



Monitoring gras/kruidenmengsels Waddenzeedijken

Project Gras op Klei Fase D (2019-2024), eindrapportage en synthese

Carla Grashof-Bokdam, Nils van Rooijen, Friso van der Zee, Eric Visser



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring gras/kruidenmengsels Waddenzeedijken

Project Gras op Klei Fase D (2019-2024), eindrapportage en synthese

Carla Grashof-Bokdam¹, Nils van Rooijen¹, Friso van der Zee¹, Eric Visser²

1 Wageningen Environmental Research

2 Radboud Universiteit Nijmegen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gefinancierd door de programmadirectie van het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, november 2024

Gereviewd door:

Anne Schmidt, senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

Nina Smits, teamleider van Vegetatie- en Landschapsecologie

Rapport 3381
ISSN 1566-7197

Carla Grashof-Bokdam, Nils van Rooijen, Friso van der Zee, Eric Visser, 2024. *Monitoring gras/kruidenmengsels Waddenzeedijken; Project Gras op Klei Fase D (2019-2024), eindrapportage en synthese*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3381. 116 blz.; 70 fig.; 26 tab.; 18 ref.

Tussen 2019 en 2024 zijn de vegetatie en de doorworteling gemeten in nieuw ingezaaide proefvlakken op vier locaties langs de Waddenzeedijk, waarbij drie nieuwe zaadmengsels zijn vergeleken met het standaard D1-mengsel bij voortzetting van intensief begrazingsbeheer met schapen en maaibeheer. Alle zaadmengsels leveren een gesloten vegetatie op. De vestiging van toegevoegde kruiden en Rietzwenkgras levert alleen tijdelijk een hogere doorworteling op. Een belangrijke aanbeveling is om bij toepassing van nieuwe mengsels over te gaan op minder intensieve begrazing of op hooilandbeheer.

Between 2019 and 2024, vegetation and rooting was measured in newly sown trial plots at 4 locations along the Wadden Sea dike, comparing three new seed mixtures with the standard D1 mixture while continuing intensive grazing management with sheep or mowing. All seed mixtures produced closed vegetation. However, the establishment of added herbs, Reed fescue and White clover and spontaneous species is limited and lead only to temporarily results in higher rooting. A key recommendation is to switch to less intensive grazing or hay meadow management when applying new mixtures.

Trefwoorden: vegetatie ontwikkeling, bedekking vegetatie, soortensamenstelling, worteldichtheid, erosiebestendigheid

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/679509> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een kwaliteitsmanagementsysteem volgens de ISO 9001. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3381 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Mengsel 3 EH 2022.jpg, © Nils van Rooijen

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Methode	15
2.1 Uitwerken quickscan (nulmeting) 2018	15
2.2 Zaadmengsels en proeflocaties.	15
2.3 Monitoring van vegetatie, doorworteling en WBI-beoordeling	18
2.4 Verwerken data en analyse vegetatie- en doorworteling	19
3 Resultaten vegetatie en doorworteling quickscan 2018	21
4 Resultaten 2019-maart 2020	23
4.1 Beheerwerkzaamheden 2019	23
4.2 Proeflocaties en locaties permanente kwadraten (pq's)	23
4.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2019: bedekking en soortenrijkdom	26
4.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2019: soortensamenstelling	29
4.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken	32
4.6 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2019/2020	33
4.7 Doorworteling op basis van wortelbiomassa	38
4.8 Vergelijking VTV-methode en biomassabepaling	39
4.9 Voorlopige conclusies	41
5 Resultaten april-december 2020	42
5.1 Beheerwerkzaamheden 2020	42
5.2 Inmeten pq's controlevakken	43
5.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: bedekking en soortenrijkdom	45
5.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: soortensamenstelling	47
5.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken	50
5.6 Voorlopige conclusies	51
6 Resultaten 2021	52
6.1 Beheer werkzaamheden 2021	52
6.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2020/2021	52
6.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2021: bedekking en soortenrijkdom	59
6.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: soortensamenstelling	61
6.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken	64
6.6 Voorlopige conclusies	66
7 Resultaten 2022	67
7.1 Beheerwerkzaamheden 2022	67
7.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2021/2022	67
7.3 Doorworteling biomassa winter 2021/2022	75
7.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2022: bedekking en soortenrijkdom	77
7.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken	81
7.6 Voorlopige conclusies	82

8	Resultaten 2023	83
	8.1 Beheerwerkzaamheden 2023	83
	8.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2022/2023	84
	8.3 Resultaten vegetatie-inventarisatie 2023: bedekking en soortenrijkdom	91
	8.4 Droogte- en zoutbestendigheid, wortelkenmerken	94
	8.5 Voorlopige conclusies	95
9	Resultaten 2024	96
	9.1 Beheerwerkzaamheden 2024	96
	9.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2023/2024	96
10	Synthese	105
	10.1 Vegetatie	105
	10.2 Doorworteling en erosiebestendigheid (VTV-methode)	109
	10.3 Relatie vegetatie en doorworteling	111
	10.4 Beheer	112
	10.5 Conclusies en aanbevelingen	112
	Literatuur	114

Verantwoording

Rapport: 3381

Projectnummer: 5200048263

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Senior onderzoeker

naam: Anne Schmidt

datum: 25 oktober 2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Nina Smits

datum: 16 juli 2024

Woord vooraf

Voor u ligt een uitgebreide rapportage van vijf jaar intensieve monitoring van vegetatie en doorworteling op vier proeflocaties langs de Waddenzee. Drie nieuwe mengsels zijn uitgebreid onderzocht door Wageningen Environmental Research met bijdragen van Radboud Universiteit, waarbij ook één bestaand mengsel is meegenomen. In 2014 is het onderzoek 'Gras- en Kleibekleding' gestart binnen de projectoverstijgende verkenning Waddenzeedijken (POV-W), een gezamenlijk project van de waterschappen Hunze en Aa's, Noorderzijlvest en het Wetterskip Fryslân. Naast de genoemde instituten vullen het onderzoeksinstituut Deltares en het bureau Infram Hydren het onderzoeksteam aan.

Na tien jaar voorbereiding en onderzoek zijn we er trots op dat we de resultaten hiervan kunnen tonen en verder verspreiden. Naast dit rapport bevat onze reeks eindrapportages ook rapporten van de wortelbiomassa-analyses van Radboud Universiteit en van de worteltrekproeven en overslagproeven die Infram Hydren heeft uitgevoerd. De serie is compleet met een analyserapport die door het onderzoeksteam onder leiding van Deltares is opgesteld.

We zien dat de vegetaties op alle proeflocaties een gesloten zode laten zien en dat de doorworteling uiteindelijk redelijk gelijk is tussen de verschillende mengsels. Het bepalen van effecten van beheer was geen onderdeel van het onderzoek, maar is wel van belang voor de ontwikkeling van de zode als het gaat om een soortenrijkere dijk. Een van de aanbevelingen is om hier meer aandacht aan te besteden.

Ik wil het hele onderzoeksteam van harte bedanken voor de inzet, de samenwerking en de bereikte resultaten. Hierbij vooral dank aan Carla Grashof, Friso van der Zee en Nils van Rooijen van Wageningen University & Research, Eric Visser en Hans de Kroon van Radboud Universiteit, Andre van Hoven van Deltares en Roy Mom van Infram Hydren.

Marco Veendorp, onderzoeksleider, namens mijn collega Erik Schuringa van Waterschap Hunze en Aa's, Bert Visser en Orin van Loon van Wetterskip Fryslân, Henry Rijploeg en Jan-Willem Nieuwenhuis van Waterschap Noorderzijlvest.

Samenvatting

Aanleiding onderzoek

Er is een vermoeden dat aan aanwezige grasbekleding op de Waddenzeedijken meer sterkte kan worden toebedeeld dan in de huidige beoordelingen wordt meegenomen en dat nieuwe gras- en/of kruidenmengsels mogelijk een belangrijke rol spelen bij een betere doorworteling en dus erosiebestendigheid. Beter inzicht in bestaande sterkte én het gebruik van nieuwe mengsels kunnen leiden tot het opstellen van nieuwe of aangescherpte rekenregels waarbij veel meer sterkte kan worden toegerekend aan de grasmatten. Daarnaast kunnen nieuwe mengsels bijdragen aan biodiversiteit en robuuster zijn bij droogte.

Doel van het project Gras- en kleibekleding is tweeledig:

- Meer inzicht en kennis verkrijgen van sterkte van aanwezige grasmatten op kleidijken in het algemeen en Waddenzeedijken in het bijzonder.
- Kennis en inzicht opbouwen in de sterkte van verbeterde zaadmengsels op verschillende hoogtezones van een dijk.

Daarnaast is het gewenst om kennis en inzicht op te bouwen in droogtebestendigheid van verbeterde zaadmengsels.

Onderzoeksvraag

Wat is de erosiebestendigheid van verschillende soorten gras/kruidenmengsels in combinatie met de aanwezige kleilaag in de eerste jaren na aanleg, mede gezien vanuit het oogpunt van droogtebestendigheid?

Het onderzoek (Fase D-monitoring) waar dit rapport deel van uitmaakt, is in opdracht van Waterschap Hunze en Aa's uitgevoerd door een consortium van WENR, Radboud Universiteit, Deltares en Infram Hydren, waarbij alle partners andere aspecten van erosiebestendigheid hebben belicht. WENR heeft de ontwikkeling in vegetatiesamenstelling en worteldichtheid van verschillende gras/kruidenmengsels onderzocht (dit rapport). Naast de effecten van verschillende mengsels is het aspect van de hoogteligging op de dijk meegenomen, waarbij ondertaluds zouter kunnen zijn dan boventaluds. Ook is gekeken naar droogtetolerantie van soorten. Radboud Universiteit onderzoekt de wortelbiomassa in relatie tot de gemeten treksterkte in grastrekproeven (uitgevoerd door Infram Hydren), die deels zijn gevalideerd door golfproeven (Infram Hydren). Deltares gebruikt de kritische stroomsnelheid die uit deze proeven komt in rekenmodellen die gebruikt worden om dijkvakken te beoordelen op erosiebestendigheid.

Aanpak

In Fase D is in 2018 als nulmeting een quickscan van vegetatie en doorworteling uitgevoerd, voorafgaand aan de inzaai van nieuwe mengsels op vier proeflocaties. In mei 2019 zijn op de vier locaties langs de Waddenzeedijk proefvlakken aangelegd, bestaande uit drie nieuwe mengsels (basisgrasmengsel met resp. Rietzwenkgras, Witte klaver en kruiden) en het standaard dijkenmengsel voor beweiding (D1-mengsel) die als referentie dient. Daarnaast is op elke locatie ook een controlevlak op de reeds bestaande bekleding gevolgd. Op elk proefvlak zijn twee permanente kwadraten (pq's) uitgezet, boven en onder op het talud. Het onderscheid in boven- en ondertalud is gemaakt om te zien of de invloed van zoutwater en/of droogte op de vegetatie onder op het talud hoger is dan boven op het talud. In deze pq's zijn tussen 2019 en 2024 in het voor- en najaar vegetatieopnamen gemaakt en is in het winterseizoen de worteldichtheid gemeten volgens de VTV-methode (Voorschrift Toetsen op Veiligheid) uit 2007. Op elk proefvlak is in de winter ook een WBI-beoordeling (Ministerie van I&W, 2016) van de grasmatten gemaakt uit 2016 die kijkt naar de geslotenheid van de grasbekleding en de sterkte van een gestoken plag.

Er is gekozen voor voortzetting van het huidige beheer van schapenbegrazing op drie locaties. Op de vierde locatie is het klepelbeheer gedurende het onderzoek omgezet in hooibeheer.

Resultaten

In de onderzoeksperiode van vijf jaar zijn op alle locaties en in alle mengsels de vegetaties gesloten en hebben ze een redelijk stabiele samenstelling bereikt. Aanvankelijke verschillen in bedekking en soortensamenstelling tussen de gemaaide locaties zijn tijdens de proef nagenoeg verdwenen. De ingezaaide grassen en kruiden hebben zich grotendeels gevestigd, maar vaak in lage dichtheden, en ze hebben zich niet uitgezaaid naar naburige vakken. Ook spontane soorten hebben zich nauwelijks gevestigd in het nieuwe basisgrasmengsel. Geen van de gevestigde soorten is indicatief voor droge of zoute omstandigheden. Dat geeft aan dat er zich geen noemenswaardige of langdurige zilte of droge omstandigheden voordoen op (de onderzijde van) het buitentalud. Verschillen tussen vegetatieparameters boven en onder op de taluds zijn erg klein.

De vestiging van ingezaaide kruiden en Rietzwenkgras lijkt aanvankelijk te leiden tot een betere en diepere doorworteling en de vestiging van kruiden ook tot een betere erosiebestendigheid, maar deze voorsprong is aan het einde van de onderzoeksperiode nagenoeg verdwenen. De ontwikkeling van de doorworteling blijkt bovendien tussen jaren behoorlijk te variëren, waarbij de doorworteling ook kan afnemen. Verschillen tussen doorworteling boven en onder op de taluds zijn erg klein en niet significant.

Aanbevelingen

De zaadmengsels met kruiden en in iets mindere mate het mengsel met Rietzwenkgras hebben een goede potentie voor een betere worteldichtheid en daarmee een hogere erosiebestendigheid. Echter, om een betere doorworteling en erosiebestendigheid van met name het kruidenmengsel te kunnen vasthouden, is een aanpassing van het begrazingsbeheer nodig (langere herstelperioden na begrazen en achterwege laten van bemesting). Overgaan op hooibeheer is een nog betere optie (en voortzetting van hooibeheer op locatie Delfzijl Haven). Dat zou kunnen plaatsvinden in de huidige proefvlakken en het effect van aanpassing van beheer zou daar ook gemonitord kunnen worden. Het overgaan van (regelmatig) klepelbeheer op hooibeheer heeft tijd nodig om tot verschraling te leiden. In het tijdsbestek van twee tot drie jaar bleek op de locatie Delfzijl Haven de verruiging juist nog sterker te worden. Om effecten van beheer op de (verschillen in) ontwikkeling in vegetatie en doorworteling te kunnen duiden, is bij vervolgonderzoek bovendien een goede registratie en controle van beheersactiviteiten noodzakelijk.

Kleine aanpassingen van de nieuwe zaadmengsels zouden nog doorgevoerd kunnen worden. Zo heeft het overall ingezaaide Veldbeemdgras geen diepe wortels. Bovendien vestigt het zich op geen van de mengsels en locaties. Wellicht zou deze soort vervangen kunnen worden door Gewoon Struisgras, dat goede worteleigenschappen heeft. Deze soort is echter beter aangepast aan wat zandiger bodems en heeft zich alleen op de Slachtedyk spontaan gevestigd.

In vervolgonderzoek moeten data van dit onderzoek nog gekoppeld worden aan trek- en golfsterktemetingen van Infram Hydren om betere uitspraken te kunnen doen over hoe erosiebestendigheid, uitgedrukt in kritische stroomsnelheid (U_c , berekend via trek- en golfproeven), gerelateerd is aan vegetatiekenmerken en aan worteldichtheid.

1 Inleiding

Aanleiding onderzoek

De 170 km zeedijk langs de Waddenzee is grotendeels bekleed met gras. Uit de derde Landelijke Rapportage Toetsing (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011) blijkt dat over een lengte van 30 km de grasbekleding op de Waddenzeedijken afgekeurd is in verband met een te lage erosiebestendigheid met het toenmalige toets- en ontwerpinstrumentarium. De beoogde opbrengst van dit onderzoek is tweeledig. Enerzijds is er een vermoeden dat aan aanwezige grasmatten op de Waddenzeedijken meer sterkte (een hogere erosiebestendigheid) kan worden toebedeeld dan nu het geval is. Beter inzicht in de erosiebestendigheid van vegetaties ingezaaid met bestaande mengsels kan leiden tot het opstellen van een aangescherpte erosieparameter waarbij meer sterkte kan worden toegerekend aan de grasmatten in modellen die de erosiebestendigheid voorspellen en wellicht tóch voldoen, omdat de erosieparameters voor specifieke locaties te conservatief kunnen zijn. Als aan de bestaande grasvegetatie een grotere sterkte kan worden toegekend, betekent dit dat dijken hierop minder snel afgekeurd hoeven te worden.

Anderzijds kunnen nieuwe gras- en/of kruidenmengsels een belangrijke rol spelen bij een betere soortensamenstelling en daarmee een betere doorworteling en erosiebestendigheid. Beter inzicht in de erosiebestendigheid van nieuwe mengsels kan leiden tot het onderbouwen van een aangescherpte, hogere, erosieparameter. Tot op heden ontbreekt het aan voldoende kennis om eigenschappen van de grasmatten goed te vertalen naar parameters in modellen die de sterkte van dijkvakken berekenen. Ook worden mengsels beoordeeld op klimaatrobuustheid (droogteresistentie) en geschiktheid in het onderste deel van het buitentalud (zoutresistentie). Dit onderzoek kan daarmee nieuwe oplossingsrichtingen bieden op basis van nieuwe gras/kruidenmengsels waarmee dijken goedkoper, sneller, doelmatiger en efficiënter kunnen worden aangelegd en versterkt. Het kan ook een spin-off zijn voor andere (klei)dijken in Nederland buiten het Waddengebied.

Onderzoeksvraag

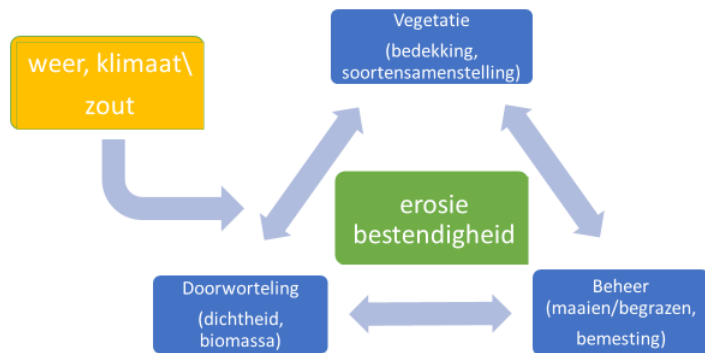
Wat is de erosiebestendigheid van verschillende soorten gras/kruidenmengsels in combinatie met de aanwezige kleilaag, mede gezien vanuit het oogpunt van droogtebestendigheid?

Doel van het onderzoek is tweeledig:

- Meer inzicht in en kennis verkrijgen van erosiebestendigheid van aanwezige grasmatten op kleidijken in het algemeen en van Waddenzeedijken in het bijzonder.
- Kennis en inzicht opbouwen over verbeterde mengsel-/soortensamenstellingen op verschillende hoogtezones van een dijk (zoutresistentie).

Daarnaast is het gewenst om kennis en inzicht op te bouwen over droogtebestendigheid van verbeterde zaadmengsels.

WENR heeft de ontwikkeling in vegetatiesamenstelling en worteldichtheid van verschillende gras/kruidenmengsels onderzocht (dit rapport, Fase D). Naast de effecten van verschillende mengsels is het aspect van de hoogtezone van het buitentalud meegenomen, waarbij ondertaluds zouter kunnen zijn dan boventaluds. Ook is gekeken naar droogtetolerantie van soorten. In deze rapportage zijn de onderzoeksvragen benaderd vanuit het perspectief van beheer, doorworteling (worteldichtheid) en vegetatie (bedekking en soortenrijkdom) en vanuit de relatie tussen vegetatie en doorworteling (figuur 1.1).



Figuur 1.1 Schematische weergave van de relatie tussen vegetatie, doorworteling en beheer voor de erosiebestendigheid van de grasbekleding van de Waddenzeedijken, inclusief de invloed van weer en klimaat hierop.

Aanpak

Voorafgaand aan dit onderzoek is na de startfase (Fase A) in fase B een vegetatie-inventarisatie op de hele Waddenzeedijk uitgevoerd om vier geschikte locaties te zoeken voor verder onderzoek (figuur 1.2).



Figuur 1.2 Ligging van de vier geselecteerde proeflocaties. Locatie Slachtedyk ligt in het werkgebied van Wetterskip Fryslân, locatie Eemshaven in het werkgebied van Waterschap Noorderzijlvest en locaties Delfzijl Haven en Carel Coenraadpolder liggen in het werkgebied van Waterschap Hunze en Aa's.

Deze locaties (Carel Coenraadpolder, Delfzijl Haven, Eemshaven en Slachtedyk) zijn in Fase B verder beoordeeld op bodemsamenstelling en op erosiebestendigheid via trekproeven. In fase C zijn op de vier locaties golfploopprouwen uitgevoerd als nulmeting van erosieparameters. In deze fase zijn ook vier grasmengsels samengesteld op basis van literatuuronderzoek (WENR) en potproeven (RU). Ten slotte zijn in Fase C op elk van de vier locaties vier proefvlakken ingericht voor de drie nieuw ontwikkelde gras(kruiden)mengsels en voor het standaard D1-mengsel (Schipers et al., 2018; 2019).

Het onderzoek is in opdracht van Waterschap Hunze en Aa's uitgevoerd door een consortium van WENR, Radboud Universiteit, Deltares en Infram Hydren, waarbij alle partners verschillende aspecten van erosiebestendigheid hebben belicht. Ook Waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân zijn betrokken. Radboud Universiteit onderzoekt de wortelbiomassa in relatie tot de gemeten treksterkte in grastrekproeven (uitgevoerd door Infram Hydren), die deels zijn gevalideerd door golfproeven (Infram Hydren). Deltares vertaalt deze gemeten treksterkten naar parameters van rekenmodellen die gebruikt worden om dijkvakken te beoordelen op erosiebestendigheid. In de huidige rekenmodellen is alleen een ruwe maat voor de

openheid van de graszode opgenomen. Deze openheid wordt gemeten bij inspectie van de graszode volgens de WBI (Ministerie van I&W, 2016). Deze inspectiemethode is inmiddels opgenomen in het nieuwe beoordelingsinstrumentarium BOI2023. WENR heeft de ontwikkeling in vegetatiesamenstelling en worteldichtheid van verschillende gras/kruidenmengsels onderzocht (dit rapport). Naast de effecten van verschillende mengsels is het aspect van de hoogtezone van de dijk meegenomen, waarbij ondertaluds zouter kunnen zijn dan boventaluds. Ook is gekeken naar droogtetolerantie van soorten.

In eerder vegetatieonderzoek op dijken van Wageningen Environmental Research (o.a. Sprangers, 1996; Van der Zee, 1992) is gebleken dat de soortenrijkdom en soortensamenstelling een belangrijk effect hebben op de doorworteling van de bodem en op de erosiebestendigheid van de grasbekleding op dijken, gemeten via afschuifweerstand, sproei- en centrifugeproeven. Daarbij gaat het niet alleen om grassen, maar ook om kruiden. Verschillende soorten hebben namelijk verschillende wortelstelsels. De mix van verschillende wortelstelsels draagt bij aan de sterkte van de grasmant. De optimale vegetatiesamenstelling is afhankelijk van standplaatsfactoren (locatie op de dijk, expositie, helling), het beheer (maaïen/begrazen, bemesting, onkruidbestrijding) en bodemtype (toplaag). Een optimaal beheer is gericht op het beperkt houden van beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten en het voorkomen van beschadigingen aan de grasbekleding. Deze kennis was ook de basis voor de ontwikkeling van de toetsmethode 'Voorschrift Toetsen op Veiligheid' (VTV) (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007). In de periode 2007-2016 zijn grootschalige golfverslagproeven uitgevoerd, waarbij de relatie tussen soortenrijkdom en erosiebestendigheid onder golfverslagcondities weinig significant bleek. Dit onderzoek heeft geleid tot het WBI2017. De hierin opgenomen methode om de erosiebestendigheid van een grasbekleding te beoordelen, is momenteel vigerend. Een onderzoek specifiek gericht op soortenrijke vegetaties langs rivierdijken op zavel (2022-2023 Future Dikes) heeft geleid tot een wat lagere waarde van de erosieparameter dan voor reguliere grasblad gedomineerde bekledingen.

Het onderzoek 'Gras- en kleibekleding' was tot eind 2019 onderdeel van de Projectoverstijgende Verkenning Waddenzeedijken (POV-W). Vanaf 2020 zijn de werkzaamheden onderdeel van het onderzoek 'Monitoring Gras en Klei' van het waterschap Hunze en Aa's. Het onderzoek is opgedeeld in een aantal fasen, waarvan de fasen A, B en C geheel zijn afgerond. Dit betreft het maken van een plan van aanpak, een inventarisatie van de bestaande grasmant op de Waddenzeedijk (quickscan, nulmeting) en het kiezen van nieuwe zaadmengsels en proeflocaties. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten van dit vooronderzoek wordt verwezen naar de eindrapportage fase B en C (Schipper et al., 2018; 2019). Dit rapport is de verslaglegging van de werkzaamheden van WENR van Fase D, waarin de resultaten van de quickscan (nulmeting) zijn opgenomen en de vegetatie en worteldichtheid van deze nieuwe zaadmengsels op de proeflocaties zijn gemonitord. De werkzaamheden van deze monitoring zijn gestart in 2019 en zijn afgerond in 2024.

Beheer

In overleg met de drie betrokken waterschappen is besloten om in beginsel uit te gaan van voortzetting van het huidige beheer. Het effect van beheer blijft een relevante vraag, maar is geen onderdeel van het onderzoek. Wel is in het onderzoek naast drie locaties met schapenbegrazing één locatie geselecteerd die wordt gemaaid om toch het verschil tussen twee uiteenlopende typen beheer te kunnen meenemen in dit onderzoek.

Leeswijzer

Deze eindrapportage geeft per jaar de resultaten weer van de uitgevoerde werkzaamheden in de monitoring van vegetatie en doorworteling. In de synthese wordt teruggekeken op de ontwikkeling van vegetatie, doorworteling en erosiebestendigheid. In hoofdstuk 2 is de methode van de monitoring beschreven, evenals de gekozen locaties en zaadmengsels. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten weergegeven van een quickscan van de vegetatie en doorworteling die eerder is uitgevoerd op de bestaande dijk (nulmeting).

In hoofdstuk 4 t/m 9 worden de resultaten van de opeenvolgende rapportageperioden weergegeven:

- H 4: 2019-maart 2020
- H 5: april-december 2020
- H 6: 2021
- H 7: 2022
- H 8: 2023
- H 9: 2024

Hoofdstuk 4 t/m 8 zijn eerder als tussenrapportages opgeleverd. Naast de resultaten van de ontwikkeling van vegetatie en doorworteling wordt er in deze hoofdstukken ook ingegaan op beheerwerkzaamheden en op droogte- en zoutindicatie van bedekkende soorten. In 2020 (hoofdstuk 4) zijn ook de precieze locaties van de permanente kwadraten (pq's) bepaald en zijn twee methoden van het meten van doorworteling vergeleken (VTV-veldmethode worteldichtheid en labmethode wortelbiomassa). In 2022 (hoofdstuk 7) is nogmaals de biomassa bepaald van de pq's.

In hoofdstuk 10 volgt een synthese van de hele onderzoeksperiode. De synthese is grotendeels gebaseerd op de resultaten van de tussenrapportages van hoofdstuk 4 t/m 9 rond beheer, vegetatie en doorworteling. In de synthese is ook de VTV-beoordeling meegenomen die een maat is voor de erosiebestendigheid. Daarnaast is een korte analyse van de relatie tussen vegetatie en doorworteling toegevoegd.

Verdere statistische analyses van de verzamelde data van WENR en de andere consortiumpartners zijn geen onderdeel van deze opdracht. In vervolgonderzoek worden ook de resultaten van wortelbiomassametingen van Radboud Universiteit en treksterkteproeven en golfproeven van Infram Hydren betrokken.

2 Methode

2.1 Uitwerken quickscan (nulmeting) 2018

De vegetatieopnamen zijn ingevoerd en verwerkt in het databasebeheerprogramma *Turboveg*. Per proeflocatie wordt een overzicht van de bedekking van de vegetatie gegeven, het aantal gevonden gras- en kruidensoorten en een ecologische indicatiewaarde (vegetatietype). Er is ook een soortenlijst gemaakt. De worteldata van de gutsproeven worden uitgewerkt volgens de VTV-methode. Voor een beschrijving van de analysemethoden, zie paragraaf 2.4. De resultaten zijn besproken bij de resultaten van 2019 (hoofdstuk 3). Hoewel in 2020 een nieuwe standaardlijst soortnamen is ingevoerd, volgen we – om verwarring te voorkomen – de naamgeving volgens de 23^e druk van Heukels' Flora (Van der Meijden, 2005).

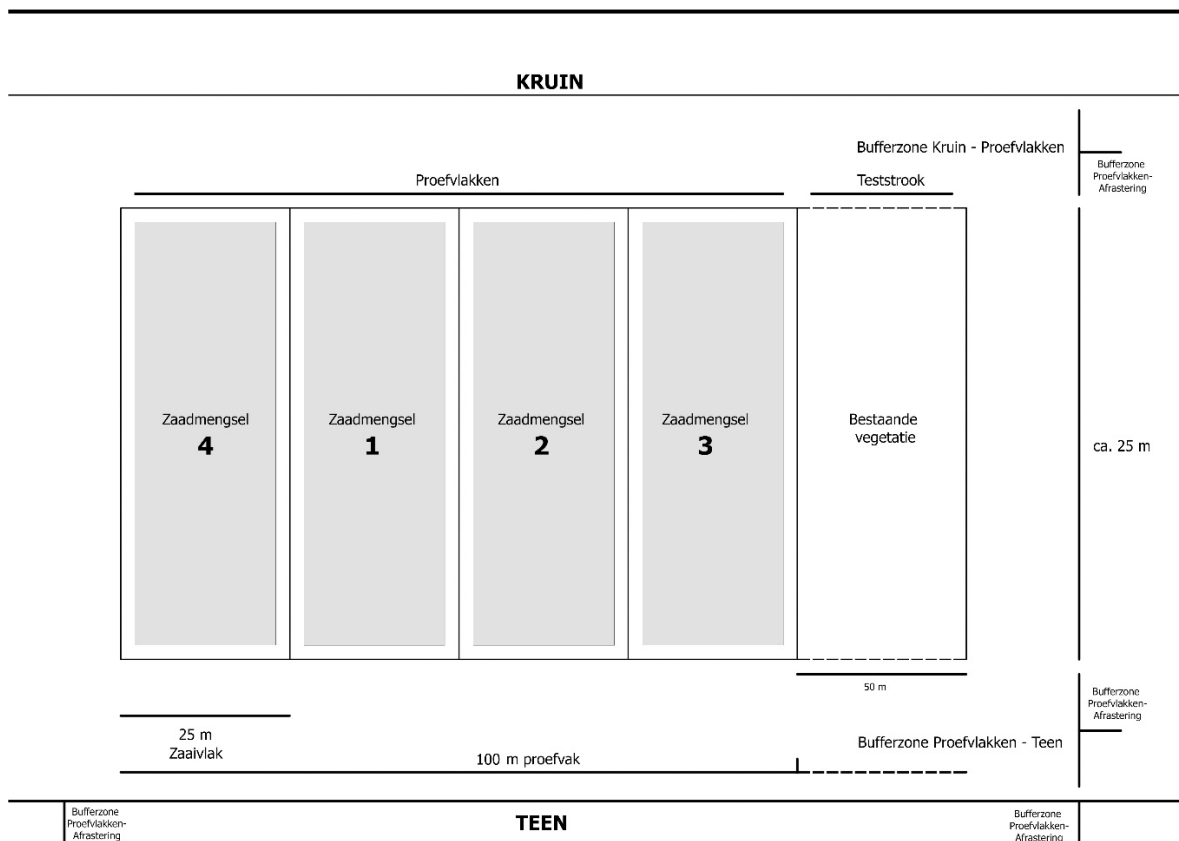
2.2 Zaadmengsels en proeflocaties.

Tabel 2.1 Samenstellingen te testen mengsels (zaaidichtheden in gewichtspercentages). Uit: Rapportage gras- en kleibekleding Fase C, deel 1 van 3, 2019.

