,97	24,50	3394,16	1089,21	6,86	1,00	214,33	81,40	22,85
LV6	0-10	0,92	6,94	367,56	3,80	5,59	70,38	1308,63	200,49	1,90	331,88	200,89	1,76	0,37	103,81	11,06	3,88
	10-20	1,04	4,93	162,56	3,74	2,69	37,86	1357,26	92,76	2,30	336,33	151,70	1,09	0,23	112,22	15,25	4,05
LV7	0-10	0,95	7,25	434,48	3,65	31,12	551,92	1185,72	1050,68	2,27	346,99	613,59	11,12	0,85	108,30	18,02	8,81
	10-20	0,98	11,71	382,82	3,65	48,79	342,98	2424,92	729,08	1,94	392,17	641,27	27,63	0,01	115,11	16,16	12,76
LV8	0-10	1,23	4,62	3197,51	4,44	60,33	116,06	332,55	5652,43	2,46	181,04	502,90	19,67	1,59	115,47	19,95	38,29
	10-20	1,14	3,86	1357,80	4,48	58,51	67,58	384,98	5180,06	2,31	194,17	492,39	14,76	0,54	103,90	15,93	25,08
HV1	0-10	0,99	29,65	508,43	3,80	6,46	789,61	1776,55	323,74	10,54	1002,39	273,20	1,33	0,17	226,51	64,70	9,64
	10-20	0,39	59,24	190,37	2,49	78,81	3090,71	980,34	4380,72	2,47	1149,29	3434,24	20,52	2,58	109,39	34,65	93,96
HV2	0-10	0,91	8,02	107,97	2,76	33,81	810,23	587,21	1381,23	3,17	430,13	998,75	7,24	2,41	96,63	28,21	38,80
	10-20	0,78	9,70	279,45	2,97	3,95	386,82	1927,32	603,53	5,95	416,53	734,55	14,38	0,98	109,89	32,87	37,58
HV3	0-10	0,98	7,61	187,62	3,22	2,51	235,50	3556,22	268,55	2,54	261,39	289,16	7,97	0,73	106,68	31,89	37,93
	10-20	0,94	9,68	525,13	2,93	57,08	287,11	2525,42	645,70	9,04	424,09	379,30	3,38	2,98	145,90	48,97	8,49
HV4	0-10	0,68	23,88	335,69	2,92	72,88	307,17	4971,27	388,11	6,90	303,63	279,12	2,63	1,81	174,49	29,25	16,03
	10-20	0,89	8,82	571,95	3,11	74,89	511,98	1447,67	870,74	1,57	324,23	466,88	6,47	2,53	113,36	28,58	26,38
	10-20	0,81	8,66	247,28	3,17	53,61	374,19	2538,15	564,05	5,86	338,22	262,64	4,33	1,67	89,51	22,65	23,66

Code	Diepte	MV kg droog/lii (%)	OS	NaCl													
				Olsen-P umol/l bodem	pH extract NO3- umol/l bodem	NH4+ umol/l bodem	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	
HV5	0-10	0,85	7,28	1082,71	3,31	141,96	94,63	1241,25	1492,01	2,02	166,34	336,73	4,84	2,63	82,18	19,23	24,73
HV6	0-10	0,89	7,01	590,76	3,69	38,38	185,72	1508,81	4311,82	3,88	229,21	1384,39	1,86	0,70	111,91	31,44	6,27
HV7	0-10	0,96	5,91	2503,80	3,40	156,17	84,13	2062,88	339,29	4,36	167,91	235,20	7,63	6,99	98,17	23,87	12,30
HV8	0-10	0,90	7,96	3412,44	3,36	735,81	334,16	1884,49	1288,37	5,81	245,14	911,87	114,62	32,45	139,29	48,87	21,61
HV9	0-10	0,90	9,59	3195,53	3,22	218,22	56,55	2237,07	476,64	6,26	184,72	142,75	45,08	58,66	132,24	47,51	12,07
HV10	0-10	1,11	5,47	3391,77	3,66	431,39	112,80	2059,94	918,79	4,80	235,59	268,40	146,15	4,54	137,88	31,31	21,88
HV11	0-10	1,06	5,73	3112,07	3,87	373,99	126,46	1715,32	1750,63	3,95	180,56	240,24	123,21	2,45	125,20	26,11	36,71
