

## Notitie

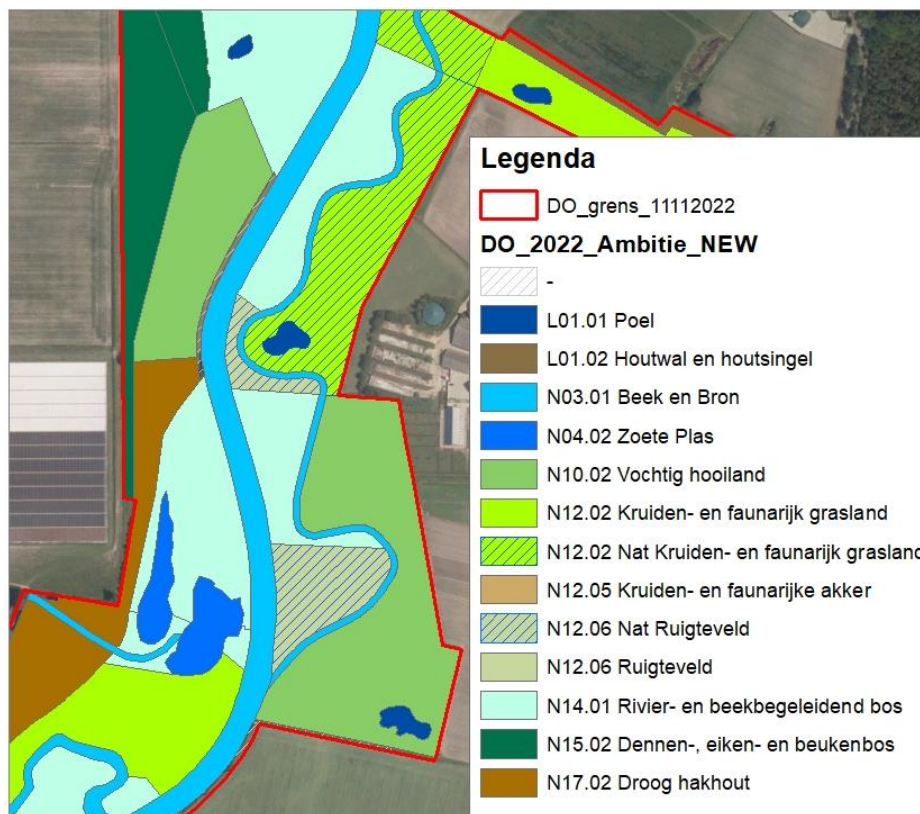
HaskoningDHV Nederland B.V.  
Mobility & Infrastructure

Aan: Waterschap Brabantse Delta  
 Van: Tom Paternotte (Royal HaskoningDHV)  
 Datum: 1 mei 2023  
 Kopie: -  
 Ons kenmerk: BG9342-MI-ME-230501-1538  
 Classificatie: Projectgerelateerd  
 Gecontroleerd door: Chris van Doveren (Royal HaskoningDHV)

**Onderwerp: Resultaten bodemonderzoek Landnatuur Markdal-Zuid**

## Aanleiding voor het bodemonderzoek op 2 percelen in Markdal Zuid

In het Definitief Ontwerp voor Markdal Zuid is een voorstel voor invulling van de landnatuur opgenomen. In dat voorstel is aan twee percelen de natuurambitie N10.02 Vochtig hooiland toegekend (zie Figuur 1). Dat voorstel is mede gebaseerd op de lage ligging van de percelen en op de uitkomsten van de hydrologische modellering / Waterwijzer Natuur.