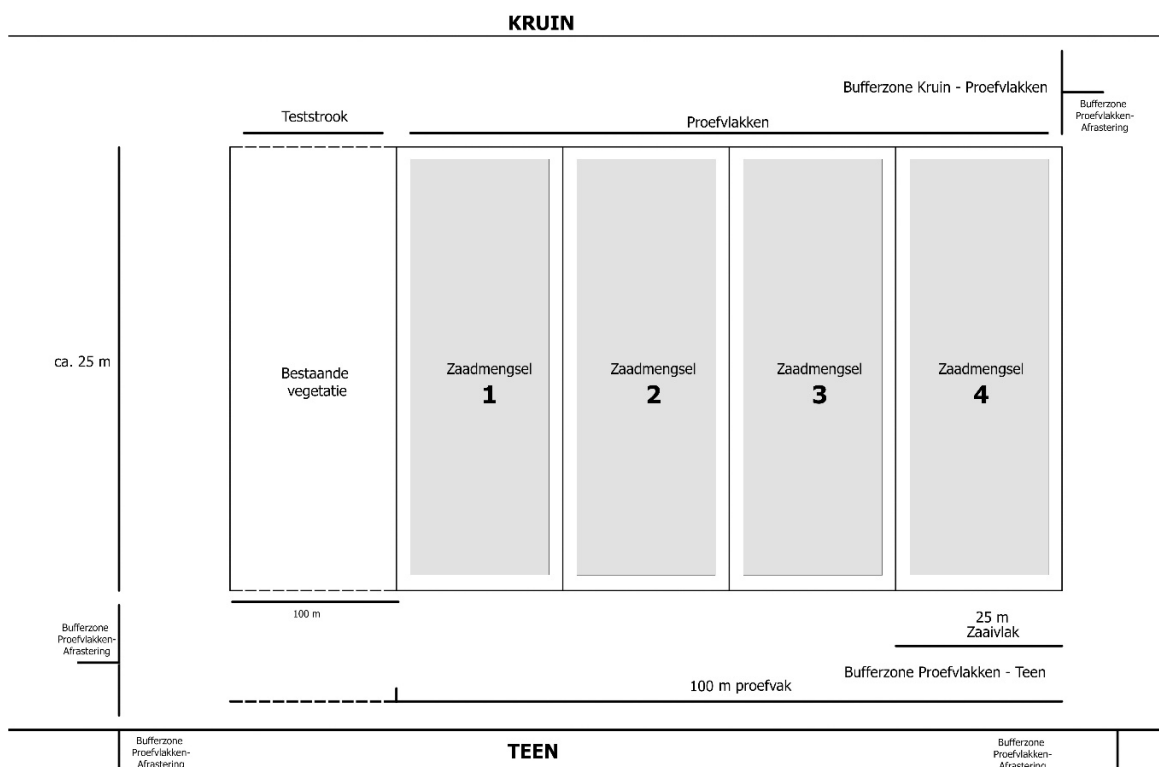
	Mengsel	Samenstelling	gram/m ²
1:	Basis + Rietzwenkgras	Festuca rubra rubra: 20% Festuca rubra commutata: 20% Lolium perenne: 20% Poa pratensis: 20% Festuca arundinacea: 20%	20
2:	Basis + Witte klaver	Festuca rubra rubra: 22% Festuca rubra commutata: 22 % Lolium perenne: 24 % Poa pratensis: 22% Trifolium repens: 10%	15
3:	Basis + Kruiden	Festuca rubra rubra: 17% Festuca rubra commutata: 17% Lolium perenne: 19% Poa pratensis: 17% Trifolium pratensis: 5% Achillea millefolium: 5% Cerastium fontanum: 5% Plantago lanceolata: 5% Leontodon autumnalis: 5% Rumex acetosa 5%	15
4:	D1	Lolium perenne: 40% Poa pratensis: 25% Festuca rubra tricho: 15% Trifolium repens: 10% Festuca rubra rubra: 10%	15

In tabel 2.1 is de soortensamenstelling van de toegepaste zaadmengsels weergegeven. Er zijn drie nieuwe mengsels ontwikkeld. Het D1-mengsel geldt als referentiemengsel. Voor een toelichting op de soortkeuze, zie Rapportage gras- en kleibekleding Fase C, deel 1 van 3 (2019).

In figuur 2.1 is de indeling in proefvlakken weergegeven met de toegepaste zaadmengsels op de vier proeflocaties. De locaties Slachtedyk, Eemshaven en Coenraadpolder worden begraasd, de locatie Delfzijl Haven geklepeld. Naast de proefvlakken met ingezaaide mengsels is er een controlevlak ingericht op de bestaande dijk. Deze dient om te kunnen beoordelen hoe de vegetaties in de ingezaaide proefvlakken zich ontwikkelen ten opzichte van die in de bestaande dijk. Alle proefvlakken liggen op het buitentalud van de dijk.



Locatie Eemshaven



Locatie Slachtedyk

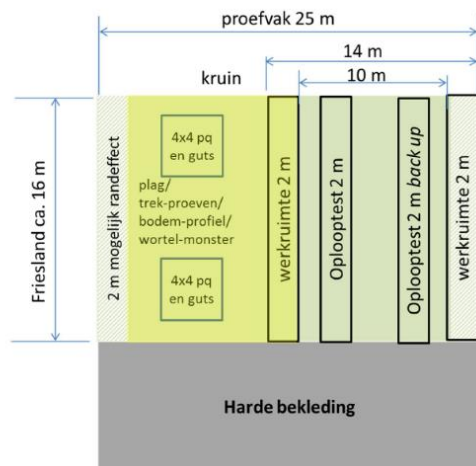
Figuur 2.1 Locaties proefvlakken en zaadmengsels binnen de vier proeflocaties. Uit: Rapportage gras- en kleibekleding Fase C, deel 1 van 3, 2019).

2.3 Monitoring van vegetatie, doorworteling en WBI-beoordeling

In elk proefvlak met een te testen zaadmengsel worden twee permanente kwadraten (pq's) uitgezet boven elkaar, van elk 4x4 m. Ze worden gesitueerd in de linkerhelft van het proefvlak (gezien vanuit de onderzijde), 5 m uit de linkerrand van het proefvlak, waar ook de wortel-, bodem- en trekproeven plaatsvinden (figuur 2.2). De rechterhelft van het proefvlak blijft op deze manier vrij voor golfoplooppoeven. De pq's zijn in het middelpunt met behulp van een DGPS ingemeten.

Bij de monitoring van de vegetatie worden volgens de methode van Braun-Blanquet tweejaarlijks (mei/juni en aug/sept) van alle aanwezige soorten grassen en kruiden afzonderlijk de bedekking geschat (figuur 2.3). Ook wordt de (totale) bedekking van kruiden en grassen (en evt. mossen) geschat en de hoogte van de vegetatie.

Daarnaast wordt elk jaar in de winterperiode in elk proefvlak een WBI-beoordeling gedaan (Wettelijk Beoordelings Instrumentarium Ministerie van I&W, 2016). Daarvoor is de ruwheid van de zode beoordeeld (glad of ruw), de openheid van de zode (gesloten, open of fragmentarisch) aan de hand van de plantafstand en aantal beschadigingen. Er is ook een plag gestoken en beoordeeld in drie categorieën (moeilijk of heel moeilijk te breken, moeilijk intact te houden/makkelijk te breken, onmogelijk intact te houden). In elke pq is de doorworteling geschat met 2 tot 4 gutssteken per pq volgens de VTV-gutsmethode (Min. V&W, 2007). Hierbij wordt tussen 0 en 20 cm diepte het aantal wortels geschat per laagje van 2,5 cm met een gutsboor met een diameter van 3 cm. De gutsmonsters worden verzameld voor een meting van de totale wortelbiomassa in het wortellab van de Radboud Universiteit. Hier worden de monsters van de bovenste lagen (0-2,5 cm en 2,5-5 cm) gehandhaafd. De lagen 5-7,5 en 7,5-10 cm worden samengevoegd tot een monster '5-10' cm en ook de monsters 10-12,5, 12,5-15, 15-17,5 en 17,5-20 cm worden samengevoegd tot een bodemonster dat de diepte 10-20 cm representeert. In totaal worden er dus vier lagen geanalyseerd (0-2,5 cm, 2,5-5 cm, 5-10 cm en 10-20 cm). De monsters worden in een fijne zeef in de vier afzonderlijke lagen handmatig uitgespoeld met water. Hierbij worden de wortels en de bodem gescheiden. Ook andere (an)organische deeltjes die geen onderdeel uitmaken van de wortels worden handmatig verwijderd. De wortels worden vervolgens in een droogstoof gedroogd en gewogen.



Figuur 2.2 Locaties van twee permanente kwadraten (pq's) in een proefvlak. Uit: Rapportage gras- en kleibekleding Fase C, deel 1 van 3, 2019.

5	= 75-100%
4	= 50-75%
3	= 25-50%
2b	= 12.5-25%
2a	= 5-12.5%
2m	= < 5%, zeer talrijk, > 50 exempl. (niet bedekkend)
1	= < 5%, 6-50 exempl. (niet bedekkend)
+	= < 5%, 2-5 exempl. (niet bedekkend)
R	= 1 of enkele exempl. (niet bedekkend)

Figuur 2.3 Braun-Blanquet-bedekkingsschaal (Schaminee et al., 1995).

In de vegetatieronde van aug/sept wordt ook gekeken naar de aanwezigheid van ongewenste kruiden vanuit het oogpunt van landbouwkundig gebruik van de dijken of aangrenzende percelen, zoals brandnetel, nachtschaden en ganzenvoeten.

De geschatte bedekkingen van de vegetatieopnamen geven een maat voor de geslotenheid van de vegetatie. Bij vegetatieopnamen wordt de bedekking visueel beoordeeld aan de bovenzijde van de vegetatie. Open plekken waar lange vegetatie overheen hangt, worden dan als gesloten vegetatie beoordeeld. In deze proef is gekeken naar de bedekking op de grond en daarnaast is de lengte van de vegetatie genoteerd. Daardoor kan er onderscheid worden gemaakt tussen kortere vegetaties met een hoge bedekking van wortelende stengels en langere vegetaties met relatief veel open grond. Bovendien is de bedekking dan beter vergelijkbaar met de WBI-methode. Daarnaast wordt jaarlijks een WBI-beoordeling van de graszode (gesloten, open, fragmentarisch) gedaan, één per proefvlak. Naast de visuele beoordeling wordt ook plag gestoken om de visuele beoordeling te toetsen (Ministerie van I&W, 2016). Deze beoordeling wordt in de winterperiode uitgevoerd.

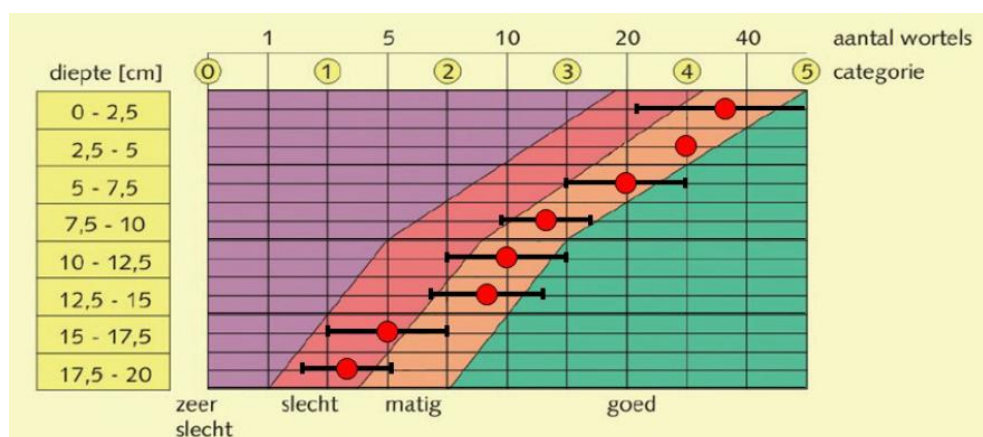
2.4 Verwerken data en analyse vegetatie- en doorworteling

De resultaten van de vegetatieopnamen worden ingevoerd in Turboveg (Hennekens & Schaminee, 2001). Hiermee kunnen de samenstelling van individuele soorten en de ontwikkeling van het vegetatietype in de tijd worden weergegeven per proefvlak en kan de ontwikkeling worden vergeleken tussen de verschillende grasmengsels en de verschillende locaties met begrazing (drie locaties) en maaien (één locatie). Hierbij zijn soortenrijkdom en vegetatietype indicaties voor erosiebestendigheid, ecologische waarde en klimaatrobustheid (vocht, droogte). Ook kunnen we voor individuele soorten aangeven wat hun ecologische waarde en hun vochtrange is. Dit geldt voor soorten die ingezaaid zijn, maar zeker ook voor soorten die zich spontaan vestigen in de proefvlakken. Als de soortenrijkdom en de onderlinge verhouding van soorten stabiliseren, is dit een teken dat de vegetatie geheel is uitontwikkeld.

Het uitwerken van de worteldata-gutsmethode wordt gedaan volgens de VTV-methode Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van VenW 2007), waarbij met een grondboor/guts (diameter 3 cm) op vier plaatsen in een vlak van 5x5 m wordt gestoken. In deze proef is er op drie plaatsen in een vlak van 4x4 m gestoken. De bovenste 20 cm van het monster wordt met een mes opgedeeld in partjes van 2,5 cm. Het aantal wortels in elk stukje wordt geteld, waarbij het gaat om duidelijk zichtbare wortels met een lengte van ten minste 1 cm. Het aantal wortels geeft aan in welke categorie de worteldichtheid van het betreffende stukje valt (figuur 2.4a). De combinatie van de categorie en de diepte waarop die categorie gemeten is, geeft het oordeel "goed", "matig", "slecht" of "zeer slecht" (figuur 2.4b).

Categorie	Worteldichtheid
0	Geen wortels
1	1 - 5 wortels
2	6 - 10 wortels
3	11 - 20 wortels
4	21 - 40 wortels
5	> 40 wortels

Figuur 2.4a Beoordeling doorworteling gutsmethode VTV 2006. Het weergegeven aantal wortels geldt voor de inhoud van een guts van 3 cm doorsnede en een diepte van 2,5 cm.



Figuur 2.4b Grafiek doorworteling gutsmethode VTV 2006: de rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

3 Resultaten vegetatie en doorworteling quickscan 2018

Dit hoofdstuk geeft de resultaten van een quickscan van de vegetatie en doorworteling die in 2018 is uitgevoerd op de bestaande dijk, de zogenaamde nulmeting. Tabel 3.1 geeft de bedekking en de soortenrijkdom weer die is aangetroffen op de vier proeflocaties. Ook is met het programma Turboveg uit de soortensamenstelling een vegetatietype afgeleid. In tabel 3.2 is de maximale bedekking van de aangetroffen soorten weergegeven. Figuur 3.1 geeft de resultaten van de doorworteling weer.

Tabel 3.1 Vegetatie bedekking en soortenrijkdom op de vier proeflocaties tijdens de nulmeting 2018.

Locatie	x-coord	y-coord	Bedekking			Aantal soorten (bed.)*		Vegetatietype
			Totaal	Gras	Kruid	Gras	Kruid	
Coenraadpolder	268.222	586.757	98%	95%	3%	4 (4)	5 (0)	RG Poa trivialis-Lolium perenne
Delfzijl Haven	261.894	592.983	98%	95%	3%	5 (5)	6 (0)	RG Poa trivialis-Lolium perenne
Eemshaven	248.363	608.613	98%	97%	1%	4 (1)	6 (0)	RG Poa trivialis-Lolium perenne
Slachtedyk	161.933	583.973	98%	95%	3%	5 (4)	3 (0)	RG Poa trivialis-Lolium perenne

* Naast het totaal aantal soorten is het aantal bedekkende soorten weergegeven (aantal soorten met een bedekking > 5%).

Tabel 3.2 Gevonden soorten en maximale bedekking. Voor Braun-Blanquet-codes, zie figuur 2.2.

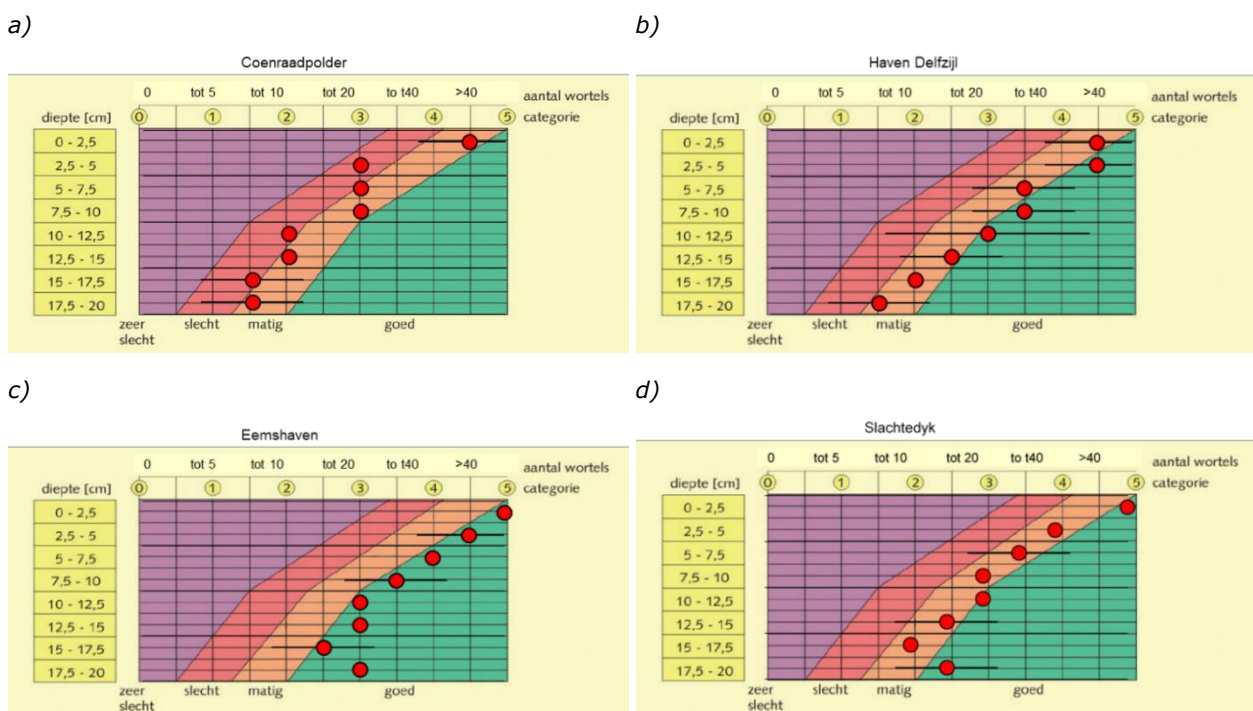
Soort		Maximale bedekking
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad	2m
<i>Agrostis capillaris</i>	Gewoon struisgras	2a
<i>Bellis perennis</i>	Madeliefje	1
<i>Festuca rubra</i>	Rood zwenkgras	2a
<i>Holcus lanatus</i>	Gestreepte witbol	1
<i>Lolium perenne</i>	Engels raaigras	5
<i>Poa trivialis</i>	Straatgras	2a
<i>Trifolium repens</i>	Witte klaver	1
<i>Cerastium fontanum</i>	Gewone hoornbloem	+
<i>Taraxacum officinale</i>	Paardenbloem	1
<i>Cardamine pratensis</i>	Pinksterbloem	1
<i>Dactylis glomerata</i>	Kroopaar	2a
<i>Elytrigia repens</i>	Kweek	2b
<i>Rumex acetosa</i>	Veldzuring	r
<i>Geranium molle</i>	Zachte ooievaarsbek	1
<i>Bromus hordeaceus</i>	Zachte dravik	+
<i>Sonchus oleraceus</i>	Gewone melkdistel	+

De bedekkingen gemeten in de quickscan zijn op alle vier de locaties hoog: 95-97% (tabel 3.1). De vegetatieopnamen van de quickscan zijn laat in het seizoen gemeten, dus waarschijnlijk zijn er vrij veel soorten gemist die niet meer zichtbaar zijn in oktober. Voor de erosiebestendigheid van de vegetatie zijn de bedekkende soorten wellicht het relevantst (tabel 3.2). Dit zijn meestal grassoorten, vooral Engels raaigras (*Lolium perenne*), maar ook Kweek (*Elytrigia repens*), Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*), Rood zwenkgras (*Festuca rubra*), Ruw beemdgras (*Poa trivialis*) en Kroopaar (*Dactylis glomerata*). Duizendblad (*Achillea millefolium*) is de enige kruidachtige die bedekkend voorkomt, op de Slachtedyk.

Delfzijl Haven wijkt licht af qua soortensamenstelling met wat ruigere soorten (Kropaar, Kweek, Veldzuring - *Rumex acetosa*), wellicht als gevolg van het klepelbeheer. Ook Pinksterbloem (*Cardamine pratensis*) en Zachte dravik (*Bromus hordeaceus*) zijn alleen hier aangetroffen. Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) komt alleen op de Slachtedyk voor. Gewone melkdistel (*Sonchus oleraceus*), een akkeronkruid, is alleen aangetroffen in de Coenraadpolder.

In de vegetatieopname op de Coenraadpolder is de doorworteling "matig" tot "slecht", op Delfzijl Haven en Slachtedyk "matig" tot "goed" en op de Eemshaven "goed" (figuur 3.1). Doordat de waarnemingen op twee gutssteken zijn gebaseerd, is de standaardafwijking echter soms relatief groot, waardoor de uitspraken over de doorworteling onzeker zijn. De verschillen in doorworteling worden niet weerspiegeld door verschillen in vegetatie. Het beeld van de vegetatie zoals die verkregen is in de maand oktober is dan ook niet compleet.

De vegetatieopnamen uit nabije locaties uit 2017 (Schippers et al. 2018) die opgenomen zijn in het groeiseizoen, geven wellicht een beter beeld. Toen bleken opnamen uit de Coenraadpolder relatief kruidenarm in vergelijking met de andere gezochte locaties op de Waddenzeedijk.



Figuur 3.1 Doorworteling nulmeting op de vier proeflocaties a) Coenraadpolder, b) Delfzijl Haven, c) Eemshaven en d) Slachtedyk. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

4 Resultaten 2019-maart 2020

4.1 Beheerwerkzaamheden 2019

De vastgestelde zaadmengsels zijn toegepast zoals aangegeven in tabel 2.1. Voor mengsel 3 (basis + kruiden) was *Cerastium fontanum* (Gewone Hoornbloem) niet beschikbaar, de overige kruiden nemen samen wel 30% van het mengsel in. De mengsels zijn in de week van 20 tot 25 mei 2019 ingezaaid.

Vooraf op de Coenraadpolder kwamen de mengsels slecht op. Dat leidde vooral op die locatie tot onkruiddruk van o.a. Akker- en Speerdistel, Zwarte nachtschade en ganzenvoeten/meldes. Om dat tegen te gaan en te voorkomen dat het gras te lang wordt, gaat liggen en open plekken veroorzaakt, moeten alle locaties op vergelijkbare wijze gemaaid worden, waarbij maaisel verwijderd dient te worden. Er is vrij lang gewacht met maaien vanwege de droogte. Op 14 augustus 2019 zijn de dijkvakken voor de eerste keer gemaaid door de beheerder:

- Op de locatie Slachtedyk waren de schapen de week ervoor door de afrastering gebroken en hadden de locatie helemaal kort gegeten. Hier is niet opnieuw gemaaid en is het beheer dus afwijkend van de andere locaties.
- De locatie Eemshaven is pleksgewijs gemaaid met bosmaaier. Maaisel is afgevoerd.
- Locatie Delfzijl Haven is gemaaid met een robotklepelmaaier, maar het maaisel is niet afgevoerd. Na het maaien lijken de onkruiden voldoende verwijderd te zijn. Op deze locatie is de maaimethode dus afwijkend van de andere locaties, terwijl de bedoeling was dat op alle locaties het beheer hetzelfde zou zijn.
- Locatie Coenraadpolder is pleksgewijs gemaaid met bosmaaier. Maaisel is afgevoerd.

Op 7 oktober 2019 zijn de vakken op de locatie Coenraadpolder voor de tweede keer gemaaid en (handmatig) doorgezaaid met 80% van de oorspronkelijke hoeveelheden van dezelfde zaadmengsels, zodat het zaad meer licht/ruimte heeft om te kiemen. Het zaaien en aanrijden is gedaan onder goede omstandigheden. De locaties Delfzijl Haven en Eemshaven zijn ook gemaaid, waarbij het maaisel bij Eemshaven is verwijderd. De locatie Delfzijl Haven is echter geklepeld. Ook is bij Delfzijl Haven op de kruin van mengsel 3 nog wat bij gezaaid.

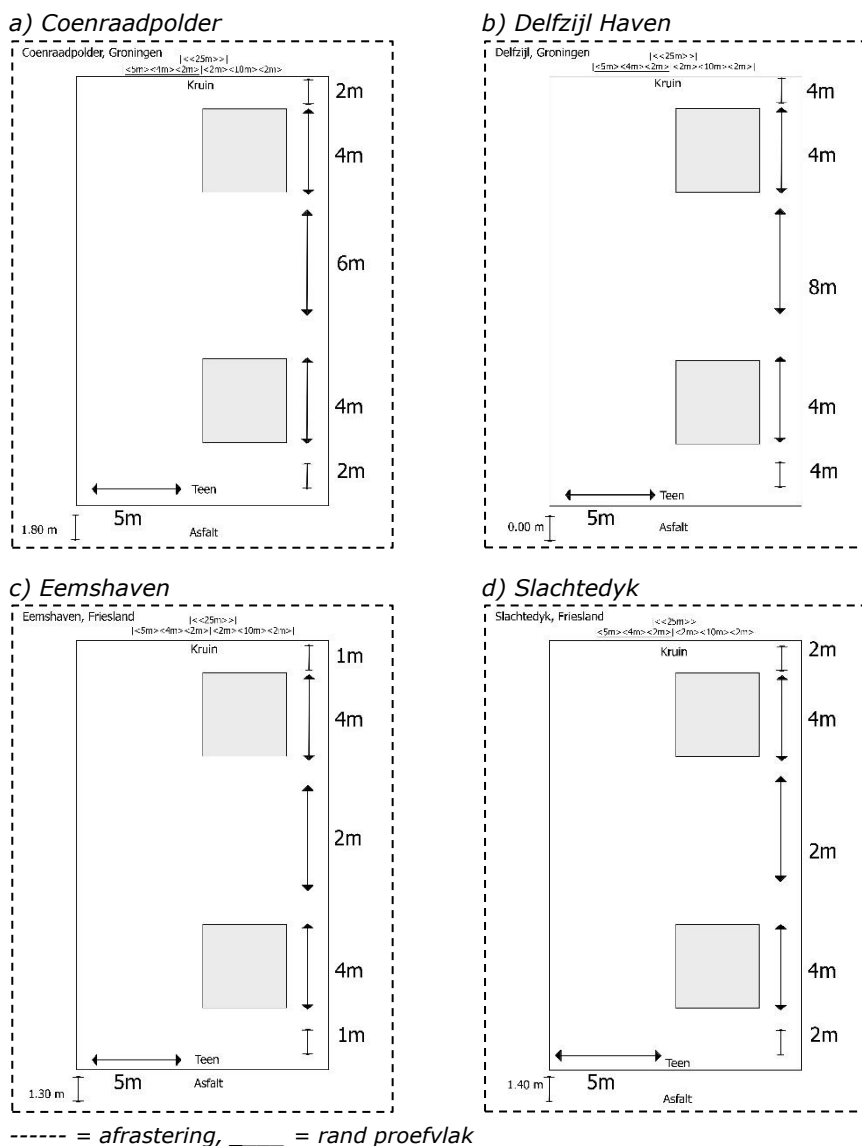
4.2 Proeflocaties en locaties permanente kwadraten (pq's)

In juli 2019 zijn alle pq's (4x4 m) uitgezet tijdens de eerste inventarisatieronde van de vegetatie. In elk proefvlak liggen twee pq's boven elkaar. De pq's liggen 5 m uit de linker rand van het proefvlak, gezien vanuit de teen van de dijk en zo goed mogelijk verdeeld over de beschikbare hoogte van het talud (figuur 4.1). De pq's kunnen worden teruggevonden via handmatig uitmeten vanuit gele strepen op het asfalt, aangebracht door de beheerder op de hoeken van de deeltrajecten. Op alle hoekpunten worden tijdens de vegetatie inventarisatiepaaltjes aangebracht die na de inventarisatie weer worden verwijderd.

De grazige delen van de buitentaluds zijn verschillend van hoogte op de verschillende locaties, dus is een methode bedacht om de pq's op elke locatie zo goed mogelijk te verdelen over de hoogte van het buitentalud:

- De hoogte van het proefvlak is daarom opgemeten van de onderzijde tot de bovenzijde van de proefvlakken, aangegeven door paaltjes en/of hekken. Ook de afstand tussen de bovenzijde van het asfalt en de onderzijde van het proefvlak is opgemeten.
- De hoogte van het proefvlak is in drieën verdeeld. Het midden van de pq's is steeds gesitueerd op resp. een derde en twee derde van de hoogte van het proefvlak. Vervolgens is uitgerekend wat de afstand is tussen de pq's onderling en tussen de pq's en de onderzijde en bovenzijde van het proefvlak. Deze afstanden zijn vervolgens ingemeten met een meetlint van onder naar boven op een afstand van 5 m van de linkerzijde van het proefvlak. De pq's op de Coenraadpolder zijn resp. 2 m naar onder en naar boven

verschoven, omdat ze anders te dicht op elkaar zouden komen te liggen en dan zijn ze niet meer te beschouwen als onafhankelijke waarnemingen. De pq's bij Delfzijl Haven zijn ook 2 m verder uit elkaar gelegd, omdat ze anders in een knip van de dijk zouden zijn gelegd.



Figuur 4.1 Ingemeten afstanden (m) tussen pq's en randen van het proefvlak vanaf onderzijde proefvlak tot bovenzijde proefvlak. Deze afstanden gelden voor alle proefvlakken binnen een locatie.

Tijdens de tweede vegetatie-inventarisatie op 30 september tot 2 oktober 2019 zijn alle locaties met een gps-apparaat (*Trimble Juno 3D handheld*) ingemeten. De gemeten x-/y-coördinaten van de Slachtedyk, Eemshaven en Delfzijl Haven blijken niet erg nauwkeurig te zijn. Dit kan te maken hebben met het zeer slechte weer op 30 september en 1 oktober. Het weer op 2 oktober was aanzienlijk beter. Toen zijn de locaties van de Coenraadpolder ingemeten en die zijn nauwkeuriger. De locaties zijn op 17 februari en 3 maart 2020 opnieuw ingemeten met DGPS (figuur 4.2).

