



Vlaanderen
is wetenschap

T0-bepaling van de dijkvegetatie Hedwige-Prosperpolder Datarapport

Bart Vandevoorde, Frederic Van Lierop

**INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK**

Auteurs:

Bart Vandevoorde, Frederic Van Lierop
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Erika Van den Bergh

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel
vlaanderen.be/inbo

E-mail:

Bart.Vandevoorde@inbo.be

Wijze van citeren:

Vandevoorde B. & Van Lierop F. (2021). T0-bepaling van de dijkvegetatie Hedwige-Prosperpolder (datarapport).
Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek jaar 2021 (60). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.70310631

D/2022/3241/038**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (60)**

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Landzijde van de Scheldedijk ter hoogte van de Prosperpolder in Doel

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

het Waterbouwkundig Laboratorium (Departement Mobiliteit en Openbare Werken)

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

T0-BEPALING VAN DE DIJKVEGETATIE HEDWIGE- PROSPERPOLDER (DATARAPPORT)

Bart Vandevoorde & Frederic Van Lierop

doi.org/10.21436/inbor.70310631

Dankwoord/Voorwoord

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium en kadert binnen het ruimer project Living Lab Hedwige-Prosperpolder.

We danken het Waterbouwkundig Laboratorium en in het bijzonder Patrik Peeters en Davy Depreiter voor het toewijzen en opvolgen van dit project. Dank voor het geduld want deze studie werd geconfronteerd met onverwachte maai- en begrazingsactiviteiten die telkens een bijstelling van de planning (*lees: vertraging*) vereisten.

Speciale dank aan De Vlaamse Waterweg nv. en aan de aannemer in de persoon van Geert Vanwesenbeeck.

En natuurlijk speciale dank aan de INBO-collega's voor de hulp bij het realiseren van dit project. Vincent Smeekens verzorgde de voorbehandeling van de bodemstalen en het INBO-labo leverde secure, nauwkeurige en kwaliteitsvolle analyses van de bodemstalen. Dank aan Ann Capieau, Alexander Houtave, Liesbeth Papeleu, Nele Roosens, Els Mencke en Gerrit Genouw. Tot slot zijn we Erika Van den Bergh erkentelijk voor de kwaliteitsborging van het rapport.



Samenvatting

De huidige Scheldedijk ter hoogte van Prosperpolder (BE) en Hedwigepolder (NL) aan de Belgische-Nederlandse grens heeft in de toekomst, na de ontpoldering, niet langer een waterkerende functie. In afwachting van deze ontpoldering kunnen op deze dijk verschillende in situ-proeven uitgevoerd worden. Zo zijn er plannen om bres-, overloop- en golfoverslagproeven uit te voeren, tot zelfs rampoefeningen, en dit door verschillende onderzoeksinstellingen. Dit gebeurt in het kader van het Interreg-project Polder2C's Living Lab Hedwige-Prosperpolder.

Deze studie maakt ter voorbereiding van de proeven een toestandsbeschrijving (TO-bepaling) van de huidige dijk. Dit is concreet het maken van een vegetatiekaart en van detailopnames van 16 geselecteerde sites waar proeven gepland zijn. Een detailopname omvat het maken van een vegetatieopname, het bepalen van de bedekking en het meten van de worteldensiteit en de biomassa. Van elke site wordt bovendien een bodemstaal geanalyseerd.

De vegetatiekaart toont dat Type 3 Soortenarm glanshavergrasland het meest voorkomende vegetatietype is, zowel op de land- als rivierzijde van de dijk. Type 8 Variabele ruigte is het tweede meest voorkomend vegetatietype. Zo'n vegetatie staat vooral aan de voet van de dijk aan rivierzijde. De doelvegetaties op dijken, Type 1 Soortenrijk grasland en Type 2 Soortenrijk glanshavergrasland, bedekken slechts 7.6% van het dijklichaam.

In Nederland bestaat bijna 80% van de dijk uit Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. Een klein maar vermeldenswaardig aandeel wordt ingenomen door kleine vlekken Rietvegetatie (Type 6) die wijzen op lokale kwelplekken, zoals ook blijkt uit de bodemanalyses.

De vegetatie op het Belgisch deel van de dijk is gevarieerder. Type 3 Soortenarm glanshavergrasland is er ook aspectbepalend en domineert zowel de land- als rivierzijde van de dijkhelling. Net als in Nederland neemt Type 8 Variabele ruigte een aardige oppervlakte in, vooral aan de voet van rivierzijde van de dijk. Daar komen ook bomen en struiken voor in tegenstelling tot in Nederland, waar bomen en struiken compleet afwezig zijn. In vergelijking met Nederland is in België een hoger aandeel van de dijk begroeid met de doelvegetaties (Type 1 en 2). Deze komen vooral voor op de kruin aan weerszijden van de dienstweg en aan de teen van de dijk aan landzijde.

In plaats van 16 konden maar 8 proefvlakken worden geselecteerd omdat de dijk in Nederland al gemaaid was. Twee proefvlakken liggen in Nederland, de rest in België. Zes van de proefvlakken bevinden zich op de dijkhelling aan landzijde; op de kruin en teen van de dijk is er telkens 1 proefvlak.

Deze proefvlakken konden op basis van de vegetatieopnames aan vegetatietypes worden toegekend. Met uitzondering van 1 proefvlak behoren alle proefvlakken op de dijkhelling tot het Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. Het andere proefvlak ligt op een kwelplek, en is als een overgangsv egetatie tussen Type 6 Rietvegetatie en Type 5 Brandnetelruigte getypeerd. De vegetatie in de proefvlakken op de kruin en teen behoort tot Type 1 Soortenrijk grasland.

De vegetatie is getoetst aan kwaliteitsdoelen. Zo moet er 70% bedekking zijn, en moet de biomassa tussen 0.8 en 4.4 ton droge stof per hectare bedragen. Bovendien zijn meer dan 15 hogere plantensoorten vereist in het proefvlak, moet de Shannon-diversiteit meer dan 1.8 zijn en het Ellenberggetal voor nutriënten minder dan 6.4.



Slechts in 1 proefvlak, HPP7, vonden we meer dan 15 soorten hogere planten. In datzelfde proefvlak maar ook in proefvlak HPP1, reikte de Shannon-diversiteitsindex boven het doel. Het Ellenberggetal voor nutriënten was wel voldoende laag in de verschillende proefvlakken, alleen in HPP2 met een overgangsvegetatie tussen Type 6 Rietvegetatie en Type 5 Brandnetelruigte was dit niet het geval.

In alle proefvlakken met een vegetatie van Type 3 Soortenarm glanshavergrasland of een overgangsvegetatie van Type 6 Rietvegetatie/Type 5 Brandnetelruigte was de biomassa bijna dubbel zo hoog als het vooropgestelde doel. Enkel in de proefvlakken met soortenrijk grasland was de biomassa binnen het bedoelde bereik.

De bedekking van de vegetatie geldt als proxy voor de erosiebestendigheid van de vegetatie. In 5 proefvlakken was de bedekking hoger dan het doel van 70% waardoor de vegetatie in deze proefvlakken als erosiebestendig kan beschouwd worden. Sterk afwijkend was proefvlak HPP2. De rietvegetatie/brandnetelruigte leverde een bedekking van maar 31%, ruim ongeschikt naar erosiebestendigheid toe.

Ook de worteldichtheid is een onrechtstreekse manier om de erosiebestendigheid of zodekwaliteit te bepalen. In de rietvegetatie/brandnetelruigte van proefvlak HPP2 scoren zowel bedekking als worteldichtheid zeer slecht. In HPP6 en HPP7 scoren beide matig. In de overige proefvlakken waren de resultaten van beide methoden niet in overeenstemming. In HPP1, HPP5 en HPP8 was de bedekking goed, maar toch is de zodekwaliteit slecht. Ook omgekeerd, in proefvlakken HPP3 en HPP4 was de bedekking net niet voldoende, maar de worteldichtheid scoorde toch matig. Bij het indirect bepalen van de erosiebestendigheid beschouwen we het meten van de worteldichtheid als doorslaggevend.



English abstract

After depoldering, the current levee at Prosperpolder and Hedwigepolder, near the Dutch-Belgian border will no longer have a safety function, which makes it suitable for all kinds of in situ experiments. Several research institutes and universities will conduct experiments such as wave overtopping, breaching and even simulating catastrophic events within the framework of the Interreg-project Polder2C's Living Lab Hedwige-Prosperpolder.

The aim of this study is to describe the actual state of the levee. Therefore, a vegetation map is made, and also a detailed survey of several test zones. Of each test zone a vegetation releve is made, the cover of the vegetation is measured as well as the biomass and the root density. In each test zone a soil sample is taken and analysed.

The vegetation map shows that Type 3 Species-poor *Arrhenatherum*-grassland is the most abundant vegetation type on both the riverside and landside of the levee. Type 8 Tall herb vegetation is the second most abundant vegetation type, especially found at the riverside foot of the levee. Type 1 Species-rich grassland and Type 2 Species-rich *Arrhenatherum*-grassland, the target vegetation types on levees, cover 7.6% of the levee.

In the Netherlands 80% of the levee is covered by Type 3 Species-poor *Arrhenatherum*-grassland. Only limited, but worth mentioning is the presence of Type 6 Reed vegetation which occurs at the seepage zones on the landside slope of the levee. The soil composition in these seepage zones differs from the other test zones.

The Belgian part of the levee has a more diverse vegetation composition. Type 3 Species-poor *Arrhenatherum*-grassland is also the most abundant vegetation type and Type 8 Tall herb vegetation is also the second most abundant vegetation type. The latter occurs especially at the riverside foot of the levee where also Type 9 Trees/shrubs grows. In The Netherlands on the other hand trees/shrubs are completely absent. In the Belgian part, the area covered by the target vegetation, which grows at the crown and landside foot of the levee, is larger.

Instead of the planned 16 test zones only 8 could be selected, because in the Netherlands the levee was already mown. Six test zones were situated on the landside slope of the levee (2 in the Netherlands, 4 in Belgium). Also on the crown and landside foot of the levee a test zone was localized.

With the releve results the vegetation in the test zones could be assigned to a specific vegetation type. Type 3 Species-poor *Arrhenatherum*-grassland grows in all the test zones on the slope of the levee. There's only one exception namely the seepage zone where a mix of reed vegetation and stinging nettle vegetation grows. In the test zones on the crown and landside foot of the levee the target vegetation Type 1 Species-rich grassland is present.

The vegetation in the different zones is qualified by appointed quality criteria: the vegetation on a levee needs a cover of at least 70%, the biomass should be in the range between 0.8 and 4.4 ton dry weight a hectare. There should be more than 15 vascular plant species present in each test zone, the Shannon diversity index should be above 1.8 and the Ellenberg value of nitrogen should be below 6.4.

Only in one test zone, HPP7, the species target is reached because more than 15 species are present. In the same test zone, but also in HPP1, another zone, the Shannon diversity index is above the target of 1.8. In all the test zones the Ellenberg value of nitrogen is below 6.4. The



exception is zone HPP2 where a mixture of reed and stinging nettle occurs and the Ellenberg value is far above 6.4.

In all the test zones the biomass was almost twice the target. Only in the test zones HPP7 and HPP8 where the target vegetation type grows, the biomass was within the aimed range.

Cover is considered as a measure of erosion resistance. In 5 test zones the cover was above the target of 70%. Again test zone HPP2 was extremely aberrant because the cover was only 31%, far below the aimed 70%. Also the root density was below target in this zone.

Also root density is assessed as a measure of erosion resistance of the vegetation. In HPP2, vegetation erosion resistance is too low according to both methods. In HPP6 and HPP7 both methods indicate adequate erosion resistance. However in test zones HPP1, HPP5 and HPP8 vegetation cover is high enough but root density is too low. In test zone HPP3 and HPP4 the opposite is true (low cover but adequate root density). For indirect erosion resistance assessment of the vegetation, the root density is considered as decisive.