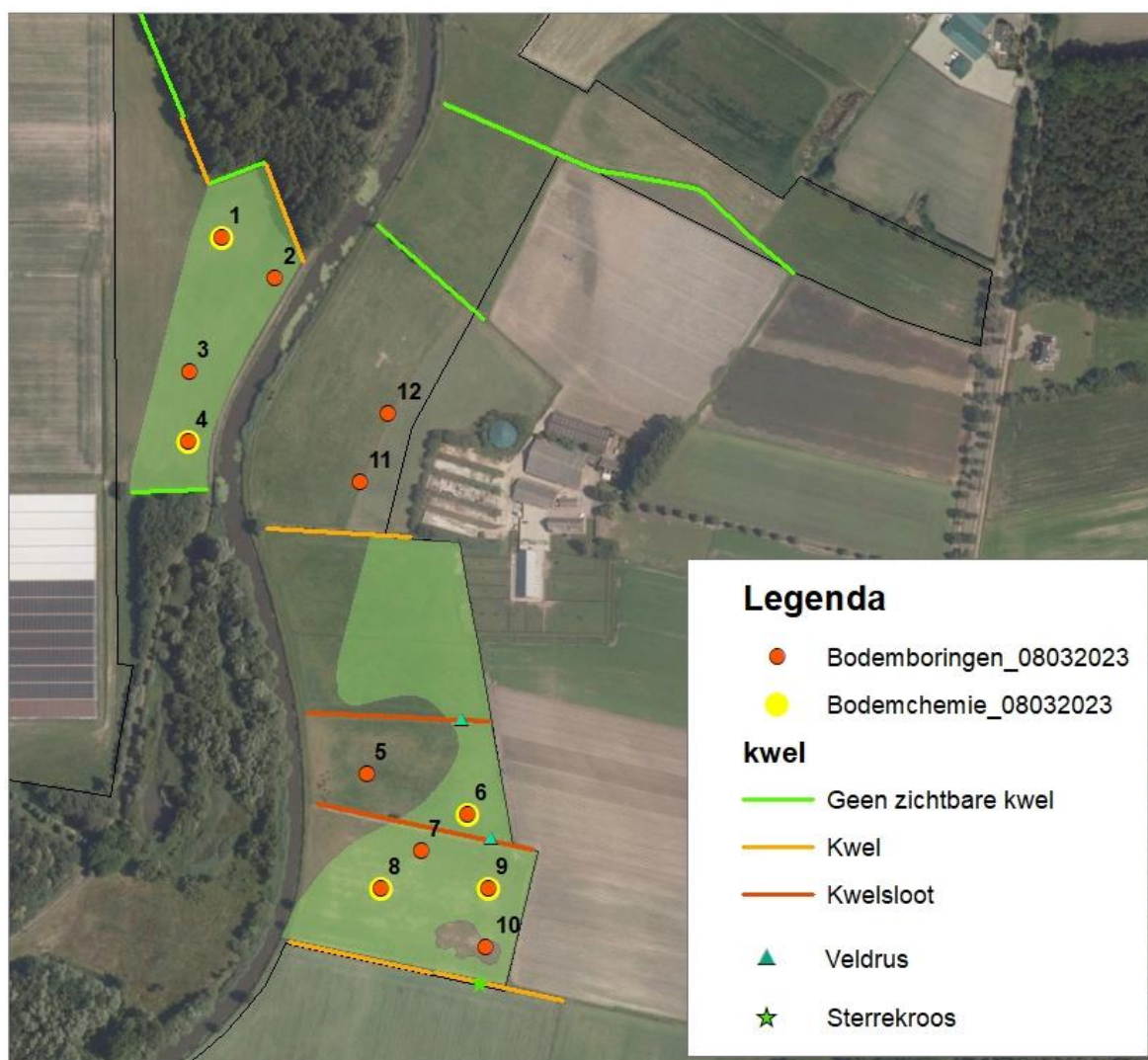
Figuur 1: Uitsnede uit het voorstel natuurambitie voor Markdal Zuid

Om met meer zekerheid uitspraken te kunnen doen over de haalbaarheid van de natuurambitie N10.02 Vochtig hooiland op deze percelen, is op 8 maart 2023 veldwerk uitgevoerd en zijn bodemonsters verzameld voor bodemchemische analyse (fosfaatgehalte, gehalten bufferstoffen). De bodemchemische analyse is uitgevoerd door Brightlabs te Venlo.

## Resultaten veldwerk 8 maart 2023

Om een indruk te krijgen van de bodemopbouw van de percelen met de natuurambitie N10.02 vochtig hooiland, zijn hier tien bodemboringen uitgevoerd en beschreven tot 1 meter onder maaiveld. Daarnaast zijn 2 bodemboringen uitgevoerd tot 3 meter onder maaiveld i.v.m. mogelijke zetting in het terrein na aanleg van de nieuwe vrijstromende Mark op de oostzijde (zie Figuur 2).

De bodemboringen zijn uitgevoerd door Gijs Hersmus (boormeester) en Michelle van Hillo, beiden van RHDHV. De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 1. De sloten in de percelen zijn nagelopen met het oog op kwel door Tom Paternotte, ecohydroloog van RHDHV.



Figuur 2: Locaties bodemboringen, monsternamen bodemchemie en overig veldwerk

### Perceel aan de westzijde van De Mark (boringen 1 – 4)

Dit perceel heeft een dikke bouwvoor (70 tot 80 cm) of is tot grotere diepte humeus. De bodem bestaat voorts uit matig fijn, zwak tot matig siltig zand. Dieper in het profiel zijn sporen van slibafzetting en/of resten van slib of leem aangetroffen. Het profiel bij boring 4 vanaf 70 cm-mv lijkt verstoord. Mogelijk is hier een sloot opgevuld.