Coenraadpolder				
PQ	x-coord	y-coord	z-coord	zaadmengsel
1 onder	268210.13	586782.39	4.13	Basis + TR
2 boven	268202.44	586775.89	6.82	Basis + TR
3 onder	268193.55	586800.68	4.28	Basis + kruid
4 boven	268186.04	586794.13	6.77	Basis + kruid
5 onder	268177.16	586819.74	4.25	D1
6 boven	268169.68	586813.35	6.94	D1
7 onder	268160.39	586838.48	4.45	Basis + FA
8 boven	268153.19	586832.17	7.04	Basis + FA
9	268139.69	586854.02	5.91	Controle



Delfzijl Haven				
PQ	x-coord	y-coord	z-coord	zaadmengsel
10 onder	261876.06	592994.93	4.85	Basis + kruid
11 boven	261870.69	592984.30	6.56	Basis + kruid
12 onder	261853.39	593005.19	4.97	D1
13 boven	261848.39	592994.10	6.61	D1
14 onder	261830.51	593015.27	4.80	Basis + FA
15 boven	261825.18	593004.77	6.51	Basis + FA
16 onder	261807.82	593025.19	4.79	Basis + TR
17 boven	261802.39	593014.85	6.48	Basis + TR
18	261899.15	592984.42	4.87	Controle



Eemshaven				
PQ	x-coord	y-coord	z-coord	zaadmengsel
19 onder	248352.00	608622.31	7.06	Basis + kruid
20 boven	248348.68	608617.57	8.21	Basis + kruid
21 onder	248330.60	608635.14	7.00	D1
22 boven	248327.82	608629.89	8.14	D1
23 onder	248309.02	608647.58	6.96	Basis + FA
24 boven	248306.44	608642.40	8.05	Basis + FA
25 onder	248287.55	608659.91	6.94	Basis + TR
26 boven	248284.59	608654.75	8.06	Basis + TR
27	248266.07	608673.01	6.96	Controle



Slachtedyk				
PQ	x-coord	y-coord	z-coord	zaadmengsel
28 onder	161949.66	583986.46	6.94	Basis + FA
29 boven	161953.09	583981.77	8.18	Basis + FA
30 onder	161930.26	583971.07	7.01	Basis + TR
31 boven	161934.00	583966.36	8.25	Basis + TR
32 onder	161910.78	583955.40	7.01	basis + kruid
33 boven	161914.09	583950.71	8.28	Basis + kruid
34 onder	161891.33	583939.87	7.03	D1
35 boven	161894.82	583935.30	8.30	D1
36	161961.99	583990.48	6.48	Controle



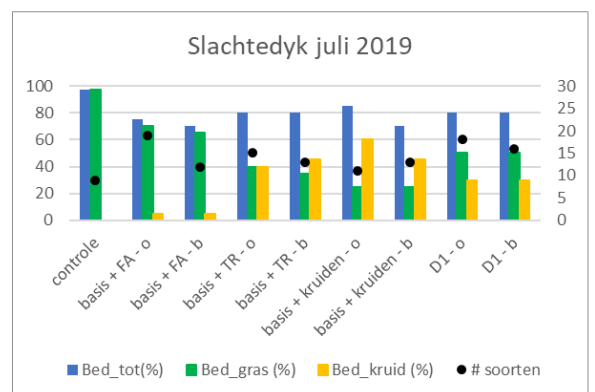
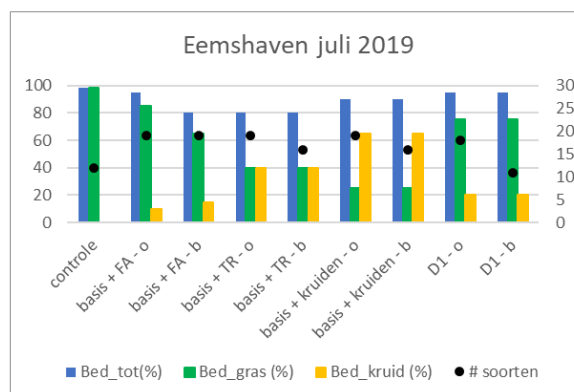
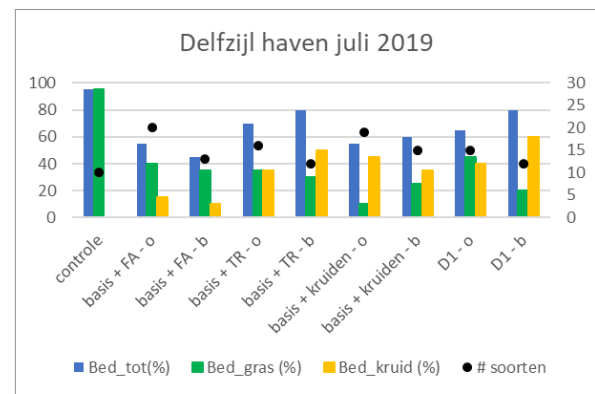
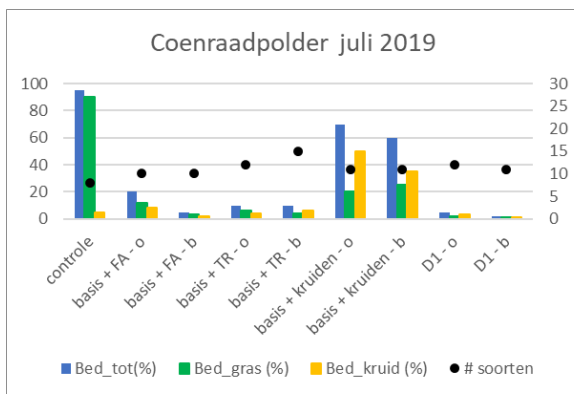
Figuur 4.2 Amersfoort (RD) coördinaten en zaadmengsels van alle deelproofvlakken op de vier proeflocaties.

4.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2019: bedekking en soortenrijkdom

Op 22 en 23 juli 2019 is de vegetatie van alle proefvlakken geïnventariseerd (twee pq's per proefvlak uitgezet en opgenomen). Dit is circa twee maanden na inzaaien. Op de Coenraadpolder zijn de proefvlakken nog erg open (totale bedekking < 10%), alleen mengsel 3 met kruiden heeft een bedekking $\geq 60\%$). De locaties Eemshaven en Slachtedyk zijn al redelijk gesloten (Slachtedyk $\geq 60\%$, Eemshaven $\geq 80\%$, Delfzijl Haven $\geq 40\%$). Hier wordt de geslotenheid vooral gerealiseerd door grassen, in mengsel 2 ook door de meegezaaide Witte klaver en in kruidenmengsel 3 vooral door de meegezaaide kruiden (figuur 4.3).

Er is vrij veel onkruiddruk van vooral (mel)ganzevoeten/meldes, (melk)distels en in mindere mate Zwarte nachtschade (bruinrotdrager aardappels). De druk van zuring valt erg mee, het meeste is bovendien (ingezaaide) Veldzuring. De grassen lijken al een aardige lengte bereikt te hebben. In Delfzijl Haven en vooral in Coenraadpolder is het talud nog behoorlijk kaal en de grond nog wat los (je zakt een heel klein beetje weg als je erop loopt).

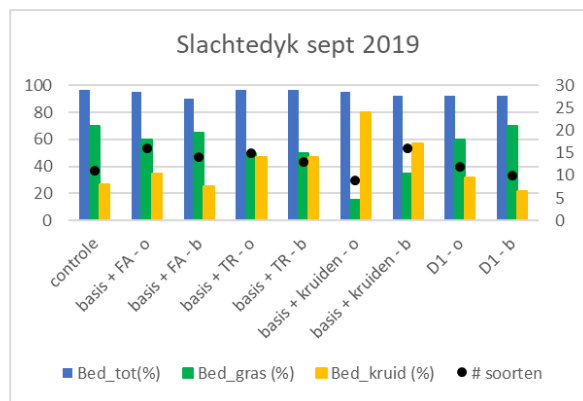
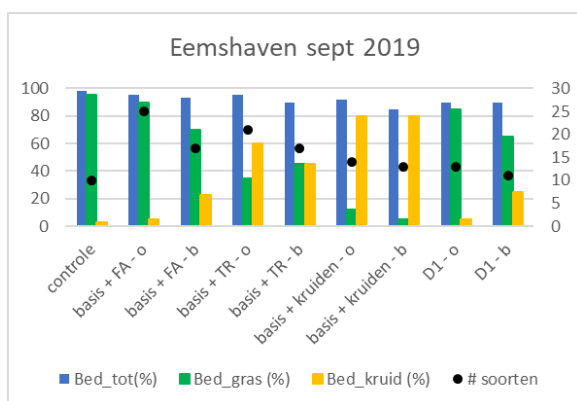
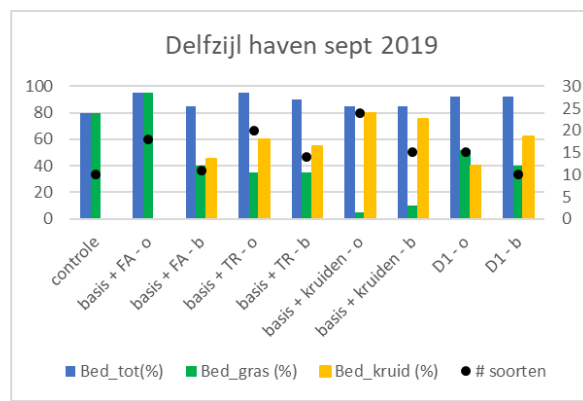
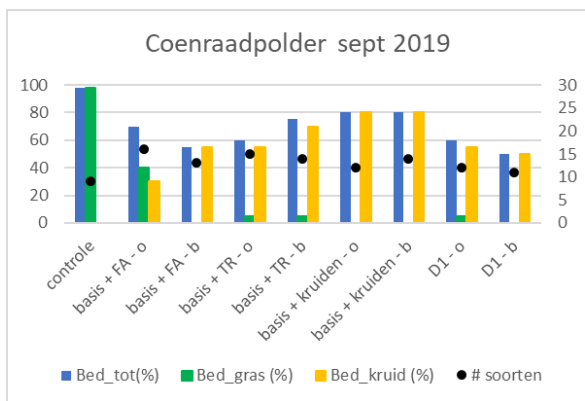
Tijdens de tweede inventarisatieronde eind september/begin oktober 2019 bleken de vegetaties op de locaties Slachtedyk, Eemshaven en Delfzijl Haven goed te zijn opgekomen. De vegetatie is vaak zelfs al vrij lang. De vlakken op de locatie Coenraadpolder hebben een betere bedekking dan bij het vorige bezoek, maar wordt vooral bereikt door (on)kruiden en is deels nog steeds erg open (totale bedekking $\geq 55\%$, figuur 4.4). Vooral in de Coenraadpolder, maar ook bij Delfzijl Haven (wellicht vanwege klepelmaaien) komt veel speerdistel (en akkerdistel) voor. Volgens de beheerder zijn deze onkruiden na de laatste maaironde zo goed als verdwenen. Ze zijn niet met de hand uitgestoken. De kruiden in het kruidenmengsel doen het heel goed, maar het gras is vooral in de Coenraadpolder in dat mengsel erg afgenomen en soms bijna niet terug te vinden (bedekking $\leq 5\%$). Op de andere locaties is de totale bedekking hoog (Slachtedyk $\geq 90\%$, Eemshaven $\geq 80\%$, Delfzijl Haven $\geq 80\%$). Hier wordt de bedekking merendeels gerealiseerd door grassen, maar in mengsel 2 met Witte klaver en in het kruidenmengsel ook of vooral door kruiden. Dit geldt ook voor een van de pq's met mengsel 1 met Rietzwenkgras en voor een van de pq's met mengsel 4 (D1). De zomer van 2019 was erg droog en heet. Het kan zijn dat de meegezaaide kruiden, maar ook onkruiden hier beter tegen waren bestand dan het opkomende gras. Het is nog afwachten of de grassen zich kunnen herstellen in de door kruiden gedomineerde vegetaties.



Legenda:

Controle	= bestaande graszode	<i>o</i> = onderzijde buitentalud
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	<i>b</i> = bovenzijde buitentalud
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver	
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden	
D1	= standaard dijkenmengsel	

Figuur 4.3 Vegetatie op de vier proeflocaties in juli 2019 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaal aantal soorten.



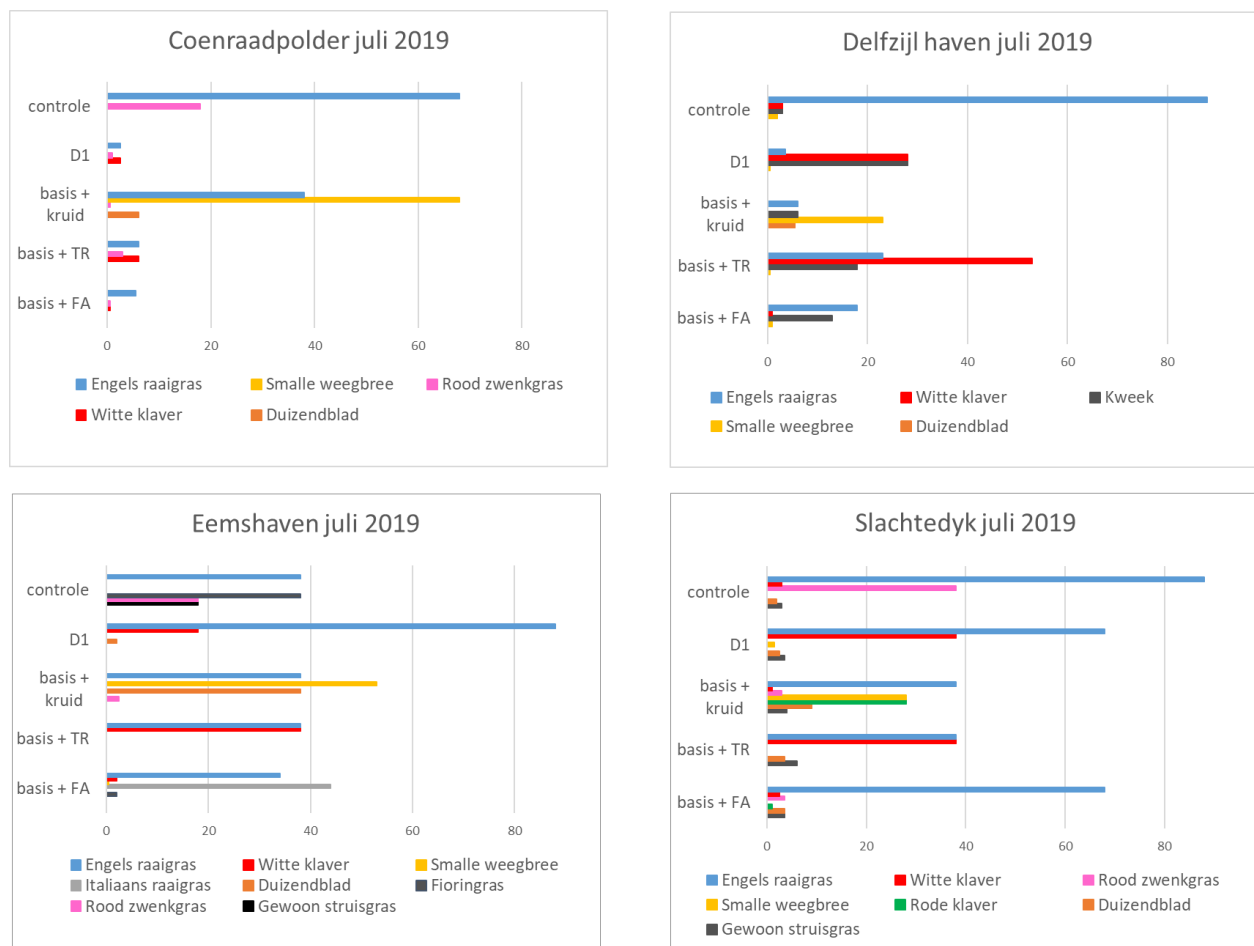
Legenda:

<i>Controle</i>	= bestaande graszode	<i>o</i>	= onderzijde buitentalud
<i>Basis +FA</i>	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	<i>b</i>	= bovenzijde buitentalud
<i>Basis + TR</i>	= basis grasmengsel + Witte klaver		
<i>Basis + kruiden</i>	= basis grasmengsel + kruiden		
<i>D1</i>	= standaard dijkmenngsel		

Figuur 4.4 Vegetatie op de vier proeflocaties in september/oktober 2019 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaalaantal soorten.

4.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2019: soortensamenstelling

Naast de bovengrondse bedekking door grassen en/of kruiden is ook gekeken naar de bedekking door individuele gras- en kruidensoorten. In de gebruikte Braun-Blanquet-methode noemen we soorten met een bedekking hoger dan 5% "bedekkend". Deze soorten zijn het meest relevant voor de erosiebestendigheid en geven ook een goede indicatie voor de ecologische waarde van de vegetatie.



Legenda:

<i>Controle</i>	= bestaande graszode	<i>o</i>	= onderzijde buitentalud
<i>Basis +FA</i>	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	<i>b</i>	= bovenzijde buitentalud
<i>Basis + TR</i>	= basis grasmengsel + Witte klaver		
<i>Basis + kruiden</i>	= basis grasmengsel + kruiden		
<i>D1</i>	= standaard dijkenmengsel		

Figuur 4.5 Soortensamenstelling en bedekking (%) individuele bedekkende soorten grassen en kruiden op de vier proeflocaties in september/oktober 2019 bij verschillende zaadmengsels in juli 2019. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

1. Basis + FA (Basis + Rietzwenkgras)

Engels raaigras (*Lolium perenne*) (20% in mengsel) komt wisselend op, in juli het minst in de Coenraadpolder, maar komt uiteindelijk uit op 66% of 68% als belangrijkste bedekker (figuur 4.5). Alleen in Delfzijl Haven bedekt Engels raaigras (iets meer in september (< 5%, figuur 4.6) en is Kweek (*Elytrichia repens*) de belangrijkste bedekker. Deze komt wellicht terug uit smalle richels die niet goed waren gefreesd. Klein kruiskruid (*Senecio vulgaris*) heeft zich hier spontaan gevestigd (5%), terwijl op de Slachtedyk Fioringras (*Agrostis stolonifera*) spontaan opkomt (18%). Het meegezaaide Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) (20% in mengsel) komt nergens bedekkend voor. Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) (40% in mengsel) is alleen op de Slachtedyk aangetroffen, maar niet bedekkend. Veldbeemgras (*Poa pratensis*) is niet aangetroffen.

2. Basis + *Trifolium repens* (Basis + Witte Klaver)

Engels raaigras (24% in mengsel) en de meegezaaide Witte klaver (*Trifolium repens* - 10%) komen goed op en worden in september de belangrijkste bedekker in Eemshaven (68%) en op de Slachtedyk. Op de Slachtedyk vestigt Fioringras zich ook spontaan (6%), in de Coenraadpolder en Delfzijl Haven valt Engels raaigras terug en bedekt in Delfzijl Haven zelfs niet meer. Hier is Witte klaver de belangrijkste bedekker, in Delfzijl Haven samen met Kweek. Rood zwenkgras is alleen in juli aangetroffen op de Coenraadpolder, maar niet bedekkend. Veldbeemdgras is niet aangetroffen.

3. Basis + kruiden

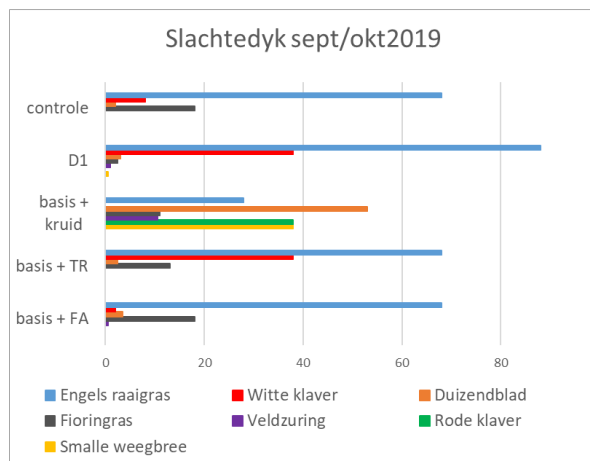
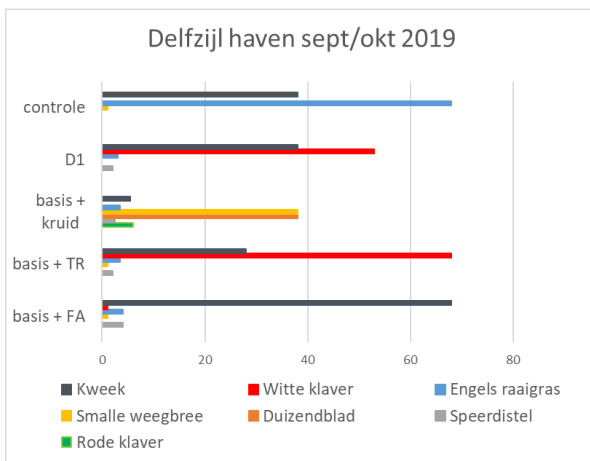
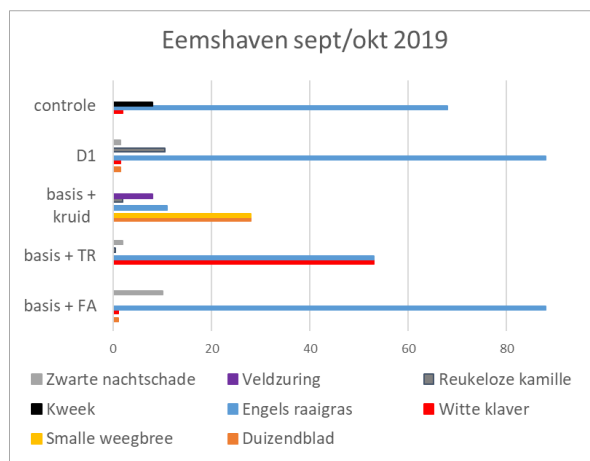
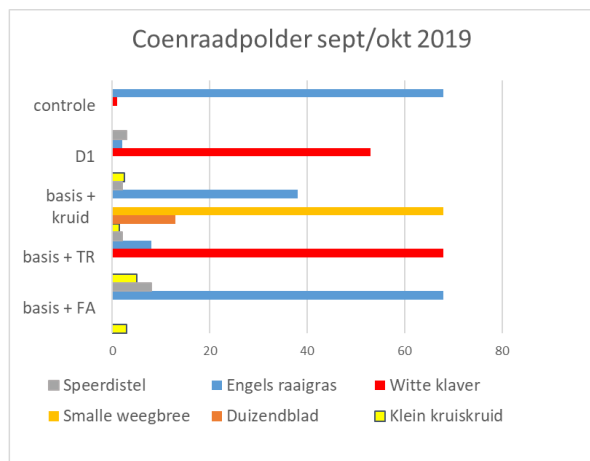
Engels raaigras heeft nog steeds het grootste aandeel in dit mengsel (19%), maar is nergens de belangrijkste bedekker, uitgezonderd in juli op de Slachtedyk. In september valt de bedekking in Delfzijl Haven zelfs terug tot 5%. Belangrijkste bedekkers zijn de meegezaaide kruiden Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en/of Duizendblad (*Achillea millefolium*) (tot 68%), terwijl kruidensoorten ieder slechts 5% van het mengsel uitmaken. Van de andere ingezaaide soorten halen Rode klaver (*Trifolium pratense*) in september een bedekking (op de Slachtedyk 38% en in Delfzijl Haven 6%) en Veldzuring (*Rumex acetosa*) - op de Slachtedyk 10,5% en in Eemshaven 8%). Herfstleeuwentand (*Leontodon autumnalis*) en Rood zwenkgras zijn op elke locatie wel gevonden, maar niet bedekkend. Veldbeemdgras is niet aangetroffen.

4. D1-mengsel

Het hoge aandeel Engels raaigras in het zaadmengsel (40%) zien we in juli en september goed terug in Eemshaven en Slachtedyk (88%), maar deze grassoort komt nauwelijks op in Coenraadpolder en Delfzijl Haven en herstelt zich ook niet in september (< 5%). Witte klaver maakt 10% uit van het zaadmengsel in D1 en komt wel goed op. Deze soort wordt in Coenraadpolder en Delfzijl Haven de belangrijkste bedekker (53%). Kweek vestigt zich spontaan in Delfzijl Haven en wordt naast Witte klaver een belangrijke bedekker (38%). Rood zwenkgras is alleen in juli aangetroffen op de Coenraadpolder, maar niet bedekkend. Veldbeemdgras is niet aangetroffen.

Controle

Op de bestaande grasmatten waar het D1-mengsel is ingezaaid, komt Engels raaigras dominant voor. Andere bedekkers zijn Rood zwenkgras (Coenraadpolder en Slachtedyk in juli), Fioringras en Gewoon Struisgras (*Agrostis capillaris*) (Eemshaven juli en Slachtedyk sept), Kweek (Eemshaven en Delfzijl Haven sept). Dit verschil in soortensamenstelling van de bestaande grasmatten op de vier locaties wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillen in standplaatscondities (ondergrond, beheer en expositie), maar in dit deelvak is de opname niet als vaste pq ingemeten.



Legenda:

<i>Controle</i>	= bestaande graszode	<i>o</i>	= onderzijde buitentalud
<i>Basis +FA</i>	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	<i>b</i>	= bovenzijde buitentalud
<i>Basis + TR</i>	= basis grasmengsel + Witte klaver		
<i>Basis + kruiden</i>	= basis grasmengsel + kruiden		
<i>D1</i>	= standaard dijkmenngsel		

Figuur 4.6 Soortensamenstelling en bedekking (%) individuele soorten bedekkende grassen en kruiden op de vier proeflocaties in september/oktober 2019 bij verschillende zaadmengsels in september/oktober 2019. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

Vegetatietypologie

Op basis van de soortensamenstelling kan m.b.v het programma SynBioSys een vegetatietype worden toegekend (Hennekens et al. 2010). Door de vaak soortenarme vegetaties is deze toekenning echter niet erg betrouwbaar. Ook is de ontwikkelingstijd van de vegetatie nog erg kort (vijf tot zes maanden na de inzaai in mei 2019), waardoor de toekenning ook niet erg betrouwbaar is.

De vegetaties op de controle proefstroken worden meestal toegekend aan een associatie met Engels raaigras en Grote Weegbree, die onderdeel uitmaakt van de Weegbreeklasse en gekenmerkt worden door betreding/berijding en ook kunnen voorkomen op beweide en begraaide hoge delen van kwelders en ook op het buitentalud van dijken. Op de Slachtedyk komt een rompgemeenschap van Gestreepte witbol voor, die behoort tot de klasse van matig voedselrijke graslanden. De gevonden vegetaties komen enigszins overeen met de soortenarme kamgrasweiden (W2, Hazebroek en Sprangers 2002) en rompgemeenschappen die aangetroffen zijn in opnamen op bestaande vegetaties in Fase B van dit onderzoek.

De vegetaties ingezaaid met "basis + FA" behoren vaak tot ruderales vegetaties (die vaak aangetroffen worden op locaties met aangevoerd materiaal). De vegetaties op de Slachtedyk op dit mengsel behoren toe aan de tredplantenvegetaties en lijken dus al iets meer op de controlestroken.

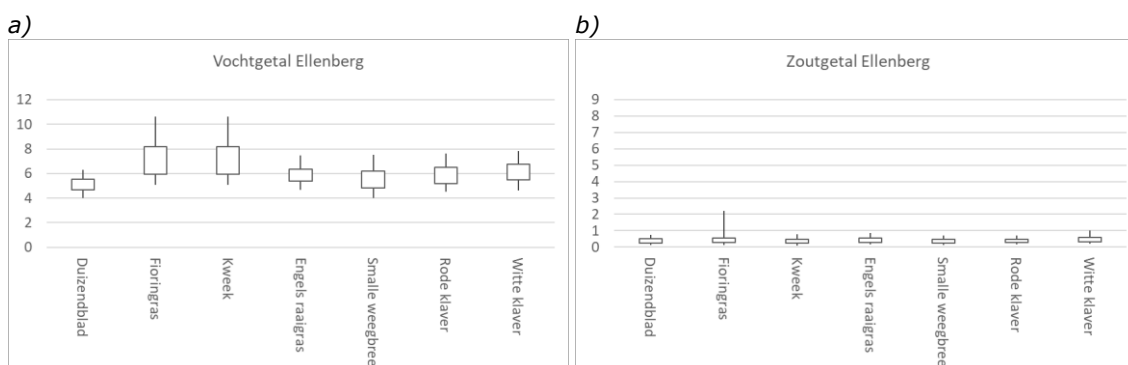
De vegetaties ingezaaid met "basis + TR" bereiken al vaker het tredplantenstadium, maar enkele locaties op de Coenraadpolder, Delfzijl Haven en Eemshaven zijn nog in een ruderaal stadium.

De vegetaties ingezaaid met "basis + kruiden" zijn op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven nog steeds in het ruderaal of pionier (P) stadium, op Eemshaven bevatten ze zowel eigenschappen van een pionier als van een tredplantenstadium. De locaties op de Slachtedyk hebben een tredplantenstadium bereikt.

De vegetaties ingezaaid met D1 zijn in Delfzijl Haven en op één pq in de Coenraadpolder nog in een ruderaal of pionier stadium, in Delfzijl Haven gekenmerkt door bijvoet. De andere locaties hebben zich tot een tredplantenvegetatie ontwikkeld, op de Slachtedyk op één pq gekenmerkt door Fioringras.

4.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken

De Ellenberggetallen in figuur 4.7 geven aan binnen welke amplitude van zoutgehalten en droogte planten in heel Nederland in het wild voorkomen. De boxplots geven de Ellenberggetallen weer die in 25 tot 75% van de waarnemingen gevonden zijn, de lijn naar boven en onder de Ellenberggetallen, die in maximaal 5% van de waarnemingen gevonden zijn. Deze indicatie geldt dus niet voor de specifieke situatie op dijken of aan de Waddenzeekust. De meest bedekkende soorten zijn geen van alle erg indicatief voor droogte, terwijl Fioringras en Kweek juist indicatief zijn voor wat nattere omstandigheden. Alle soorten zijn niet of nauwelijks indicatief voor zout. Fioringras komt soms ook op brakke standplaatsen voor.



Figuur 4.7 Abiotische amplituden gebaseerd op Ellenberggetallen voor a) vocht en b) zout voor de meest bedekkende soorten (bron: SynBioSys, Hennekens et al., 2010). Bij hogere vochtgetallen komen soorten bij hogere vochtgehalten voor en bij hogere zoutgetallen bij meer zoute standplaatsen.

Wortelkenmerken zijn beschreven aan de hand van tabel 3-1 uit het Fase C-rapport (Schippers et al., 2019), worteldiepte (Biobase, CBS 2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR. Engels raaigras (var. Rohan) heeft een dichte zode, maar ondiepe doorworteling (< 20 cm), net als Witte klaver. Smalle weegbree heeft een dichte zode en veel en redelijk diepe wortels volgens Schippers et al. (2019) en ook vrij ondiepe wortels volgens Biobase (< 50 cm). Rode klaver (> 100 cm) en Duizendblad (< 100 cm) hebben een dichte zode, maar ook veel en erg diepe wortels. Fioringras en Kweek hebben bovengrondse uitlopers die ondiep wortelen, Kweek heeft ook zeer diepe wortels (< 100 cm). Soorten met diepere wortels kunnen goed vocht opnemen uit iets diepere lagen. Een afwisseling van bedekkende soorten met een ondiepe, dichte wortelmat met soorten met een dieper wortelstelsel levert naar verwachting een erosiebestendige gras/kruidenvegetatie op.

4.6 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2019/2020

De beoordeling WBI en doorworteling zijn gemeten op 17 februari en 3 maart 2020. Dit is circa negen maanden na inzaaien. In alle pq's zijn drie gutssteken genomen: linksboven, midden en rechtsonder, dus zes steken per proefvlak. In de controlevakken zijn vier gutssteken genomen, alleen in de Coenraadpolder zijn daar ook zes gutssteken genomen.

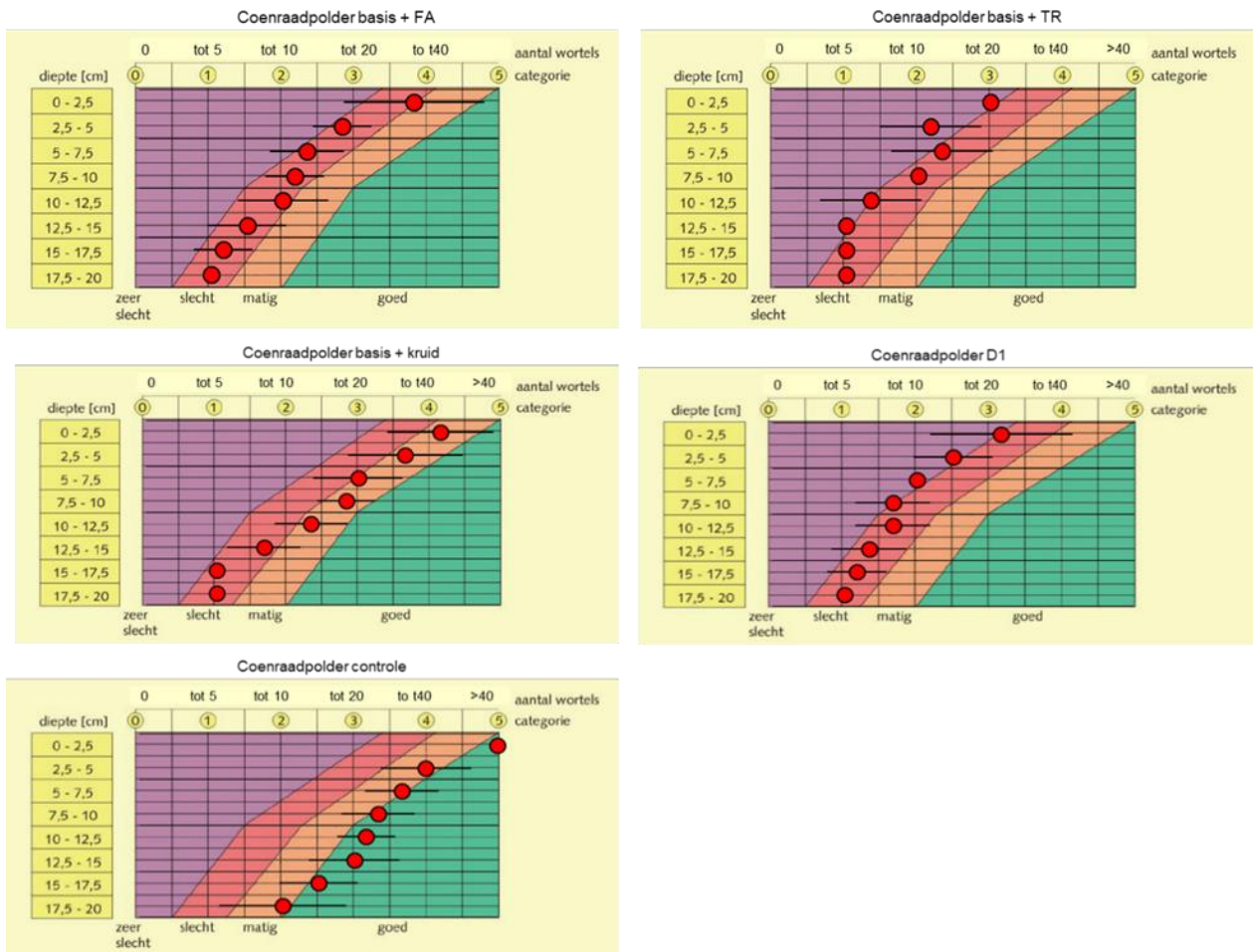
Locatie Coenraadpolder

De vegetatie was op de locatie Coenraadpolder in zijn geheel nog vrij open of waren deels nog vrij open (basis + FA, basis + kruiden), waardoor het WBI-criterium van plantafstand minder dan 10 cm en minder dan 10% met plantafstand 20 cm voor een gesloten vegetatie niet gehaald wordt, maar nog wel minder dan 25% een plantafstand van 20 cm. Opvallend is dat de plag gestoken in het mengsel basis + kruid sterker bleek dan de controlevegetatie (tabel 4.1).