Inhoudstafel

1	Inleiding en doelstellingen.....	10
2	Materiaal en methode.....	11
2.1	Studiegebied.....	11
2.2	Vegetatiekaart.....	11
2.3	Detailopnames.....	13
2.3.1	Vegetatieopnames.....	14
2.3.2	Biomassa.....	16
2.3.3	Bedekking.....	16
2.3.4	Worteldichtheid.....	17
2.3.5	Bodem.....	17
3	Resultaten.....	19
3.1	Vegetatiekaart.....	19
3.2	Detailopnames.....	21
3.2.1	Vegetatieopnames.....	21
3.2.2	Biomassa.....	24
3.2.3	Bedekking.....	24
3.2.4	Worteldichtheid.....	25
3.2.5	Bodem.....	27
4	Besluit.....	30



Lijst van figuren

Figuur 1	Het studiegebied: de Scheldedijk ter hoogte van de Prosperpolder (België) en Hedwigepolder (Nederland) (FCIR orthofoto 2019 is als achtergrond gebruikt).....	11
Figuur 2	Bij het karteren worden de grenzen tussen de verschillende vegetatietypes (A, B, D, ...) ingemeten. Verschillende types grenspunten worden onderscheiden. Type S vormt de grens tussen 2 vegetatietypes, type T tussen 3 vegetatietypes en type Q tussen 4 vegetatietypes. Type C is een grenspunt tussen 2 vegetatietypes waarvan de ene polygoon volledig binnen de andere ligt.....	12
Figuur 3	De verschillende kleuren van de punten komen overeen met de datums waarop de kartering is uitgevoerd.....	13
Figuur 4	Standaard van een proefvlak van 2x 2 m, welke parallel aan de dienstwegis gelegen. In de 4 hoekpunten worden de meetpunten van 0.5 x 0.5 m gelegd, ter bepaling van de biomassa en om de bedekking in te meten. Met een kruis zijn de vaste hoekpunten aangegeven waarvan de XY-coördinaten zijn gekend (a is bovenaan, b onderaan).....	15
Figuur 5	Raster van 0.5 x 0.5 m met 100 rastercellen en 81 snij- of datapunten om de bedekking van de vegetatie in te meten.....	17
Figuur 6	Vegetatiekaart van het stroomafwaarts deel van het studiegebied (Nederland). Met verschillende kleuren zijn de vegetatietypes aangegeven.....	20
Figuur 7	Vegetatiekaart van het middelste deel van het studiegebied (Nederland-België). De verschillende kleuren geven de verschillende vegetatietypes aan. Met zwarte punten zijn de locaties van de proefvlakken gesitueerd.....	20
Figuur 8	Vegetatiekaart van het meest stroomopwaarts deel (België) waarop met verschillende kleuren de vegetatietypes zijn aangegeven. De locaties van de proefvlakken in deze zone zijn aangegeven met zwarte punten.....	21
Figuur 9	Bovengrondse biomassa van de vegetatie in de verschillende proefvlakken uitgedrukt in kg droge stof per hectare (kg DS/ha). Met Min en Max wordt het bereik aangegeven waartussen de biomassa moet liggen.....	24
Figuur 10	De gemeten bedekking in de verschillende proefvlakken, getoetst aan de doelstelling van 70%.....	25
Figuur 11	Worteldiagram van elk proefvlak waarin per diepteklasse het wortelaantal is gegeven. Links van de rode lijn is de kwaliteit zeer slecht, tussen de rode en oranje is de kwaliteit slecht, tussen oranje en groen matig en rechts van groen is de kwaliteit goed.....	27
Figuur 12	Toestandsfoto van het proefvlak HPP1 (BV21/001, 01/06/2021).....	33
Figuur 13	Toestandsfoto van het proefvlak HPP2 (BV21/002, 01/06/2021).....	34
Figuur 14	Toestandsfoto van het proefvlak HPP3 (BV21/003, 01/06/2021).....	35
Figuur 15	Toestandsfoto van het proefvlak HPP4 (BV21/004, 01/06/2021).....	36
Figuur 16	Toestandsfoto van het proefvlak HPP5 (BV21/005, 01/06/2021).....	37
Figuur 17	Toestandsfoto van het proefvlak HPP6 (BV21/006, 02/06/2021).....	38
Figuur 18	Toestandsfoto van het proefvlak HPP7 (BV21/007, 02/06/2021).....	39
Figuur 19	Toestandsfoto van het proefvlak HPP8 (BV21/008, 02/06/2021).....	40

////////////////////////////////////

Lijst van tabellen

Tabel 1	Overzicht van de vegetatietypes die gebruikt zijn als legende-eenheden bij de vegetatiekartering.	12
Tabel 2	Lambert72-coördinaten van de vaste hoekpunten (zie Figuur 4) van de 8 proefvlakken. Ook de hoogte in meter TAW is gegeven.	15
Tabel 3	De helling van de 8 proefvlakken in procent en graden. Ook de expositie en de afstand tot de kruin van de dijk is gegeven.	16
Tabel 4	De absolute en relatieve oppervlakten van de verschillende vegetatietypes in het volledige studiegebied (Totaal) en opgesplitst per land (BE: België, NL: Nederland).....	19
Tabel 5	Toekenning van de vegetatie in de verschillende proefvlakken aan een bepaald vegetatietype conform Vandevoorde <i>et al.</i> (2019).....	22
Tabel 6	De berekende kwaliteitsparameters zijn voor elk proefvlak gegeven en groen gemarkeerd indien voldaan is aan het kwaliteitsdoel.	22
Tabel 7	Vegetatieopnames van de 8 proefvlakken. Naast datum, lengte en breedte van de proefvlakken is ook de bedekking van de verschillende vegetatielagen gegeven. Hoogte (gemiddeld) komt overeen met de vegetatieve spruiten/bladeren. Hoogte (max.) is de hoogte van de bloeistengels, telkens in cm. Aansluitend zijn voor elk proefvlak per vegetatielaag de aangetroffen plantensoorten gegeven met hun bedekking.....	23
Tabel 8	Biomassa in de verschillende proefvlakken, gemeten in ton droge stof per hectare. In groen gemarkeerd de proefvlakken die aan de doelstelling voldoen.	24
Tabel 9	Bedekking (%) van de vegetatie in de verschillende proefvlakken. In groen gemarkeerde de proefvlakken waar de doelstelling van 70% is gehaald.....	25
Tabel 10	Beoordeling van de zodekwaliteit op basis van de gemeten worteldichtheid.	26
Tabel 11	Textuuranalyses van de verschillende proefvlakken uitgedrukt in volumepercentage per fractie. De overeenkomstige textuurklasse is gegeven.....	27
Tabel 12	Analyseresultaten van de bodemstalen in de proefvlakken (HPP1 tot HPP8).	29



1 INLEIDING EN DOELSTELLINGEN

De Prosperpolder (BE) en Hedwigepolder (NL) langs de Schelde ter hoogte van de Belgische-Nederlandse grens (Linkeroever) worden ontpolderd. Hiervoor wordt de waterkerende dijk landinwaarts verschoven. De huidige dijk heeft hierdoor niet langer een waterkerende functie en wordt zelfs deels weggegraven.

In afwachting van de ontpoldering kunnen op deze dijk verschillende in situ-proeven uitgevoerd worden. Dit gebeurt in het kader van het Interreg-project Polder2C's Living Lab Hedwige-Prosperpolder. Zo zijn er plannen voor bres-, overloop- en golfoverslagproeven, tot zelfs calamiteitenoefeningen en dit door verschillende Belgische en Nederlandse onderzoeksinstellingen.

De opdracht van deze studie bestaat uit het opmaken van een toestandsbeschrijving (TO-bepaling) van de huidige dijk. Het traject meet 3000 m. Concreet betreft dit:

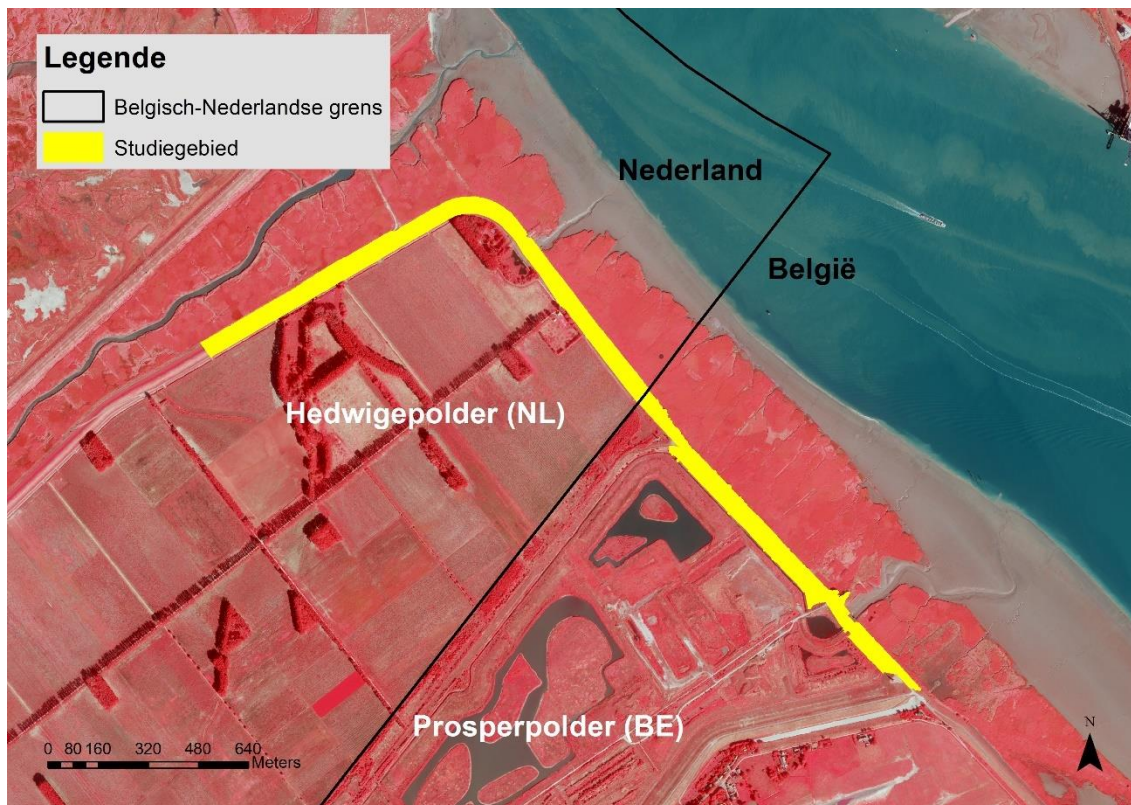
- een vegetatiekaart van de landzijde van de dijk met door INBO ontwikkelde karteringseenheden (Vandevoorde *et al.*, 2019).
- detailopnames van 16 sites waarop proeven zullen uitgevoerd worden:
 - vegetatieopnames,
 - bedekking bepalen,
 - biomassa meten,
 - worteldensiteit bepalen op basis van de handmethode,
 - analyse van een bodemstaal.



2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 STUDIEGEBIED

Het studiegebied bestaat uit de waterkerende dijk op de linkeroever van de Schelde, gelegen op Belgisch en Nederlands grondgebied ter hoogte van de Prosperpolder (Doel, Beveren, België) en Hedwigepolder (Hulst, Nederland) (Figuur 1). Het dijktraject heeft een lengte van ongeveer 3 kilometer.



Figuur 1 Het studiegebied: de Scheldebijk ter hoogte van de Prosperpolder (België) en Hedwigepolder (Nederland) (FCIR orthofoto 2019 is als achtergrond gebruikt).

2.2 VEGETATIEKAART

Van de landzijde van de dijk, tussen kruin en teen, alsook van de rivierzijde van de dijk is een vegetatiekaart gemaakt die uit polygoon of veelhoeken bestaat. Elke polygoon bestaat uit een homogene vegetatie-eenheid. De karteringseenheden (= vegetatietypes) uit Vandevorde *et al.* (2019), aangevuld met pioniersvegetatie, (Tabel 1) zijn gebruikt om deze polygoon te benoemen.

Deze kartering was gepland in 2019 maar het Belgische deel werd toen grotendeels vroegtijdig gemaaid waardoor enkel het Nederlandse deel van de dijk gekarteerd werd (13/06/20219) en een klein deel van de Belgische dijk (29/05/2019) (Figuur 3).



Het resterende Belgische deel van de dijk is gekarteerd in het voorjaar van 2020 (26-27/05/2020). Een deel was toen echter al begraasd door schapen en werd tenslotte eind augustus 2020 in kaart gebracht (27-28/08/2020) (Figuur 3).

Tabel 1 Overzicht van de vegetatietypes die gebruikt zijn als legende-eenheden bij de vegetatiekartering.

Vegetatietypes			
1	Soortenrijk grasland	7	Ruigte van Japanse duizendknoop
2	Soortenrijk glanshavergrasland	8	Variabele ruigte
3	Soortenarm glanshavergrasland	9	Bomen/struiken
4	Verruigd glanshavergrasland	10	Andere
5	Brandnetelruigte	11	Pioniervegetatie
6	Rietvegetatie		

Bij het karteren is telkens de grens tussen de verschillende homogene vegetatietypes afgelopen en ingemeten met behulp van een RTK-GPS. Door verschillende types grenspunten te onderscheiden (S, T, Q, C) en telkens te noteren welke vegetatietypes ze begrenzen is het mogelijk om achteraf in een GIS deze puntenkaart om te zetten in een polygonenkaart (Figuur 2). De digitalisering is uitgevoerd in ArcGIS 10.8.1.