HV12	0-10	1,26	1,78	239,57	4,42	4,99	29,33	463,82	102,16	4,47	269,77	60,52	0,67	0,00	97,10	18,47	0,45
HV13	0-10	1,12	6,79	1052,01	3,85	43,54	242,43	2704,43	198,57	16,62	519,95	172,87	13,05	1,09	161,60	58,38	8,40
HV14	0-10	1,14	2,58	579,91	3,39	75,66	53,09	2131,35	122,04	11,13	228,70	107,57	4,36	3,23	157,63	55,58	4,24
WV1	0-10	1,06	4,98	1431,63	3,64	173,62	372,22	653,44	4425,06	1,80	224,13	915,73	311,19	3,95	135,13	35,39	76,39
WV2	10-20	1,01	9,83	614,50	3,72	126,74	171,31	1211,11	3864,90	2,63	190,55	982,99	79,34	1,37	128,31	31,24	39,86
WV2	0-10	1,05	5,26	719,33	3,70	60,71	273,98	1106,36	2062,73	3,54	413,47	768,61	22,23	0,65	108,27	28,59	28,14
WV3	10-20	0,90	7,64	439,22	3,98	76,95	194,05	985,87	4709,96	2,24	261,35	953,63	13,43	0,04	100,42	24,67	32,00
WV3	0-10	0,92	6,67	884,28	4,36	298,53	418,95	298,12	5575,77	2,40	1172,39	998,53	30,70	0,37	109,23	28,51	102,81
WV3	10-20	1,12	3,75	378,21	4,43	103,75	159,37	493,58	5174,17	2,04	559,03	517,83	22,90	0,00	119,52	28,02	81,41
WV4	0-10	0,91	5,14	619,84	4,34	128,93	208,93	176,51	8708,60	2,20	432,06	2461,07	30,39	0,89	103,82	43,55	38,28
WV4	10-20	1,23	2,95	221,19	4,35	12,90	58,89	397,92	6066,40	2,44	454,43	1235,68	10,25	0,59	116,66	50,98	17,39
WV5	0-10	0,82	8,22	673,08	3,90	19,71	280,49	567,87	5386,83	1,48	209,53	1286,93	23,25	0,53	103,26	45,53	52,55
WV5	10-20	1,00	10,82	388,07	3,91	9,03	113,50	1267,07	5552,99	3,58	170,60	619,63	2,13	0,12	123,64	46,53	28,93
WV6	0-20	0,98	3,63	2633,71	4,49	235,81	269,98	228,77	8062,46	2,26	651,24	889,44	26,96	3,81	124,09	17,19	17,35
WV6	20-30	1,21	2,63	979,94	4,88	114,40	67,77	112,71	8806,77	3,10	872,07	579,78	6,92	1,98	119,03	24,34	6,97
WV6	30-40	1,43	0,89	159,88	5,07	25,78	43,91	90,76	5308,22	2,11	756,77	335,63	2,13	0,00	131,18	38,74	0,37
WV7	0-20	1,04	7,06	3773,85	5,06	181,14	579,55	66,77	14826,53	3,31	242,86	2030,48	12,41	5,69	142,75	26,50	13,12
WV7	20-30	1,27	12,04	3816,27	5,45	278,99	408,67	49,15	18703,29	3,92	271,65	1426,50	3,33	24,28	164,38	29,16	4,25
WV7	30-40	1,23	2,57	373,70	5,51	22,13	320,47	43,75	8788,43	2,11	235,93	737,06	2,32	0,44	131,22	23,11	0,37
WV8	0-20	0,85	10,98	2386,01	4,65	422,28	156,39	110,90	14746,48	2,27	131,92	2728,72	20,78	12,55	113,01	25,96	12,81
WV8	20-30	0,35	28,72	553,10	4,15	66,47	84,12	95,02	15588,14	2,47	89,20	3990,59	8,60	37,94	83,52	13,41	7,18
WV8	30-40	1,07	5,82	1341,16	3,93	26,35	59,00	461,71	8031,99	2,68	178,70	2047,23	3,73	7,84	128,23	30,16	6,12

		Destructie											Strontium		
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc %	meq/l
HV5	0-10	25,72	4,23	10,33	8,07	0,51	1,28	0,20	3,36	4,48	5,36	0,11	14,76	35,76	
HV6	0-10	75,41	1,60	9,62	36,32	0,85	1,98	0,04	2,44	3,51	7,47	0,07	16,35	47,93	
HV7	0-10												5,43	41,17	