De wortelgrafieken (figuur 4.8) tonen aan dat alleen de controlestrook "goed" scoort, in de diepere lagen soms nog net "matig". De andere mengsels scoren nog "slecht", de mengsels "Basis + TR" en "D1" soms zelfs "zeer slecht". Alleen het mengsel "basis + kruiden" scoort al "matig" in de bovenste lagen tot 12,5 cm.

Tabel 4.1 WBI-beoordeling Coenraadpolder. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	open	links van pq's, hoogte tussen pq's	intact te steken maar makkelijk te breken (moeilijk intact)	50-75%	speerdistels, rijen met muizenholen
basis + TR	open	links van pq's, hoogte tussen pq's	moeilijk intact, breekt bij steken	60-70%	speerdistels, rijen met muizenholen
basis + kruid	open	links van pq's, hoogte tussen pq's	heel moeilijk te breken	80-85%	speerdistels, rijen met muizenholen; veel wormen
D1	open	links van pq's, hoogte tussen pq's	moeilijk intact te houden	60%	speerdistels, rijen met muizenholen
controle	gesloten	links van onderste pq	moeilijk te breken	90%	



Figuur 4.8 Doorworteling gutssteken Coenraadpolder. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

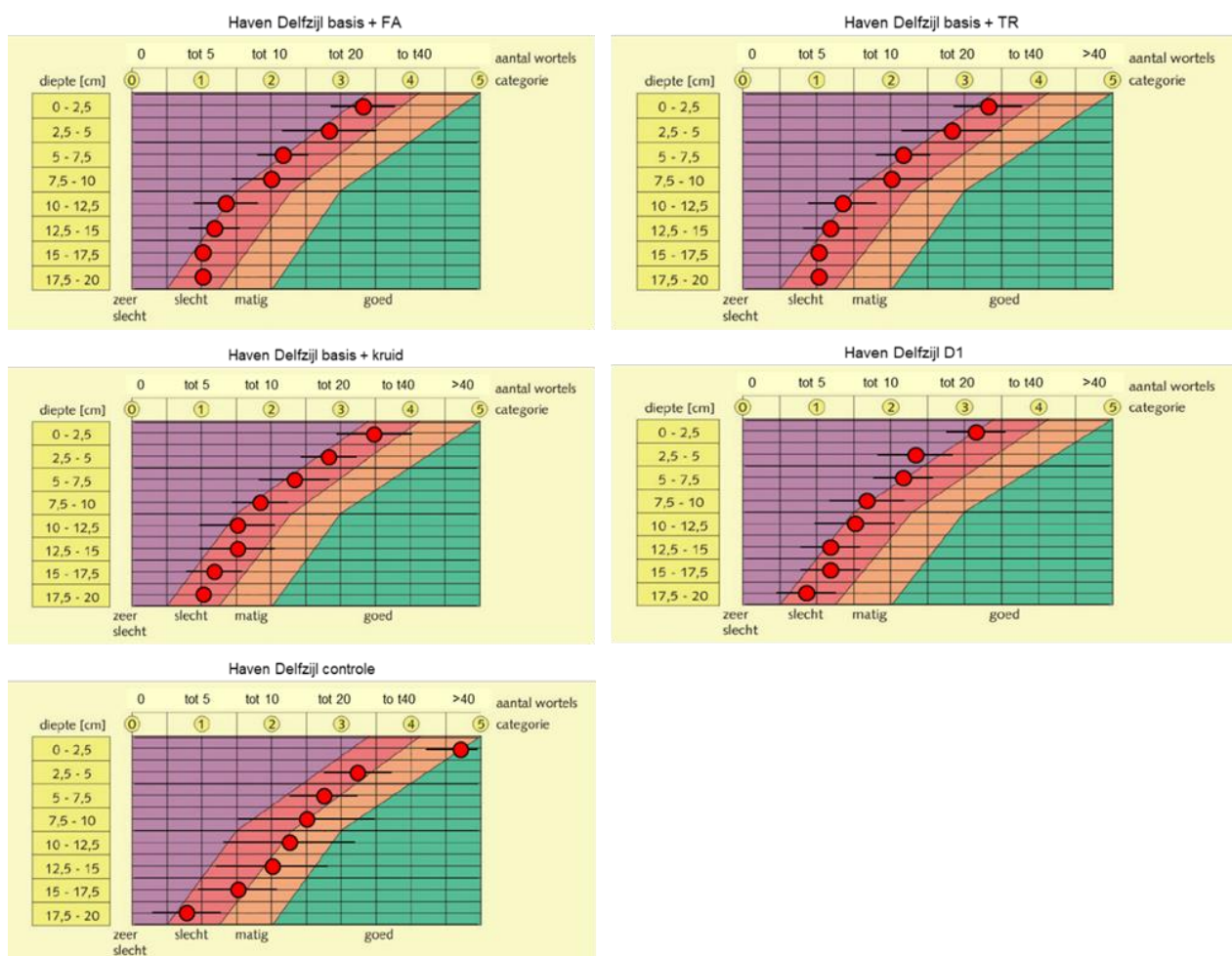
Locatie Delfzijl Haven

Op de locatie Delfzijl Haven was alleen het proefvlak met het mengsel "basis + TR" repens gesloten, de andere proefvlakken zijn nog open en delen van de proefvlakken "basis + kruiden" en "D1" neigen zelfs naar fragmentarisch. Opvallend is dat de bedekking van de vegetatie in deze mengsels beduidend lager is dan gemeten in de pq's in september. Ook opvallend is dat de plag van "basis + kruiden" toch redelijk sterk bleek (tabel 4.2).

De wortelgrafieken tonen aan dat de controlestrook alleen in de bovenste laag "goed" scoort voor doorworteling. De andere mengsels scoren nog slecht (figuur 4.9).

Tabel 4.2 WBI-beoordeling Delfzijl Haven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	open	links van onderste pq	makkelijk te breken	niet genoteerd	vooral aan de bovenzijde nog erg open, richting fragmentarisch soms.
basis + TR	gesloten	links van onderste pq	Makkelijk te breken	80-90%	speerdistels, bovenzijde talud wat opener. Daar ook wat muizenholen.
basis + kruid	open	links van onderste pq	moeilijk te breken, breekt wel op een open plek	60%	vegetatie behoorlijk open, nog net niet fragmentarisch; speerdistels. Muizenholen net buiten het vlak in het controlevak.
D1	open/ fragmentarisch	links van onderste pq	Makkelijk te breken	50%	onderste stuk talud fragmentarisch; speerdistels en muizenholen
controle	gesloten	links op onderste helft proefvlak	moeilijk te breken	80%	Bedekking a.h.v. foto



Figuur 4.9 Doorworteling gutssteken Delfzijl Haven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

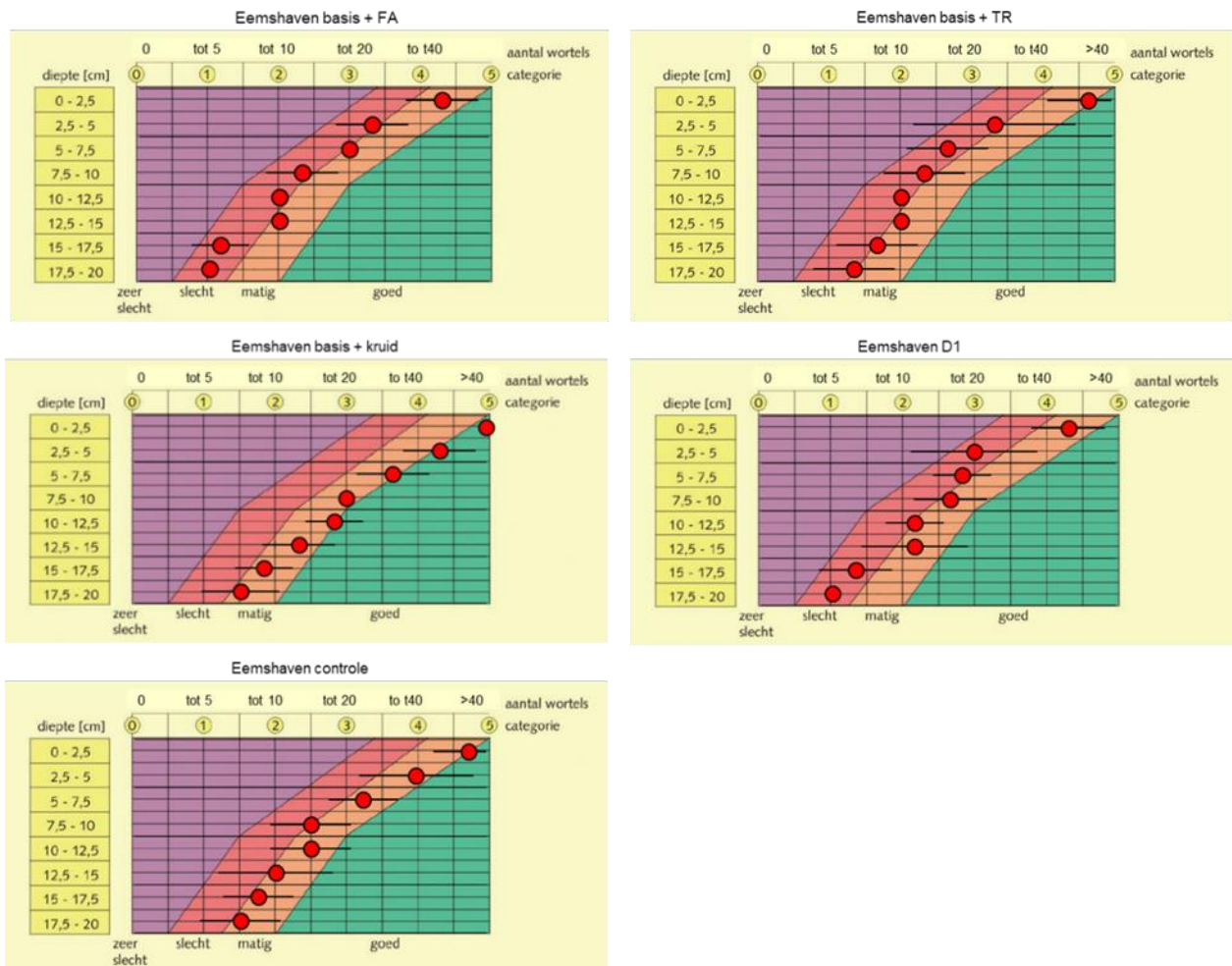
Locatie Eemshaven

Op de locatie Eemshaven hadden alle mengsels een (bijna) gesloten vegetatie en een hoge bedekking. Alleen de bedekking van de vegetatie in het mengsel "basis + kruiden" lijkt wat lager dan gemeten in de pq's in september. Naast de controlevegetatie bleek de plag van "basis + rietzwenkgras" en "basis + kruiden" redelijk sterk (tabel 4.3).

De wortelgrafieken scoren in de meeste mengsels (ook de controle) "slecht" tot "matig", alleen het mengsel "basis + kruiden" scoort in de bovenste 5 cm "goed" en de controle in de bovenste 2,5 cm (figuur 4.10).

Tabel 4.3 WBI-beoordeling Eemshaven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	moeilijk te breken	90%	muizenholen en beetje speerdistel.
basis + TR	gesloten	links van links van pq's, hoogte tussen pq's onderste pq	makkelijk te breken	80%	speerdistels en muizenholen
basis + kruid	gesloten/open	links van pq's, hoogte tussen pq's	moeilijk te breken	70%	muizenholen vooral op onderzijde talud. Qua plantafstand is de vegetatie deels open, deels gesloten
D1	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	makkelijk te breken	80%	vegetatie is pollig, bijna open. Plag breekt op open plek tussen pollen; muizenholen, beetje distels.
controle	gesloten	links onder op talud	moeilijk te breken	95%	muizenholen op onderzijde proefvlak



Figuur 4.10 Doorworteling gutssteken Eemshaven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

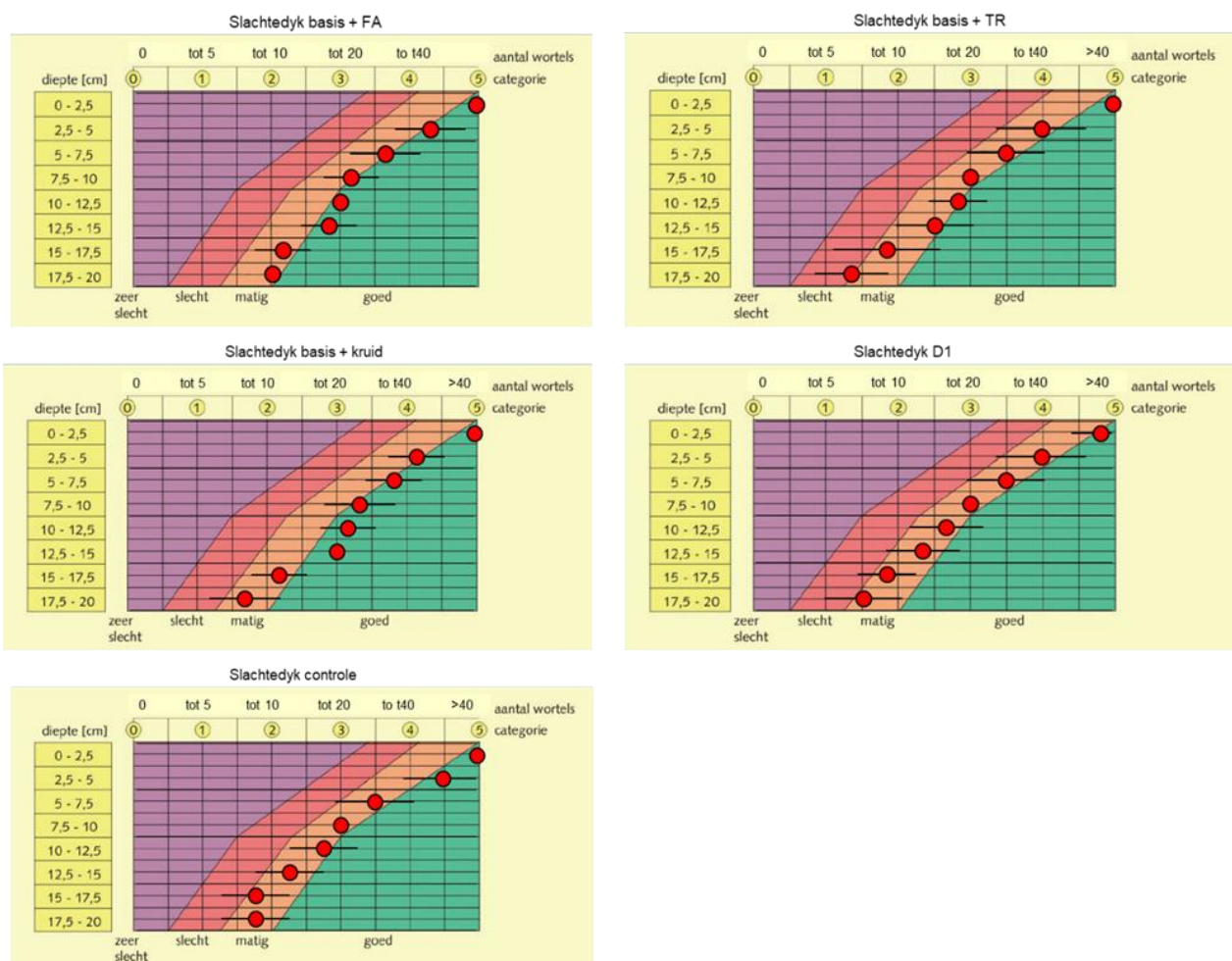
Locatie Slachtedyk

Op de locatie Slachtedyk hadden alle mengsels een gesloten vegetatie en een hoge bedekking. Naast de controlevegetatie bleek de plag van "basis + rietzwenkgras", "basis + witte klaver" en "basis + kruiden" al redelijk sterk, maar niet zo sterk als van de controle. De plag van het D1-mengsel was nog niet sterk (tabel 4.4).

De wortelgrafieken scoren in de meeste mengsels (ook de controle) "matig" tot "goed", alleen de mengsels "basis + rietzwenkgras" en "basis + kruiden" scoort ook wat dieper (tot 15 cm) "goed" (figuur 4.11).

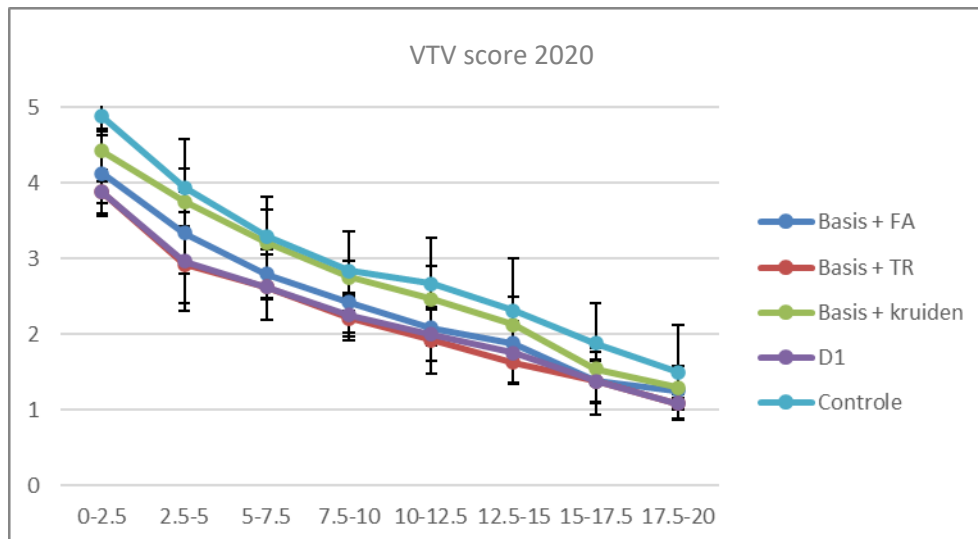
Tabel 4.4 WBI-beoordeling Slachtedyk. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	moelijk te breken	90-95%	enige muizenschade bovenzijde
basis + TR	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	moelijk te breken	97-99%	enige muizenschade op bovenzijde
basis + kruid	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	moelijk te breken	85-95%	kleine beschadigingen bovenzijde (geen muizen)
D1	gesloten	links van pq's, hoogte tussen pq's	Makkelijk te breken	85%	muizenholen, vele kleine open plekken op bovenzijde
controle	gesloten	linksonder op talud	heel moeilijk te breken	99%	



Figuur 4.11 Doorworteling gutssteken Slachtedyk. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

Alle locaties



Legenda:

Controle	= bestaande graszode
Basis + FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden
D1	= standaard dijkmenngsel

Figuur 4.12 Gemiddelde doorworteling gutssteken (VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van 2020 per zaadmengsel voor alle locaties. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer.

Figuur 4.12 laat zien dat het basismengsel met kruiden al een relatief goede doorworteling heeft ten opzichte van de controle in vergelijking met de andere mengsels.

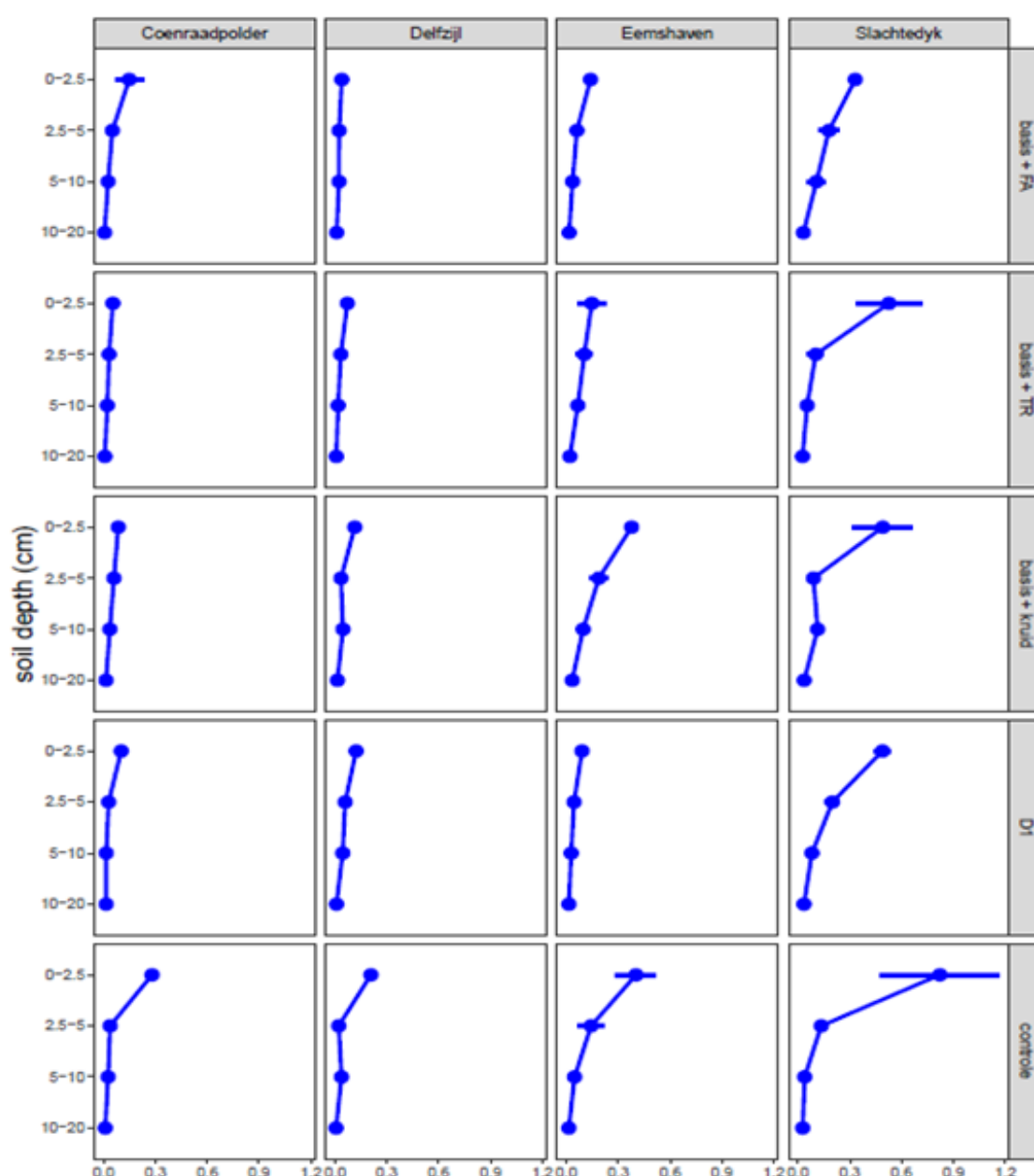
4.7 Doorworteling op basis van wortelbiomassa

In deze paragraaf zijn de resultaten gepresenteerd van de wortelbiomassametingen, uitgevoerd door de Radboud Universiteit van de gutsmonsters die genomen zijn in de winter van 2019/2020, met als doel deze te kunnen vergelijken met de VTV-metingen (zie par. 4.8).

In de controleproefvlakken is een verschil te zien tussen de vier proeflocaties (zie figuur 4.13). De locaties Eemshaven en Slachtedyk vertonen een hogere wortelbiomassa in de eerste 2,5 cm dan de locaties Coenraadpolder en Delfzijl Haven, de standaarddeviatie is hier echter ook hoger. Ook in de laag eronder is meer wortelbiomassa aanwezig. Het inzaaien van zaadmengsels leidt vervolgens tot grote verschillen in de verdeling van wortelbiomassa over het bodemprofiel, zowel tussen mengsels als tussen de verschillende locaties.

Alle zaadmengsels blijken op de locaties Coenraadpolder en Delfzijl Haven slechts een zeer matig wortelende grasbekleding te ontwikkelen. Alleen bij het basismengsel met Rietzwenkgras (basis + FA), en in mindere mate bij het D1-mengsel, is meer biomassa aanwezig in de allerbovenste laag (net als bij de controle), en bij basis + kruiden (en D1 op locatie Delfzijl Haven) is er een meer geleidelijke afname van wortelbiomassa in de diepte. De verschillen zijn hier echter gering.

Op locatie Eemshaven laat het inzaaien met basis + kruiden een hogere wortelbiomassa zien in vergelijking met de andere zaadmengsels, zowel in ondiepe als in diepere bodemlagen. De controle op deze locatie laat een vergelijkbare hoge wortelbiomassa zien. Basis + kruiden laten op locatie Slachtedyk ook een hoge wortelbiomassa zien in de bovenste bodemlaag. Op deze laatste locatie hebben ook de andere mengsels een dergelijk effect in de bovenste bodemlaag, maar alleen basis + FA en D1 leiden hier tot een vergelijkbare diepere doorworteling als basis + kruiden op locatie Eemshaven.

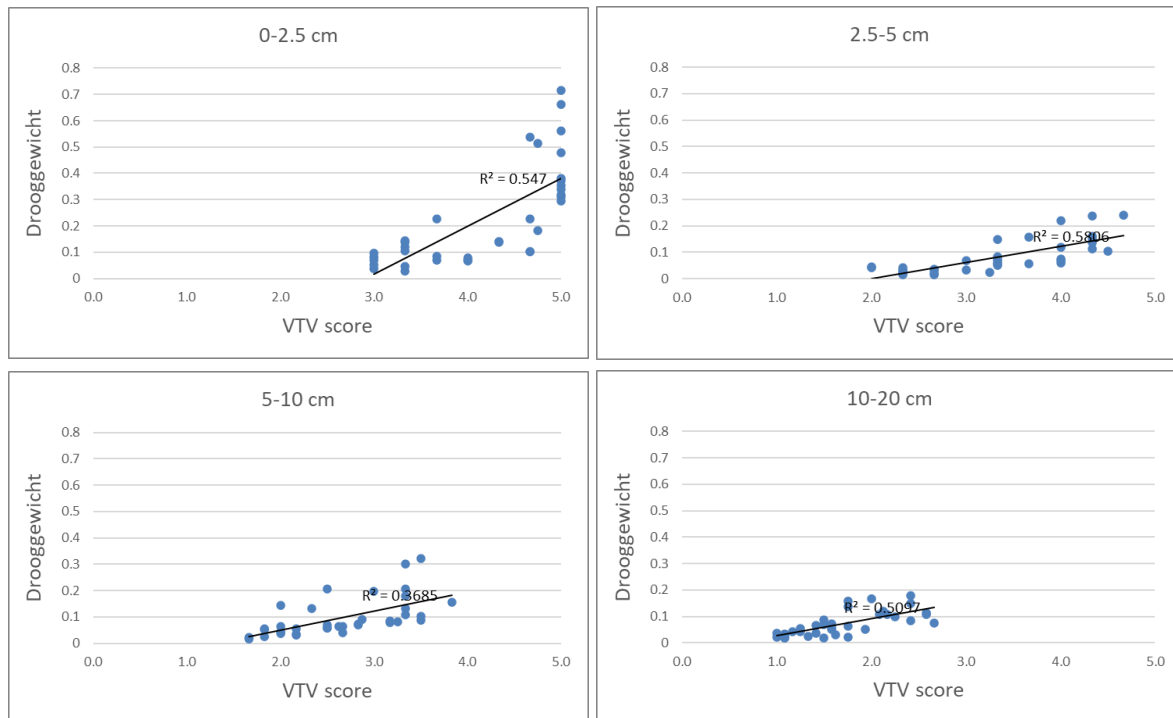


Figuur 4.13 Verdeling van wortelbiomassa (dry weight roots: drooggewicht in grammen per vast volume (31,4 cm³) per dieptelaag van 2,5 cm) over het bodemprofiel (soil depth: diepte in cm) op de vier ingezaaide locaties. Van boven naar beneden zijn weergegeven het basisinzaaimengsel + Rietzwenkgras (basis + FA), Basis + Witte klaver (TR), Basis + kruiden en het oorspronkelijke D1-mengsel. De standaarddeviatie is weergegeven met de horizontale strepen. De onderste rij geeft de niet opnieuw ingezaaide controle weer.

4.8 Vergelijking VTV-methode en biomassabepaling

Zowel aantal als biomassa van de wortels in een bodem representeert de investering van de plant in de ondergrondse structuren die water en nutriënten opnemen. Vanuit het perspectief van erosiebestendigheid geeft de combinatie van VTV (aantal wortels) en (droog)gewicht mogelijk relevante informatie over de wortelverdeling en de wortelstructuren. Een hoge VTV en een lage biomassa kan duiden op een uitgebreid netwerk van fijne wortels, terwijl een lage VTV en een hoge biomassa op de aanwezigheid van dikkere (pen)wortels kan duiden.

Vergelijking van de data van de VTV-methode voor beoordeling van beworteling en deze bepaling van de wortelbiomassa is echter niet eenvoudig, o.a. vanwege de verschillen in resolutie (acht lagen bij de VTV-methode, vier lagen bij de biomassabepaling) en het feit dat de VTV-methode in categorieën indeelt en daar een beoordeling aan toekent, terwijl de biomassabepaling een continue variabele is (als gram per bodemvolume).



Figuur 4.14 Drooggewicht versus VTV-score 2020 voor alle locaties en mengsels gezamenlijk. Er is een regressielijn weergegeven met bijbehorende verklaarde variantie (R^2).

In figuur 4.14 zijn voor alle pq's op alle locaties de gemiddelde (over drie gutssteken) biomassawaarden uitgezet tegen de gemiddelde VTV-scores. De VTV-scores dieper dan 5 cm zijn voor dit doel gemiddeld naar klassen die ook voor de biomassabepaling zijn gebruikt (5-10 en 10-20 cm). Er is dus wel een duidelijk verband tussen biomassa en VTV, maar ieder vertelt wel zijn eigen verhaal.

Grofweg lijken de resultaten voor de twee methoden overeen te komen, ook als we de VTV-figures uit paragraaf 4.6 vergelijken met de biomassagrafië uit paragraaf 4.7. De relatief lagere doorworteling op de locaties Coenraadpolder en Delfzijl Haven komen in beide methoden naar voren. Ook de relatief hogere doorworteling in het mengsel "basis + kruiden" komt in beide methoden naar voren. De met de VTV-methode aangeduide "goede" beworteling in diepere lagen op locatie Slachtedyk bij basis + kruiden en basis + FA blijkt een relatief kleine wortelbiomassa te hebben. Dit kan duiden op een fijne wortelstructuur, maar kan ook verklaard worden doordat de klasse-indeling bij de VTV-methode fijner is en bij 15 cm diepte het aantal wortels ineens sterk afneemt. Dit is niet terug te zien in de biomassa tussen 10 en 20 cm. Daarentegen is de zeer hoge biomassa op de Slachtedyk van de controlevegetatie in de bovenste 2,5 cm (waar de andere mengsels ook goed scoren) boven op het talud niet terug te zien in de score van de VTV, omdat de VTV-methode een maximumscore kent.

Verschillen in doorworteling tussen pq's boven of onder op het talud zijn overwegend klein, beperkt tot de bovenste laag en verschillend in aantal wortels of wortelgewicht. Het aantal wortels in de bovenste laag lijkt vaak iets hoger onder op het talud, terwijl het wortelgewicht in de bovenste laag vaak iets hoger blijkt boven op het talud.