Types grenspunten:

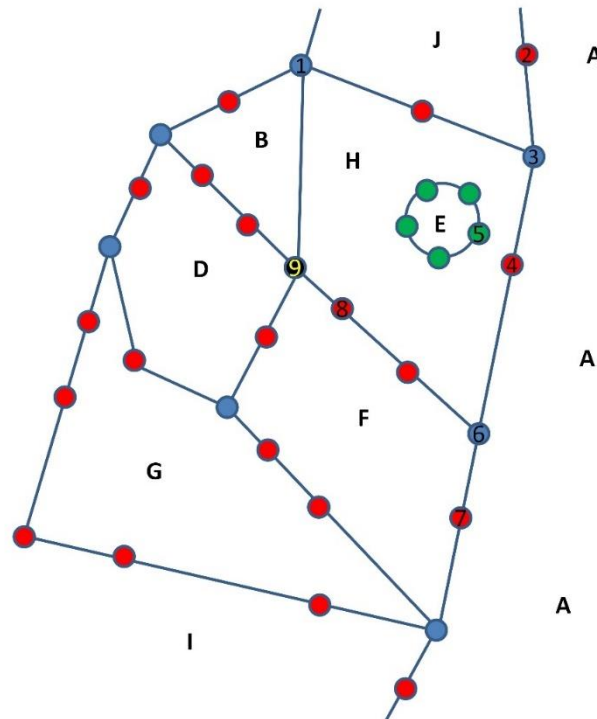
- S x + y
- T x + y + z
- Q x + y + z + 0
- C x + y

Vegetatietypes:

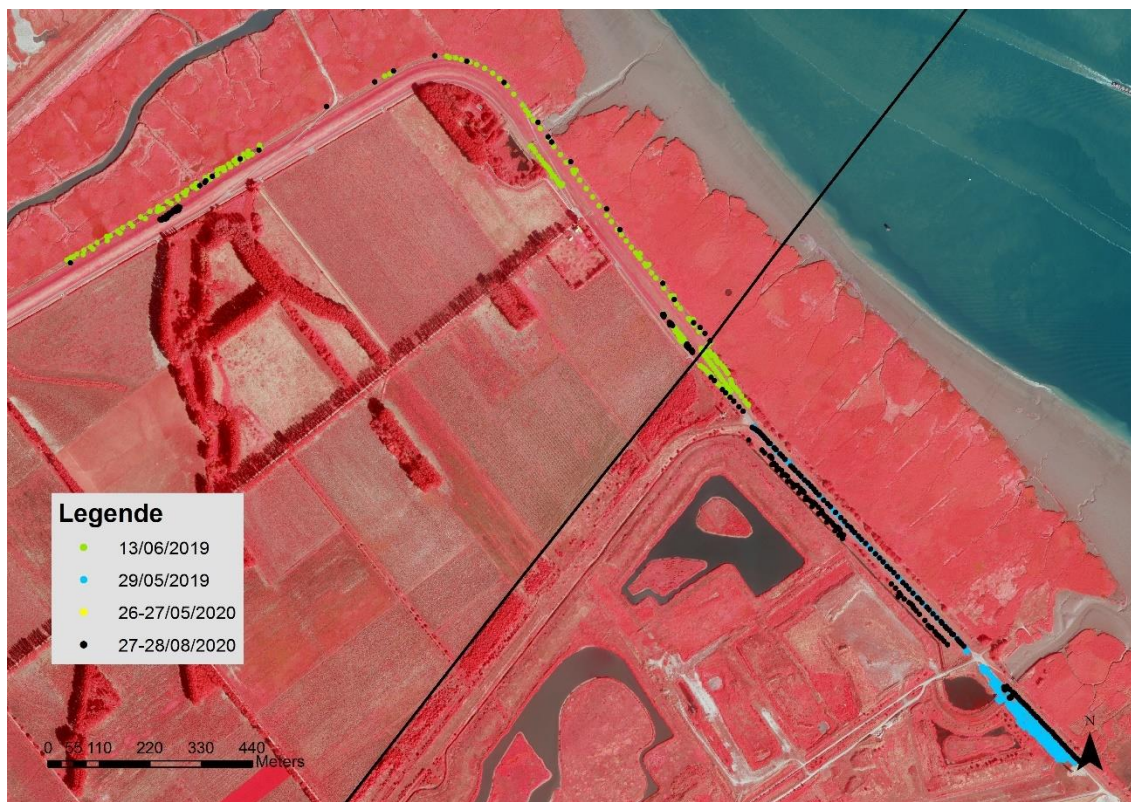
A, B, D, ... H

Kartering (voorb.):

- 1: T B+H+J
- 2: S A+J
- 3: T A+J+H
- 4: S A+H
- 5: C E+H
- 6: T A+F+H
- 7: S A+F
- 8: S F+H
- 9: Q B+H+F+D



Figuur 2 Bij het karteren worden de grenzen tussen de verschillende vegetatietypes (A, B, D, ...) ingemeten. Verschillende types grenspunten worden onderscheiden. Type S vormt de grens tussen 2 vegetatietypes, type T tussen 3 vegetatietypes en type Q tussen 4 vegetatietypes. Type C is een grenspunt tussen 2 vegetatietypes waarvan de ene polygoon volledig binnen de andere ligt.



Figuur 3 De verschillende kleuren van de punten komen overeen met de datums waarop de kartering is uitgevoerd.

2.3 DETAILOPNAMES

16 locaties of sites, waar proeven zullen worden uitgevoerd, zijn in overleg met de opdrachtgever geselecteerd. Op deze 16 locaties worden detailopnames gemaakt. Dit houdt in het maken van een vegetatieopname, het meten van de bedekking en de worteldensiteit en het bepalen van de biomassa. Van elke site wordt bovendien een bodemstaal geanalyseerd.

Op deze 16 locaties zijn telkens proefvlakken van 2 x 2 m afgebakend waarin de verschillende variabelen worden gemeten. De proefvlakken liggen steeds op de kruin, helling of teen aan landzijde van de dijk.

De oorspronkelijke verdeling van de locaties of sites over het dijktraject was:

- 4 detailopnames op het Belgische Noord-Zuid-deel
- 4 detailopnames op het Nederlandse Noord-Zuid-deel
- 4 detailopnames op het Nederlandse Oost-West-deel
- 2 detailopnames in rietvegetatie
- 2 detailopnames op vrij te kiezen locatie

Maar zowel in 2019 als in 2020 konden de detailopnames niet gemaakt worden omdat de dijkvegetatie reeds vroegtijdig geklepel, gemaaid of begraasd was. Ook in 2021 was op een



paar stukken na het volledig Nederlandse deel van het traject vroegtijdig gemaaid¹. Bijgevolg was het niet mogelijk om de oorspronkelijke planning uit te voeren. In overleg met de opdrachtgever is de planning bijgesteld tot **8 detailopnames** verdeeld over de volgende dijktrajecten:

- 4 detailopnames op het Belgische Noord-Zuid-deel
- 2 detailopnames op vrij te kiezen locaties op het Belgische Noord-Zuid-deel
- 1 detailopname in rietvegetatie op het Nederlandse Noord-Zuid-deel
- 1 detailopname in het Nederlandse Oost-West-deel (eventueel buiten projectgebied)

In Vandevoorde *et al.* (2019) en Van Kerckvoorde (2016) zijn enkele kwaliteitsdoelen voor dijkvegetaties geformuleerd waaraan de proefvlakken worden getoetst:

- De bedekking van de vegetatie op de dijken moet minstens 70% zijn.
- De bovengrondse biomassa-productie situeert zich tussen de 0.8 en 4.4 ton droge stof (DS) per hectare.
- Aantal soorten hogere planten in een proefvlak van 4 m² is > 15
- Shannon-diversiteitsindex² in een proefvlak bedraagt > 1.8
- In een proefvlak is het Ellenberggetal voor nutriënten³ < 6.4

2.3.1 Vegetatieopnames

Van de proefvlakken zijn er 6 gelokaliseerd op de helling van de dijk, 1 op de kruin en 1 aan de teen van de dijk, telkens aan landzijde. Binnen de deelzone zijn locaties willekeurig gesitueerd.

Van de 8 proefvlakken van 2 x 2 m is een vegetatieopname gemaakt volgens de principes van de Frans-Zwitserse school (Schaminée *et al.*, 1995). Per vegetatielaag (kruidlaag, moslaag) is een volledige soortenlijst opgesteld en is de bedekking ingeschat met behulp van de Londoschaal. De vegetatieopnames zijn gemaakt op 1 en 2 juni 2021.

De vaste hoekpunten, zoals geïllustreerd in Figuur 4, zijn ingemeten met een RTK-GPS. De coördinaten van deze punten zijn gegeven in Tabel 2. Op basis van de hoogte (meter TAW) van deze punten is de helling (% , °) berekend (Tabel 3).

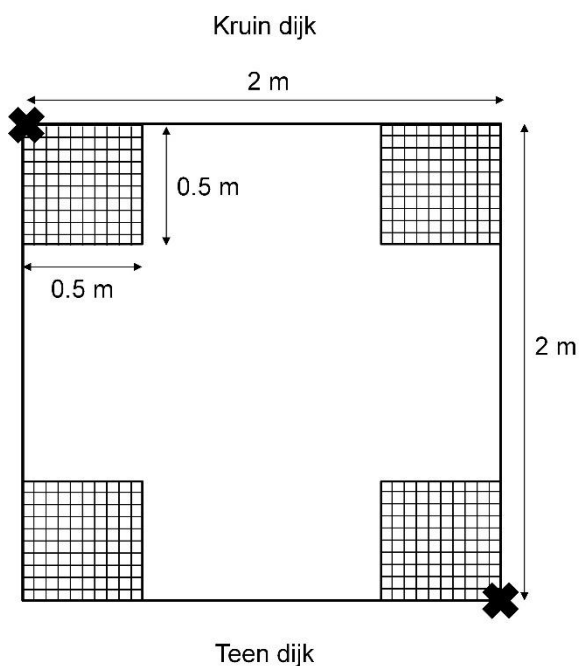
¹ Op 01/06/2021 konden we vaststellen dat een paar dagen eerder het volledig Nederlands deel van het dijktraject gemaaid was. Dit om te voorkomen dat Veldspitsmuis (*Crocidura leucodon*), een beschermde soort, zich zou vestigen op het dijklichaam.

² De Shannon-diversiteitsindex is een maat voor de diversiteit. Het is een gecombineerde index omdat deze index zowel rekening houdt met het aantal hogere planten als met hun bedekking of abundantie. Hoe meer soorten en hoe gelijkmatiger hun bedekking, hoe hoger de index.

³ Ellenberg *et al.* (1992) kenden aan hogere planten indicatiewaarden toe voor onder andere voedselrijkdom. De waarde geeft aan of de soort voedselrijke dan wel voedselarme standplaatsen verkiest op een schaal van 0 tot 10 (hoe hoger, hoe voedselrijker). Door een gewogen gemiddelde te berekenen van de Ellenbergwaarden voor nutriënten (i.e. voedselrijkdom) van de aanwezige soorten op een bepaalde plaats verkrijgt u een indicatie van de voedselrijkdom van deze locatie. Gezien het doel is een Ellenberggetal voor nutriënten te hebben lager dan 6.4, mag de bodem maximaal matig voedselrijk tot voedselrijk zijn.



Daarnaast zijn per proefvlak ook locatiekenmerken bepaald zoals expositie, beheer en beschadwing.



Figuur 4 Standaard van een proefvlak van 2 x 2 m, welke parallel aan de dienstweg is gelegen. In de 4 hoekpunten worden de meetpunten van 0.5 x 0.5 m gelegd, ter bepaling van de biomassa en om de bedekking in te meten. Met een kruis zijn de vaste hoekpunten aangegeven waarvan de XY-coördinaten zijn gekend (a is bovenaan, b onderaan).

Tabel 2 Lambert72-coördinaten van de vaste hoekpunten (zie Figuur 4) van de 8 proefvlakken. Ook de hoogte in meter TAW is gegeven.

Naam	Lam72_X	Lam72_Y	Z_mTAW
hpp1a	140604.142	226066.610	8.901
hpp1b	140604.538	226063.938	8.366
hpp2a	140441.301	226278.274	6.117
hpp2b	140440.644	226275.832	5.431
hpp3a	140691.002	225966.044	6.084
hpp3b	140690.493	225963.482	5.273
hpp4a	140825.905	225843.756	10.760
hpp4b	140825.507	225841.016	10.151
hpp5a	140961.455	225699.702	10.167
hpp5b	140961.108	225697.099	9.527
hpp6a	139938.360	226852.927	8.442
hpp6b	139940.358	226850.981	7.819
hpp7a	140695.304	225947.615	3.941
hpp7b	140695.300	225944.876	3.896
hpp8a	140921.148	225748.397	11.111
hpp8b	140921.045	225745.683	10.916



Tabel 3 De helling van de 8 proefvlakken in procent en graden. Ook de expositie en de afstand tot de kruin van de dijk is gegeven.