HV8	0-10												16,86	39,91	
HV9	0-10	35,31	1,52	10,36	16,49	0,57	1,42	0,33	6,63	5,18	7,02	0,08	4,75	37,89	
HV10	0-10												7,62	35,95	
HV11	0-10	74,98	5,81	11,28	50,71	1,36	3,62	1,58	9,03	4,04	10,11	0,16	14,61	32,86	
HV12	0-10	143,39	1,58	13,76	52,25	2,96	9,71	0,23	2,46	1,02	11,70	0,10	12,13	8,33	
HV13	0-10	98,06	1,25	12,00	48,86	1,78	5,06	0,30	3,79	3,54	9,91	0,09	3,10	39,08	
HV14	0-10	44,08	0,88	12,20	18,95	1,62	3,90	0,08	1,88	3,00	8,80	0,05	2,30	33,64	
WV1	0-10												1,85	27,72	
	10-20												27,33	49,15	
WV2	0-10												19,38	36,29	
	10-20												32,16	46,05	
WV3	0-10												51,76	36,24	
	10-20												43,71	30,70	
WV4	0-10												65,28	49,76	
	10-20												43,75	31,80	
WV5	0-10												39,17	47,50	
	10-20												31,40	45,19	
WV6	0-20												66,99	43,10	
	20-30												81,24	32,28	
	30-40												76,68	14,68	
WV7	0-20												89,81	77,18	
	20-30												93,98	98,49	
	30-40												89,48	33,08	
WV8	0-20												82,59	96,09	
	20-30												92,11	113,04	
	30-40												62,76	74,54	
		Destructie											Strontium		
Code	Diepte	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	BV	CEC	
		mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc mmol/l	bc %	meq/l
SD1	0-10	41,13	3,39	9,15	17,71	1,75	4,86	0,10	1,52	4,69	7,03	0,07	25,77	40,03	
	10-20	77,60	2,36	13,54	29,05	2,48	8,40	0,17	1,34	2,73	10,95	0,12	5,71	28,86	
SD2	0-10												11,87	60,26	
SD3	0-10												59,96	41,10	
	10-20												64,47	45,10	
	20-30												66,78	48,83	
SD4	0-10	40,22	4,32	9,91	21,47	1,67	4,07	0,13	1,98	6,05	7,58	0,17	20,25	36,73	
	30-50												44,56	30,81	
SD5	0-10												4,11	25,39	
	10-20												7,23	21,97	
SD6	0-10												11,62	33,97	
SD8	0-10												8,99	44,32	
SD9	0-10	43,20	3,79	9,27	8,92	3,04	2,57	0,03	2,10	8,49	6,19	0,09	15,73	71,43	
SD7	0-10												27,01	40,52	
DB1	0-10	57,39	6,99	8,50	64,05	1,13	3,15	0,05	3,94	7,14	8,27	0,09	23,17	53,95	
DB2	0-10	37,35	5,36	10,22	287,56	0,48	1,58	0,19	7,67	10,19	5,18	0,09	20,89	59,02	
DB3	0-10	51,28	8,97	10,74	204,13	0,88	3,09	0,73	9,15	10,31	6,86	0,13	27,79	56,39	
DB4	0-10	82,82	9,27	8,57	244,25	0,80	2,81	0,57	12,55	16,20	7,35	0,14	24,30	64,73	
DB6	0-10	45,01	6,83	12,84	6,33	0,57	2,30	0,05	2,69	5,22	6,35	0,09	34,16	65,38	
DB7	0-10	65,53	3,26	7,70	170,77	0,57	1,29	0,07	5,63	10,43	4,55	0,12	14,03	42,63	
DB8	0-10	70,01	23,56	8,52	170,20	0,53	0,58	0,03	4,53	13,49	2,27	0,05	51,87	62,40	
DB9	0-10	78,33	2,11	10,31	141,73	0,95	3,04	0,08	3,89	8,06	9,18	0,07	6,98	30,10	
DB 10	0-10	71,06	49,13	5,80	164,78	1,39	3,34	0,40	11,55	26,08	4,36	0,17	85,25	99,05	