4.9 Voorlopige conclusies

Vegetatie:

- Op de Coenraadpolder en in iets mindere mate Delfzijl Haven kwamen alle mengsels relatief slecht op, waarschijnlijk als gevolg van de droge, hete zomer. Na doorzaai is wel herstel opgetreden, maar er is wel sprake van onkruiddruk en een open vegetatie.
- In de zaadmengsels met Witte klaver en Rietzwenkgras, maar vooral in het kruidenmengsel op de Coenraadpolder, hebben kruiden een relatief hoge bedekking t.o.v. gras tijdens de vegetatie-inventarisaties in juli en september/oktober. Dit kan te maken hebben met de hogere droogteresistentie van kruiden.
- In het zaadmengsel "Basis + FA" met rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) zijn Engels raaigras (*Lolium perenne*) en de spontaan opgekomen kweek (*Elytrichia repens*) de belangrijkste bedekkers. Rietzwenkgras haalt op geen enkele locatie een bedekking van meer dan 5%.
- In het zaadmengsels "Basis + TR" met witte klaver (*Trifolium repens*) en "D1" zijn de ingezaaide Engels raaigras en/of Witte klaver de belangrijkste bedekker. In Delfzijl Haven komt Kweek ook spontaan en bedekkend voor. Dit kan te maken hebben met hergroei van Kweek uit niet goed gefreesde richels.
- In het zaadmengsel "Basis + kruiden" zijn de belangrijkste bedekkers de meegezaaide Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en/of Duizendblad (*Achillea millefolium*).
- Alle zaadmengsel bevatten Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Veldbeemdgras (*Poa pratensis*), maar Rood zwenkgras komt nog nergens bedekkend voor en Veldbeemdgras is nog helemaal niet aangetroffen.
- De bedekkende soorten zijn niet kenmerkend voor droge standplaatsen. Kweek en Fioringras komen juist vaak op iets vochtigere standplaatsen voor. Fioringras komt soms ook op iets brakkere standplaatsen voor. Er zijn naast ondiep wortelende bedekkende soorten (Engels raaigras, Witte klaver) ook soorten aangetroffen met een diepere doorworteling (Duizendblad, Rode klaver en Smalle weegbree), maar wel vooral in het mengsel met kruiden.
- De vegetaties bevinden zich deels nog in het ruderaal stadium (open pioniervegetaties), vooral het mengsel met kruiden. De overige mengsels bevinden zich al deels in het stadium van betreden/bereden grasvegetaties of kamgrasweiden.

Doorworteling:

- Bij de WBI-beoordeling, gutsproeven VTV en drooggewicht wortels in de eerste winter na inzaai van 2019/2020 blijkt dat de doorworteling op de Coenraadpolder en bij Delfzijl Haven nog iets achterblijft en dat de mengsels met kruiden als relatief sterker/beter doorworteld naar voren kwamen, ondanks het feit dat de vegetaties daar niet de hoogste bedekking (geslotenheid) scoorden.
- Er is een relatie tussen worteldichtheid en wortelbiomassa van de genomen wortelmonsters, maar een hoge VTV en een lage biomassa kunnen duiden op een uitgebreid netwerk van fijne wortels, terwijl een lage VTV en een hoge biomassa op de aanwezigheid van dikkere (pen)wortels kunnen duiden.

5 Resultaten april-december 2020

5.1 Beheerwerkzaamheden 2020

Omdat na de inventarisatie van de vegetatie in sept/okt 2019 en de inventarisatie van de doorworteling en WBI in feb/mrt 2020 bleek dat de bedekking en doorworteling, vooral op de locaties Coenraadpolder en Delfzijl Haven, nog relatief laag waren, is besloten om het hervatten van de begrazing op de locaties Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk uit te stellen en de bevindingen van de vegetatiemonitoring in juni 2020 af te wachten. Na deze monitoring is besloten dat het reguliere beheer hervat kan worden zonder schade te veroorzaken aan de grasmat en zijn de afrasteringen op de locaties Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk verwijderd. De beheermaatregelen hiervan zijn echter niet vastgelegd, ook niet tijdens de duur van het onderzoek.

Locatie Coenraadpolder

Deze locatie is, evenals Eemshaven en Slachtedyk, in de week van 18 mei met een bosmaaier gemaaid en het maaisel is afgevoerd. Er lopen 200 ooilammeren van 6 aug tot en met 28 aug. Het dijkvak is 7,3 ha groot, dus de begrazing is ruim 27 schapen/ha. De herstelperiode bij de eerste inventarisatie was dus (18 mei-22 juni) vijf weken, bij de tweede inventarisatie (28 aug-10 sept) zou de herstelperiode iets minder dan twee weken zijn, maar liepen er nog steeds schapen op de dijk, dus er was geen sprake van een herstelperiode.

Locatie Delfzijl Haven

De dijk bij Delfzijl Haven werd en wordt geklepeld en was dus ook niet omheind. Op 8 mei is het dijkvak geklepeld, maar de proefvlakken zijn als het goed is daarbij meegenomen. Voor het laatst is er geklepeld op 18 aug en is rond 10 sept weer gemaaid (na tweede ronde vegetatiemonitoring). De herstelperiode bij de eerste inventarisatie was dus (8 mei-23 juni) zes weken, bij de tweede inventarisatie (18 aug-10 sept) 3,5 week. Bij het bezoek op 20 sept bleek dat het dijkvak pas was geklepeld, het controlevak en de onderste 4 m van de proefvlakken zijn daarbij ook geklepeld. De rest van de proefvlakken was nog niet geklepeld. Wel zijn er duidelijk rijsporen door de proefvlakken te zien en lag er veel maaisel. Dit kan leiden tot veruiging/verstikking en is lastig bij het inventariseren. De vegetatie was hier behoorlijk lang, maar dat kan veroorzaakt zijn omdat ze met maaien keurig gewacht hebben tot wij de tweede inventarisatie hadden uitgevoerd. Een deel van de gele strepen was overgroeid door gras, dat is verwijderd zodat de gele streep weer zichtbaar was die eerder is aangebracht op het asfalt onder de proefvlakken om de overgangen tussen de proefvlakken te markeren.

Locatie Eemshaven

Dit proefvlak is, evenals Coenraadpolder en Slachtedyk, in de week van 18 mei met een bosmaaier gemaaid en het maaisel is afgevoerd. Er lopen continu schapen (standweiden) van 15 mrt tot en met 15 nov. Ze lopen daarnaast ook op de kwelder indien mogelijk. Bij de RVO wordt dit vak opgegeven als 8,7 ha (werkelijke oppervlakte is vele malen groter) en er lopen gemiddeld 115 schapen, dit is inclusief lammeren tijdens de zoogperiode. Dat komt neer op gemiddeld 13 schapen per ha, inclusief lammeren. De herstelperiode bij de eerste inventarisatie was dus (18 mei-22 juni) vijf weken, bij de tweede inventarisatie werd er nog begraasd tijdens de inventarisatie, dus er was geen sprake van een herstelperiode. Op het binnentalud aangrenzend aan de proefvlakken was bij het veldbezoek in juni een stuk afgezet tegen de schapen. De vegetatie stond hier toen erg hoog. Blijkbaar was hier opnieuw ingezaaid.

Locatie Slachtedyk

Dit proefvlak is, net als de Coenraadpolder en Eemshaven, in de week van 18 mei met een bosmaaier gemaaid en het maaisel is afgevoerd. De schapen lopen hier vier weken in een vak (16 aug tot en met 12 sept). Er lopen 60 schapen op 3,04 ha, dat komt neer op een begrazingsdruk van bijna 20 schapen per ha. De herstelperiode bij de eerste inventarisatie was dus (8 mei-24 juni) zes weken, bij de tweede inventarisatie (18 aug-10 sept) zou de herstelperiode 3,5 week zijn, maar liepen er nog steeds schapen op de dijk, dus er was geen sprake van een herstelperiode.

Beheer alle locaties

Bij Coenraadpolder en Eemshaven viel na het verwijderen van de hekken op dat vanuit de teen gezien de meest rechtervakken ingezaaid zijn tot ong. 1-2 m buiten de gele streep die eerder is aangebracht op het asfalt onder de proefvlakken om de overgangen tussen de proefvlakken te markeren. Er zijn op alle locaties vaak sporen van muizen te zien, op de Coenraadpolder ook enkele sporen van mollen.

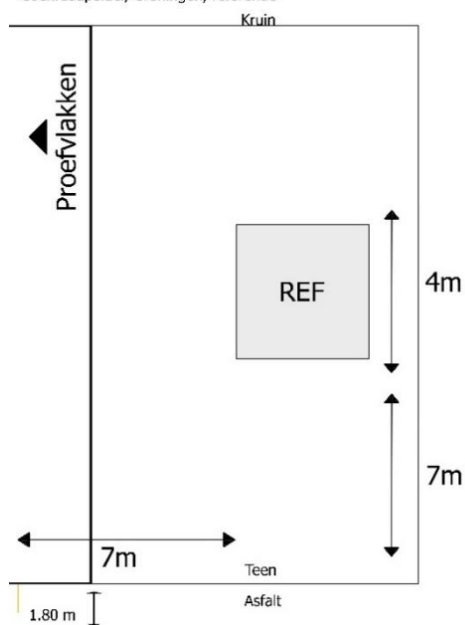
We zien ook in september tijdens het begrazen nog veel bloeistengels, vooral op de Coenraadpolder viel het op. Het is aan te bevelen om te bloten na de laatste begrazingsronde (op alle locaties en mengsels). Naast Engels raaigras maken vooral Duizendblad, Smalle weegbree en Reukeloze kamille veel bloeistengels. Deze soorten kunnen zich dus ook goed verspreiden. Daarentegen zien we van Rietzwenkgras alleen kort afgegeten rozetten. De schapen lusten deze dus wel en hij komt niet tot bloei.

5.2 Inmeten pq's controlevakken

Er is besloten om de pq's op de controlevakken ook precies in te meten (zie figuur 5.1), dat is voorheen nog niet gedaan. Inmeten zorgt ervoor dat ook op de controlevakken op de bestaande dijk metingen van vegetatie en doorworteling consequent op dezelfde plek worden gedaan. In principe zijn de pq's net als in de mengsels 5 m uit de rand gelegd, gezien vanuit de gele streep die eerder is aangebracht op het asfalt onder de proefvlakken om de overgangen tussen de proefvlakken te markeren. In de Coenraadpolder is 7 m aangehouden, omdat de mengsels ongeveer 2 m buiten de gele streep waren ingezaaid. In de hoogte is het midden van het talud aangehouden.

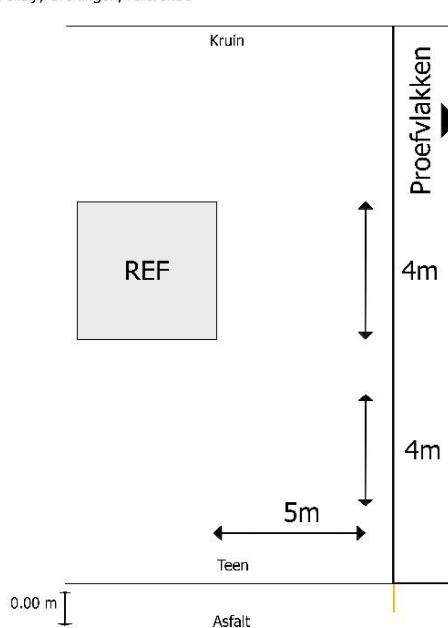
a) Coenraadpolder

Coenraadpolder, Groningen, referentie



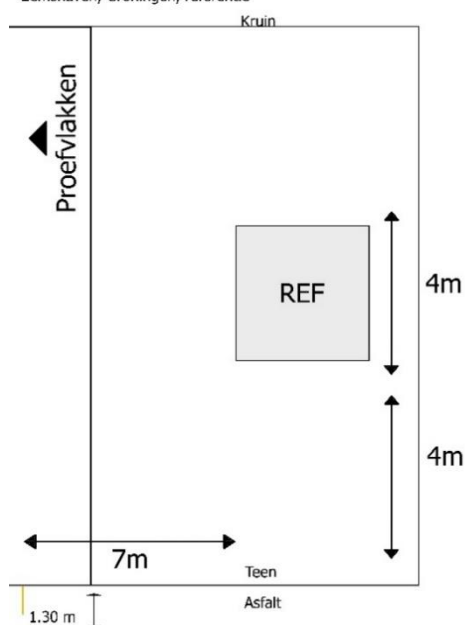
b) Delfzijl Haven

Delfzijl, Groningen, referentie



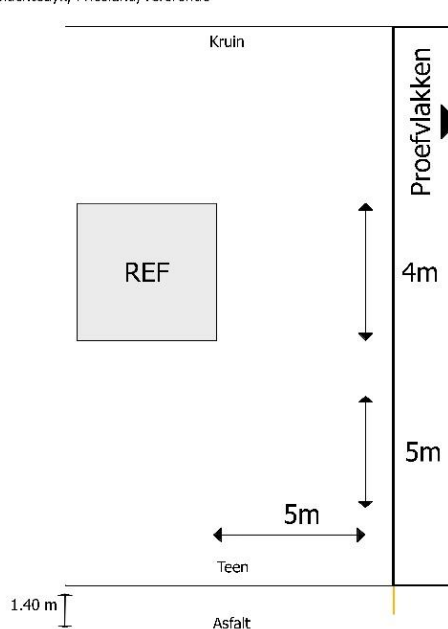
c) Eemshaven

Eemshaven, Groningen, referentie



d) Slachtedyk

Slachtedyk, Friesland, referentie

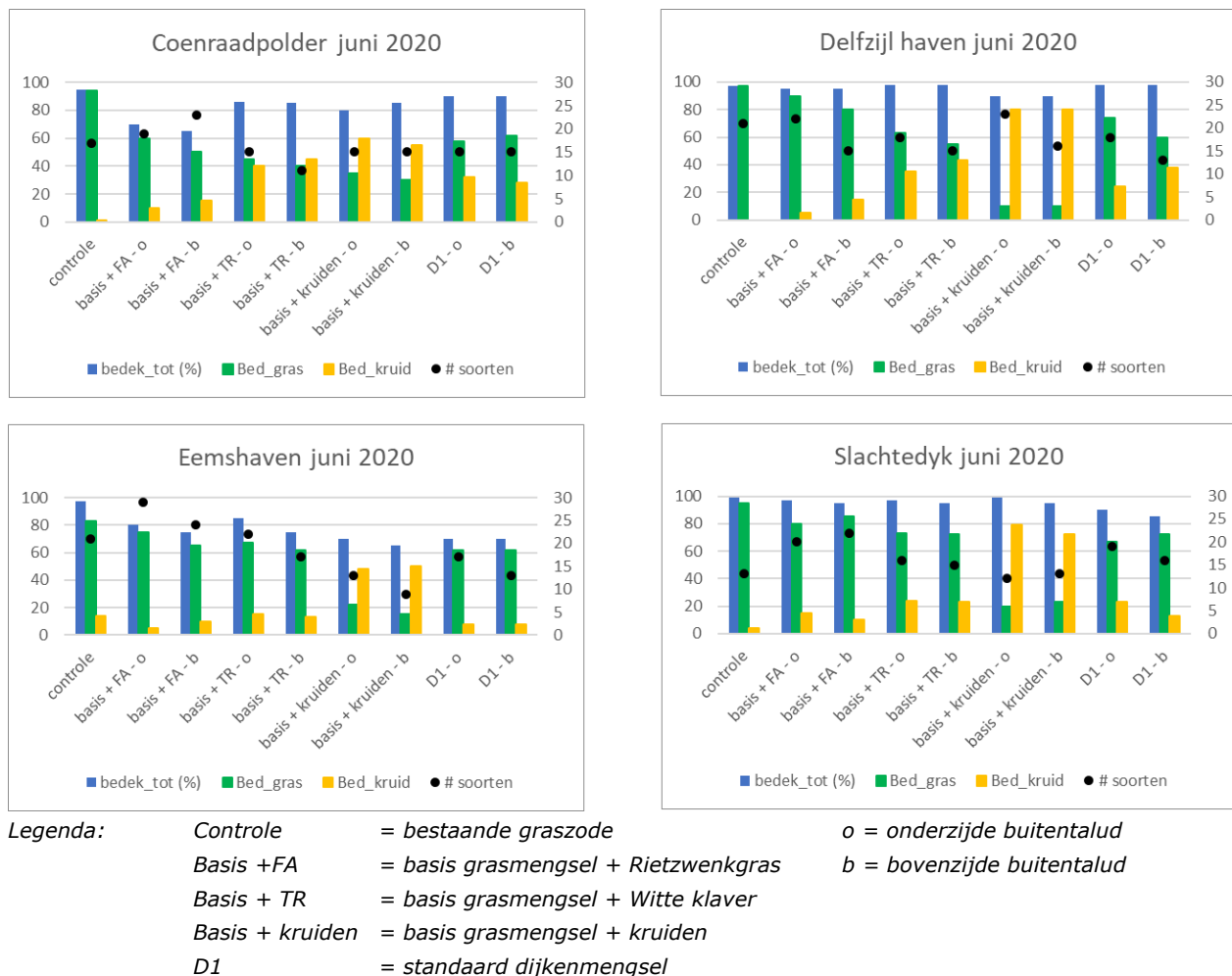


----- = afrastering, _____ = rand proefvlak

Figuur 5.1 Ingemeten afstanden (m) van pq's op de controlevakken vanaf het naastgelegen proefvlak.

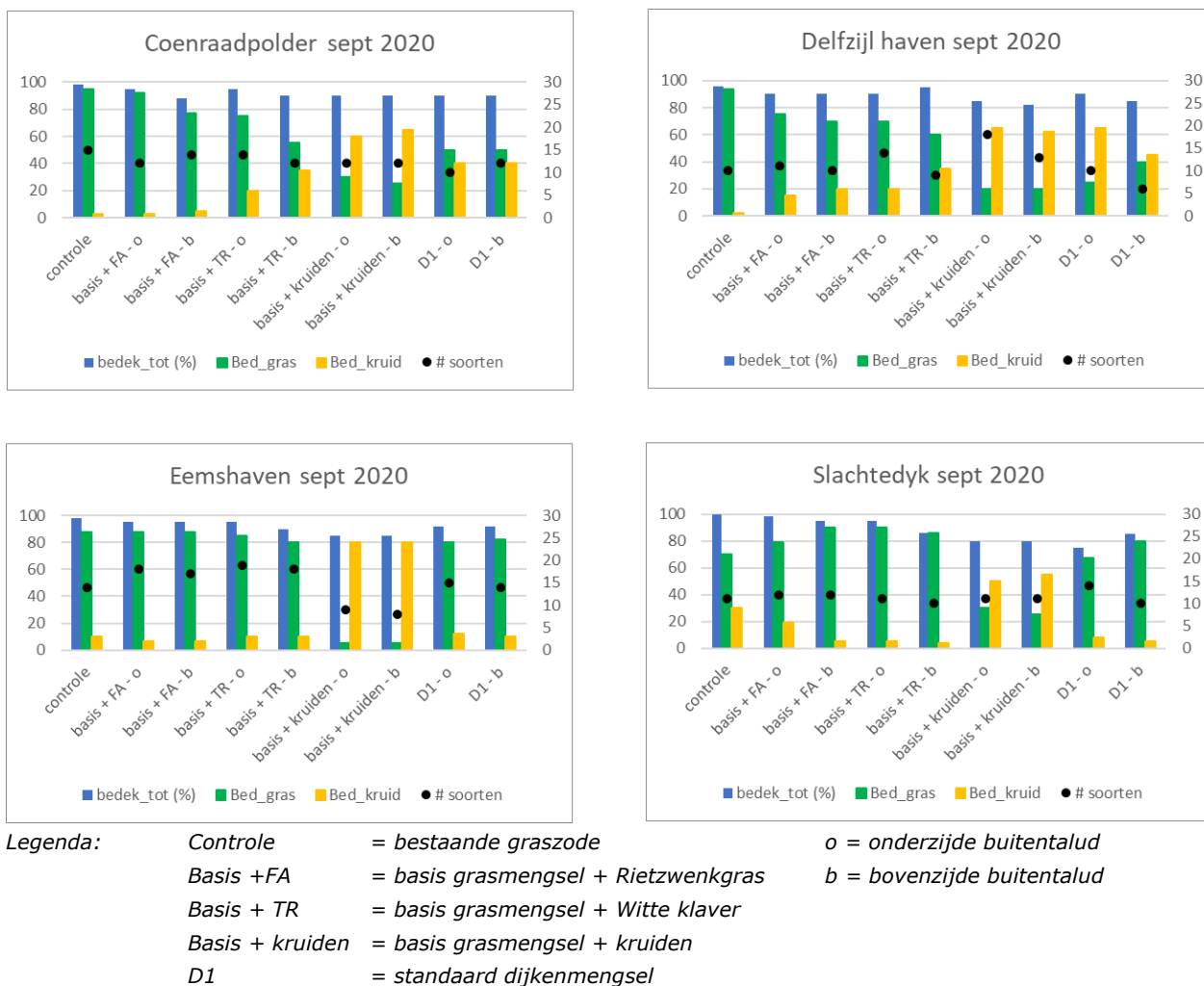
5.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: bedekking en soortenrijkdom

Tijdens de eerste inventarisatieronde tussen 22 en 24 juni 2020 blijkt de totale bedekking van de vegetaties op Delfzijl Haven en Slachtedyk weer vrij goed te zijn (> 80%, figuur 5.2). Op de Coenraadpolder was in september vorig jaar de bedekking van de mengsels met Rietzwenkgras, Witte klaver en D1 nog vrij laag, dat is nog steeds het geval voor het mengsel met Rietzwenkgras. Op de locatie Eemshaven is de totale bedekking in bijna alle mengsels weer onder de 80% gezakt, waar deze in september vorig jaar nog boven de 80% zaten, wellicht als gevolg van schade in de winter, toen werd de vegetatie een beetje pollig bevonden.



Figuur 5.2 Vegetatie op de vier proeflocaties in juni 2020 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaalaantal soorten.

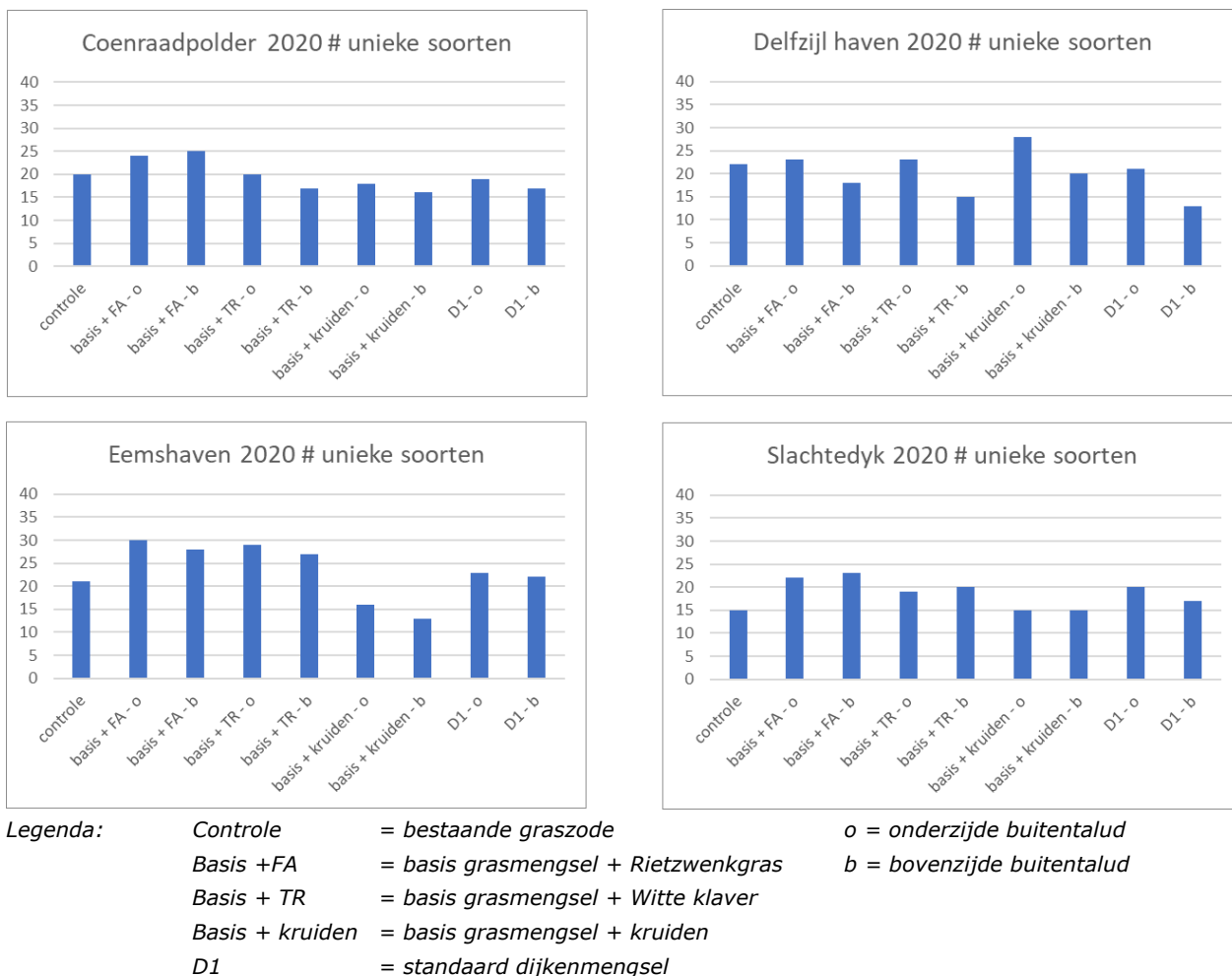
De grasbedekking is in de Coenraadpolder sterk toegenomen. De bedekking van grassen is nu ook op deze locatie hoger dan de kruidenbedekking, behalve in het kruidenmengsel en in de bovenste pq in het mengsel met Witte klaver. Op de andere locaties is de bedekking van kruiden in het kruidenmengsel nog steeds hoger dan de bedekking van grassen. Het totaalaantal soorten is op de meeste locaties in juni licht toegenomen of gelijk gebleven ten opzichte van september vorig jaar.



Figuur 5.3 Vegetatie op de vier proeflocaties in september 2020 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaalaantal soorten.

Tijdens de tweede inventarisatieronde op 2, 9 en 10 september 2020 blijkt de totale bedekking van de vegetaties nog licht toegenomen te zijn (> 80% of 90%, figuur 5.3). Op de locatie Eemshaven is de totale bedekking op de onderzijde van het D1-mengsel nog net niet hersteld tot 80%. De grasbedekking van grassen is nog steeds hoger dan de kruidenbedekking, behalve in het kruidenmengsel. Ook in het mengsel D1 in Delfzijl Haven is de kruidenbedekking hoger dan de grasbedekking. De vegetatie was hier heel hoog opgeschoten en de (hoge) kruiden kunnen dan de grassen qua bedekking overschaduwen. Het totaalaantal soorten is in de meeste locaties in september licht afgenomen ten opzichte van vorig jaar.

Nu de vegetatie van een pionierfase met veel eenjarige soorten overgaat naar een vegetatie met meer meerjarige soorten, is het niet opvallend dat het aantal soorten in juni die van september overtreft, dan zijn veel soorten wat beter zichtbaar. Als we naar het unieke aantal soorten kijken in juni en september samen (figuur 5.4), lijkt de soortenrijkdom in de kruidenmengsels op de begraasde locaties wat achter te blijven bij de andere mengsels, die qua aantal soorten vergelijkbaar of juist iets hoger zijn dan het referentievlak. In Delfzijl Haven is dit mengsel juist relatief wat soortenrijker. De pq's op de bovenzijde van de taluds lijken vaak iets soortenrijker dan die op de onderzijde van het talud.



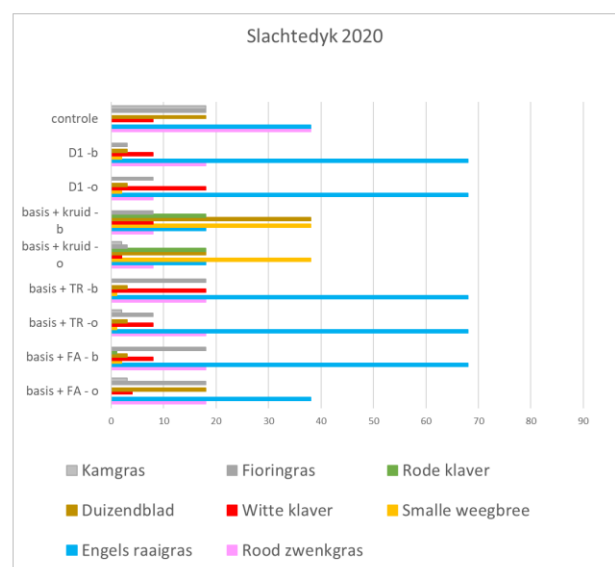
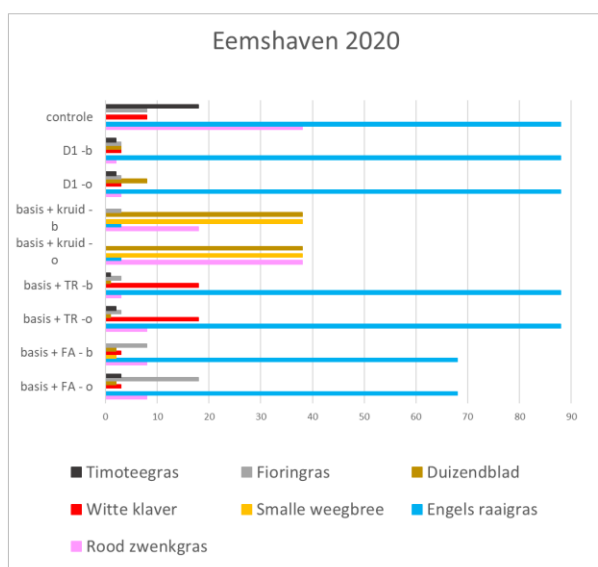
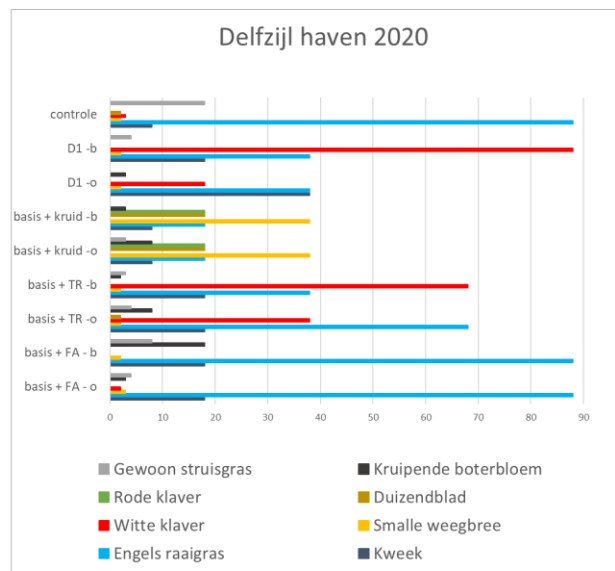
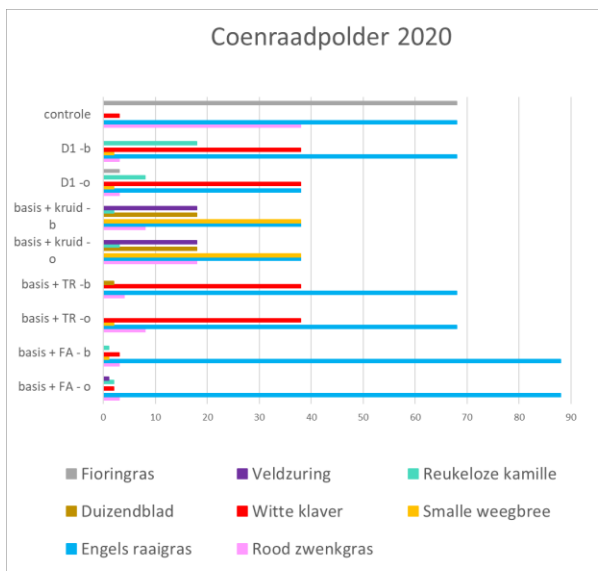
Figuur 5.4 Uniek aantal soorten op de vier proeflocaties in juni en september 2020 bij verschillende zaadmengsels.