Naam	Helling (%)	Helling (°)	Expositie	Afstand t.o.v kruin (m)	Land
HPP1	27.8	15.5	WZW	10 (land)	BE
HPP2	36.5	20.1	WZW	20 (land)	NL
HPP3	44.4	23.9	WZW	17 (land)	BE
HPP4	32.0	17.7	WZW	5 (land)	BE
HPP5	33.8	18.7	WZW	6.5 (land)	BE
HPP6	32.8	18.1	Z	15 (land)	NL
HPP7	2.3	1.3	WZW	27 (teen)	BE
HPP8	9.8	5.6	ZW	1.5 (kruin)	BE

2.3.2 Biomassa

De biomassa van de vegetatie wordt ingemeten in de 4 meetpunten van 0.5 x 0.5 m in het proefvlak (Figuur 4).

In deze 4 meetpunten wordt de bovengrondse biomassa tot op ca. 2 cm hoogte weggeknipt en verzameld. Strooisel, gedefinieerd als liggend afgestorven plantenmateriaal niet vasthangend aan de moederplant, wordt niet verzameld. Ook terrestrische mossen en korstmossen worden niet verzameld, tenzijze doorgroeien tot tussen de hogere planten (> 2 cm hoog).

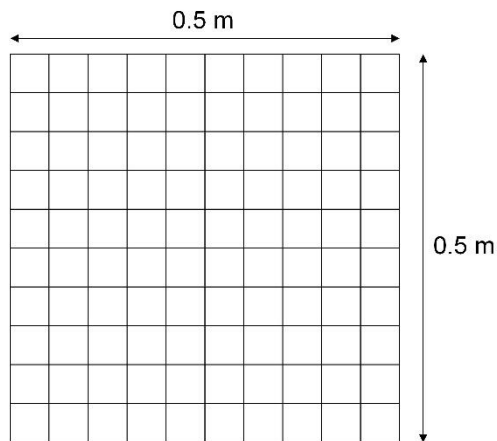
Het plantenmateriaal van de 4 meetpunten wordt apart verzameld en zo snel mogelijk overgebracht naar het labo, waar het wordt gedroogd in een droogstoof bij 105 °C tot er geen gewichtsverlies meer is (Moore & Chapman 1986). Het gewogen drooggewicht in g/m² wordt verrekend naar ton drooggewicht (DS) per hectare en uitgemiddeld per proefvlak (n = 4).

2.3.3 Bedekking

De erosiebestendigheid van de vegetatie in een proefvlak wordt onrechtstreeks bepaald door de bedekking van de vegetatie te meten. Deze wordt ingemeten in de 4 meetpunten van 0.5 x 0.5 m in het proefvlak (Figuur 4) na het wegnippen van de bovengrondse biomassa tot op ca. 2 cm hoogte (zie 2.3.2).

Om de vegetatiebedekking in te meten wordt een raster van 0.5 x 0.5 m gebruikt met rastercellen van 0.05 x 0.05 m (Figuur 5). Elk snijpunt binnen het raster, in totaal 81, stelt een datapunt voor. Ter hoogte van elk snijpunt wordt een pin of staafje neergelaten en genoteerd of dit een hogere plant (V), mos (M), strooisel (S) of kale bodem (K) raakt (raammethode volgens Sýkora & Liebrand 1987). Het procentueel aandeel hogere plant geeft een waarde voor de bedekking binnen het meetpunt, en wordt uitgemiddeld per proefvlak (n = 4).





Figuur 5 Raster van 0.5 x 0.5 m met 100 rastercellen en 81 snij- of datapunten om de bedekking van de vegetatie in te meten.

2.3.4 Worteldichtheid

De erosiebestendigheid wordt niet enkel onrechtstreeks bepaald door de bedekking te meten maar ook door de worteldichtheid te bepalen met behulp van de handmethode.

Hiervoor zijn per proefvlak 4 kernmonsters of cores van de bovenste 20 cm genomen (diameter 3 cm), telkens centraal in de 4 meetpunten (Figuur 4). Elke core wordt verdeeld in substalen of partjes van 2.5 cm waarin de duidelijk zichtbare wortels⁴ met een minimumlengte van 1 cm worden geteld (Sprangers & Arp 1999; VTV, 2007).

De worteldichtheid is bepaald op 2-4 juni 2021, terwijl dit normaal tussen midden december en midden maart moet gebeuren. Indien de worteldichtheden getoetst worden aan literatuurgegevens, moet daarom eerst een correctie worden toegepast om het seizoenseffect te compenseren (Schaffers *et al.*, 2010). Deze correctie is in deze studie niet doorgevoerd.

2.3.5 Bodem

In ieder proefvlak is een bodemstaal genomen. Dit bodemstaal is een mengstaal van 5 substalen van 0-20 cm: 1 substaal genomen centraal in het proefvlak en telkens 1 substaal genomen centraal in de 4 meetpunten (Figuur 4). De cores gebruikt voor het bepalen van de worteldensiteit zijn als substalen gebruikt (zie 2.3.4).

De stalen zijn genomen tussen 2 en 4 juni 2021 en zijn koel bewaard tot ze konden voorbehandeld worden. Als voorbehandeling zijn de stalen gedroogd bij 40 °C waarna ze met een kaakbreker vermalen en gehomogeniseerd zijn. Steentjes en (grote) wortels zijn op voorhand uit het bodemstaal verwijderd.

De volgende fysische en chemische variabelen zijn bepaald:

- Organisch, anorganisch en totaal koolstofgehalte
- Kalkgehalte
- Mineralen en metalen (Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Zn)

⁴ Zowel dode als levende wortels zijn in rekening gebracht. Lange wortels van verschillende centimeters zijn als individu geteld en niet per centimeter zoals Schaffers *et al.* (2010) suggereren.

- Kationenuitwisselingscapaciteit (CEC)
- Totaal stikstof en mineraal stikstof (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^{2-})
- Mineraal fosfor (P-Olsen)
- pH (H_2O)
- Geleidbaarheid of conductiviteit
- Sulfaatgehalte
- Organisch stofgehalte (LOI)
- Textuur

De gevogde analyseprotocols kunnen aangevraagd worden bij de auteurs.



3 RESULTATEN

3.1 VEGETATIEKAART

In Figuur 6 tot Figuur 8 is de vegetatiekaart van het studiegebied gegeven. De verschillende dijkvegetaties hebben een gezamenlijk oppervlakte van 17.3 ha, waarvan 10.2 ha in Nederland en 7.1 ha in België.

Type 3 Soortenarm glanshavergrasland is het meest voorkomende vegetatietype en komt zowel op de land- als rivierzijde van de dijk voor. Op de tweede plaats staat Type 8 Variabele ruigte dat voornamelijk voorkomt aan de voet van de dijk aan rivierzijde. Type 10 Andere is het derde meest voorkomende type. Dit is een restgroep met o.a. de dijkwegenis. De doelvegetaties op dijken, met name Type 1 Soortenrijk grasland en Type 2 Soortenrijk glanshavergrasland bedekken slechts 7.6% van het dijklichaam.

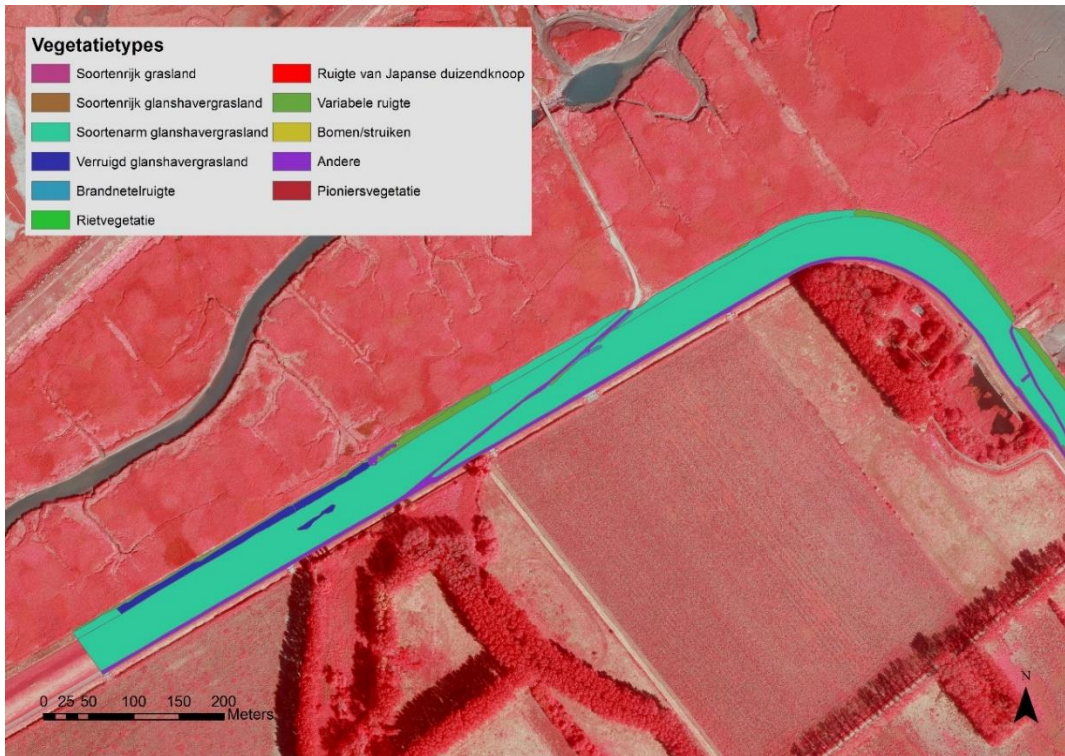
In Nederland bestaat bijna 80% van de dijk uit Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. De andere meest voorkomende types, met veel lagere oppervlaktes, zijn Type 10 Andere, Type 8 Variabele ruigte en Type 4 Verruigd glanshavergrasland. De doelvegetaties, Type 1 en Type 2, nemen in Nederland amper 0.5% van het dijklichaam in. De kleine vlekken Rietvegetatie (Type 6) kunnen wijzen op lokale kwelplekken.

De vegetatie op het Belgisch deel van de dijk is gevarieerder. Toch is ook in België Type 3 Soortenarm glanshavergrasland aspectbepalend zowel aan land- als rivierzijde. Net als in Nederland neemt Type 8 Variabele ruigte een aardig oppervlakte in, vooral aan de voet van de dijk, voornamelijk aan rivierzijde maar lokaal ook aan landzijde. Op dezelfde dijkzone als Type 8 Variabele ruigte, dus onderaan de dijk, komen bomen en struiken (Type 9) voor dit in tegenstelling tot Nederland waar het type bijna compleet afwezig is. In België is een hoger aandeel begroeid met de doelvegetaties (Type 1 en 2; >17%). Vooral op de kruin aan weerszijden van de dienstweg en aan de teen van de dijk aan landzijde komen de doeltypes voor.

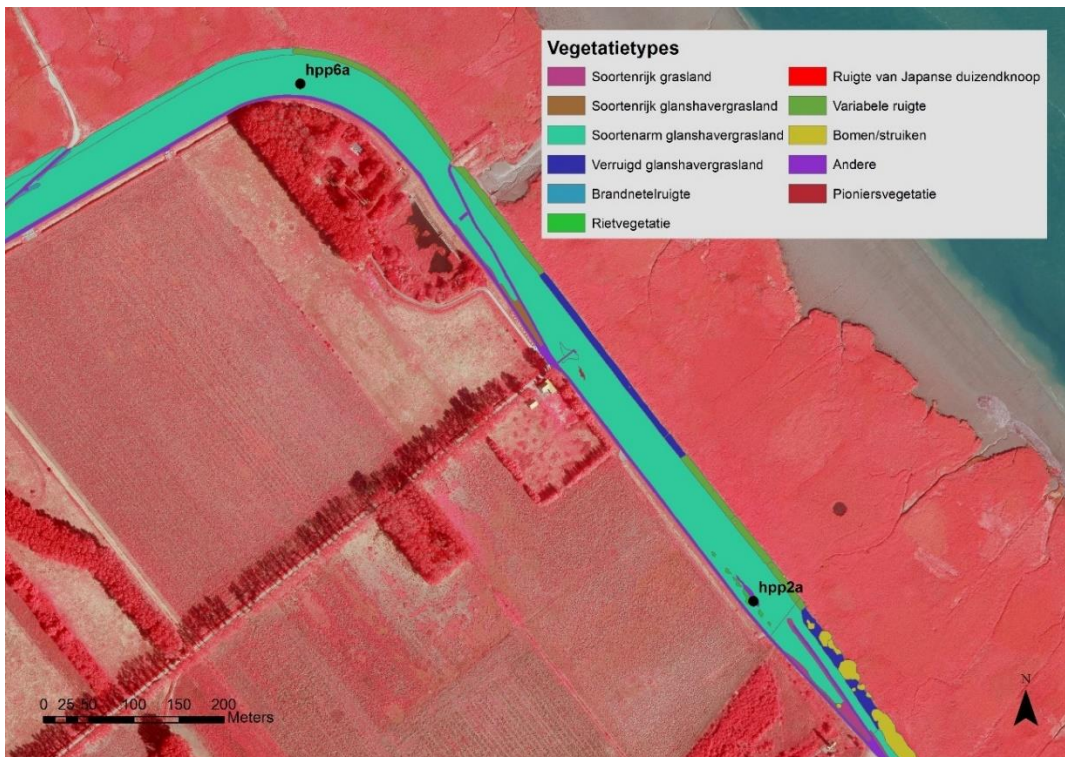
Tabel 4 De absolute en relatieve oppervlakten van de verschillende vegetatietypes in het volledige studiegebied (Totaal) en opgesplitst per land (BE: België, NL: Nederland).