DB11	0-10	57,71	40,90	8,20	278,52	0,76	4,05	1,90	8,39	14,32	6,48	0,22	74,53	108,48	
DB12	0-10	68,42	28,36	7,39	511,94	1,12	3,25	1,25	11,80	20,19	5,27	0,29	60,32	77,89	
DB13	0-10	43,49	4,44	5,70	55,35	0,62	1,76	0,11	6,77	16,49	3,70	0,11	24,18	36,65	
DB14	0-10	36,73	18,94	9,12	37,94	1,21	2,92	0,45	8,93	14,13	7,14	0,10	77,32	35,79	
	10-20	129,73	67,13	6,28	150,46	1,61	4,65	1,87	9,44	24,07	6,08	0,11	90,48	97,36	
KS1	0-10	141,26	11,65	15,76	29,57	4,41	12,03	0,23	1,23	2,16	15,05	0,10	52,75	28,98	
	10-20	140,76	13,31	14,98	30,97	4,89	13,13	0,24	0,93	1,82	12,44	0,10	65,94	29,12	
Ket 1	0-10	40,75	2,11	13,32	5,63	0,71	1,75	0,06	4,00	1,65	8,50	0,04	16,77	23,41	
Ket 2	0-10	41,22	14,07	11,24	13,79	0,94	4,52	1,27	8,15	4,16	7,69	0,22	69,24	35,31	
Ket 3	0-10	47,18	9,33	14,73	3,95	0,75	2,04	0,05	4,39	1,84	7,31	0,10	56,61	28,64	
	10-20	49,65	11,57	12,26	12,70	0,79	3,03	1,05	7,86	2,98	7,82	0,19	55,57	29,48	
Ket 4	0-10	50,21	1,85	15,62	10,16	0,87	3,40	0,07	2,49	1,70	8,13	0,04	11,76	20,31	



Code	Diepte	MV kg droog/lii (%)	OS	Olsen-P umol/l bodem	NaCl														
					pH extract		NO3-		NH4+		Al		Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S
					umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem	umol/l bodem
SD1	0-10	0,82	9,30	516,55	3,31	108,12	983,18	933,81	2221,50	14,97	786,65	2311,60	34,81	1,73	151,64	82,78	17,63		
	10-20	1,21	4,14	364,80	3,78	49,67	603,36	1837,58	548,08	15,26	473,60	574,70	7,02	0,73	182,30	60,62	8,43		
SD2	0-10	0,93	9,15	663,01	3,08	72,52	401,50	2944,04	1997,00	5,65	1357,48	1274,04	34,38	3,60	126,74	42,92	25,64		
SD3	0-10	1,03	6,69	5354,01	4,19	53,20	154,62	238,70	7547,55	1,26	217,01	1710,63	42,42	24,25	97,87	30,61	35,58		
	10-20	1,05	5,88	6661,83	4,30	50,28	112,41	233,05	8398,78	1,31	143,40	1322,85	36,82	31,32	97,79	34,73	31,70		
SD4	0-10	0,99	7,04	5369,31	4,31	38,49	84,99	212,20	9685,52	1,26	124,02	784,68	27,56	37,78	99,86	37,90	25,78		
	30-50	0,82	8,43	447,34	3,40	5,34	1059,59	1233,94	2085,37	3,75	541,15	1450,08	14,48	0,28	134,66	38,92	24,17		
SD5	0-10	0,99	2,99	501,29	3,59	77,15	6,38	34,91	477,43	2,11	154,90	776,20	4,24	2,96	96,00	33,33	13,88		
	10-20	1,14	1,58	195,20	3,88	80,12	95,98	1771,62	79,94	6,02	523,34	118,77	1,97	0,33	173,32	52,31	3,68		
SD6	0-10	0,76	10,02	574,98	3,48	14,65	819,75	1756,70	1257,63	2,93	458,27	822,97	29,12	0,99	125,18	31,56	16,76		
SD8	0-10	0,99	10,05	840,26	3,28	277,68	305,31	2169,54	1578,76	6,68	445,36	627,11	14,20	2,83	145,84	37,27	26,45		
SD9	0-10	0,73	15,85	570,99	3,08	264,73	3491,33	1963,89	1800,13	2,68	3779,69	1451,54	8,00	1,01	132,02	35,01	17,57		
SD7	0-10	1,00	6,75	456,13	3,64	31,92	360,50	1237,93	1633,96	3,85	461,24	1108,55	7,33	0,38	122,43	25,71	11,98		