5.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: soortensamenstelling

Omdat in 2020 de ontwikkeling van de (pionier)vegetaties op de proefvlakken op de vier locaties overgaat naar vegetaties met wat meer overjarige soorten, is besloten de soortensamenstelling van de eerste en tweede vegetatie-inventarisatie te combineren. De gevonden soortensamenstelling in september geeft in feite geen nieuwe situatie weer, maar maakt de vegetatieopname van juni compleet.

1. Basis + FA (Basis + Rietzwenkgras)

Engels raaigras (*Lolium perenne*) (20% in mengsel) is op alle locaties de hoogste bedekker (zie figuur 5.5). In Delfzijl Haven is Kweek (*Elytrichia repens*) ook nog steeds een belangrijke bedekker. Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en/of Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*) haalt vooral in Eemshaven en Slachtedyk een redelijke bedekking. Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) (40% in mengsel) is nu behalve op de Slachtedyk ook bedekkend aangetroffen op Eemshaven en de Coenraadpolder, maar niet in Delfzijl Haven. Het meegezaaide Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) (20% in mengsel) komt nergens bedekkend voor, evenmin als Veldbeemgras (*Poa pratensis*).



Legenda:

Controle	= bestaande graszode	o = onderzijde buitentalud
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	b = bovenzijde buitentalud
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver	
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden	
D1	= standaard dijkmenngsel	

Figuur 5.5 Soortensamenstelling en bedekking (%) individuele soorten bedekkende grassen en kruiden op de vier proeflocaties in juni en september 2020 bij verschillende zaadmengsels. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

2. Basis + *Trifolium repens* (Basis + Witte Klaver)

Engels raaigras (24% in mengsel) is in dit mengsel de belangrijkste bedekker (figuur 5.5), gevolgd door de meegezaaide Witte klaver (*Trifolium repens* - 10% in mengsel). Op het bovenste deel van het talud in Delfzijl Haven is de bedekking van Witte klaver zelfs hoger dan dat van Engels raaigras. Fioringras haalt op de Slachtedyk een redelijk hoge bedekking, evenals het meegezaaide Rood zwenkgras. Rood zwenkgras komt in lagere bedekkingen ook voor op Eemshaven en de Coenraadpolder. Het ingezaaide Veldbeemdgras is niet bedekkend aangetroffen.

3. Basis + kruiden

Engels raaigras heeft nog steeds het grootste aandeel in dit mengsel (19%), maar is nergens de belangrijkste bedekker (figuur 5.5). Op locatie Eemshaven valt de bedekking zelfs terug tot 3%. Belangrijkste bedekkers zijn hier nog steeds de meegezaaide kruiden Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*)

en/of Duizendblad (*Achillea millefolium*). Van de andere ingezaaide soorten haalt Rode klaver (*Trifolium pratense*) een bedekking op de Slachtedyk en Delfzijl Haven en Veldzuring (*Rumex acetosa*) alleen op de Slachtedyk. Rood Zwenkgras komt inmiddels op drie locaties bedekkend voor (Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk). Herfstleeuwentand (*Leontodon autumnalis*) is nergens bedekkend aangetroffen, evenmin als Veldbeemdgras.

4. D1-mengsel

Engels raaigras met een hoog aandeel in het zaadmengsel (40%) is in de Coenraadpolder Eemshaven en op de Slachtedyk de belangrijkste bedekker (figuur 5.5). Bij Delfzijl Haven is boven op het talud Witte klaver (10% mengsel) de belangrijkste bedekker. In de Coenraadpolder is Witte klaver ook een belangrijke bedekker, maar de bedekking op de Slachtedyk en zeker op Eemshaven is beduidend lager. Kweek is nog een belangrijke bedekker in Delfzijl Haven en Reukeloze kamille (*Tripleurospermum maritimum*) op de Coenraadpolder. Deze laatste soort heeft zich wellicht vorig jaar goed kunnen vestigen in de open zode in de Coenraadpolder, maar zal naar verwachting weer verdwijnen naarmate de zode meer gesloten wordt. Rood zwenkgras is bedekkend aangetroffen op de Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk. Veldbeemdgras is niet bedekkend aangetroffen.

Controle

Op de bestaande grasmat waar het D1-mengsel is ingezaaid, is Engels raaigras de belangrijkste bedekker (figuur 5.5), samen met Gewoon struisgras of Fioringras (vooral in de Coenraadpolder) en Rood zwenkgras (vooral op de Slachtedyk). Witte klaver komt ook overal bedekkend voor. Andere opvallende bedekkers zijn Kweek (Delfzijl Haven), Timoteegras (*Phleum pratense subs. pratense*; Eemshaven) en Kamgras (*Cynosurus cristatus*) en Duizendblad op de Slachtedyk.

Vegetatietyperologie

Op basis van de soortensamenstelling kan een vegetatietype worden toegekend via het programma SynBioSys (Hennekens et al., 2010). Door de vaak soortenarme vegetaties en het feit dat de proefvlakken redelijk recent zijn ingezaaid, is deze toekenning echter niet erg betrouwbaar.

De vegetaties op de controleproefvlakken worden op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven toegekend aan de rompgemeenschap met Fioringras, die onderdeel uitmaakt van de Weegbreekklasse en gekenmerkt worden door betreding/berijding. Een rompgemeenschap wil zeggen dat een aantal kenmerkende soorten van de associatie ontbreekt, zodat het type niet tot op associatieniveau benoemd kan worden. De vegetaties op de controlevlakken van Eemshaven en Slachtedyk worden dit jaar wel toegekend aan de associatie (soortenarme) Kamgrasweiden, overeenkomend met W2 (Hazebroek en Sprangers, 2002). De gevonden vegetaties komen overeen met de vegetaties die overwegend aangetroffen zijn in opnamen op bestaande vegetaties in Fase B van dit onderzoek.

De vegetaties ingezaaid met "basis + FA" worden alleen op het onderste deel van de Coenraadpolder nog toegekend aan pioniervegetaties (P). Dit zijn vrij open ruderaal vegetaties die vaak aangetroffen worden op locaties met aangevoerd materiaal). Op de overige locaties van de Coenraadpolder en Delfzijl Haven worden nu rompgemeenschappen met Fioringras aangetroffen (tredplantenvegetatie behorend tot de Weegbreekklasse). In Eemshaven en op de Slachtedyk zijn de opnamen toegekend aan (soortenarme) Kamgrasweiden (W2).

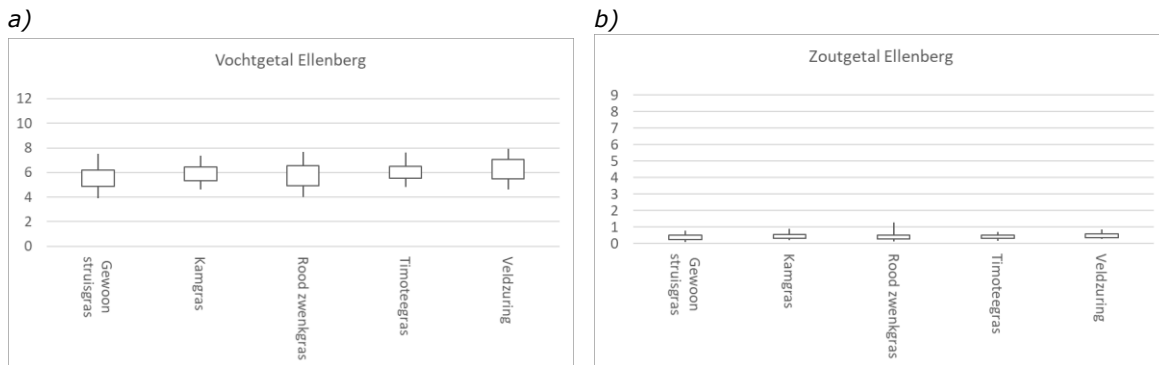
De vegetaties ingezaaid met "basis + TR" worden toegekend aan tredplantenassociaties met Engels raaigras en Grote weegbree of aan rompgemeenschappen hiervan met Fioringras. Er worden geen ruderaal vegetaties meer toegekend. De vegetaties op de Slachtedyk worden toegekend aan (soortenarme) Kamgrasweiden (W2).

De vegetaties ingezaaid met "basis + kruiden" worden in juni weer toegekend aan ruderaal vegetaties (open pioniervegetaties, P). Op de locatie Slachtedyk worden beide opnamen als (soortenarme) Kamgrasvegetatie (W2) gedefinieerd. In september worden de meeste opnamen echter toegekend aan een tredplantenassociatie met Grote Weegbree of aan Kamgrasweiden.

De vegetaties ingezaaid met D1 worden alleen op de onderste opname in Delfzijl Haven weer toegekend aan ruderaal vegetaties (open pioniervegetatie, P). In de overige locaties heeft de vegetatie zich tot een tredplanten vegetatie ontwikkeld of tot rompgemeenschappen met Fioringras.

5.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken

Er zijn vocht- en zoutgetallen en amplituden weergegeven voor de gevonden bedekkende soorten die in 2020 voor het eerst bedekkend voorkwamen (figuur 5.6). Dat zijn Gewoon struisgras, Kamgras, Rood zwenkgras, Timoteegras en Veldzuring. De Ellenberggetallen geven aan binnen welke amplitude van zoutgehalten en droogte planten in het wild voorkomen. De boxplots geven de Ellenberggetallen weer die het meest voorkomen (25-75% van de waarnemingen), de lijn naar boven en onder geeft de uitschieters weer, Ellenberggetallen die zelden voorkomen (minder dan 5% van de waarnemingen) liggen daar resp. boven of onder. Deze indicatie geldt dus niet voor de specifieke situatie op dijken of aan de Waddenzeekust. De getallen geven aan dat de soorten geen droge of zoute omstandigheden laten zien op de dijk. Rood zwenkgras komt soms voor op iets brakkere standplaatsen.



Figuur 5.6 Abiotische amplituden gebaseerd op Ellenberggetallen voor a) vocht en b) zout, voor de nieuwe bedekkende soorten (bron: SynBioSys, Hennekens et al., 2010). Bij hogere vochtgetallen komen soorten bij hogere vochtgehalten voor en bij hogere zoutgetallen bij meer zoute standplaatsen.

Wortelkenmerken zijn beschreven aan de hand van tabel 3-1 uit het Fase C-rapport (Schippers et al., 2019), worteldiepte (Biobase, CBS 2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR. Gewoon Struisgras heeft een relatief dicht en diep wortelstelsel. Kamgras heeft een dichte zode met ondiepe wortels (< 20 cm), maar is wel een indicator voor goede bodem en gezonde vegetatie. Rood Zwenkgras wortelt dicht en vrij diep (50-100 cm) tot diep, in dit mengsel is een variant met fijne en iets dikkere wortels gebruikt. Timoteegras heeft zowel ondiepere als erg diepe wortels (> 100 cm), net als Veldzuring. Soorten met diepere wortels kunnen goed vocht opnemen uit iets diepere lagen. Een afwisseling van bedekkende soorten met een ondiepe dichte wortelmat met soorten met een dieper wortelstelsel levert naar verwachting een erosiebestendige gras/kruidentvegetatie op.

5.6 Voorlopige conclusies

Beheer:

- Bij de locatie Eemshaven is standweiden van toepassing, waardoor er tijdens de tweede inventarisatieronde nog begraaasd werd. Op de Coenraadpolder en Slachtedyk zou de begrazing tijdens de tweede inventarisatie al beëindigd moeten zijn, maar liepen er nog steeds schapen op de dijk. Op de locatie Delfzijl Haven was een deel van de locatie (controlevak en onderste deel van de proefvlakken) kort voorafgaand aan de tweede inventarisatie geklepeld.
- We zien ook in september tijdens het begrazen nog veel bloeistengels, vooral op de Coenraadpolder viel het op. Het is aan te bevelen om te bloten na de laatste begrazingsronde (op alle locaties en mengsels). Naast Engels raaigras maken vooral Duizendblad, Smalle weegbree en Reukeloze kamille veel bloeistengels. Deze soorten kunnen zich dus ook goed verspreiden. Daarentegen zien we van Rietzwenkgras alleen kort afgegeten rozetten. De schapen lusten deze dus wel en zodoende komt hij niet tot bloei.

Vegetatie:

- De bedekking op de Coenraadpolder is inmiddels vrij goed bijgetrokken. Alleen het mengsel met Rietzwenkgras is in juni nog wel open (nog net geen 70%). Daarentegen zijn twee vakken van Eemshaven ook wat open (D1 en mengsel met kruiden). In september is de geslotenheid van alle locaties en mengsels echter (redelijk) goed, boven de 80 of 90%.
- Nu de pioniersfase van de vegetaties met veel eenjarige kruiden overgaat in een vegetatie van wat meer meerjarige soorten, neemt het totaal aantal soorten nog licht toe. In september zijn minder soorten zichtbaar dan in juni en neemt de waarneembare soortenrijkdom iets af. Op begraaide locaties lijkt het kruidenmengsel iets soortenarmer dan andere mengsels, maar op de gemaaide locaties juist iets soortenrijker. Pq's op de bovenzijde van de taluds lijken iets soortenrijker dan op de onderzijde van de taluds.
- In het zaadmengsel "Basis + FA" met Rietzwenkgras zijn Engels raaigras en de spontaan opgekomen Kweek de belangrijkste bedekkers. Ook Fioringras of Gewoon struisgras en het ingezaaide Rood zwenkgras komen nu bedekkend voor. Het meegezaaide Rietzwenkgras haalt op geen enkele locatie een bedekking van meer dan 5%.
- In de zaadmengsels "Basis + TR" met Witte klaver en "D1" zijn de ingezaaide Engels raaigras en/of Witte klaver de belangrijkste bedekkers. In Delfzijl Haven komt Kweek ook spontaan en bedekkend voor. Fioringras en het ingezaaide Roodzwenkgras komen nu ook bedekkend voor.
- In het zaadmengsel "Basis + kruiden" zijn de belangrijkste bedekkers de meegezaaide Smalle weegbree en/of Duizendblad. Daarnaast komt Roodzwenkgras bedekkend voor en in mindere mate Veldzuring en Rode klaver. De meegezaaide Herfstleeuwentand is nergens bedekkend aangetroffen.
- Alle zaadmengsels bevatten Veldbeemdgras, maar Veldbeemdgras is nergens bedekkend aangetroffen.
- De nieuwe bedekkende soorten (Gewoon struisgras, kamgras, Rood Zwenkgras, Timoteegras en Veldzuring) zijn niet indicatief voor droge en/of zoute standplaatsen op basis van Ellenberg-indicatorwaarden. Rood zwenkgras komt soms voor op iets brakkere standplaatsen. De soorten hebben verschillende worteltypen, wat bijdraagt aan een sterker wortelnetwerk.
- De toegekende vegetatietypen zijn kenmerkend voor grasvegetaties die vaak worden betreden/bereden of voor kamgrasweiden en veel minder vaak voor ruderales vegetaties. In het mengsel met kruiden kwamen in juni nog wel ruderales vegetaties voor.

6 Resultaten 2021

6.1 Beheer werkzaamheden 2021

Op de locaties Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk is het reguliere beheer met schapenbegrazing doorgezet. Op de locatie Delfzijl Haven is begin dit jaar besloten om het klepelbeheer om te zetten naar twee keer per jaar maaien en afvoeren, omdat de vegetatie erg voedselrijk en verruigd is. Er is besloten om de eerste inventarisatieronde vrij vroeg te doen in mei (19-21 mei), zodat het talud van de locatie Delfzijl Haven daarna voor de eerste keer gemaaid kan worden. De schade door wortelproeven en trekproeven in februari dit jaar leek in deze ronde grotendeels hersteld te zijn, her en der leek de oppervlakte wat ongelijk of zagen we kleine open plekjes. In Eemshaven basis + kruid zagen we iets wat op een oude plag leek. De tweede ronde is daarom ook wat vroeger uitgevoerd, namelijk van 13-17 augustus. Toen bleek de vegetatie op Delfzijl Haven alsnog behoorlijk voedselrijk en verruigd (akkerdistel) en is besloten nog een extra maai- en afvoerronde uit te voeren. Ook de Coenraadpolder oogt wat productief en ruiger (akkerdistel), met veel maaisel en afgeslagen stengels. Wellicht is hij vrij recent geklepeld vanwege de akkerdistel, maar klepelen/maaien zonder afvoeren, verergert het probleem juist (zie ook Van der Zee 1992). Ook op Eemshaven en Slachtedyk leek de biomassa wat hoger dan voorgaande jaren, wellicht doordat 2021 een wat natter jaar was en de voorgaande twee jaar juist wat droger. Hier was echter geen sprake van verruiging en een redelijke bloei van kruiden, wel kleine beetjes maaisel op de Slachtedyk her en der.

6.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2020/2021

De beoordeling WBI en doorworteling VTV zijn gemeten op 1 en 3 maart 2021. In alle pq's zijn drie gutssteken genomen: linksboven, midden en rechtsonder, dus zes steken per proefvlak. Alle plaggen zijn direct linksonder de bovenste pq's gestoken, op een plek waar geen trekproeven worden genomen. De monsters zijn dit jaar niet verzameld voor verdere analyse in het wortel lab van de RU, omdat de RU dit jaar zelf monsters verzamelt voor de bepaling van de wortelbiomassa in combinatie met de trekproeven die dit jaar ook zijn uitgevoerd, gelijktijdig met de VTV en WBI.

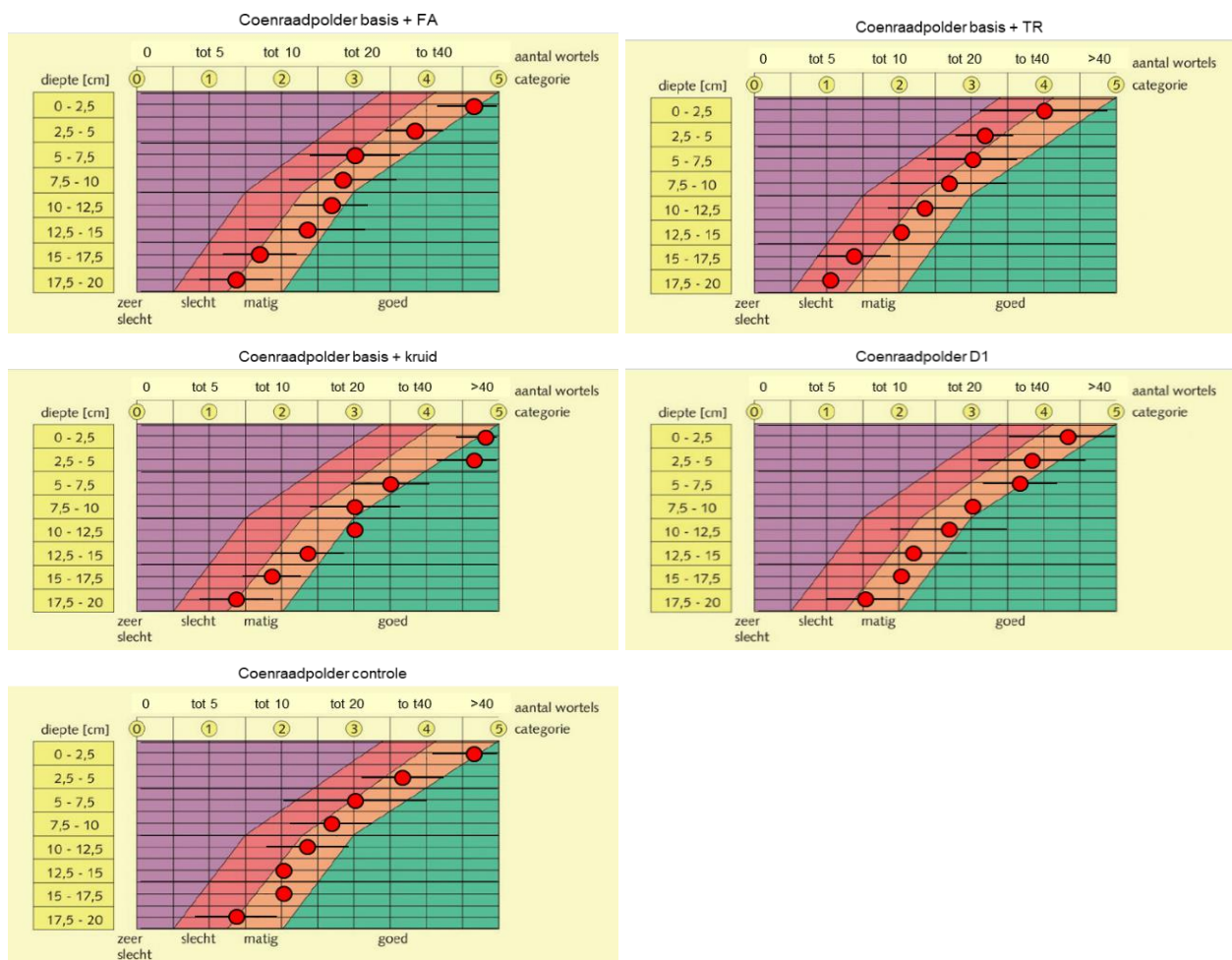
Locatie Coenraadpolder

De vegetatie was op de locatie Coenraadpolder in zijn geheel gesloten (tabel 6.1), waar deze vorig jaar nog vrij open was. Opvallend is dat net als vorig jaar alleen de plag in de controle of in het mengsel "basis + kruiden" sterk blijkt, en die in mengsel "basis + Witte klaver" nog slechter scoort dan vorig jaar. Dat kan te maken hebben met de wat korrelige ondergrond en/of dat op die plek net een muizengang/hol aanwezig was.

De wortelgrafieken (figuur 6.1) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels "slecht" tot "matig" is, waar dat vorig jaar doorgaans nog "slecht" was. Opvallend is dat ook het controleproefvlak matig scoorde, waar dat vorig jaar doorgaans "goed" scoorde. Alleen de wortelmonsters in de bovenste 5 cm van het mengsel "Basis + kruiden" scoren "goed", waar dit vorig jaar nog "slecht" tot "matig" was.

Tabel 6.1 WBI-beoordeling Coenraadpolder. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	direct linksonder bovenste pq	makkelijk te breken	82%	rijen met muizenholen, wormen
basis + TR	gesloten	direct linksonder bovenste pq	onmogelijk intact te houden	80%	rijen met muizenholen, wormen
basis + kruid	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	82%	rijen met muizenholen, wormen
D1	gesloten	direct linksonder bovenste pq	makkelijk te breken	82%	rijen met muizenholen, wormen
controle	gesloten	direct linksonder pq	moeilijk te breken	95%	muizenholen, mos



Figuur 6.1 Doorworteling gutssteken Coenraadpolder. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

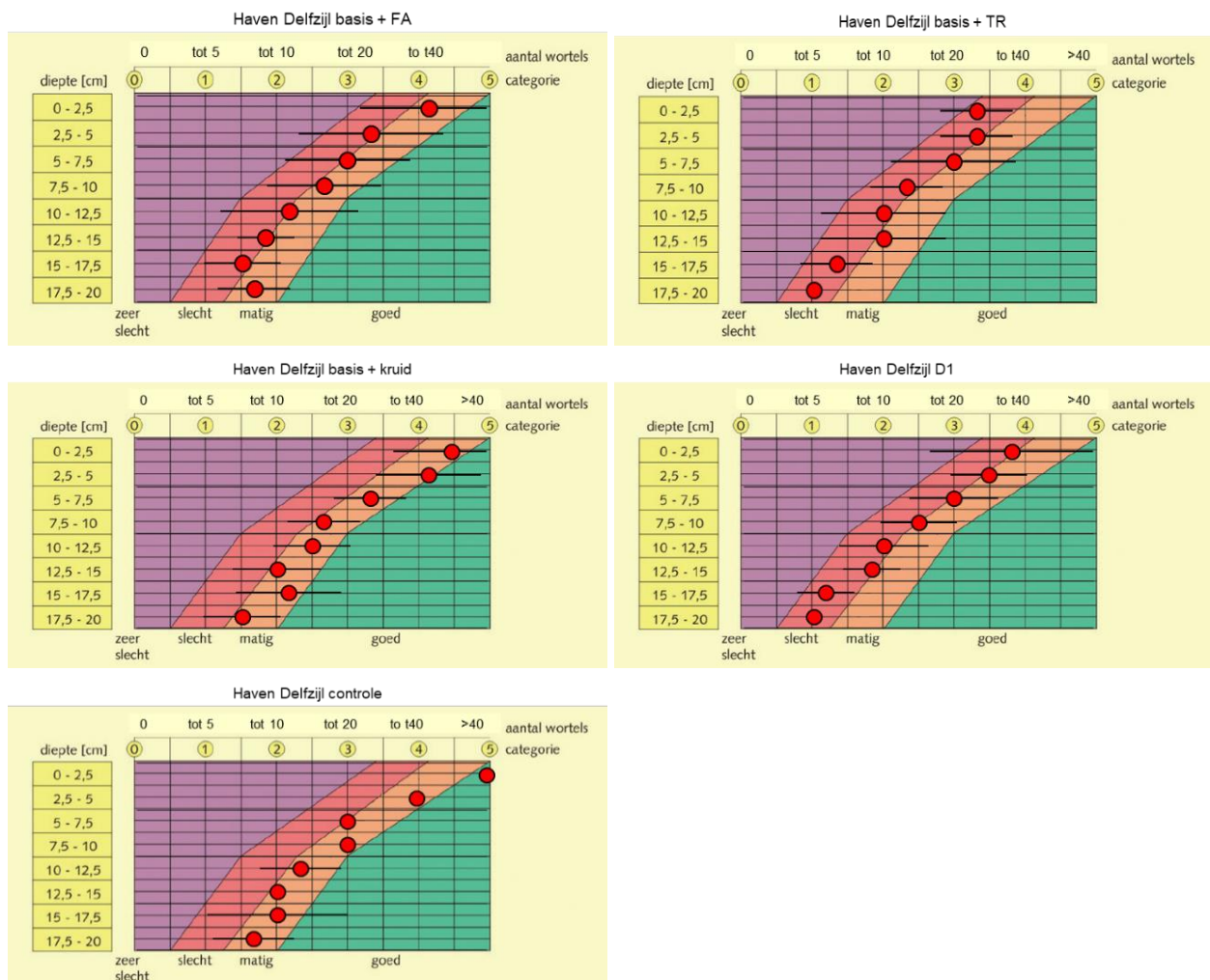
Locatie Delfzijl Haven

Op de locatie Delfzijl Haven zijn alle deelvlakken gesloten (tabel 6.2), waar deze vorig jaar nog vrij open waren. De bedekking van de proefvlakken "basis + kruiden" en "D1" hebben nog steeds een iets lagere bedekking dan de andere vlakken. Opvallend is dat de plag van "basis + kruiden" toch redelijk sterk bleek, terwijl die van D1 moeilijk intact was te houden. De overige plaggen blijken nu ook sterk, waar dat vorig jaar alleen nog in het kruidenmengsel en in de controle het geval was.

De wortelgrafieken (figuur 6.2) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels “slecht” tot “matig” is, waar dat vorig jaar nog “slecht” was. Alleen de wortelmonsters in de bovenste 2,5 cm van het controleproefvlak scoort “goed”, net als vorig jaar.

Tabel 6.2 WBI-beoordeling Delfzijl Haven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moelijk te breken	90%	muizenholen, wormen
basis + TR	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moelijk te breken	80-90%	Bovenzijde talud wat opener. Muizenholen, ganzenpoep, rijsporen boven
basis + kruid	gesloten-open	direct linksonder bovenste pq	moelijk te breken	65%	Vegetatie nog wat open. Muizenholen en wormen
D1	gesloten-open	direct linksonder bovenste pq	Makkelijk te breken	65-70%	bovenste stuk talud opener en rijsporen. Muizenholen en ganzenpoep
controle	gesloten	direct linksonder pq	moelijk te breken	95%	muizenholen, wormen



Figuur 6.2 Doorworteling gutssteken Delfzijl Haven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling “goed” te krijgen.

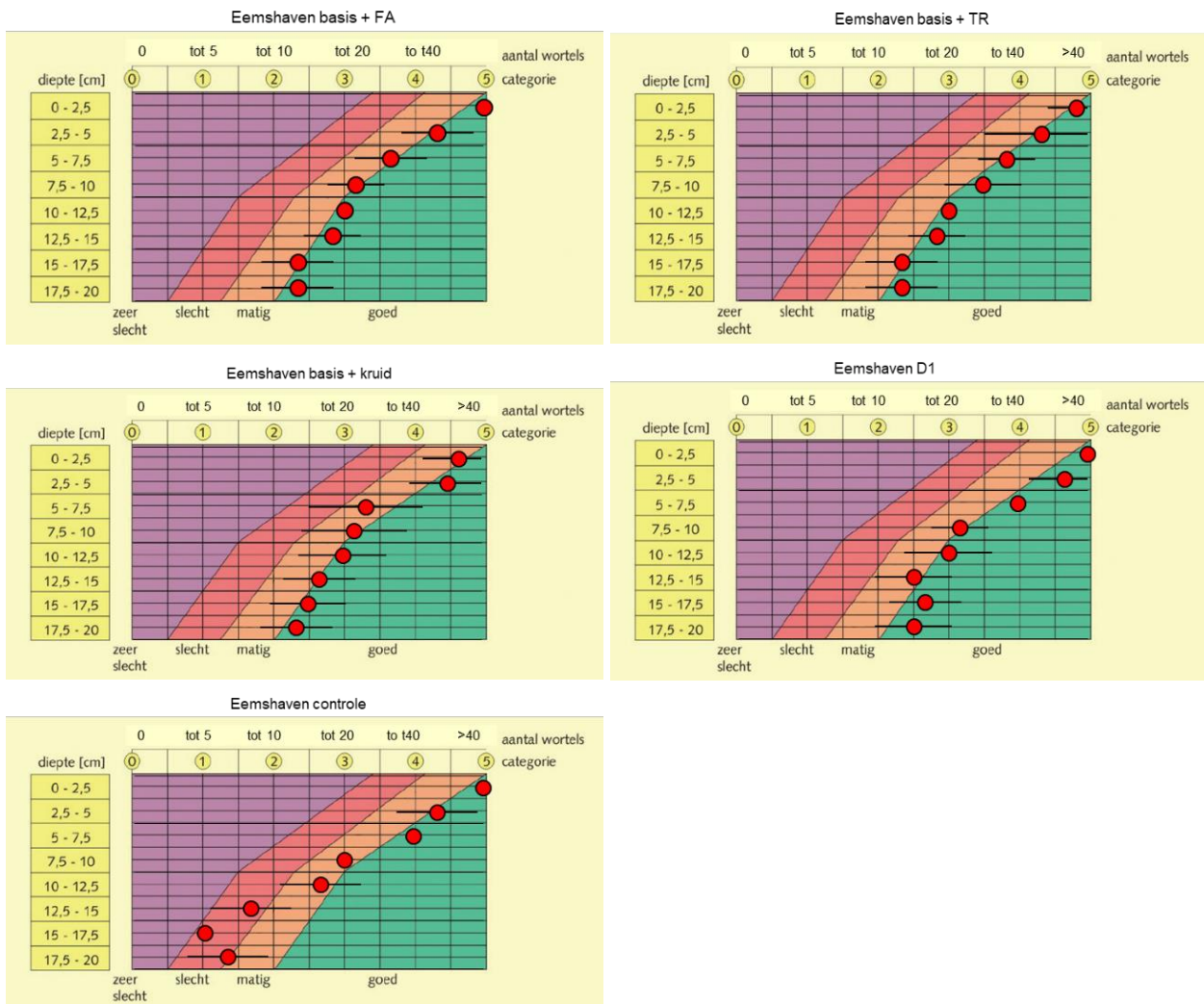
Locatie Eemshaven

Op de locatie Eemshaven hadden alle mengsels, net als vorig jaar, een (bijna) gesloten vegetatie en een hoge bedekking (tabel 6.3). Alleen de bedekking van de vegetatie in het mengsel "basis + kruiden" is nog steeds behoorlijk open. Er staat veel Veldzuring, maar ook veel kiemplanten van Smalle Weegbree en Duizendblad. De plantafstand tussen kruiden onderling is < 10 cm, maar tussen grasblad > 10 cm, vandaar de beoordeling 'open'. De plag is in dit mengsel wel sterk en er steken veel wortels onder de plag uit. De plagresultaten zijn nog steeds goed in de controle en de mengsels met Rietzwenkgras en kruiden. In het D1-mengsel scoort de plag nu ook goed, die in "Basis + Witte klaver" nog steeds matig.

De wortelgrafieken geven aan dat alle mengsels tot in de diepere lagen meestal "goed" scoren en soms "matig", waar dat vorig jaar nog slecht tot matig was (figuur 6.3). Alleen het kruidenmengsel scoorde vorig jaar ook al "matig" tot "goed". Het controleproefvlak scoort "goed" in de bovenste 7,5 cm, daaronder tot 12,5 cm "matig" en daaronder "slecht", waar deze vorig jaar overal "matig" scoorde.