	Vegetatietype	BE		NL		Totaal	
		ha	%	ha	%	ha	%
1	Soortenrijk grasland	0.50	7.1	0.01	0.1	0.51	3.0
2	Soortenrijk glanshavergrasland	0.75	10.6	0.04	0.4	0.79	4.6
3	Soortenarm glanshavergrasland	2.76	38.7	8.09	79.4	10.85	62.7
4	Verruigd glanshavergrasland	0.39	5.5	0.47	4.6	0.86	5.0
5	Brandnetelruigte	0.03	0.4	0.02	0.2	0.05	0.3
6	Rietvegetatie	0.03	0.5	0.02	0.2	0.05	0.3
7	Ruigte van Japanse duizendknoop	0.01	0.1	0.00	0.0	0.01	0.1
8	Variabele ruigte	0.96	13.6	0.66	6.5	1.62	9.4
9	Bomen/struiken	0.96	13.6	0.00	0.0	0.97	5.6
10	Andere	0.61	8.6	0.88	8.6	1.49	8.6
11	Pioniervegetatie	0.10	1.4	0.00	0.0	0.10	0.6
	<i>Totaal</i>	7.11	100.0	10.20	100.0	17.31	100.0

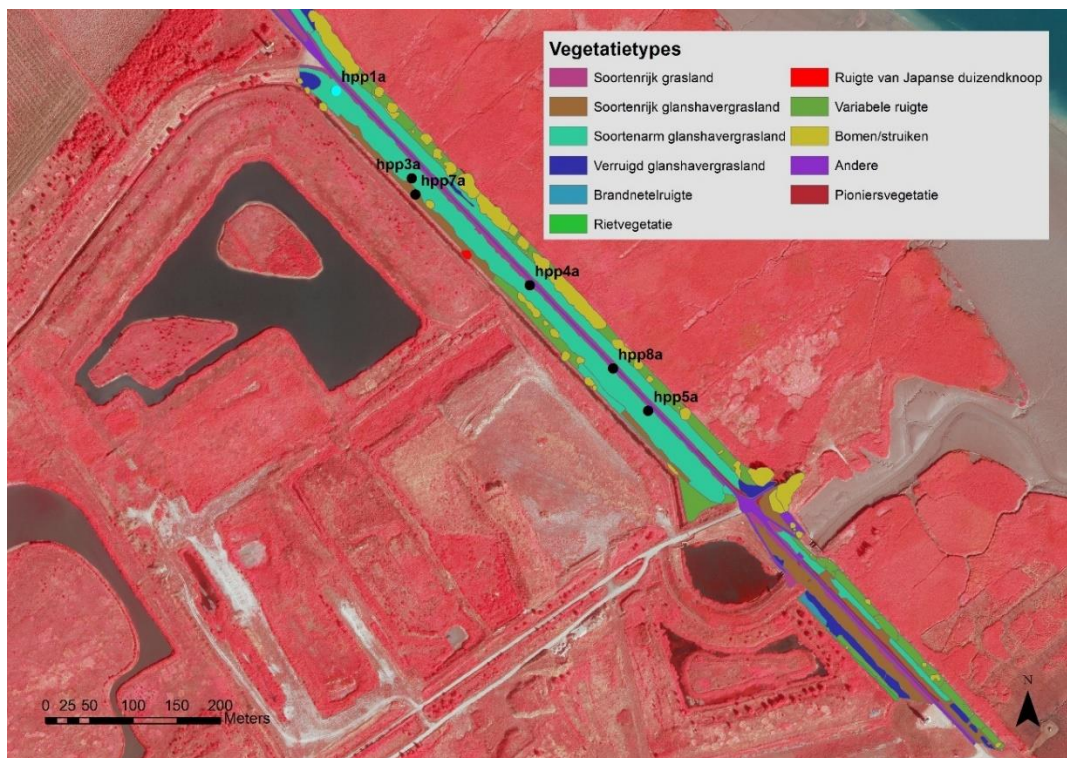




Figuur 6 Vegetatiekaart van het stroomafwaarts deel van het studiegebied (Nederland). Met verschillende kleuren zijn de vegetatietypes aangegeven.



Figuur 7 Vegetatiekaart van het middelste deel van het studiegebied (Nederland-België). De verschillende kleuren geven de verschillende vegetatietypes aan. Met zwarte punten zijn de locaties van de proefvlakken gesitueerd.



Figuur 8 Vegetatiekaart van het meest stroomopwaarts deel (België) waarop met verschillende kleuren de vegetatietypes zijn aangegeven. De locaties van de proefvlakken in deze zone zijn aangegeven met zwarte punten.

3.2 DETAILOPNAMEN

Van de 8 geselecteerde locaties of proefvlakken zijn detailopnames gemaakt. Een detailopname bestaat uit een vegetatieopname, een bepaling van de biomassa en bedekking en het meten van de worteldichtheid. Tot slot zijn voor elk proefvlak chemische en fysische bodemkarakteristieken bepaald.

De resultaten zijn getoetst aan de kwaliteitsdoelen (Vandevoorde *et al.*, 2019; Van Kerckvoorde, 2016) (zie ook 2.3).

3.2.1 Vegetatieopnames

In de 8 proefvlakken zijn in totaal 38 soorten hogere planten aangetroffen en twee soorten terrestrische mossen (Tabel 7).

De meest voorkomende en meest bedekkende plantensoorten zijn hoge competitieve grassen zoals rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*), glanshaver (*Arrhenatherum elatius*), kroppaar (*Dactylis glomerata*) en ruw beemdgras (*Poa trivialis*) maar ook, zij het in minder mate, kweek (*Elymus repens*) en rood zwenkgras (*Festuca rubra*). De meest voorkomende niet-grassen zijn gevlekte rupsklaver (*Medicago arabica*) en vergeten wikke (*Vicia sativa* subsp. *segetalis*) (Tabel 7).

Op basis van de aanwezige plantensoorten, hun bedekking en hoogte is de vegetatie in de verschillende proefvlakken toegekend aan een vegetatietype. Vegetaties die bestaan uit hoge competitieve grassen zoals rietzwenkgras, glanshaver en kroppaar en met gevlekte rupsklaver

als belangrijkste niet-gras behoren tot Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. Dit is het geval voor de proefvlakken HPP1, HPP3 tot HPP6 (Tabel 5, Tabel 7).

In proefvlak HPP2 co-domineren riet (*Phragmites australis*) en grote brandnetel (*Urtica dioica*). Naast deze soorten komen nog verschillende ruigtekruiden voor in het proefvlak waardoor het als een overgangsvegetatie kan beschouwd worden tussen Type 6 Rietvegetatie en Type 5 Brandnetelruigte (Tabel 5, Tabel 7).

In proefvlak HPP8 en zeker in proefvlak HPP7 bestaat de vegetatie uit een combinatie van verschillende grassoorten en niet-grassoorten. Rietzwenkgras is nog steeds de dominante soort maar kent er een lagere bedekking in vergelijking met de proefvlakken HPP1 en HPP3 tot HPP6. De hoge soortenrijkdom in proefvlak HPP7 is het argument om de aanwezig vegetatie toe te wijzen aan Type 1 Soortenrijk grasland. De soortenrijkdom is lager in proefvlak HPP8 maar de aanwezigheid van de indicatorsoort kattendoorn (*Ononis spinosa*) motiveert de toewijzing aan Type 1 Soortenrijk grasland (Tabel 5, Tabel 7).

Tabel 5 Toekenning van de vegetatie in de verschillende proefvlakken aan een bepaald vegetatietype conform Vandevoorde *et al.* (2019).

Proefvlak	Vegetatietype
HPP1	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
HPP2	Type 6 Rietvegetatie/Type 5 Brandnetelruigte
HPP3	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
HPP4	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
HPP5	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
HPP6	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
HPP7	Type 1 Soortenrijk grasland
HPP8	Type 1 Soortenrijk grasland

De vegetatie in de proefvlakken (HPP1 tot HPP8) is getoetst aan de kwaliteitsdoelen. Het aantal soorten hogere planten is geteld, de Shannon-diversiteitindex is berekend net als het Ellenberggetal voor nutriënten⁵. Deze berekende kwaliteitsparameters zijn getoetst aan de kwaliteitsdoelen (zie 2.3) waarvan de resultaten gegeven zijn in Tabel 6.

Slechts 1 proefvlak, HPP7, voldoet aan het minimumcriterium van meer dan 15 soorten hogere planten. Ook voor wat de Shannon-diversiteitsindex betreft, is het doel in HPP7 gehaald. De index is ruim meer dan 1.8. In HPP1 is dit doel eveneens gehaald en in HPP8 net niet. In de overige proefvlakken ligt de index 7 tot 41% van het gestelde doel. De doelstelling voor het Ellenberggetal voor nutriënten is met uitzondering van proefvlak HPP2 overal gehaald.

Tabel 6 De berekende kwaliteitsparameters zijn voor elk proefvlak gegeven en groen gemarkeerd indien voldaan is aan het kwaliteitsdoel.

	HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Aantal soorten	14	9	10	14	14	6	22	12
Shannon	1.88	1.07	1.31	1.68	1.68	1.35	2.45	1.79
Ellenberg-N	5.3	8.0	5.4	5.0	5.3	5.3	5.5	4.7

⁵ Voor de wijze van berekenen verwijzen we naar Vandevoorde *et al.* (2019) en Van Kerckvoorde (2016).



Tabel 7 Vegetatieopnames van de 8 proefvlakken. Naast datum, lengte en breedte van de proefvlakken is ook de bedekking van de verschillende vegetatielagen gegeven. Hoogte (gemiddeld) komt overeen met de vegetatieve spruiten/bladeren. Hoogte (max.) is de hoogte van de bloeistengels, telkens in cm. Aansluitend zijn voor elk proefvlak per vegetatielaag de aangetroffen plantensoorten gegeven met hun bedekking.

Opname		HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Referentie		BV21/001	BV21/002	BV21/003	BV21/004	BV21/005	BV21/006	BV21/007	BV21/008
Datum		1/06/2021	1/06/2021	1/06/2021	1/06/2021	1/06/2021	2/06/2021	2/06/2021	2/06/2021
Lengte (cm)		200	200	200	200	200	200	200	200
Breedte (cm)		200	200	200	200	200	200	200	200
Oppervlakte (m ²)		4	4	4	4	4	4	4	4
Totale bedekking (%)		100	100	98	99	100	99	99	95
Bedekking kruidlaag (%)		98	99	95	97	99	97	90	90
Bedekking moslaag (%)		1	0	1	5	1	1	2	1
Bedekking strooisellaag (%)		30	60	20	20	20	20	30	10
Hoogte (gemiddeld) (cm)		70	130	90	50	50	50	40-60	25-40
Hoogte (max.) (cm)		120	170	150	110	120	100	110	65, 100
Kruidlaag									
Rietzwenkgras	<i>Festuca arundinacea</i>	50	1	60	62	32	40	27	22
Glanshaver	<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	1	12	12	10	4	7	2
Gevlekte rupsklaver	<i>Medicago arabica</i>	7		12	12	42	42	12	42
Kropaar	<i>Dactylis glomerata</i>	4		1	4	10	10	4	4
Ruw beemdgras	<i>Poa trivialis</i>	4	1	7	1	2		2	
Vergeten wikke	<i>Vicia sativa subsp. segetalis</i>	2		1	2	1		2	2
Kweek	<i>Elymus repens</i>	20		2	2		2	17	
Rood zwenkgras	<i>Festuca rubra</i>	7			1	1		4	2
Veldbeemdgras	<i>Poa pratensis</i>					1	7	4	17
Slipbladige ooievaarsbek	<i>Geranium dissectum</i>	1		1		1		2	
Jakobskruid	<i>Senecio jacobaea</i>					1		1	2
Fluitenkruid	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	1	1					
Kruizuring	<i>Rumex crispus</i>	1				1			1
Grote brandnetel	<i>Urtica dioica</i>		50					2	
Speerdistel	<i>Cirsium vulgare</i>		1					2	
Haagwinde	<i>Calystegia sepium</i>	1			1				
Zachte ooievaarsbek	<i>Geranium molle</i>	1						1	
Paardenbloem	<i>Taraxacum</i>	1						1	
Akkervergeet-mij-nietje	<i>Myosotis arvensis</i>			1				1	
Gewone melkdistel	<i>Sonchus oleraceus</i>					1		1	
Riet	<i>Phragmites australis</i>		40						
Heermoes	<i>Equisetum arvense</i>				10				
Akkerwinde	<i>Convolvulus arvensis</i>								4
Gestreepte witbol	<i>Holcus lanatus</i>							4	
Kattendoorn	<i>Ononis spinosa</i>								4
Akkerdistel	<i>Cirsium arvense</i>		2						
Duizendblad	<i>Achillea millefolium</i>				2				
Dubbelkelk	<i>Picris echioides</i>							2	
Kleefkruid	<i>Galium aparine</i>		1						
Zachte dravik	<i>Bromus hordeaceus</i>					1			
Gewone hoornbloem	<i>Cerastium fontanum</i>				1				
Canadese fijnstraal	<i>Erigeron canadensis</i>							1	
Gewone berenklaauw	<i>Heracleum sphondylium</i>				1				
Smalle weegbree	<i>Plantago lanceolata</i>								1
Kruipende boterbloem	<i>Ranunculus repens</i>							1	
Viltig kruiskruid	<i>Senecio erucifolius</i>							1	
Gekroesde melkdistel	<i>Sonchus asper</i>					1			
Ringelwikke	<i>Vicia hirsuta</i>				1				
Moslaag									
Gewoon dikkopmos	<i>Brachythecium rutabulum</i>	1		1	4	1	1	2	1
Kleisnavelmos	<i>Oxyrrhynchium hians</i>				1	1		1	1