DB1	0-10	0,71	12,00	314,43	3,93	3,49	70,52	886,05	4235,19	32,72	205,44	294,85	3,71	0,17	137,88	120,94	5,20		
DB2	0-10	0,89	11,43	1239,54	3,34	310,58	157,64	2476,18	2219,27	17,85	1054,66	1217,71	9,87	0,79	225,09	35,49	24,45		
DB3	0-10	0,97	7,76	1190,92	3,57	25,79	66,13	1781,37	3073,12	7,09	456,77	1557,56	51,00	1,01	91,76	33,61	18,89		
DB4	0-10	0,77	16,42	2198,24	3,49	484,61	206,11	2452,26	3030,81	8,42	777,06	1769,23	102,67	2,40	153,58	51,39	33,43		
DB6	0-10	1,15	5,88	672,28	3,77	4,93	36,79	853,04	5936,91	3,56	405,30	1707,62	18,50	1,55	185,91	58,06	11,12		
DB7	0-10	0,63	20,61	1040,14	3,72	3,97	76,72	2053,77	1661,63	33,10	419,20	640,85	10,79	0,88	105,62	67,81	30,26		
DB8	0-10	0,39	46,17	489,17	3,96	3,42	46,13	988,76	13201,87	7,89	206,49	113,99	2,06	0,45	155,13	183,94	2,24		
DB9	0-10	0,88	8,95	827,78	3,78	30,53	175,14	2173,79	865,55	10,93	463,86	538,33	20,86	0,00	152,95	131,72	13,52		
DB 10	0-10	0,43	40,42	1240,89	4,42	608,23	206,17	121,68	19176,60	19,84	17,47	634,36	84,27	0,82	660,32	478,73	8,76		
DB11	0-10	0,69	20,16	827,11	4,25	157,82	284,08	130,72	15405,23	2,38	141,47	2599,28	95,35	0,43	124,13	63,40	15,89		
DB12	0-10	0,56	31,90	1486,78	3,79	570,70	158,21	631,86	11009,30	10,34	201,07	1566,82	246,77	0,96	176,43	151,39	40,28		
DB13	0-10	0,40	35,32	969,34	3,40	250,06	162,27	2230,11	2424,31	24,86	88,49	788,83	50,83	2,09	214,61	254,67	28,60		
DB14	0-10	0,80	9,45	2603,60	4,36	469,98	178,48	231,03	9797,61	6,51	81,82	433,98	174,44	1,89	728,83	165,55	10,81		
	10-20	0,46	30,76	313,91	4,61	619,43	91,57	129,23	18973,16	3,19	20,77	433,51	84,35	0,49	546,01	283,65	2,61		
KS1	0-10	1,43	2,04	283,10	4,34	31,53	90,61	373,25	5130,92	5,64	688,80	877,86	35,74	0,26	142,93	45,40	3,67		
	10-20	1,37	1,28	117,05	4,47	30,75	63,85	174,61	5583,29	4,03	424,77	679,55	10,61	0,00	121,86	35,97	1,25		
Ket 1	0-10	1,19	2,23	2334,23	3,85	7,53	47,74	964,11	1158,13	2,74	196,98	216,00	12,15	8,99	101,18	21,34	9,85		
Ket 2	0-10	1,05	4,34	3701,02	4,51	94,26	114,40	59,61	5788,52	2,23	234,40	2104,23	37,56	37,12	116,22	23,76	26,39		
Ket 3	0-10	1,41	1,57	2542,63	4,66	10,19	65,33	146,96	5236,66	3,27	310,71	510,47	8,63	9,59	128,16	8,86	15,83		
	10-20	1,15	3,23	3640,50	4,43	50,25	99,72	211,64	5008,39	2,40	250,12	623,67	44,84	7,21	114,55	20,90	28,46		
Ket 4	0-10	1,47	1,61	831,28	3,99	36,99	84,52	932,25	728,26	6,13	360,53	373,90	4,96	1,15	118,46	17,20	8,03		

## Bijlage 3. Vegetatieopnames

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Biblio referentie	HV1	HV2	HV3	HV4	HV5	HV6	HV7	HV8	HV9	HV10	HV11	HV12	HV13	HV14
Bedekking totaal (%)	80	90	80	3	98	90	90	100	20	100	90	80	10	80
Bedekking kruidlaag (%)	75	70	70	3	73	60	55	90	10	70	60	50	7	50