Tabel 6.3 WBI-beoordeling Eemshaven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	85%	muizenholen
basis + TR	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk intact te houden	85%	muizenholen
basis + kruid	open	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	40%	veel mos
D1	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	85%	muizengang
controle	gesloten	direct linksonder pq	moeilijk te breken	85%	muizengangen en/of verzakking net boven asfalt. Vrij veel mos.



Figuur 6.3 Doorworteling gutssteken Eemshaven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

Locatie Slachtedyk

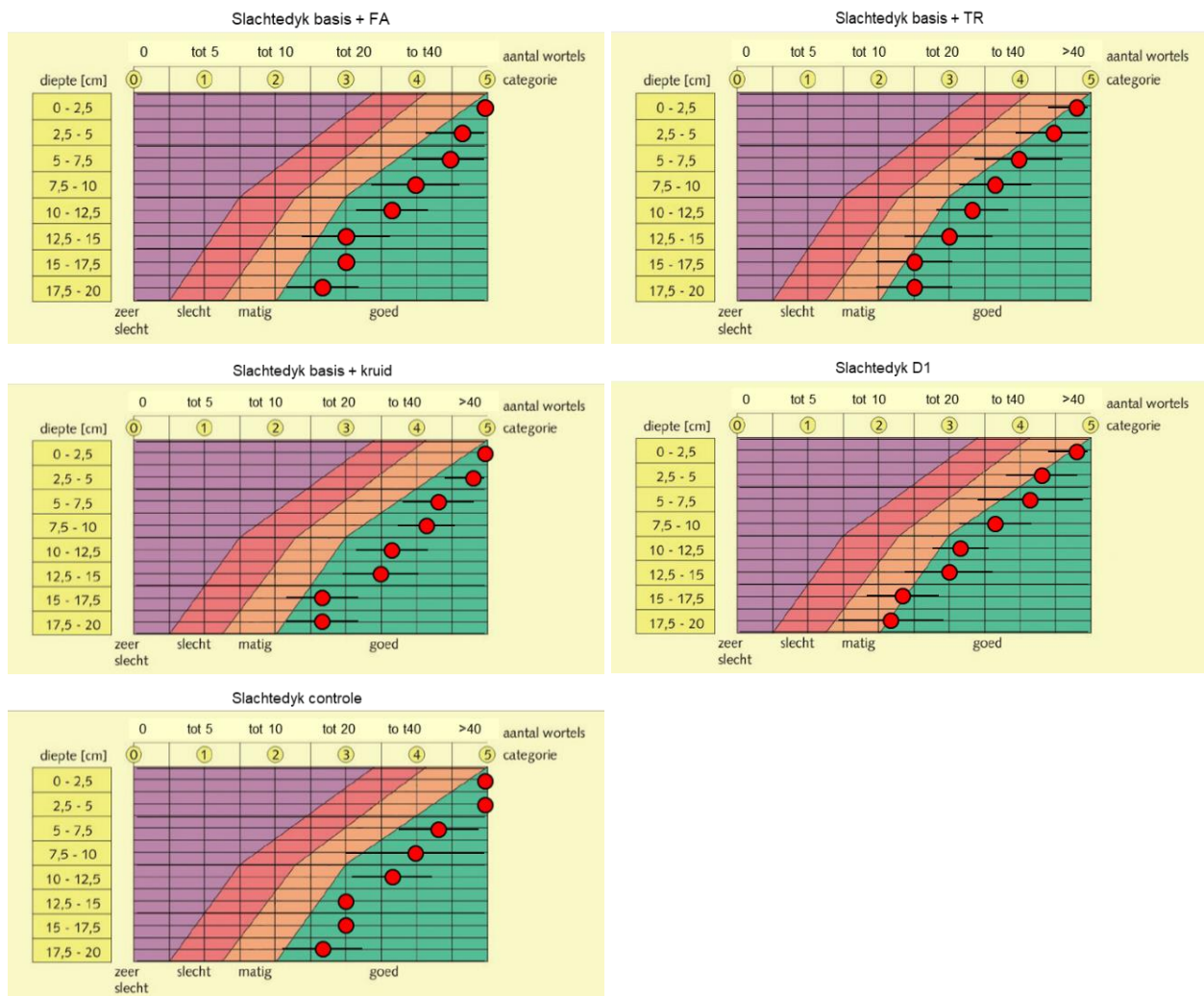
Op de locatie Slachtedyk zijn de proefvlakken zelf niet gebloot, het dijkvak eromheen wel, bleek uit een gesprek met de beheerder. Er is ook bemesting toegepast, wellicht ook op de proefvlakken.

Alle mengsels hadden een gesloten vegetatie en een hoge bedekking (tabel 6.4) en een sterke plag, ook in het mengsel D1 waarvan de plag vorig jaar nog matig scoorde. De plag gestoken in het mengsel "basis + kruiden" was sterk, maar er brak een hoek af. Vorig jaar is er tussen de pq's gestoken, dus dat is waarschijnlijk niet de oorzaak. Echter de plag in mengsel D1 hebben we iets naar links opgeschoven, omdat daar ook een oude steek zichtbaar leek te zijn.

De wortelgrafieken geven aan dat alle mengsels "Basis + FA", "Basis + TR" en "Basis + kruiden" en "D1", evenals het controleproefvlak, tot in de diepere lagen "goed" scores (figuur 6.4). Vorig jaar scoorden deze mengsels in de diepere lagen nog "matig". Alleen het D1-mengsel scoort boven 15 cm "goed", waar het vorig jaar dat alleen in de bovenste 2,5 cm deed.

Tabel 6.4 WBI-beoordeling Slachtedyk. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

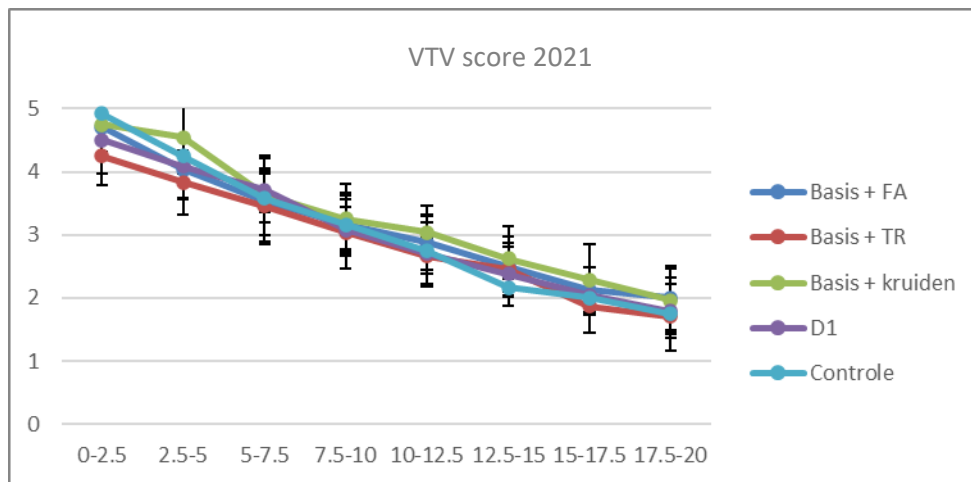
Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	95%	muizengaten
basis + TR	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	95%	muizengangen. Open grond rond dijksteen 7.4
basis + kruid	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	75%	wormen. Er breekt een stukje af van de plag, de rest is sterk
D1	gesloten	direct linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	95%	hondenpoep en afval (buiten pq)
controle	gesloten	direct linksonder pq	moeilijk te breken	95%	paaltje teruggevonden onder in talud, kaal streepje in gras daardoor



Figuur 6.4 Doorworteling gutssteken Slachtedyk. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

Alle locaties

Figuur 6.5 laat zien dat naast het basismengsel met kruiden ook de andere mengsels inmiddels een relatief goede doorworteling hebben ten opzichte van de controle.



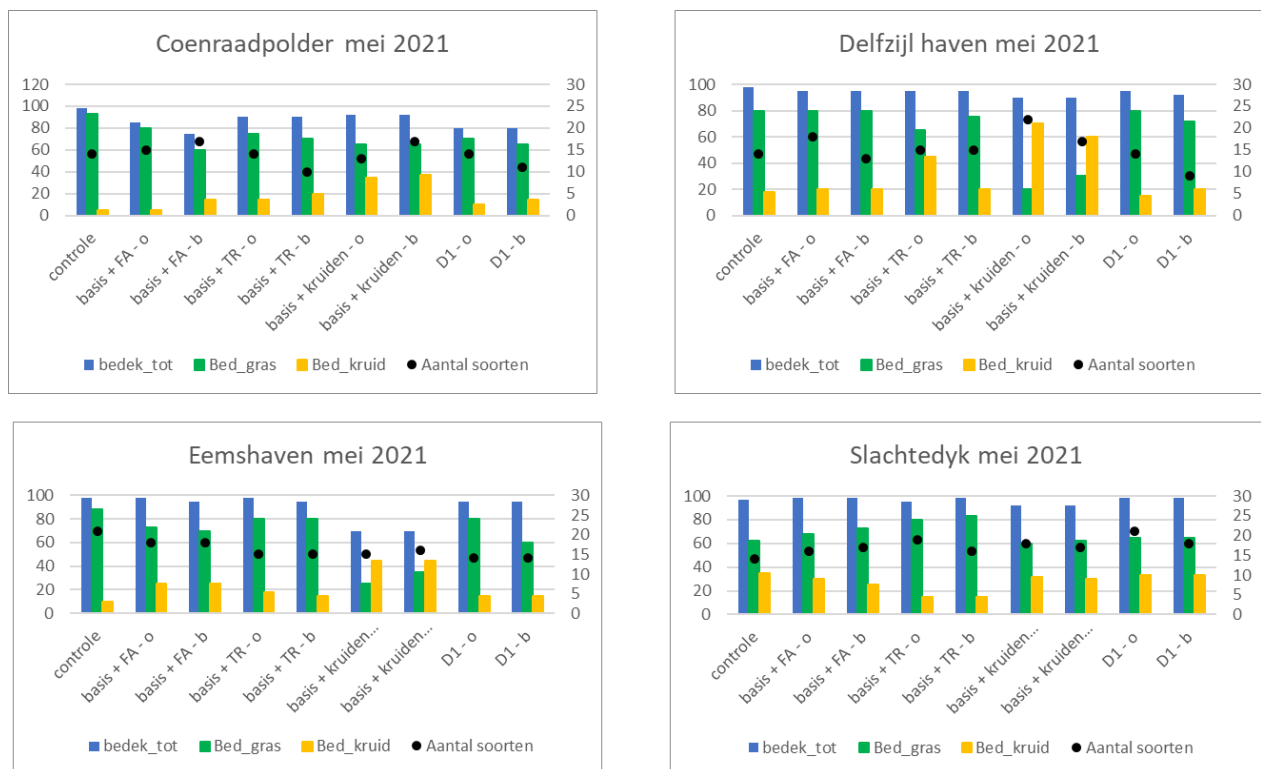
Legenda:

Controle	= bestaande graszode
Basis + FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden
D1	= standaard dijkenmengsel

Figuur 6.5 Gemiddelde doorworteling gutschteken van 2021 (VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) per zaadmengsel voor alle locaties. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer.

6.3 Resultaten vegetatie inventarisatie 2021: bedekking en soortenrijkdom

Tijdens de eerste inventarisatieronde eind mei 2021 blijkt de totale bedekking van de vegetaties op alle locaties inmiddels vaak boven de 90% te zijn (figuur 6.6). Op de Coenraadpolder zijn de bedekkingen wat lager, maar wel tegen of boven de 80%. Op de locatie Eemshaven blijft de bedekking op het kruidenmengsel wat achter (70%). Hier is ook de kruidenbedekking nog steeds hoger dan de grasbedekking, net als in het kruidenmengsel op de locatie Delfzijl Haven. Op deze locatie is de grasbedekking in het D1-mengsel inmiddels weer hoger dan de kruidenbedekking. Het totaalaantal soorten is op de meeste locaties in juni licht afgenomen of gelijk gebleven ten opzichte van september vorig jaar. De verschillen in aantallen soorten tussen de mengsels lijken ook kleiner te worden. Dat kan veroorzaakt worden doordat pionierssoorten in deze fase van ontwikkeling verdwijnen en een beperkt aandeel van de soorten een bedekking (van > 5%) bereikt (zie ook par. 6.4).

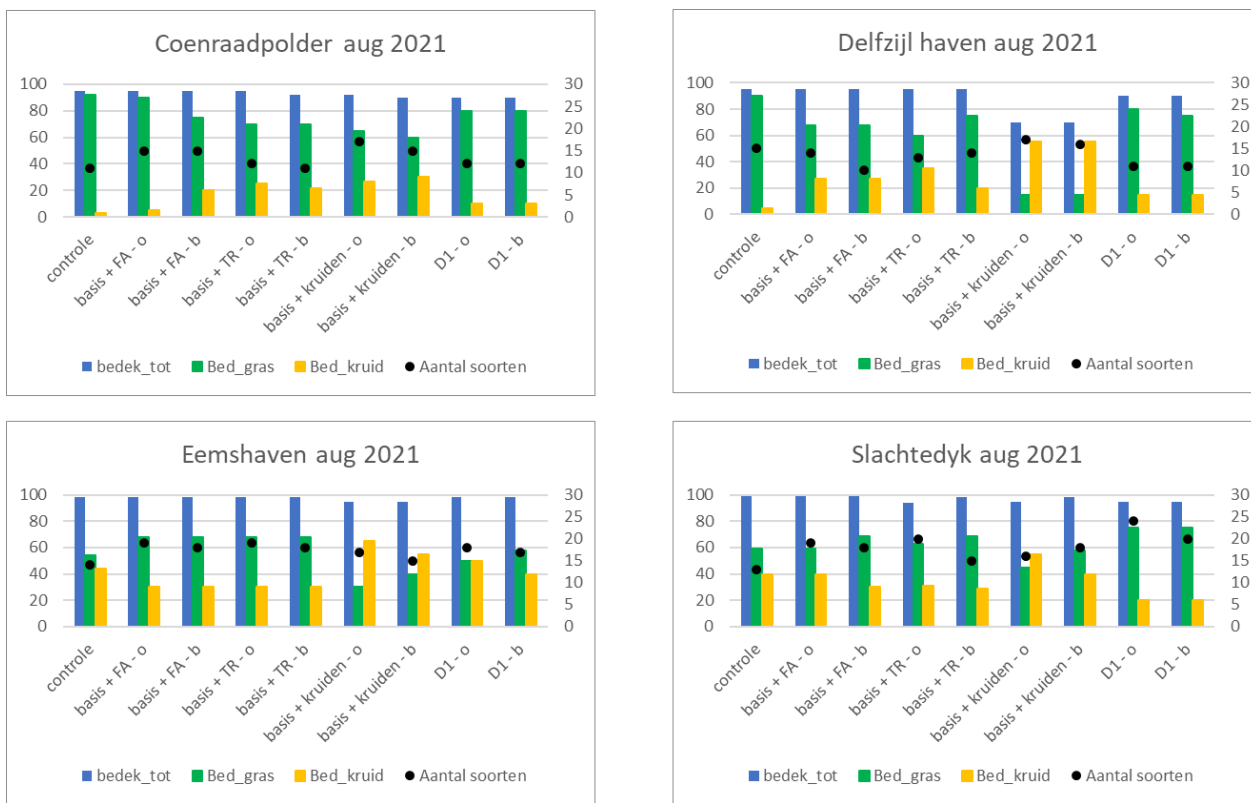


Legenda:

Controle	= bestaande graszode	o = onderzijde buitentalud
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	b = bovenzijde buitentalud
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver	
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden	
D1	= standaard dijkenmengsel	

Figuur 6.6 Vegetatie op de vier proeflocaties in mei 2021 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaalaantal soorten.

Tijdens de tweede inventarisatieronde in augustus 2021 blijkt dat de totale bedekking van de vegetaties (licht) toegenomen is. Op alle locaties zijn deze nu > 90% (figuur 6.7), ook in het kruidenmengsel op de locatie Eemshaven. Opvallend is dat de totale bedekking van het kruidenmengsel in Delfzijl Haven afgenomen is tot 70%. Het kruidenmengsel op de locaties Delfzijl Haven en Eemshavens heeft nog steeds een hoog aandeel kruiden. Opvallend is dat op de Slachtedyk het aandeel kruiden boven in het kruidenmengsel ook relatief hoog is. Naast de ingezaaide kruiden is dat vooral Madelief, maar ook Witte klaver.

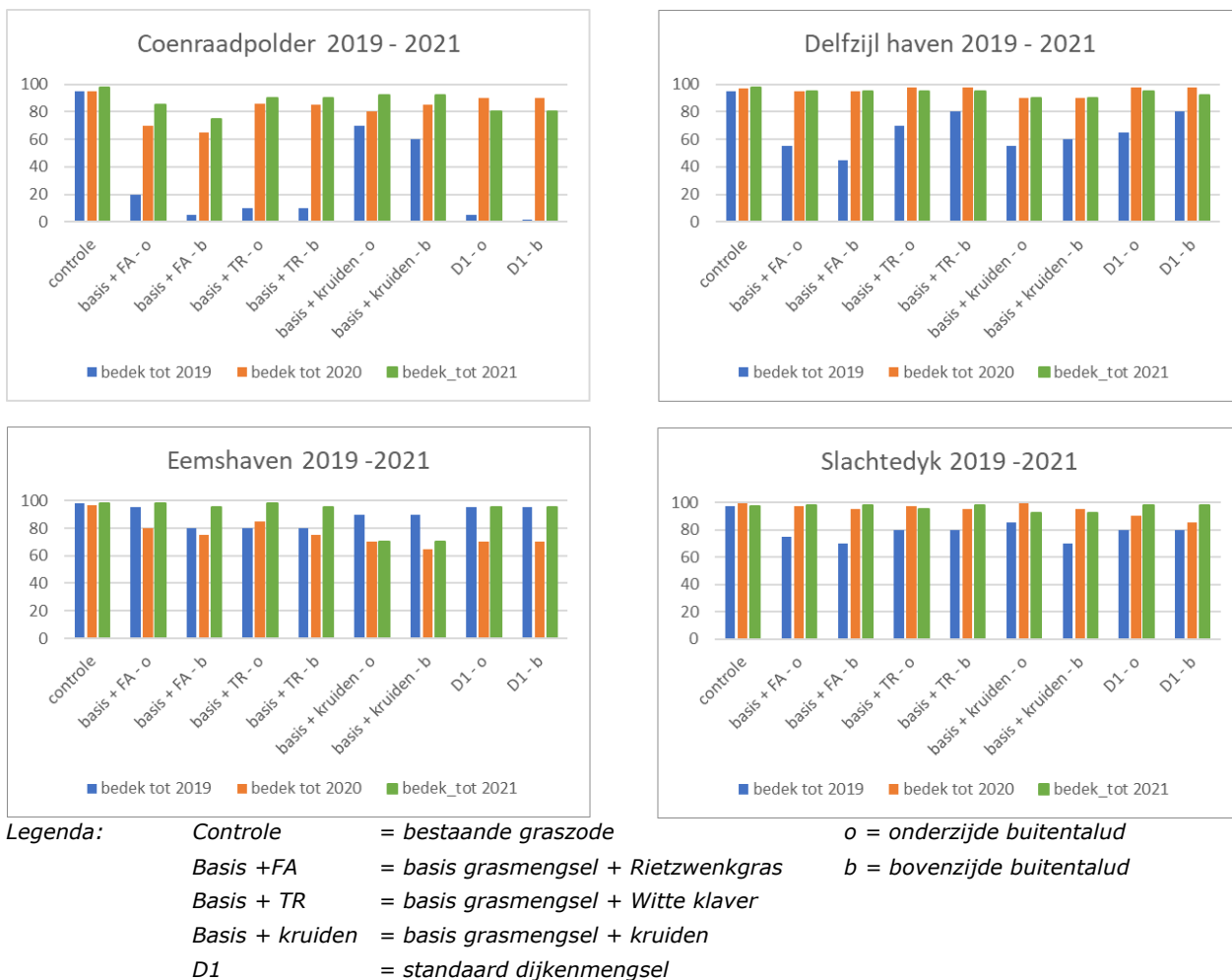


Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis +FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkmenngsel</i>		

Figuur 6.7 Vegetatie op de vier proeflocaties in augustus 2021 bij verschillende zaadmengsels: totale bedekking, bedekking grassen, bedekking kruiden (%) en totaalaantal soorten.

We hebben dit jaar halverwege de proef ook een overzicht gemaakt van de ontwikkeling van de totale bedekking van de vegetaties van de zaadmengsels op de vier locaties tussen 2019 en 2021 (figuur 6.8). Daaruit blijkt dat de totale bedekking (zeker in de Coenraadpolder) erg is toegenomen in het tweede jaar van de proef. Het derde jaar neemt de bedekking dan niet of nauwelijks nog toe of zelfs iets af. Opvallend is dat in Eemshaven de bedekking in het kruidenmengsel juist is afgenomen na het eerste jaar.



Figuur 6.8 De totale bedekking (5) van de vegetatie op de vier proeflocaties in het voorjaar van 2019, 2020 en 2021 bij verschillende zaadmengsels.

6.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2020: soortensamenstelling

1. Basis + FA (Basis + Rietzwenkgras)

Engels raaigras is op alle locaties de hoogste bedekker (figuur 6.9), behalve op de Slachtedyk, waar Rood zwenkgras de belangrijkste bedekker is. In Delfzijl Haven is Kweek nog steeds een belangrijke bedekker. Op de Coenraadpolder is Ruw Beemdgras ook een belangrijke bedekker. Het aantal soorten dat een bedekking (> 5%) haalt, neemt toe. Het toegevoegde Rietzwenkgras haalt voor het eerst, in de Coenraadpolder en op de Slachtedyk, een bedekking van maximaal 8%. Andere bedekkende soorten zijn de Coenraadpolder Fioringras en Zachte dravik (op het boventalud), in Delfzijl Haven naast Fioringras ook Kruipende boterbloem en Akkerdistel (ruigtesoort), op Eemshaven en de Slachtedyk wat meer graslandsoorten als Fioringras, Zachte dravik, Gewone hoornbloem, Witte klaver en Madelief. Duizendblad haalt op de Slachtedyk ook net een bedekking. Het ingezaaide Veldbeemdgras is niet bedekkend aangetroffen.

2. Basis + *Trifolium repens* (Basis + Witte Klaver)

Engels raaigras is alleen op de locatie Eemshaven verreweg de belangrijkste bedekker. Op de Coenraadpolder zijn Ruw beemdgras en Roodzwenkgras ook een belangrijke bedekker, in Delfzijl Haven Kweek en op de Slachtedyk Rood zwenkgras. De toegevoegde Witte klaver komt ook ruim bedekkend voor, behalve in Delfzijl Haven, terwijl dat vorig jaar nog de hoogste bedekker was op het boventalud. Andere bedekkende soorten zijn op de Coenraadpolder Fioringras en op het boventalud Zachte dravik en Akkerdistel (ruigte); in Delfzijl Haven Fioringras, Gewoon struisgras (ondertalud), Akkerdistel (ruigte), Rood zwenkgras,

Ruw beemdgras en Kruipende boterbloem; in Eemshaven Zachte dravik, Rood zwenkgras, Ruw beemdgras en Witte klaver; op de Slachtedyk Fioringras, Zachte dravik, Ruw beemdgras, Witte klaver, gewoon Duizendblad (ondertalud) en Madeliefje. Het ingezaaide Veldbeemdgras is niet bedekkend aangetroffen.

3. Basis + kruiden

Engels raaigras is alleen op de Coenraadopolder en op het ondertalud van de Slachtedyk de belangrijkste bedekker, maar heeft elders wel een bedekking (> 5%), evenals Rood zwenkgras. In Delfzijl Haven is Rode klaver de belangrijkste bedekker en in Eemshaven Duizendblad (boventalud). De ingezaaide kruiden komen op alle locaties bedekkend voor, alleen Veldzuring haalt geen bedekking op de Slachtedyk. Rood zwenkgras komt overal bedekkend voor, op de Coenraadopolder is verder Ruwbeemdgras (ondertalud) en Akkerdistel bedekkend; in Delfzijl Haven Kweek, Kruipende boterbloem en Witte klaver (boventalud); in Eemshaven Zachte dravik (boventalud) en Witte klaver (ondertalud); in Slachtedyk Ruw beemdgras, Gewoon struisgras (boventalud), Gestreepte witbol, Witte klaver en Madeliefje. Herfstleuwentand (*Leontodon autumnalis*) is nergens bedekkend aangetroffen, evenmin als Veldbeemdgras.



Legenda:

controle = bestaande graszode o = onderzijde buitentalud

Basis + FA = basis grasmengsel + Rietzwenkgras b = bovenzijde buitentalud

Basis + TR = basis grasmengsel + Witte klaver

Basis + kruiden = basis grasmengsel + kruiden

D1 = standaard dijkmenngsel

Figuur 6.9 Soortensamenstelling en bedekking (%) individuele soorten bedekkende grassen en kruiden op de vier proeflocaties in juni en september 2020 bij verschillende zaadmengsels. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking >= 5% halen, zijn weergegeven.

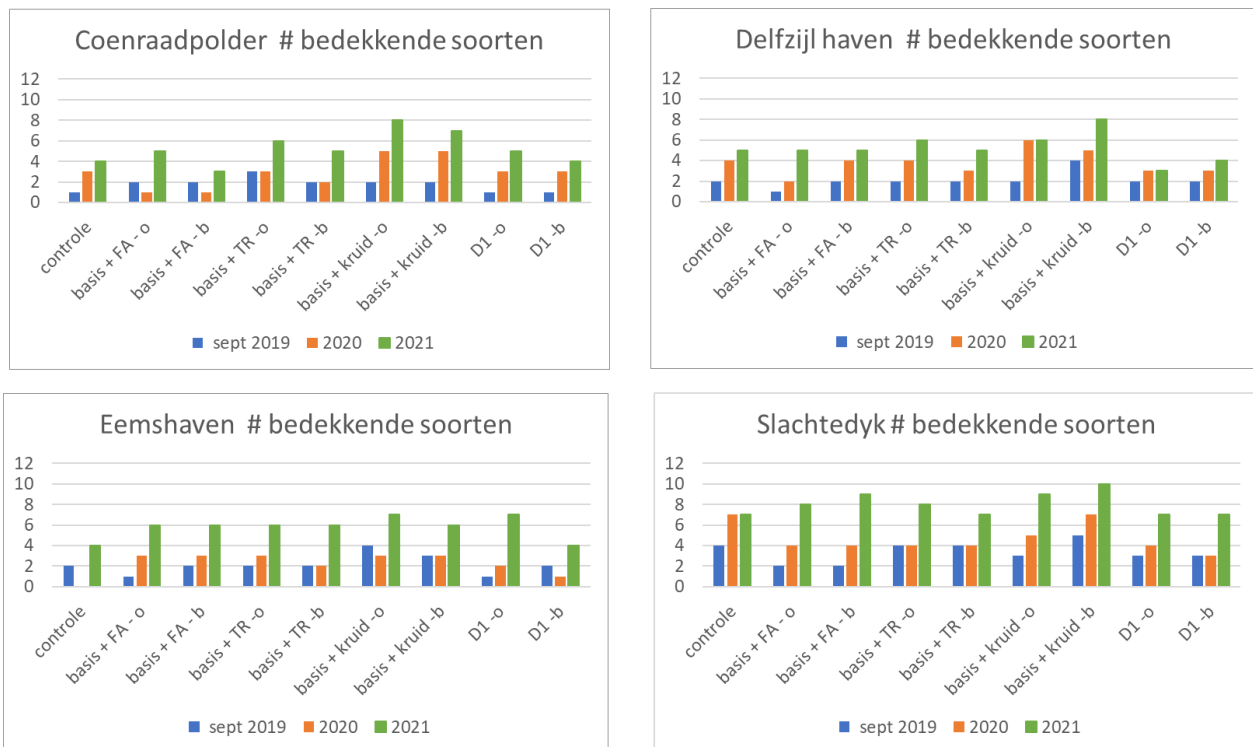
4. D1-mengsel

Engels raaigras is in de Coenraadopolder en Eemshaven de belangrijkste bedekker, in Delfzijl Haven is dat Kweek en op de Slachtedyk Rood Zwenkgras. De ingezaaide Witte klaver is ook een belangrijke bedekker op alle locaties, vooral op de boventaluds. Ook Ruw beemdgras komt overal bedekkend voor. Andere bedekkende soorten zijn op de Coenraadopolder en Delfzijl Haven Akkerdistel; in Eemshaven Zachte dravik,

Straatgras (ondertalud) en Duizendblad (ondertalud); op de Slachtedyk Fioringras, Madeliefje en Gewoon duizendblad. Reukeloze kamille komt niet meer bedekkend voor in de Coenraadpolder. Veldbeemdgras is niet bedekkend aangetroffen.

Controle

Op de bestaande grasmatis is in Delfzijl Haven en op de Slachtedyk Engels raaigras niet meer de belangrijkste bedekker, dat is nu resp. Fioringras/Kweek en Witte klaver. In de Coenraadpolder is Fioringras en Roodzwenk medebepalend (vooral in de Coenraadpolder) en Rood zwenkgras (vooral op de Slachtedyk). Verdere bedekkende soorten zijn op de Coenraadpolder Ruw beemdgras; in Delfzijl Haven Ruw beemdgras en Gewoon struisgras; in Eemshaven Zachte dravik en Witte klaver; op de Slachtedyk Zachte dravik, Ruw Beemdgras, Kamgras en Madeliefje.



Legenda:

Controle	= bestaande graszode	o = onderzijde buitentalud
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	b = bovenzijde buitentalud
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver	
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden	
D1	= standaard dijkenmengsel	

Figuur 6.10 Aantal soorten bedekkende grassen en kruiden op alle proeflocaties in 2019, 2020 en 2021 bij verschillende zaadmengsels. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

Omdat het aantal bedekkende soorten steeds moeilijker in beeld is te brengen en om een beeld door de tijd te maken, hebben we dit jaar een overzicht gemaakt van het aantal bedekkende soorten per mengsel en locatie van 2019 tot 2021 (figuur 6.10). Hieruit blijkt dat het aantal bedekkende soorten overal is toegenomen en is overal het hoogst in het kruidenmengsel. De verschillen met andere mengsels zijn relatief het grootst in de Coenraadpolder en in Delfzijl Haven. In het algemeen is het aantal bedekkende soorten op de Slachtedyk het hoogst.

Vegetatietypologie

Op basis van de soortensamenstelling kan een vegetatietype worden toegekend via het programma SynBioSys (Schaminée et al., 2010; 2015). Door de vaak soortenarme vegetaties en het feit dat de vegetatie op de proefvlakken nog niet is uitontwikkeld, is deze toekenning echter niet erg betrouwbaar.

De vegetaties op de controleproefvlakken worden inmiddels gekenmerkt door (soortenarme) kamgrasweiden (W2) met Engels raaigras. Op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven is nog sprake van rompgemeenschappen, die wat meer bepaald worden door Ruwbeemdgras (mei) of Fioringras (augustus).

De vegetaties ingezaaid met "basis + FA" hebben zich ook ontwikkeld tot (soortenarme) kamgrasweiden (W2) met Engels raaigras. Ook in dit mengsel komen op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven nog rompgemeenschappen voor die gekenmerkt worden door Ruwbeemdgras in het voorjaar en Fioringras in het najaar en door ruderales vegetaties met Kweek in Delfzijl Haven.

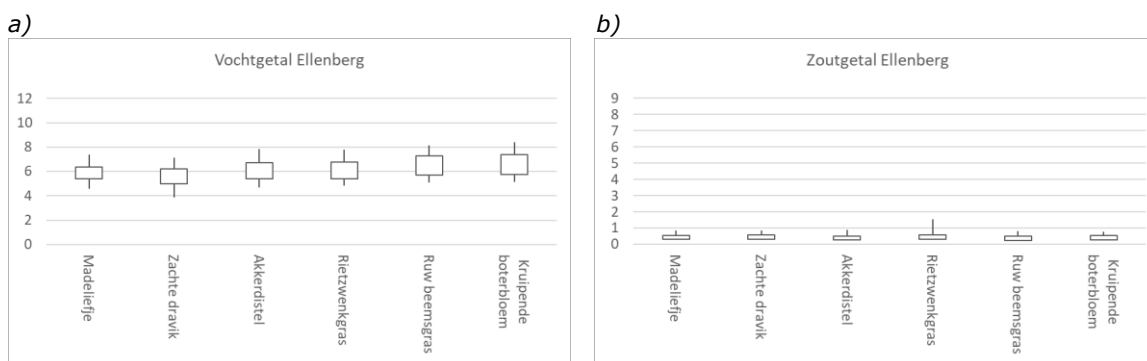
Ook de vegetaties ingezaaid met "basis + TR" hebben zich ontwikkeld tot (soortenarme) kamgrasweiden (W2) met Engels raaigras. Op de Coenraadpolder treffen we onder op het talud nog een rompgemeenschap aan met Jacobskruiskruid, op Delfzijl Haven open pioniervegetaties (P) met akkerdistel (in augustus) en op de Slachtedyk vegetaties met Zachte dravik (in mei).