Aan de zuidzijde en de noordzijde van dit perceel lopen diepe sloten die afwateren op De Mark (de bodemdiepte is 80 – 100 cm onder aangrenzend maaiveld). In de sloot aan de zuidzijde zijn geen kwelverschijnselen of kwel-indicerende soorten zichtbaar. In de sloot aan de noordzijde is op de bodem uittredend ijzerhoudend kwelwater zichtbaar (Figuur 3 rechts).

#### ***Percelen aan de oostzijde van De Mark (boringen 5 – 10)***

Deze percelen hebben een vrij dikke bouwvoor (50 tot 65 cm). De zandondergrond is meest matig fijn, zwak tot matig siltig. In een enkele boring is leem of grind aangetroffen en in 2 boringen grover zand. Het profiel bij boring 5 is verstoord. Hier is een sloot opgevuld. Op de oorspronkelijke slootbodembodem stagneert water.

In de percelen aan de oostzijde van De Mark lopen een aantal ondiepe sloten die afwateren op De Mark (waterdiepte ca 10 cm; bodem 40 tot 50 cm onder aangrenzend maaiveld). In de sloten ten zuiden van de boerderij Hoogedonk zijn kwelverschijnselen en kwel-indicerende soorten zichtbaar (Figuur 3 links). Met name is uitvlokking van ijzer zichtbaar (zie foto). Aan de oostzijde van 2 sloten staat ook veldrus in de slootkant. Deze soort is indicatief voor lateraal stromend grondwater en wordt vaak geassocieerd met kwel. Ook in de A-watergang aan de zuidzijde van het projectgebied is uitvlokking van ijzer zichtbaar. Sterrekroos (spec.) wordt geassocieerd met goed gebufferd water.

In de sloot ten noorden van de boerderij Hoogedonk en in de sloot in de verbindingzone naar de Strijbeekseweg zijn geen kwelverschijnselen of kwel-indicerende soorten zichtbaar.



*Figuur 3: Links ondiepe sloot aan de oostzijde van de Mark, rechts diepe sloot westzijde van de Mark.*

#### ***Wateraanvoer vanaf de Strijbeekse Heide***

De watergang aan de zuidrand van het projectgebied voert een grote hoeveelheid water af naar de Mark. Dit water komt vanaf de Strijbeekse Heide, wordt op de rand van het projectgebied hoog opgestuwd en is daarmee te benutten in het terrein. In de legger van WBD gaat het om Stuw KST00613 en A waterloop OVK02079.

De gegevens op de leggerkaart kloppen niet. Bovenstrooms van de stuw KST00613 is de bodemhoogte waarschijnlijk hoger dan in de leggerkaart opgenomen, waarmee het vrij eenvoudig mogelijk om water in het natuurperceel leiden. Het maaiveld van het projectgebied ter plaatse van de stuw is circa 4,20 – 4,30 m+NAP, het maaiveld tegen de Mark aan is circa 3,70 - 3,80 m+NAP.



*Figuur 4: Links waterlopen vanaf de Strijbeekse Heide naar De Mark, rechts Stuw KST00613.*

Deze watertoevoer vanaf de Strijbeekse Heide naar de Mark is terug te vinden op de oude kaarten, maar is daarop niet als beek benoemd. Op de kaart 1950 staat deze als blauwe lijn. Op de kaart 1900 staat onder het Grenskantoor de duiker onder de weg aangegeven.



*Figuur 5: Links situatie circa 1950, rechts situatie circa 1900*

## Resultaten bodemchemische analyses

Voor verschillende natuurambitietypen zijn door B-ware referentiewaarden voor fosfor-gehalten en bodembuffering afgeleid. Voor *N10.02 vochtig hooiland* en *N10.01 Nat schraalland* zijn referentiewaarden overgenomen in onderstaande tabel. Ook waarden voor glanshaverhooiland en kruiden en faunarijck grasland zijn opgenomen.

- *N10.02 vochtig hooiland* kan voorkomen op matig voedselrijke, goed gebufferde kalkhoudende tot kalkrijke bodems. In beekdalen staat het onder invloed van uitredend kwelwater;
- *N10.01 Nat schraalland* komt voor op voedselarme, matig zure tot basische bodems die gedurende de winter het waterpeil tenminste op of rond het maaiveld hebben en 's zomers slechts oppervlakkig uitdrogen.