Bedekking mostlaag (%)	5	20	10	0	25	30	35	10	10	30	30	30	3	30
Aantal soorten	4	5	8	4	10	12	10	7	7	6	6	6	3	6
Species_nr	Ned_naam													
447	Kraaihei	3	1											
473	Gewone dophei	2a	1											
832	Pijpenstrootje	1	2b	1	2a		2a	2a	1	2a	2a			
2636	Grijs kronkelsteeltje	2m	2m			2a	2a	2a	2a					
186	Struikhei	3	2b		2a	2a	2a					3	2a	2a
2789	Echte klauwtjesmos	2a		+	3	2b	2b					3	2a	2m
251	Pilzege		2a		+							+		
1473	Genaaidschapengras		2b		2b	2b	2b		+		2b	+		2b
2679	Gewoon gaffeltandmos		2m	+		1		2m						2b
520	Rood zwenkgras s.s.													
Dicranum scoparium														
Festuca rubra														
Prunus serotina														
Deschampsia flexuosa														
Galium saxatile														
Juncus effusus														
Luzula campestris														
Rumex acetosella														
Amitca montana														
Hieracium pilosella														
Pinus sylvestris														
Danthonia decumbens														
Holcus lanatus														
Agrostis capillaris														
Rhytidelaphus squarrosus														
Cytisus scoparius														
Brachyhedium rotabulum														
Cladonia gray														
2567	Gewoon dikkopmos													
4175	Bruin bekermos													
														+

Tabelnummer	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Biblio referentie	PG1	PG2	PG3	PG4	VOS1	VOS2	VOS3	WW1	WW2	WW3	WW4	WW5	WW6	WW7	WW8
Bedekking totaal (%)	90	100	100	100	60	50	100	95	90	95	95	95	98	98	95
Bedekking kruiddaag (%)	80	50	50	80	20	50	85	75	75	60	65	45	95	96	65
Bedekking mosaïaag (%)	10	50	50	20	40	0	15	20	15	35	30	50	5	2	30
Aantal soorten	12	6	7	11	7	9	19	9	9	11	12	12	8	12	10
	Species_nr	Ned_naam													
<i>Empetrum nigrum</i>	447	Kraaihei													
<i>Erica tetralix</i>	473	Gewone dophei			1	+									
<i>Molinia caerulea</i>	832	Pijpenstrootje		2b											
<i>Campylopus introflexus</i>	2636	Grijs kronkelssteelje						1	+	1		+			
<i>Calluna vulgaris</i>	186	Struikhei		2a		2b		+	+	1					
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>cupressiforme</i>	2789	Echte klauwjesmos			+	1		2m	2m	2a	2m	2a		1	
<i>Carex pilulifera</i>	251	Pilzegge						1		2a	2a	2a			
<i>Festuca ovina</i>	1473	Genaaid schapengras								2b	2a	2a			
<i>Dicranum scoparium</i>	2679	Gewoon gaffeltandmos		2a					1						
<i>Festuca rubra</i>	520	Rood zwenkgras s.s.		2a			2a	3	4		2m				
<i>Prunus serotina</i>	1020	Amerikaanse vogelkers													
<i>Deschampsia flexuosa</i>	398	Bochtige smele		2a											
<i>Gallium saxatile</i>	549	Liggend walstro		+	2a					1	1	2a			
<i>Juncus effusus</i>	680	Pitrus		2a	2a	2b	2a	+	+		1	1			2m
<i>Luzula campestris</i>	766	Gewone veldbies					2b	2m	2m	2a	2a	2b			