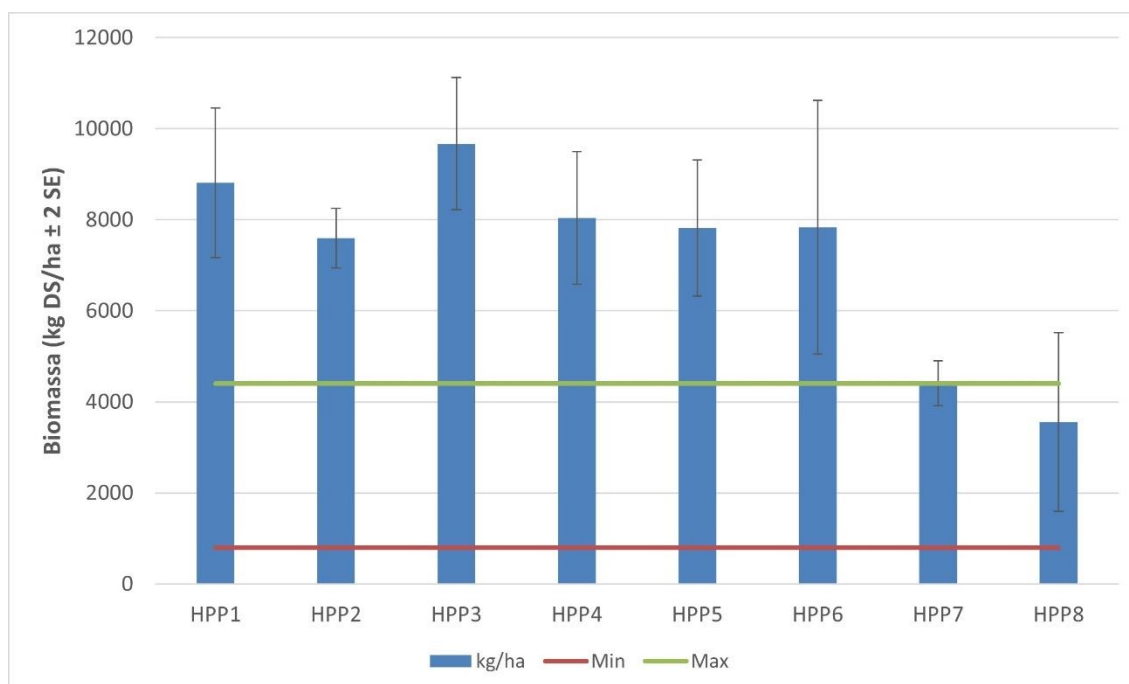
3.2.2 Biomassa

De gemeten bovengrondse biomassa in de verschillende proefvlakken varieert afgerond tussen de 3.6 en 9.7 ton droge stof per hectare (ton DS/ha). De biomassa's in HPP1 tot HPP6 liggen min of meer in dezelfde grootteorde en variëren tussen de 7.6 en 9.7 ton DS/ha. De biomassa's gemeten in HPP7 en HPP8 wijken hier sterk van af en zijn veel lager (Figuur 9, Tabel 8).

Als kwaliteitsdoel is een biomassa tussen de 0.4 en 4.4 ton DS/ha vooropgesteld. Enkel de proefvlakken HPP7 en HPP8 liggen binnen dit bereik en voldoen aan deze doelstelling. De overige proefvlakken (HPP1 tot HPP6) wijken hier sterk van af en overschrijden het doel ruimschoots. De biomassa is er veel te hoog, zelfs bijna dubbel zoveel als het vooropgestelde maximum.

Tabel 8 Biomassa in de verschillende proefvlakken, gemeten in ton droge stof per hectare. In groen gemarkeerd de proefvlakken die aan de doelstelling voldoen.

	HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Biomassa (ton DS/ha)	8.8	7.6	9.7	8.0	7.8	7.8	4.4	3.6



Figuur 9 Bovengrondse biomassa van de vegetatie in de verschillende proefvlakken uitgedrukt in kg droge stof per hectare (kg DS/ha). Met Min en Max wordt het bereik aangegeven waartussen de biomassa moet liggen.

3.2.3 Bedekking

De erosiebestendigheid van de vegetatie wordt onrechtstreeks gemeten door het bepalen of meten van de bedekking met behulp van de raammethode.

De bedekking van de vegetatie in de proefvlakken ligt tussen de 31% en 82%. HPP2 wijkt sterk af van de andere proefvlakken doordat het een zeer lage bedekking heeft. Het verschil tussen

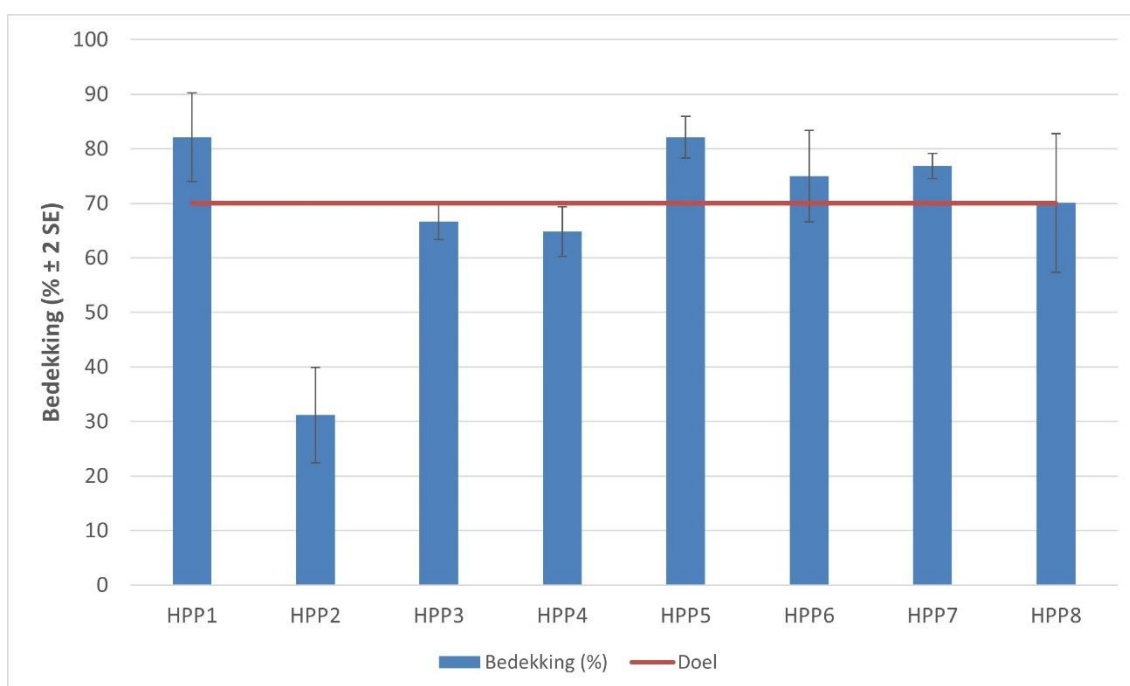


de overige proefvlakken is veel geringer, hun bedekking ligt tussen de 65% en 82% (Figuur 10, Tabel 9).

De bedekking van de vegetatie op de dijken moet minstens 70% zijn (VTV, 2007). Deze doelstelling wordt ruim gehaald in HPP1 en HPP5 maar ook in HPP6, HPP7 en HPP8. In HPP3 en HPP4 wordt deze doelstelling net niet gehaald. De bedekking in HPP2 wijkt ruim af van de doelstelling.

Tabel 9 Bedekking (%) van de vegetatie in de verschillende proefvlakken. In groen gemarkeerde de proefvlakken waar de doelstelling van 70% is gehaald.

	HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Bedekking (%)	82.1	31.2	66.7	64.8	82.1	75.0	76.9	70.1



Figuur 10 De gemeten bedekking in de verschillende proefvlakken, getoetst aan de doelstelling van 70%.

3.2.4 Worteldichtheid

Aan de hand van de worteldichtheid wordt de zodekwaliteit en erosiebestendigheid van de vegetatie in de proefvlakken beoordeeld. Afhankelijk van het aantal wortels per diepteklasse wordt de zodekwaliteit geëvalueerd als zeer slecht, slecht, matig of goed (Sprangers & Arp 1999; VTV, 2007).

In proefvlakken HPP3, HPP4, HPP6 en HPP7 is de zodekwaliteit matig, in HPP1, HPP5 en HPP8 slecht en in proefvlak HPP2 is de zodekwaliteit als zeer slecht beoordeeld (Figuur 11, Tabel 10).

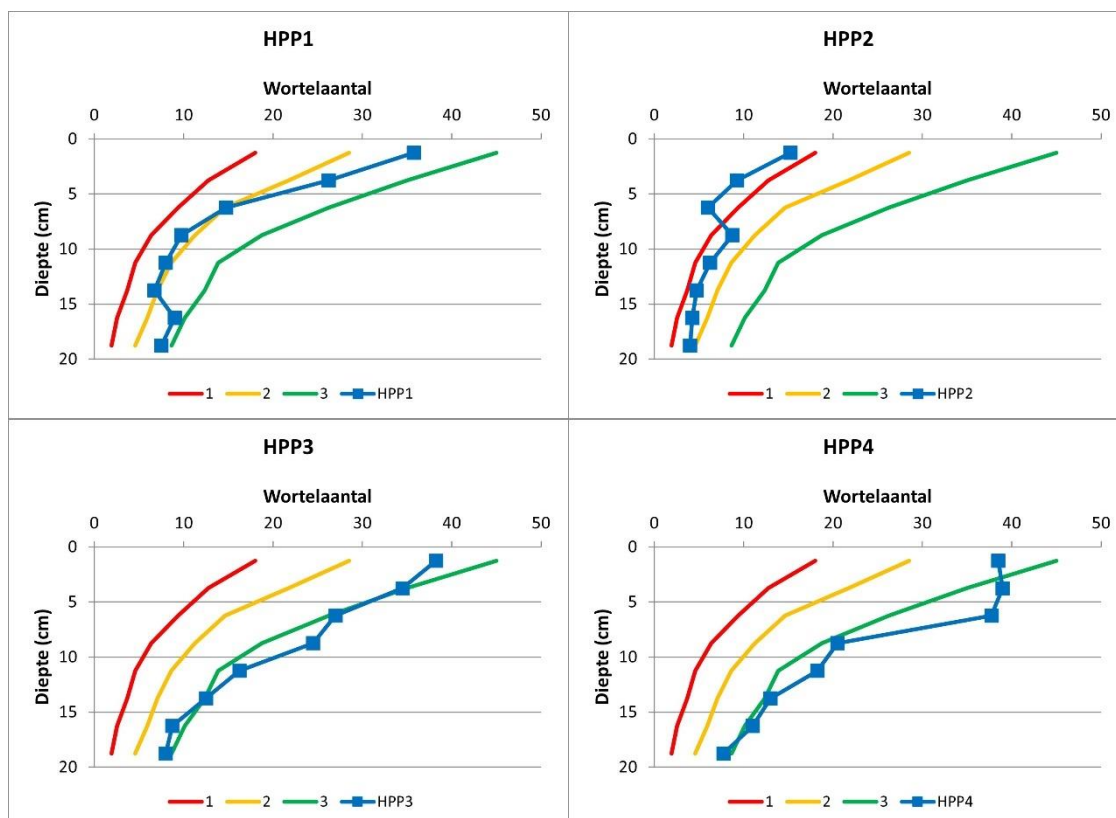
In de proefvlakken HPP3 en HPP4 scoort de worteldichtheid op verschillende dieptes goed maar omdat op 2 of meer dieptes een lagere score wordt gehaald, telt de minst gunstige score als eindoordeel (Figuur 11).