	Olsen-P (µmol/liter)	P-totaal (mmol/liter)	Ca (mmol/liter)
<b>N10.02 Vochtig hooiland</b>			
Veldrusschraalland	< 600 (900)	4 – 15 (35)	30 – 60 / >100
Dotterbloemhooiland	< 800 (1000)	8 – 20 (50)	30 – 60 / >100
<b>N10.01 Nat schraalland</b>			
Blauwgrasland	< 500 (700)	2 – 10 (20)	20 – 30 / 60 - 100
Kleine zeggen-vegetaties	< 500 (700)	1 – 6 (10)	20 – 30 / 30 - 60
<b>N12.02 Kruiden &amp; faunarijck grasland* / N12.03 Glanshaverhooiland</b>			
Glanshaverhooiland	< 800 (1200)	8 - 20 (50)	> 50
Kamgrasweide	< 1200 (1500)		

\* voor Kruiden en faunarijck grasland zijn geen harde referentiewaarden vast te stellen. De gepresenteerde waarden voor Kamgrasweide passen bij meer soortenrijke vegetaties.

### Perceel aan de westzijde van De Mark

De bouwvoor van dit perceel is tot diep fosfaatverzaadigd. De gehalten Olsen-P (voor planten beschikbaar fosfor) en de gehalten P-totaal zijn duidelijk hoger dan de referentiewaarden voor *N10.02 vochtig hooiland* en ook hoger dan de referentiewaarde voor *N12.03 Glanshaverhooiland*. Bij boring\_1 is het fosforgehalte onder de bouwvoor (vanaf circa 70 cm - mv) laag genoeg voor de ontwikkeling van *N10.02 vochtig hooiland*. Het calciumgehalte is erg laag voor de ontwikkeling van *N10.02 vochtig hooiland*.

Ook uit de bodemchemie volgt dat het bodemprofiel bij boring\_4 sterk is verstoord.

### Percelen aan de oostzijde van De Mark

De bovenste 20 cm van de bouwvoor van deze percelen is fosfaatverzaadigd. Verschraling van de bouwvoor d.m.v. maaien en afvoeren duurt mogelijk tientallen jaren. Het onderste deel van de bouwvoor (vanaf circa 35 cm – mv) en de bodem onder de bouwvoor is voldoende schraal voor de ontwikkeling van *N10.02 vochtig hooiland* of *N10.01 Nat schraalland*.

De gehalten Calcium en IJzer onder de bouwvoor zijn (zeer) laag. Het calciumgehalte onder de bouwvoor is te laag, en in de bouwvoor net voldoende voor de ontwikkeling van *N10.02 vochtig hooiland*. Mogelijk ontwikkelt zich een *kleine zeggen-vegetatie* (*N10.01 Nat Schraalland*). Calcium in de bouwvoor is aannemelijk afkomstig van bekalking (dolokal) of de aanwending van dierlijke mest.

Olsen-P: voor planten beschikbaar fosfor ( $\mu\text{mol/liter}$ )					
Diepte / Locatie	1	4	6	8	9
Bovenkant bouwvoor (0 – 20 cm)	4367	2169	1453	1822	1827
Onderkant bouwvoor (onderste 20 cm)	2182	1223	427	1096	587
Zandondergrond (bovenste 20 cm)	499	3381	152	201	148

P-totaal: totaal fosforgehalte bodem (mmol/liter)					
Diepte / Locatie	1	4	6	8	9
Bovenkant bouwvoor (0 – 20 cm)	48	63	34	42	37
Onderkant bouwvoor (onderste 20 cm)	27	39	22	32	23
Zandondergrond (bovenste 20 cm)	18	101	16	21	17

Verschralingsduur (in jaren) naar 800 of 1200 $\mu\text{mol/liter}$ Olsen-P										
Diepte / Locatie	1		4		6		8		9	
	800	1200	800	1200	800	1200	800	1200	800	1200
Bovenkant bouwvoor	122	109	125	89	48	18	74	45	64	39
Onderkant bouwvoor	53	38	42	2	-	-	27	-	-	-
Zandondergrond	-	-	241	203	-	-	-	-	-	-

Calcium (Ca; mmol/liter)					
Diepte / Locatie	1	4	6	8	9
Bovenkant bouwvoor (0 – 20 cm)	19,3	88,0	34,9	39,3	42,0
Onderkant bouwvoor (onderste 20 cm)	17,5	84,5	31,2	33,8	37,1
Zandondergrond (bovenste 20 cm)	6,2	179,9	5,7	12,6	13,8

IJzer (Fe; mmol/liter)					
Diepte / Locatie	1	4	6	8	9
Bovenkant bouwvoor (0 – 20 cm)	130,3	414,2	106,3	215,9	68,5
Onderkant bouwvoor (onderste 20 cm)	50,3	372,5	53,0	191,0	80,8
Zandondergrond (bovenste 20 cm)	25,2	935,6	25,8	62,0	48,4

## Conclusies & aanbevelingen

In 2020 is voor het Markdal een Richtingwijzer Beheer opgesteld (B.J.H.M. Possen 2020). Deze is bij onderstaande aanbevelingen betrokken.