<i>Rumex acetosella</i>	1094	Schapenzuring													
<i>Arnica montana</i>	93	Valkruid													
<i>Hieracium pilosella</i>	621	Muizenoor									3				
<i>Pinus sylvestris</i>	943	Grove den		2a											
<i>Danthonia decumbens</i>	1199	Tandjesgras													
<i>Holcus lanatus</i>	631	Gestreepte witbol		2a	2a		2a						2b	2a	2a
<i>Agrostis capillaris</i>	19	Gewoon struisgras		2a	2b	3	2b	2a	2a	2b	2b	3			4
<i>Rhynchospora squarrosa</i>	2976	Gewoon haakmos		2a				2a	2a	2b	2b	3			
<i>Cytisus scoparius</i>	1140	Brem											2m	2m	2m
<i>Brachythecium rutabulum</i>	2567	Gewoon dikkopmos													
<i>Glaucium grayi</i>	4175	Bruin bekrmos													
<i>Carex panicea</i>	248	Blauwe zegge		2a											
<i>Hypochaeris radicata</i>	654	Gewoon biggenkruid		+		+	2a								
<i>Potentilla erecta</i>	1008	Tormentil		1	1						+				
<i>Polytrichum commune</i>	2923	Gewoon haarmos		2a	2b		2a	1	2a			1			+
<i>Rumex acetosa</i>	1093	Veilzuring						+							
<i>Juncus squarrosus</i>	687	Trekrus		1					2m			+			
<i>Betula pendula</i>	140	Ruwe berk			2a	1	2a								
<i>Juncus bufonius</i>	675	Greppeirus			+										
<i>Salix caprea</i>	1118	Boswilg			+										
<i>Alnus glutinosa</i>	36	Zwarte els													
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1363	Tijmereprijs													
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	66	Gewoon reukgras					2a								
<i>Cerastium glomeratum</i>	295	Kluwenhoorbloem						+							
<i>Hieracium laevigatum</i>	618	Stijf havikskruid					1								
<i>Hypericum perforatum</i>	649	Sint-Janskruid					1								
<i>Plantago lanceolata</i>	946	Smalle weegbree						+							
<i>Trifolium dubium</i>	1299	Kleine klaver					1								
<i>Veronica arvensis</i>	1347	Veldereprijs					1						1		
<i>Jacobaea vulgaris</i>	2290	Jakobskruiskruid s.l.						+							
<i>Cerastium fontanum</i>	2314	Gewone en Glanzende hoorbloem						+					1	1	+
<i>Vicia sativa</i> s. <i>segetalis</i>	5455	Vicia sativa subsp. <i>segetalis</i>						+		1	2m	2a		2a	1
<i>Taraxacum officinale</i>	50612	Paardenbloem (G)						+							
<i>Leontodon saxatilis</i>	727	Kleine leeuwentand								+					
<i>Viola canina</i>	1380	Hondsviooltje													
<i>Bellis perennis</i>	135	Madeliefje													
<i>Cirsium palustre</i>	335	Kale jonker											r		
<i>Gardamine pratensis</i>	205	Pinksterbloem											+	2a	2a
<i>Lolium perenne</i>	756	Engels raaigras											2m	+	+
<i>Cirsium anvense</i>	331	Akkerdistel													
<i>Ranunculus repens</i>	1056	Kruipende boterbloem													
<i>Trifolium repens</i>	1306	Witte klaver													+

**Bijlage 4. Folder Heischrale Graslanden**