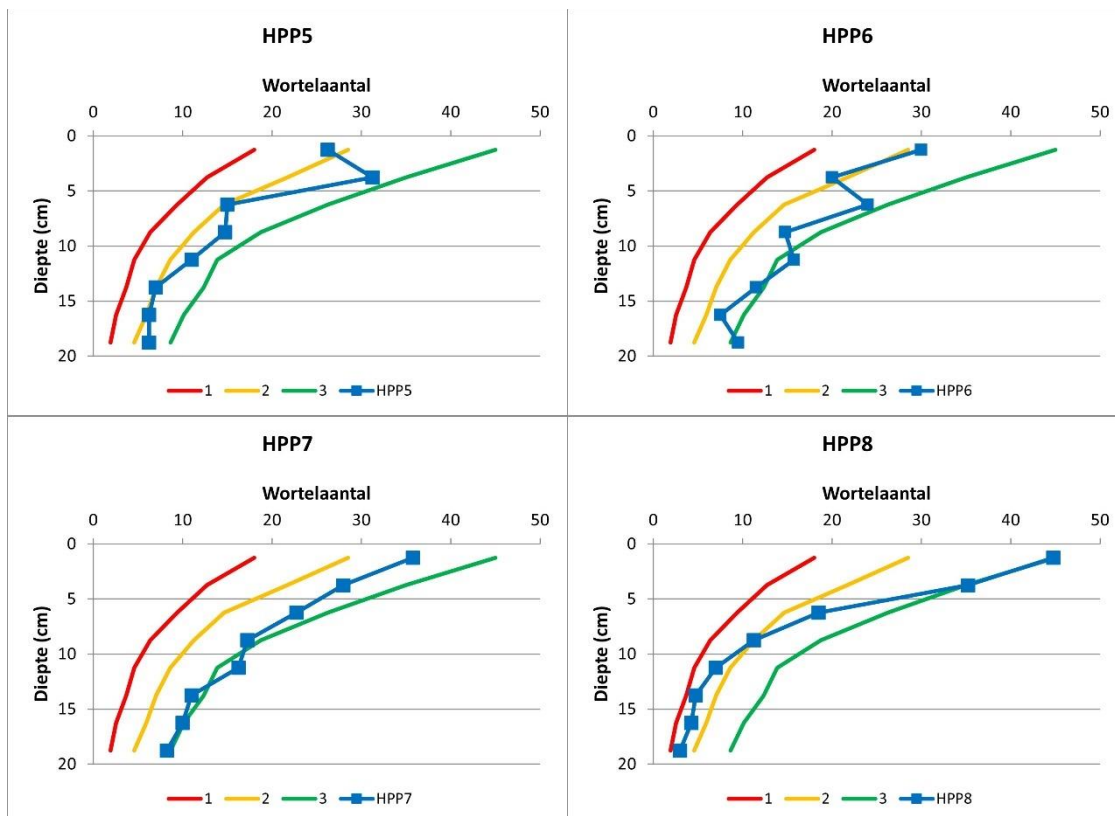


Het verloop van de wortelaantallen in proefvlak HPP8 is bijzonder. De wortelaantallen scoren goed in de bovenste bodemlagen maar tussen 5-10 cm onder het maaiveld dalen de wortelaantallen sterk om uiteindelijk een eindscore van slecht te krijgen (Figuur 11).

Tabel 10 Beoordeling van de zodekwaliteit op basis van de gemeten worteldichtheid.

	HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Zodekwaliteit (worteldichtheid)	slecht	zeer slecht	matig	matig	slecht	matig	matig	slecht





Figuur 11 Worteldiagram van elk proefvlak waarin per diepteklasse het wortelaantal is gegeven. Links van de rode lijn is de kwaliteit zeer slecht, tussen de rode en oranje is de kwaliteit slecht, tussen oranje en groen matig en rechts van groen is de kwaliteit goed.

3.2.5 Bodem

De bodemstalen zijn geanalyseerd op fysische en chemische eigenschappen.

De textuuranalyses zijn bepaald via laserdiffractie. Tot de fractie klei is gerekend de partikels met een grootte tussen 0.4 - 6 μm , tot de leemfractie de partikels tussen 6– 63 μm en de partikels tussen 63– 2000 μm tot de zandfractie. Op basis van deze textuuranalyses kunnen de bodems ingepast worden in het Belgisch classificatiesysteem.

Met uitzondering van proefvlak HPP4 en HPP5 die resp. tot de textuurklasse zandleem en zware klei behoren, hebben alle proefvlakken een kleiige textuur (Tabel 11).

Tabel 11 Textuuranalyses van de verschillende proefvlakken uitgedrukt in volumepercentage per fractie. De overeenkomstige textuurklasse is gegeven.

	HPP1	HPP2	HPP3	HPP4	HPP5	HPP6	HPP7	HPP8
Klei (0.4-6 μm)	31.3	31.0	21.9	17.8	40.3	25.9	25	20.0
Leem (6-63 μm)	55.5	59.4	53.6	54.7	39.8	44.0	50.9	38.0
Zand (63-2000 μm)	13.2	9.6	24.5	27.5	19.9	30.2	24.1	42.0
Textuurklasse	E	E	E	L	U	E	E	E
	Klei	Klei	Klei	Zand- leem	Zware klei	Klei	Klei	Klei



De bodem in alle proefvlakken is matig alkalisch (pH tussen 8.14 en 8.38) (Tabel 12).

Proefvlak HPP2 wijkt af wat de hoeveelheid koolstof betreft. LOI en het totaal koolstofgehalte zijn er opvallend hoger dan in de bodem van de andere proefvlakken, waar de LOI gemiddeld 50.5 g/kg en het totaal koolstofgehalte 27.8 g/kg is. Dit verschil is vooral te wijten aan het hoger gehalte aan organische koolstof in dit proefvlak, in vergelijking met de andere proefvlakken (39.3 vs. gemiddeld 20.2 g/kg). Het anorganische koolstofgehalte (TIC) daarentegen is vergelijkbaar tussen de proefvlakken.

Deze organische koolstof of organische stof vindt zijn oorsprong in afgestorven plantenmateriaal (wortels, stengels, bladeren). Dit organisch materiaal mineraliseert als er geen limitatie optreedt door nutriënten, zuurstof of zuurtegraad. In het proefvlak HPP2 is het niet te zuur en er zijn ook voldoende nutriënten (N, P) aanwezig. De enige resterende limiterende factor is dan zuurstof. Een tekort aan zuurstof in de bodem treedt op bij waterverzadiging.

Ook wat kalk- en sulfaatgehalte betreft, zijn opvallend hogere waarden gemeten in proefvlak HPP2. Hetzelfde patroon is herkenbaar in de nutriënten. De gehalten aan mineraal stikstof (ammonium, nitriet, nitraat) en mineraal fosfor (P-Olsen) zijn veel hoger in vergelijking met de overige proefvlakken. Als HPP2 buiten beschouwing wordt gelaten, bedraagt het gehalte aan mineraal fosfor (P-Olsen) gemiddeld 24.1 mg/kg en mineraal stikstof 9.3 mg/kg.

Soortenrijke graslanden ontwikkelen kan enkel als het gebrek aan een essentiële voedingsstof de groei van de planten limiteert of remt. Raman *et al.* (2016) stellen dat voor de ontwikkeling van glanshavergrasland de fosforgehaltenes onder de 25 mg/kg moeten zijn. Voor glanshavergraslanden in een gunstige staat van instandhouding moeten de fosforwaarden zelfs minder dan 9.1 mg/kg P-Olsen bedragen (Van Calster *et al.*, 2020).

De kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) varieert tussen de 14.1 en 27.8 cmol(+)/kg en er treedt basenverzadiging op ($((\text{Ca Exch.} + \text{Mg Exch.} + \text{K Exch.} + \text{Na Exch.}) / \text{CEC}) > 100\%$).

Wat de mineralen en metalen betreft zijn de waarden tussen de proefvlakken vergelijkbaar met uitzondering van proefvlak HPP2 en HPP6.



4 BESLUIT

De verschillende dijkvegetaties hebben een gezamenlijke oppervlakte van 17.3 ha, waarvan 10.2 ha in Nederland en 7.1 ha in België.

Type 3 Soortenarm glanshavergrasland is het meest voorkomende vegetatietype, zowel op de land- als rivierzijde van de dijk, terwijl Type 8 Variabele ruigte het tweede meest voorkomende vegetatietype is. Dit staat vooral aan de voet van de dijk aan rivierzijde. De doelvegetaties voor Scheldedijken, Type 1 Soortenrijk grasland en Type 2 Soortenrijk glanshavergrasland, bedekken 7.6% van het dijklichaam.

In Nederland bestaat bijna 80% van de dijk uit Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. Vermeldenswaardig zijn de kleine vlekken Rietvegetatie (Type 6) die wijzen op lokale kwelplekken, zoals ook blijkt uit de bodemanalyses.

De vegetatie op het Belgisch deel van de dijk is gevarieerder. Type 3 Soortenarm glanshavergrasland is er eveneens aspectbepalend en domineert zowel de land- als rivierzijde van de dijkelling. Net als in Nederland neemt Type 8 Variabele ruigte een aardige oppervlakte in. Het staat ook hier vooral aan de voet van de dijk aan rivierzijde, maar in tegenstelling tot Nederland waar bomen en struiken compleet afwezig zijn, komen daar ook bomen en struiken voor. In vergelijking met Nederland is in België een hoger aandeel van de dijk begroeid met de doelvegetaties (Type 1 en 2), vooral op de kruin aan weerszijden van de dienstweg en aan de teen van de dijk aan landzijde.

In plaats van de geplande 16 konden slechts 8 proefvlakken worden geselecteerd omdat de dijk in Nederland reeds gemaaid was. Twee proefvlakken zijn gesitueerd in Nederland, de rest in België. Zes van de proefvlakken liggen op de dijkelling aan landzijde; op de kruin en teen van de dijk is telkens 1 proefvlak gelokaliseerd.

Op basis van de vegetatieopnames van deze proefvlakken konden ze aan een bepaald vegetatietype worden toegekend. Met uitzondering van 1 proefvlak behoren alle proefvlakken op de dijkelling tot het Type 3 Soortenarm glanshavergrasland. Het andere proefvlak is op een kwelplek gelegen en is als een overgangsv egetatie tussen Type 6 Rietvegetatie en Type 5 Brandnetelruigte getypeerd. De vegetatie in de proefvlakken op de kruin en teen behoren tot Type 1 Soortenrijk grasland.

De vegetatie is getoetst aan de kwaliteitsdoelen. Slechts in 1 proefvlak, HPP7, waren er meer dan 15 soorten hogere planten aanwezig. In datzelfde proefvlak maar ook in proefvlak HPP1, reikte de Shannon-diversiteitsindex boven het doel van 1.8. Het Ellenberggetal voor nutriënten was wel voldoende laag in de verschillende proefvlakken, enkel in HPP2 met een overgangsv egetatie tussen Type 6 Rietvegetatie en Type 5 Brandnetelruigte was dit niet het geval.

In alle proefvlakken met een vegetatie van Type 3 Soortenarm glanshavergrasland of een overgangsv egetatie van Type 6 Rietvegetatie/Type 5 Brandnetelruigte was de biomassa ruim te hoog, bijna dubbel zo hoog als het vooropgestelde doel. Enkel in de proefvlakken met soortenrijk grasland was de biomassa binnen het bedoelde bereik.

De bedekking van de vegetatie geldt als proxy voor de erosiebestendigheid van de vegetatie. In 5 proefvlakken was de bedekking hoger dan het doel van 70% waardoor de vegetatie in deze



proefvlakken als erosiebestendig kan beschouwd worden. Sterk afwijkend was proefvlak HPP2. De rietvegetatie/brandnetelruigte levert een bedekking van slechts 31%, ruim ongeschikt naar erosiebestendigheid toe. Ook de zodekwaliteit in dit proefvlak, bepaald aan de hand van de worteldichtheid, scoort zeer slecht.