### **Perceel aan de westzijde van De Mark**

- Dit perceel heeft een 70 tot 80 cm dikke bouwvoor of is tot grotere diepte humeus;
- Kwel is alleen zichtbaar op de bodem van een diepe sloot aan de noordzijde van het perceel;
- De bouwvoor van dit perceel is tot diep fosfaatverzaadigd. De daarbij horende verschralingsduur naar voedselarme condities komt dan uit op meer dan een eeuw.

De dikte van de bouwvoor en de diepte van de fosfaatverzaadiging maakt afgraven van de bouwvoor op dit perceel voor het realiseren van *N10.02 Vochtig hooiland* niet zinvol.

Het ligt voor de hand hier te kiezen voor het uitgangspunt '*Laat je verrassen!*' uit de Richtingwijzer Beheer. De berekende verschralingsduur voor dit perceel nodigt niet uit om het klassieke verschalingsbeheer toe te passen. Een andere beheeraanpak (bijvoorbeeld bodem-enten of introductie van half-parasieten) kan tot verrassende resultaten leiden.

### **Percelen aan de oostzijde van De Mark**

- Deze percelen hebben een 55 tot 65 cm dikke bouwvoor;
- Kwel is zichtbaar als uitvlokkend ijzer in de ondiepe sloten die deze percelen doorsnijden. In de oever van 2 sloten staat ook veldrus;
- De bovenste 20 cm van de bouwvoor van de percelen is fosfaatverzaadigd. De daarbij horende verschralingsduur naar voedselarme condities komt uit op 20 tot 70 jaar;
- Het onderste deel van de bouwvoor en de bodem onder de bouwvoor is voldoende schraal voor de ontwikkeling van *N10.02 vochtig hooiland*;
- Calcium- en IJzergehalten onder de bouwvoor zijn opvallend laag. Het calciumgehalte in de bouwvoor hangt aannemelijk samen met bekalking of aanwending van dierlijke mest.

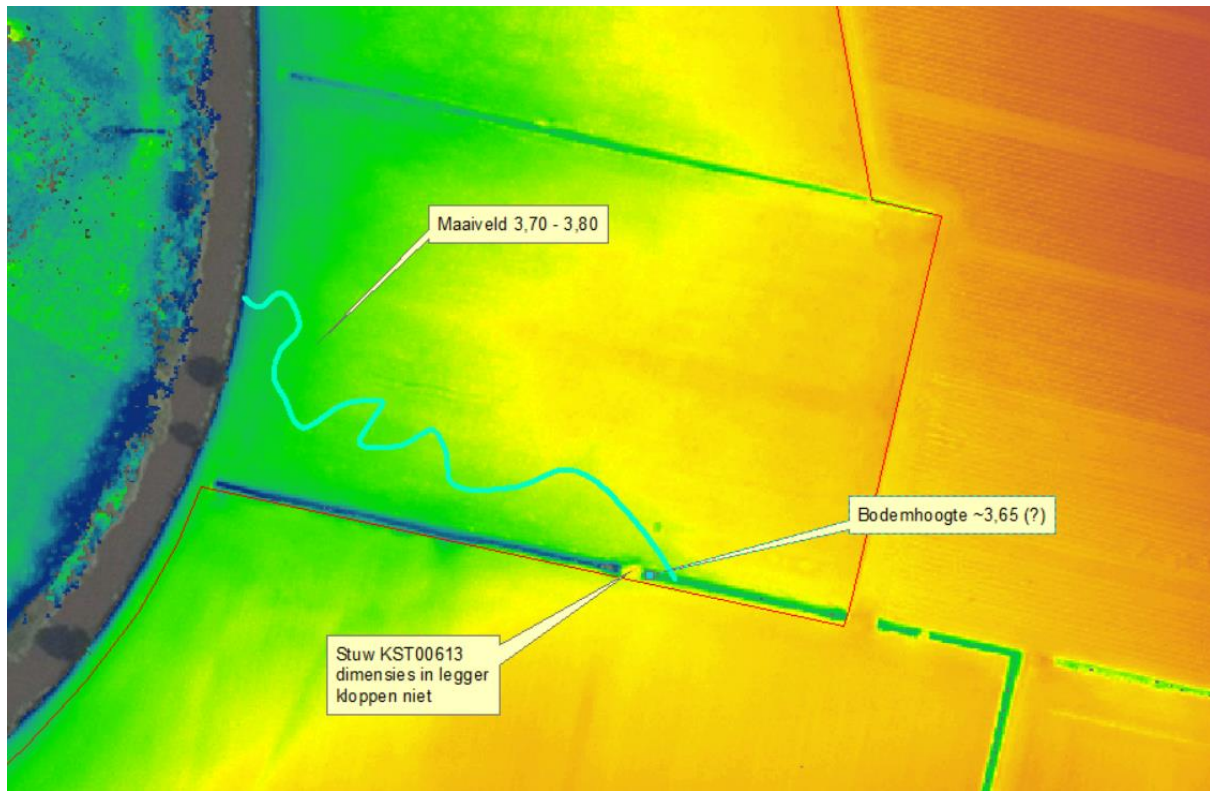
Afgraven van het bovenste deel van de bouwvoor levert voldoende schrale condities op voor het realiseren van *N10.02 Vochtig hooiland*. De Calcium-gehalten zijn aan de lage kant. Mogelijk ontwikkelt zich een *kleine zeggen-vegetatie (N10.01 Nat Schraalland)*. Eerdere berekeningen met de Waterwijzer Natuur laten zien dat de GVG en GLG voldoende hoog zijn voor de natuurambitie *N10.02 Vochtig hooiland*.

Het ligt voor de hand hier te kiezen voor het uitgangspunt '*Laaghangend fruit*' uit de Richtingwijzer Beheer. Door verwijderen van de bouwvoor kunnen meer bijzondere, in de context van het Markdal waardevolle beheertypen ontwikkeld kunnen worden, waar dat zonder die ingreep buiten bereik blijft.

### **Benutten wateraanvoer vanaf de Stijbeekse Heide**

Het water vanaf de Stijbeekse Heide kan worden benut in het oostelijk deel van het Projectgebied. Het water wordt bij Stuw KST00613 hoog opgestuwd en kan vanaf dat punt het projectgebied in worden geleid. In bijgaande Figuur 6 een eerste schets.

Hoe het terrein daar omheen uit komt te zien is nog in te vullen. Een moerasbos is een optie, maar een open moerassige laagte kan ook. De kwaliteit van dit water is vooralsnog onbekend, maar dat water zal niet perse slechter zijn dan het water van de Kerzelsebeek dat aan de westzijde in de daar aanwezige moeraszone wordt geleid.



*Figuur 6: Mogelijke benutting water afkomstig vanuit de omgeving Strijbeekse Heide.*

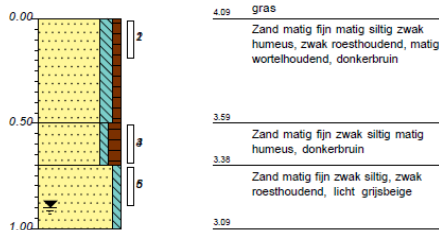


## Bijlage 1 Boorbeschrijvingen veldonderzoek 8 maart 2023

Veldwerk uitgevoerd door Gijs Hersmus, boormeester RHDHV. Locaties in de figuur in de hoofdtekst.

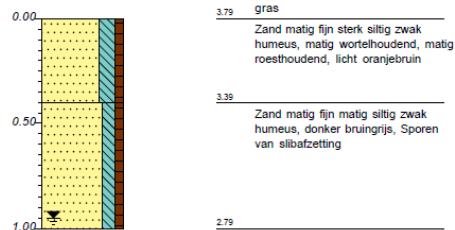
### Boring: 01

X-coördinaat: 113348,99  
Y-coördinaat: 391926,59  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 90



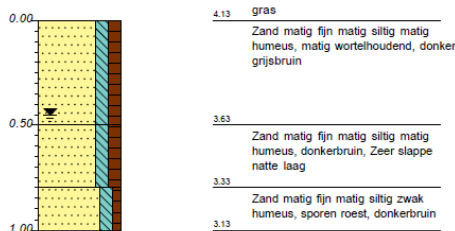
### Boring: 02

X-coördinaat: 113387,92  
Y-coördinaat: 391896,97  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 95