De erosiebestendigheid is onrechtstreeks gemeten door het bepalen van de bedekking. Ook het meten van de worteldichtheid is een onrechtstreekse manier om de erosiebestendigheid te meten. Beide methoden zijn toegepast maar de resultaten zijn niet steeds in overeenstemming. In proefvlakken HPP2, HPP6 en HPP7 is er overeenstemming tussen beide methodes. In HPP2 is de bedekking te laag en ook de zodekwaliteit is er zeer slecht. In HPP6 en HPP7 is de bedekking voldoende en de zodekwaliteit matig. Maar in de proefvlakken HPP1, HPP5 en HPP8 is de bedekking goed maar de zodekwaliteit blijkt slecht te zijn. Ook omgekeerd, in proefvlakken HPP3 en HPP4 is de bedekking net niet voldoende, maar de worteldichtheid scoort toch matig. Bij het indirect bepalen van de erosiebestendigheid kan het meten van de worteldichtheid als doorslaggevend worden beschouwd.



Bijlagen

Bijlage A: Proefvlak 1 (HPP1)

LamX (punt a)	140604.142	Vegetatietype	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
LamY (punt a)	226066.610	Aantal soorten	14
Z mTAW (punt a)	8.901	Shannon-diversiteit	1.88
LamX (punt b)	140604.538	Ellenberg nutriënten	5.3
LamY (punt b)	226063.938	Biomassa (ton DS/ha)	8.8
Z mTAW (punt b)	8.366	Bedekking (%)	82.1
Helling (°)	15.5	Worteldichtheid	slecht
Helling (%)	27.8		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	10 (land)		



Figuur 12 Toestandsfoto van het proefvlak HPP1 (BV21/001, 01/06/2021).



Bijlage B: Proefvlak 2 (HPP2)

LamX (punt a)	140441.301	Vegetatietype	Type 6 Rietvegetatie/Type 5 Brandnetelruigte
LamY (punt a)	226278.274	Aantal soorten	9
Z mTAW (punt a)	6.117	Shannon-diversiteit	1.07
LamX (punt b)	140440.644	Ellenberg nutriënten	8.0
LamY (punt b)	226275.832	Biomassa (ton DS/ha)	7.6
Z mTAW (punt b)	5.431	Bedekking (%)	31.2
Helling (°)	20.1	Worteldichtheid	zeer slecht
Helling (%)	36.5		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	20 (land)		



Figuur 13 Toestandsfoto van het proefvlak HPP2 (BV21/002, 01/06/2021).



Bijlage C: Proefvlak 3 (HPP3)

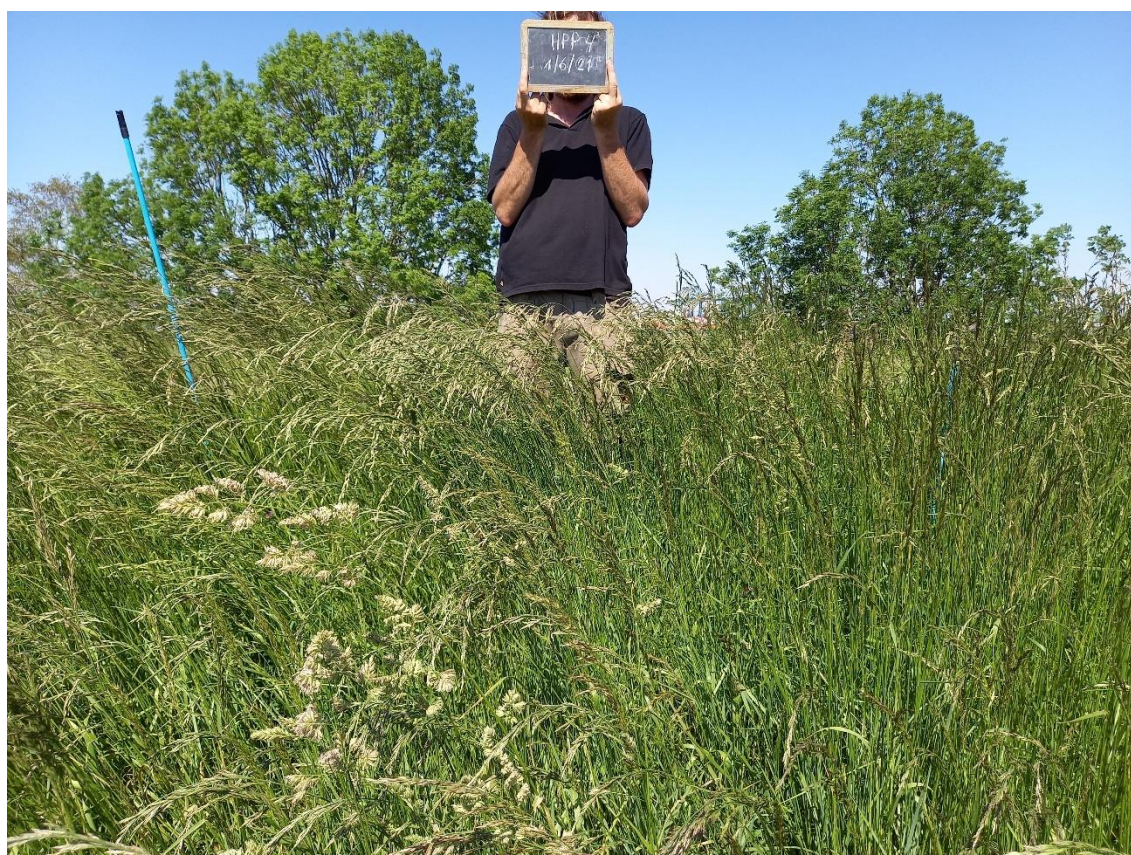
LamX (punt a)	140691.002	Vegetatietype	Type 3 Soortenarm glanshavergrasland
LamY (punt a)	225966.044	Aantal soorten	10
Z mTAW (punt a)	6.084	Shannon-diversiteit	1.31
LamX (punt b)	140690.493	Ellenberg nutriënten	5.4
LamY (punt b)	225963.482	Biomassa (ton DS/ha)	9.7
Z mTAW (punt b)	5.273	Bedekking (%)	66.7
Helling (°)	23.9	Worteldichtheid	matig
Helling (%)	44.4		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	17 (land)		



Figuur 14 Toestandfoto van het proefvlak HPP3 (BV21/003, 01/06/2021).

Bijlage D: Proefvlak 4 (HPP4)

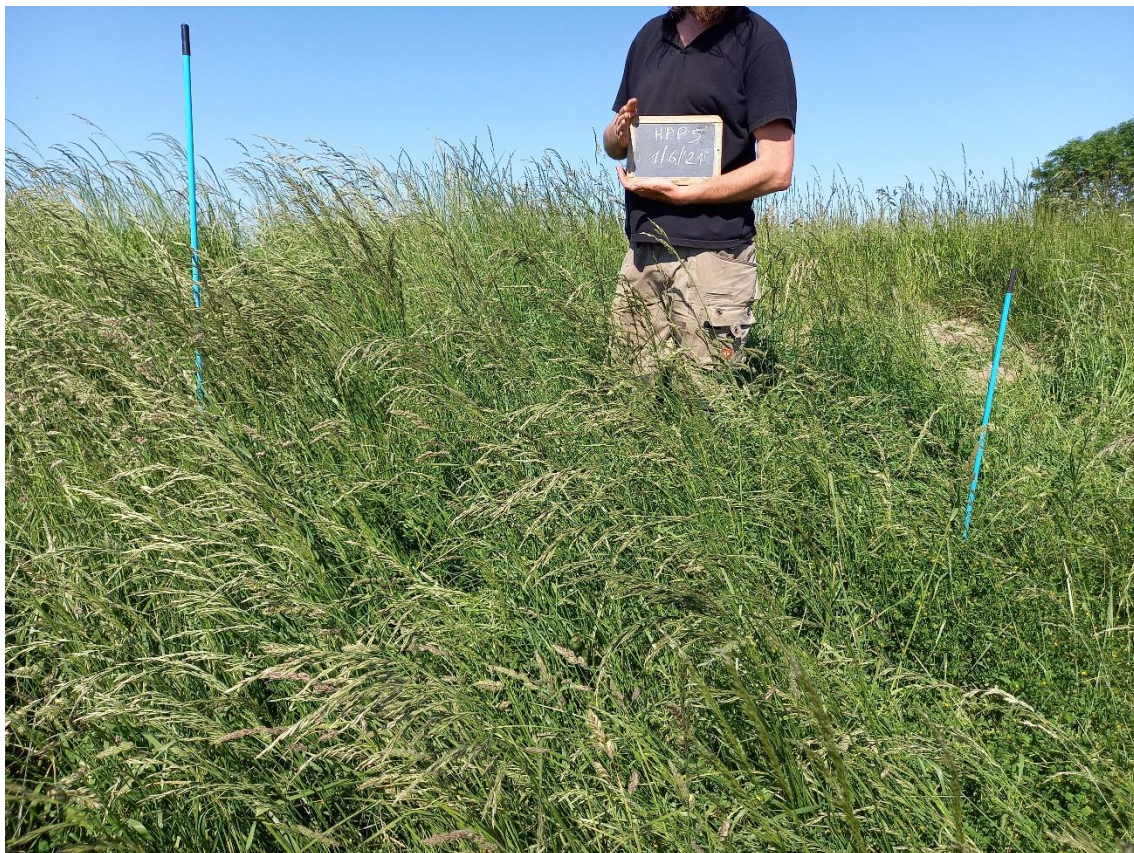
LamX (punt a)	140825.905	Vegetatietype	Type 3 Soortenarm glanshave rgrasland
LamY (punt a)	225843.756	Aantal soorten	14
Z mTAW (punt a)	10.760	Shannon-diversiteit	1.68
LamX (punt b)	140825.507	Ellenberg nutriënten	5.0
LamY (punt b)	225841.016	Biomassa (ton DS/ha)	8.0
Z mTAW (punt b)	10.151	Bedekking (%)	64.8
Helling (°)	17.7	Worteldichtheid	matig
Helling (%)	32.0		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	5 (land)		



Figuur 15 Toestandsfoto van het proefvlak HPP4 (BV21/004, 01/06/2021).

Bijlage E: Proefvlak 5 (HPP5)

LamX (punt a)	140961.455	Vegetatietype	Type 3 Soortenarm glanshave rgrasland
LamY (punt a)	225699.702	Aantal soorten	14
Z mTAW (punt a)	10.167	Shannon-diversiteit	1.68
LamX (punt b)	140961.108	Ellenberg nutriënten	5.3
LamY (punt b)	225697.099	Biomassa (ton DS/ha)	7.8
Z mTAW (punt b)	9.527	Bedekking (%)	82.1
Helling (°)	18.7	Worteldichtheid	slecht
Helling (%)	33.8		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	6.5 (land)		



Figuur 16 Toestandsfoto van het proefvlak HPP5 (BV21/005, 01/06/2021).

Bijlage F: Proefvlak 6 (HPP6)

LamX (punt a)	139938.360	Vegetatietype	Type 3 Soortenarm glanshave rgrasland
LamY (punt a)	226852.927	Aantal soorten	6
Z mTAW (punt a)	8.442	Shannon-diversiteit	1.35
LamX (punt b)	139940.358	Ellenberg nutriënten	5.3
LamY (punt b)	226850.981	Biomassa (ton DS/ha)	7.8
Z mTAW (punt b)	7.819	Bedekking (%)	75.0
Helling (°)	18.1	Worteldichtheid	matig
Helling (%)	32.8		
Expositie	Z		
Afstand kruin (m)	15 (land)		



Figuur 17 Toestandsfoto van het proefvlak HPP6 (BV21/006, 02/06/2021).

////////////////////////////////////

Bijlage G: Proefvlak 7 (HPP7)

LamX (punt a)	140695.304	Vegetatietype	Type 1 Soortenrijk grasland
LamY (punt a)	225947.615	Aantal soorten	22
Z mTAW (punt a)	3.941	Shannon-diversiteit	2.45
LamX (punt b)	140695.300	Ellenberg nutriënten	5.5
LamY (punt b)	225944.876	Biomassa (ton DS/ha)	4.4
Z mTAW (punt b)	3.896	Bedekking (%)	76.9
Helling (°)	1.3	Worteldichtheid	matig
Helling (%)	2.3		
Expositie	WZW		
Afstand kruin (m)	27 (teen)		



Figuur 18 Toestandsfoto van het proefvlak HPP7 (BV21/007, 02/06/2021).

Bijlage H: Proefvlak 8 (HPP8)

LamX (punt a)	140921.148	Vegetatietype	Type 1 Soortenrijk grasland
LamY (punt a)	225748.397	Aantal soorten	12
Z mTAW (punt a)	11.111	Shannon-diversiteit	1.79
LamX (punt b)	140921.045	Ellenberg nutriënten	4.7
LamY (punt b)	225745.683	Biomassa (ton DS/ha)	3.6
Z mTAW (punt b)	10.916	Bedekking (%)	70.1
Helling (°)	5.6	Worteldichtheid	slecht
Helling (%)	9.8		
Expositie	ZW		
Afstand kruin (m)	1.5 (kruin)		



Figuur 19 Toestandsfoto van het proefvlak HPP8 (BV21/008, 02/06/2021).