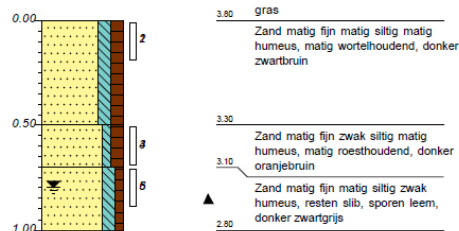
### Boring: 03

X-coördinaat: 113325,64  
Y-coördinaat: 391829,13  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 45



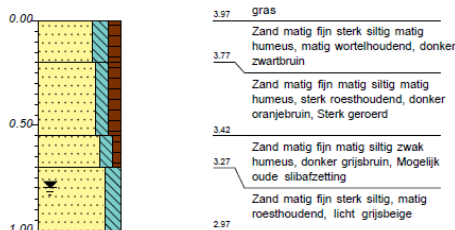
### Boring: 04

X-coördinaat: 113324,67  
Y-coördinaat: 391778,24  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 80



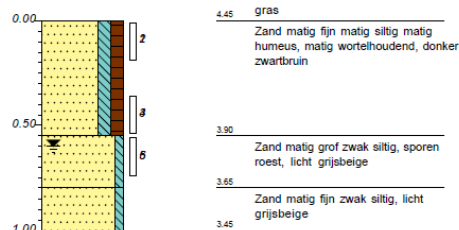
### Boring: 05

X-coördinaat: 113454,49  
Y-coördinaat: 391536,36  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 80



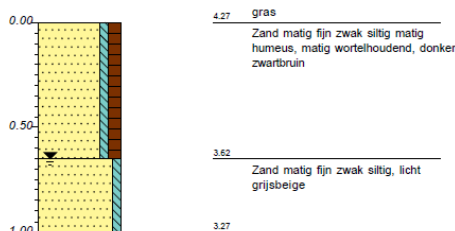
### Boring: 06

X-coördinaat: 113527,53  
Y-coördinaat: 391506,53  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 60



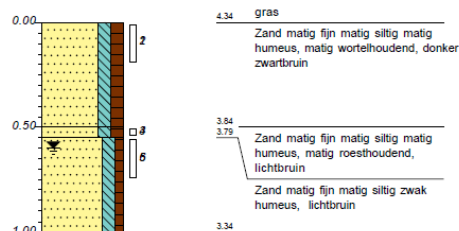
### Boring: 07

X-coördinaat: 113494,01  
Y-coördinaat: 391480,39  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 65



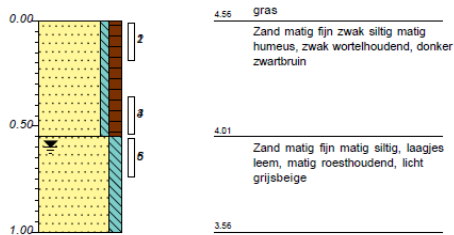
### Boring: 08

X-coördinaat: 113464,49  
Y-coördinaat: 391453,32  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 60



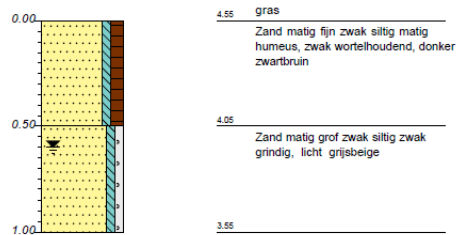
### Boring: 09

X-coördinaat: 113542,87  
Y-coördinaat: 391453,20  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 60



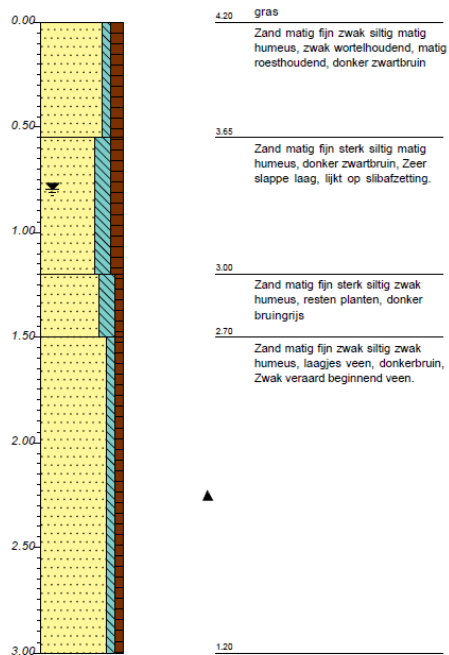
### Boring: 10

X-coördinaat: 113541,36  
Y-coördinaat: 391410,76  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 60



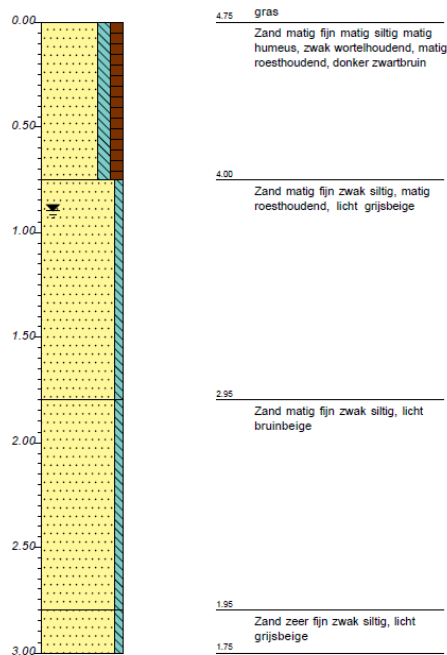
### Boring: 11

X-coördinaat: 113449,58  
Y-coördinaat: 391749,13  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 80



### Boring: 12

X-coördinaat: 113469,65  
Y-coördinaat: 391798,04  
Datum: 8-3-2023  
Grondwaterstand: 90



## Bijlage 2 Resultaten bodemchemische analyses Brightlabs

- Op 5 boorlocaties zijn op 3 diepten bodemmonsters verzameld. De bemonsteringsdiepten zijn: Bouwvoor (0 – 20 cm-mv), Bouwvoor (onderste 20 cm), Onder bouwvoor (bovenste 20 cm).
- De bodemmonsters zijn geanalyseerd op gehalten Organische Stof, Olsen-P (plant beschikbaar fosfor), P-totaal (totaal fosfor), Al (aluminium), Ca (calcium), Fe (ijzer), K (kalium), Mg (magnesium), Mn (mangaan), Na (natrium), Si (silicium), Zn (zink) en S (zwavel).
- Aan de hand van de Bulk Density van de bodemmonsters zijn de resultaten in mol/kilogram omgerekend naar mol/liter.

Locatie	Diepte	Organische stof (%w/w)	Olsen-P (µmol/liter)	Elementen (mmol/liter)										
				P-totaal	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	S
1	0 - 20	4,5	4367	48	189,3	19,3	130,3	13,6	26,4	1,0	21,0	33,9	0,7	33,5
	50 - 70	2,5	2182	27	125,1	17,5	50,3	14,3	13,4	0,6	19,6	37,9	0,1	28,7
	70 - 90	0,8	499	18	76,0	6,2	25,2	4,0	6,2	0,2	16,6	5,5	0,2	8,0
4	0 - 20	6,7	2169	63	502,1	88,0	414,2	38,0	75,8	7,9	30,9	40,6	2,1	62,3
	50 - 70	4,8	1223	39	379,8	84,5	372,5	25,4	57,0	8,7	26,5	37,6	1,1	41,5
	70 - 90	10,3	3381	101	929,8	179,9	935,6	54,6	106,6	16,9	45,6	70,2	4,5	199,5
6	0 - 20	5,3	1453	34	270,4	34,9	106,3	18,3	29,2	2,4	20,2	21,0	0,5	38,5
	35 - 55	3,9	427	22	250,9	31,2	53,0	16,2	22,2	0,9	20,7	21,8	0,1	30,0
	55 - 75	0,7	152	16	99,4	5,7	25,8	8,7	11,6	0,2	17,2	10,5	0,1	14,3
8	0 - 20	6,7	1822	42	268,5	39,3	215,9	17,6	33,2	4,2	22,7	35,0	0,8	42,8
	35 - 55	3,7	1096	32	194,9	33,8	191,0	9,7	20,3	3,7	19,5	23,7	0,5	28,1
	55 - 75	1,0	201	21	67,7	12,6	62,0	3,2	5,5	1,1	20,3	11,1	0,1	11,5

Locatie	Diepte	Organische stof (%w/w)	Olsen-P ( $\mu\text{mol/liter}$ )	Elementen (mmol/liter)										
				P-totaal	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	S
9	0 - 20	7,8	1827	37	265,5	42,0	68,5	18,5	30,7	2,1	23,3	42,5	0,5	51,1
	35 - 55	4,2	587	23	230,6	37,1	80,8	13,6	24,9	1,2	19,9	22,9	0,2	33,8
	55 - 75	1,7	148	17	231,6	13,8	48,4	14,9	22,7	0,4	18,7	15,4	0,1	22,7