De vegetaties ingezaaid met "basis + kruiden" hebben zich ontwikkeld tot rompgemeenschappen van voedselrijke graslanden met Rode klaver. Op Eemshaven komt boven op het talud in augustus een rompgemeenschap met Jacobskruiskruid voor en op de Slachtedyk wordt de vegetatie in augustus boven op het talud toegekend aan (soortenarme) kamgrasweide (W2) met Engels raaigras.

De vegetaties ingezaaid met D1 worden in Delfzijl Haven (vooral in het najaar ook boven op het talud) weer toegekend aan ruderales vegetaties (open pioniervegetatie, P) met Kweek of Akkerdistel. Op de overige locaties heeft de vegetatie zich ontwikkeld tot (soortenarme) kamgrasweide (W2) met Engels raaigras.

6.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken

Er zijn vocht- en zoutgetallen en amplituden weergegeven voor de gevonden bedekkende soorten die in 2021 voor het eerst bedekkend voorkwamen, (figuur 6.11). Dit zijn resp. Madeliefje, Zachte dravik, Akkerdistel, Rietzwenkgras, Ruw beemdgras en Kruipende boterbloem. De Ellenberggetallen geven aan binnen welke amplitude van zoutgehalten en droogte planten in het wild voorkomen. De boxplots geven de Ellenberggetallen weer die het meest voorkomen (25-75% van de waarnemingen), de lijn naar boven en onder geeft de uitschieters weer, Ellenberggetallen die zelden voorkomen (minder dan 5% van de waarnemingen) liggen daar resp. boven of onder. Deze indicatie geldt dus niet voor de specifieke situatie op dijken of aan de Waddenzee kust. De getallen geven aan dat alle soorten geen droge of zoute omstandigheden laten zien op de dijk. Rietzwenkgras komt soms ook op iets brakkere standplaatsen voor.



Figuur 6.11 Abiotische amplituden gebaseerd op Ellenberggetallen voor a) vocht, en b) zout, voor de nieuwe bedekkende soorten (bron: SynBioSys, Hennekens et al., 2010). Bij hogere vochtgetallen komen soorten bij hogere vochtgehalten voor en bij hogere zoutgetallen bij meer zoute standplaatsen.

Dit jaar hebben we ook een analyse gedaan naar gemiddelde vocht- en zoutindicatoren van alle opnamen (i.p.v. van individuele soorten), waarbij alle soorten in een opname zwaarder meetellen naarmate ze een hogere bedekking hebben. Daaruit blijkt dat er nauwelijks variatie is in vocht en zout in de opnamen, zowel in de tijd als tussen locaties of boven en onder. De vochtindicatie schommelt rond de 5 (droog tot vochtig) en de zoutindicatie is doorgaans 0 (zoutintolerant), met af en toe een uitschieter naar 0,5 en 1. Deze vegetaties zijn nog steeds niet zoutminnend en komen het vaakst voor op Eemshaven en de Coenraadpolder, vooral in 2021, maar er is geen duidelijke link met een specifiek mengsel.

Wortelkenmerken zijn beschreven aan de hand van tabel 3-1 uit het Fase C-rapport (Schippers et al., 2019), worteldiepte (Biobase, CBS 2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR. Madeliefje heeft een dichte zode en ondiepe wortels (< 10 cm). Zachte dravik heeft ondiepe en zeer diepe wortels (< 100 cm). Akkerdistel heeft vooral erg diepe (pen)wortels (> 100 cm), maar ook ondergrondse uitlopers. Rietzwenkgras is een polvormer met stevige uitlopers en heeft ook zeer diepe wortels (> 100 cm). Ruw beemdgras wortelt wat ondieper (< 20 cm) en is een veelvoorkomende soort op dijken. Kruipende boterbloem maakt bovengrondse uitlopers die redelijk diep (< 50 cm) wortelen. Soorten met diepere wortels kunnen goed vocht opnemen uit iets diepere lagen. Afwisseling van bedekkende soorten met een ondiepe dichte wortelmat met soorten met een dieper wortelstelsel levert naar verwachting een erosiebestendige gras/kruidenvegetatie op. Wel zijn Madeliefje, Akkerdistel en Zachte dravik soorten die profiteren van open plekken in de vegetatie, bovendien is Zachte dravik eenjarig. Dat kan een gevolg zijn van de afgelopen droge zomers.

6.6 Voorlopige conclusies

Doorworteling:

- Bij de WBI-beoordeling en gutsproeven VTV in de winter van 2020/2021 blijkt dat de doorworteling op alle locaties beter scoort dan vorig jaar. In de plagsteken zat echter niet altijd een verbetering. De controlevlakken zijn wat variabel in de doorworteling. De mengsels "Basis + kruiden" scoren relatief sterker/zijn beter doorworteld, ondanks het feit dat de vegetaties daar niet de hoogste bedekking (geslotenheid WBI) haalden. Het verschil met andere mengsels is wel kleiner dan vorig jaar, zeker op de locaties Eemshaven en Slachtedyk. De zoden zijn nu op alle locaties en alle zaadmengsels gesloten, ook op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven, die vorig jaar nog vrij open waren. Alleen het mengsel "Basis + kruiden" op de locatie Eemshaven was op de rand van gesloten/open.
- Bij de plagproeven in de mengsels "Basis + kruiden" op de Slachtedyk brak een stukje van de plag af en is de plag van "D1" een stukje verplaatst, vanwege mogelijke sporen van de plagproeven van vorig jaar. Dat werpt de vraag op wat de impact van plagproeven (en gutsproeven) is op de langere termijn.
- Een verdere analyse van doorwortelingsdata kan meer licht werpen op de relatie tussen doorworteling VTV/biomassa en treksterkte enerzijds en vegetatie anderzijds.

Beheer:

- De vegetaties hadden dit jaar een behoorlijke biomassa. Naast het (voormalige) klepelbeheer op de locatie Delfzijl Haven komt dit waarschijnlijk ook doordat het voorgaande jaren vrij droog is geweest en deze zomer vrij nat, waardoor opgehoopte voedingsstoffen nu vrij komen. Voor zover bekend, is er geen aanpassing geweest in de bemesting van de taluds, maar beheergegevens ontbreken. Een verdere analyse met beheerdata zou hier meer inzicht in kunnen geven.

Vegetatie:

- Op alle locaties is de totale bedekking verder gestegen of iets afgenomen, maar is doorgaans hoger dan 90%. Alleen de bedekking in het mengsel "Basis + kruiden" in Delfzijl Haven is afgenomen tot 70%. Dit mengsel had op de locaties Delfzijl Haven en Eemshaven nog steeds een hoog aandeel kruiden. Ook boven op het talud op de Slachtedyk is het aandeel kruiden in het kruidenmengsel relatief hoog.
- In de Coenraadpolder in "Basis + Rietzwenkgras" en in "D1" en in Eemshaven (behalve in "Basis + kruiden") heeft Engels raaigras nog veruit de hoogste bedekking. In Delfzijl Haven is Kweek in "Basis + Witte klaver" en in "D1" nog steeds de hoogste bedekker. In de andere mengsels en op de Slachtedyk zijn er meer bedekkende grassen en kruiden.
- Het aantal bedekkende soorten neemt nog wel toe, hetgeen aangeeft dat de soorten wat beter verdeeld zijn over de vegetatie: op een kleiner stukje vegetatie kun je alle bedekkende soorten al aantreffen. Een verdere (Evennes) analyse zou hier meer inzicht in kunnen geven.
- Belangrijke nieuwe bedekkers zijn Rietzwenkgras (Coenraadpolder en Slachtedyk), Ruwbeemd, Zachte dravik (niet in Delfzijl Haven), Akkerdistel (Coenraadpolder en Delfzijl Haven), Kruipende boterbloem (alleen in Delfzijl Haven) en Madelief (Slachtedyk). Deze soorten hebben verschillende worteltypen. Ze zijn geen van alle indicatief voor droge of zoute omstandigheden, sommige wel voor wat open plekken, dat een resultaat kan zijn van voorgaande droge zomers. Rietzwenkgras komt soms ook op iets brakkere standplaatsen voor. De soorten hebben verschillende worteltypen, wat bijdraagt aan een sterker wortelnetwerk.
- De toegekende vegetatietypen zijn kenmerkend voor grasvegetaties die vaak worden betreden/bereden of voor kamgrasweiden. Deze vegetaties zijn meer kenmerkend voor de oorspronkelijke dijkvegetatie dan de eerder gevonden ruderales vegetaties.

7 Resultaten 2022

7.1 Beheerwerkzaamheden 2022

Op de locaties Coenraadpolder, Slachtedyk (periodiek) en Eemshaven (jaarrond) is het reguliere beheer met schapenbeweiding voortgezet. Op de locatie Delfzijl Haven is het hooibeheer (twee keer per jaar maaien en afvoeren) voortgezet. De vegetatie is daar echter nog steeds verruigd. In augustus bleek er klei gestort over de basaltblokken direct onder de proefvlakken, omdat de basaltbekleding was afgekeurd. De bloemrijke vegetatie (met o.a. Vlasbekje) is daar verdwenen. Ook biedt dit extra ruimte voor uitbreiding van de akkerdistel vanuit de proefvlakken, al lijkt deze daarbuiten te zijn bespoten. In de proefvlakken zijn wel insecten aangetroffen, zoals vlinders, hommels en zweefvliegen. Ook de Coenraadpolder oogt wat productief en ruiger (akkerdistel) met maaiselresten. Dat kan nog een gevolg zijn van eerder klepelen vanwege de akkerdistel, dat het probleem wellicht heeft verergerd. Ook hier treffen we insecten aan. Er zijn sporen van muizenschade aangetroffen op de Coenraadpolder en bij Delfzijl Haven.

Wetterskip Fryslân heeft informatie over Slachtedyk bijgehouden over schapenbeweiding en bemesting van 2021. Beweiding in dat jaar is verdeeld over drie perioden van mei tot oktober, variërend van één tot acht weken met een herstelperiode van een paar dagen tot twee maanden. Er is in 2021 drie keer een kunstmestgift geweest van 74 kg/ha in totaal.

7.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2021/2022

De beoordeling WBI en doorworteling VTV zijn gemeten op 20 en 25 januari 2022. In alle pq's zijn drie gutssteken genomen: linksboven, midden en rechtsonder, dus zes steken per proefvlak. Alle plaggen zijn links van de pq's gestoken en qua hoogte tussen de pq's in. De monsters zijn verzameld voor eventuele verdere analyse in het wortel lab van de RU.

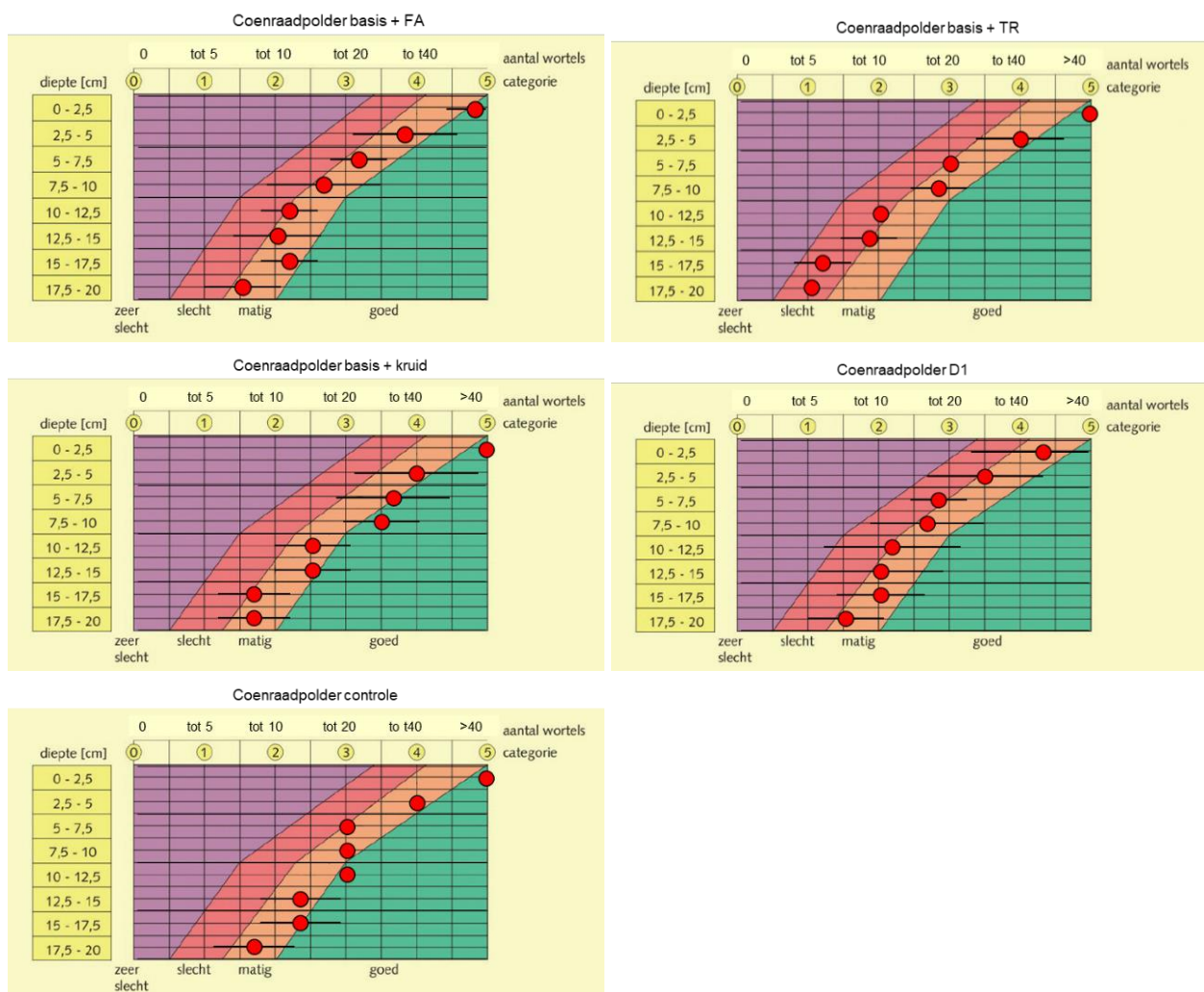
Locatie Coenraadpolder

De vegetatie was op de locatie Coenraadpolder net als vorig jaar in zijn geheel gesloten (tabel 7.1), waar deze vorig jaar nog vrij open was. Opvallend is dat alle plagsteken nu sterk blijken, waar dat voorheen alleen nog gold voor de controle en het mengsel "basis + kruiden", ondanks de wat korrelige ondergrond en/of dat er dit jaar veel muizenschade was.

De wortelgrafieken (figuur 7.1) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels "matig" tot "goed" scoren. Het kruidenmengsel scoort net als de controle ook goed tussen 7,5 en 10 cm. Het D1-mengsel scoort tussen 5 en 7,5 cm nog "slecht". Het mengsel met rietzwenkgras ("basis + FA") scoort dieper dan 10 cm slecht.

Tabel 7.1 WBI-beoordeling Coenraadpolder. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	links van onderste pq	Moeilijk te breken	92%	muizengangen en -schade
basis + TR	gesloten	links van onderste pq	moeilijk te breken	92%	veel regenwormen
basis + kruid	gesloten	links van onderste pq	moeilijk te breken	85%	wat opener, mos
D1	gesloten	links van onderste pq	moeilijk te breken	95%	plag wel iets losser dan mengsel 3 en 2
controle	gesloten	links van pq	moeilijk te breken	95%	muizenschade (dood gras), vooral in rijspoor



Figuur 7.1 Doorworteling gutssteken Coenraadpolder. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

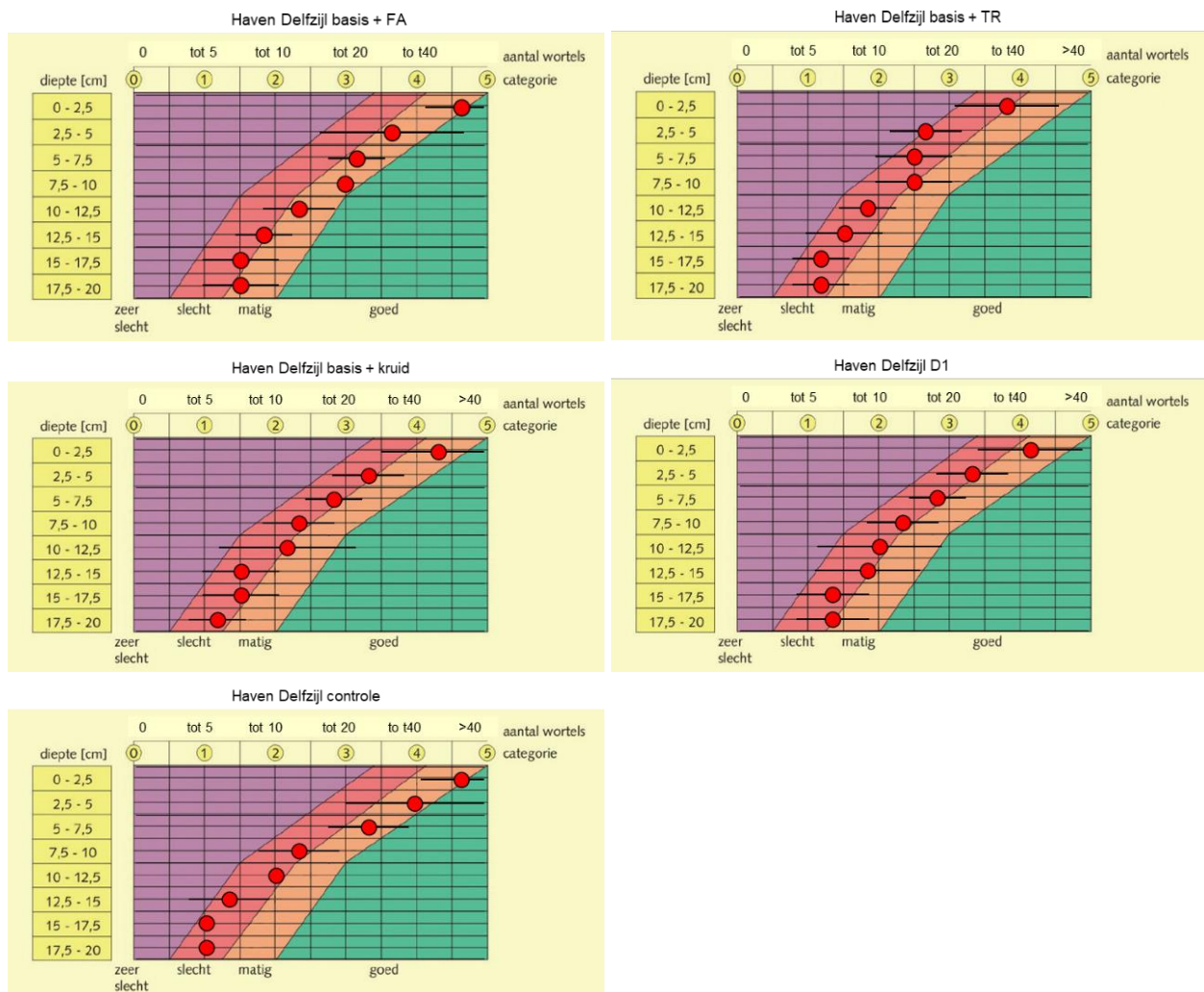
Locatie Delfzijl Haven

Op de locatie Delfzijl Haven zijn alle deelvlakken net als vorig jaar gesloten (tabel 7.2) en is de bedekking van het kruidenmengsel en het D1-mengsel nog gestegen, al blijven ze iets lager dan van de andere vlakken. Opvallend is dat de plaggen van alle mengsels minder goed scoorden dan vorig jaar, alleen die van D1 was nu sterk, waar het dat vorig jaar nog niet was. Ook de controleplag bleek sterk.

De wortelgrafieken (figuur 7.2) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels voornamelijk "slecht" en in het mengsel "basis + Rietzwenkgras" boven 12,5 cm diepte "matig" waren. Dat is ten opzichte van vorig jaar vergelijkbaar of een lichte verbetering of verslechtering.

Tabel 7.2 WBI-beoordeling Delfzijl Haven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	links van en tussen pq's	makkelijk te breken	85%	vegetatie ruw, pollerig (kweek). Veel muizenschade
basis + TR	gesloten	links van en tussen pq's	makkelijk te breken	87%	vegetatie ruw, pollerig, muizenschade
basis + kruid	gesloten	links van en tussen pq's	onmogelijk intact te houden	80%	vegetatie ruw, pollerig. Muizenschade, schapenpoep?? plag viel uit elkaar door kaal stuk in midden plag.
D1	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	80%	vegetatie ruw, pollerig. Veel muizenschade Bedekking heel variabel, boven kaler
controle	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	muizenschade, schapenpoep??



Figuur 7.2 Doorworteling gutssteken Delfzijl Haven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

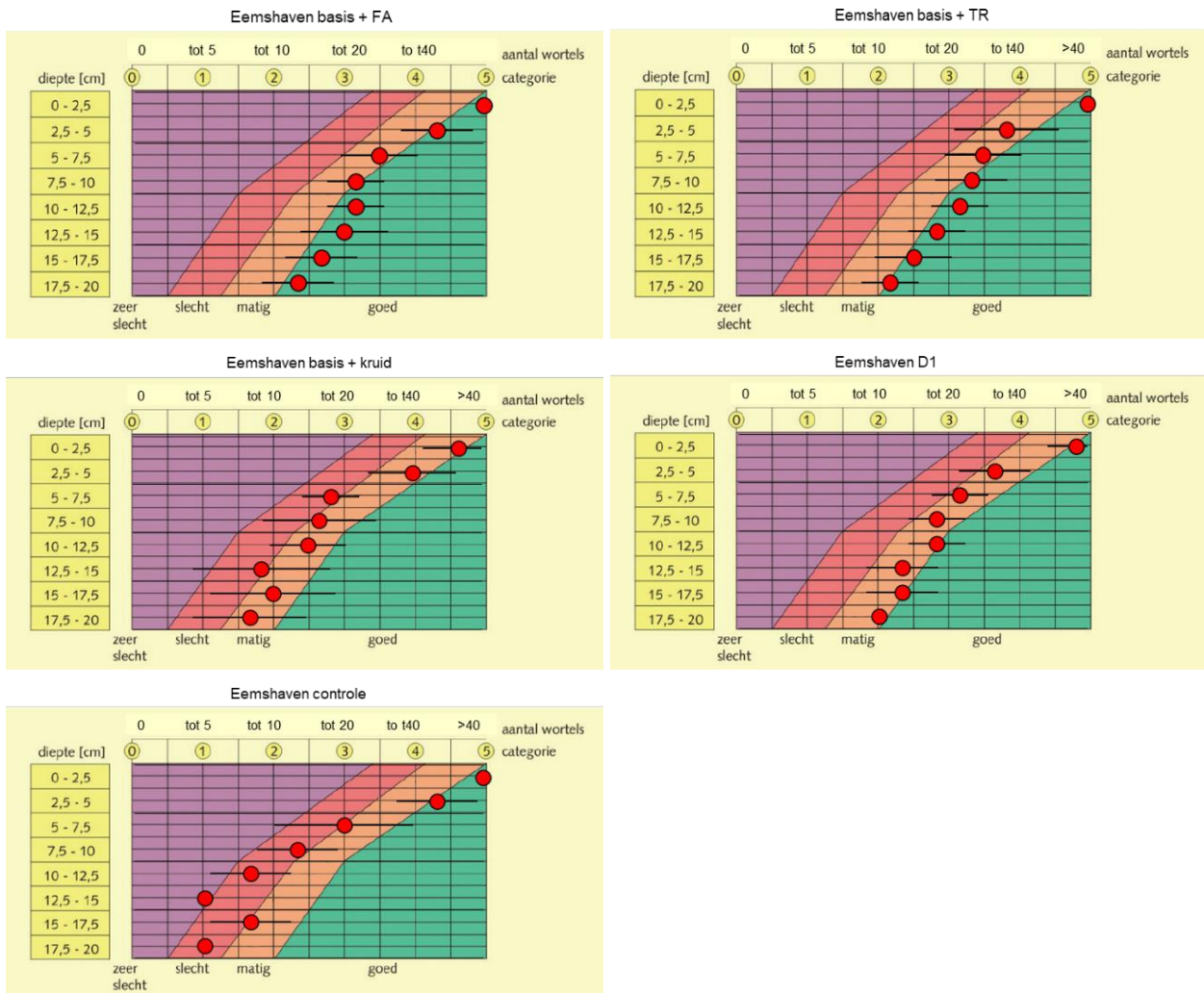
Locatie Eemshaven

Op de locatie Eemshaven hadden alle mengsels, net als vorig jaar, een (bijna) gesloten vegetatie en een hoge bedekking (tabel 7.3). Ook het mengsel "basis + kruiden" is inmiddels gesloten, maar de bedekking is met 70% nog niet erg hoog. De plagresultaten zijn nu overal goed.

De wortelgrafieken (figuur 7.3) geven aan dat alle mengsels tot in de diepere lagen "matig" tot "goed" scoren, net als vorig jaar. Alleen het kruidenmengsel scoort dit jaar slecht tot matig, terwijl deze eerder juist beter scoorde.

Tabel 7.3 WBI-beoordeling Eemshaven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	80%	veel mos (> 10%), muizengaten, vooral veel schade buiten pq's
basis + TR	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	92%	mos (< 5%)
basis + kruid	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	70%	veel mos (+- 20%), ganzenpoep. iets opener dan andere vlakken maar nog wel gesloten volgens WBI.
D1	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	92%	mos (< 5%). Muizenholen, buiten pq's meer.
controle	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	85%	veel mos (+- 10%). Op onderzijde veel muizenschade, vooral bij ingang van verwijderde hek.



Figuur 7.3 Doorworteling gutssteken Eemshaven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

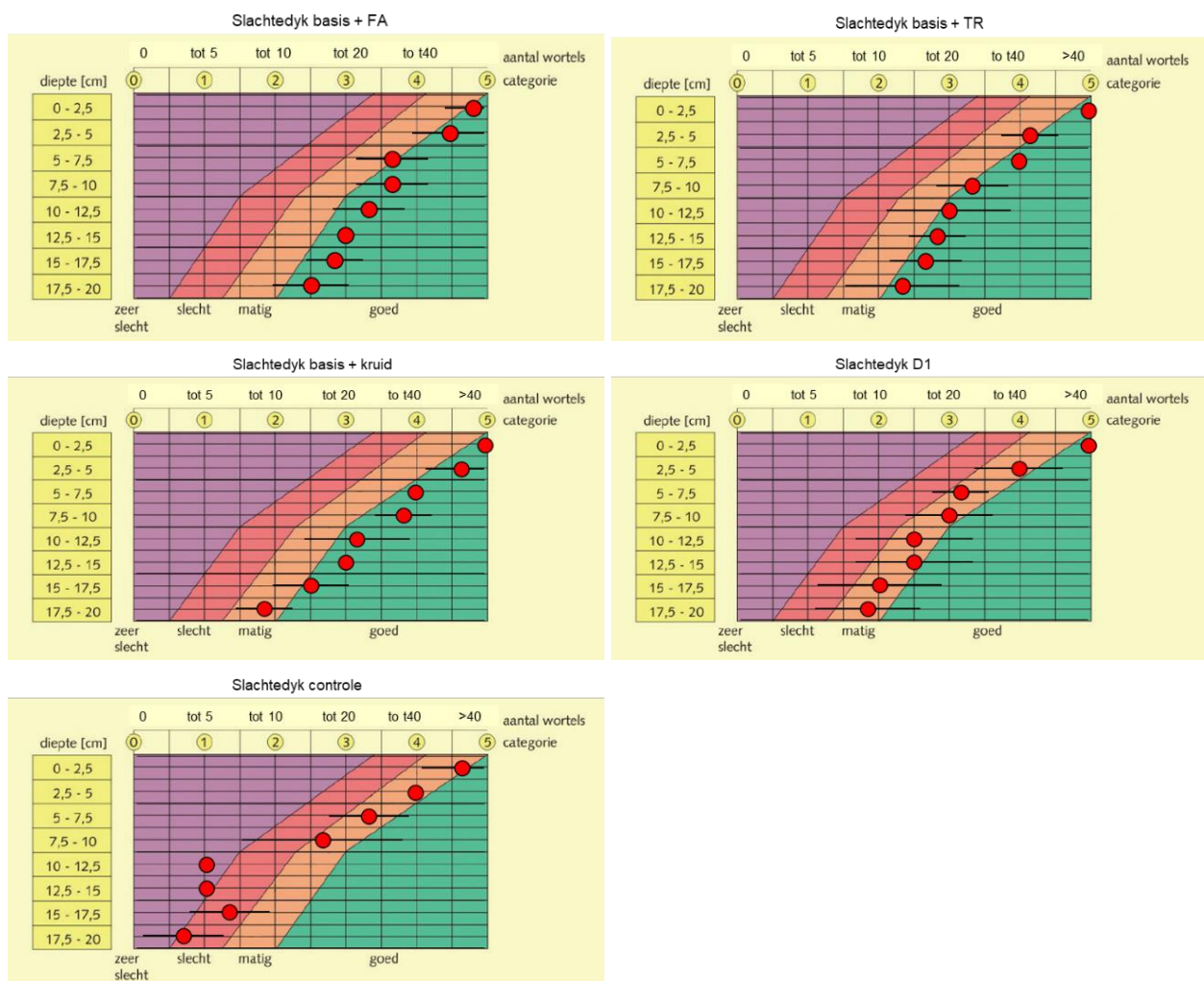
Locatie Slachtedyk

Alle mengsels hadden een gesloten vegetatie, een hoge bedekking (tabel 7.4) en een sterke plag. Voor het kruidenmengsel betekent dit een toename ten opzichte van vorig jaar.

De wortelgrafieken (figuur 7.4) geven aan dat alle mengsels nog steeds "goed" scoren, alleen het D1-mengsel scoort minder goed dan vorig jaar, overwegend "matig". Opvallend is dat ook de controle "slecht" tot "matig" scoort, terwijl deze vorig jaar "goed" scoorde.

Tabel 7.4 WBI-beoordeling Slachtedyk. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	mos (< 5%). Rijsporen, ook in proefvlak. Schapenpad op kruin. Muizenholen.
basis + TR	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	mos (< 5%). Rijsporen op bovenste talud.
basis + kruid	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	90%	mensenuitwerpselen en mandarijnenschillen (proefvlak ligt vlak naast de trap) veel klaver, steentjes
D1	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	92%	mandarijnenschillen, stukjes puin/steen
controle	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	mos (< 5%)



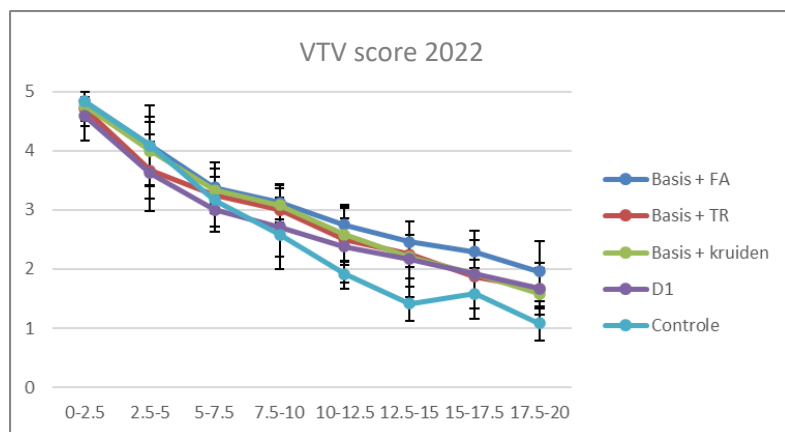
Figuur 7.4 Doorworteling gutssteken Slachtedyk. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

Alle locaties

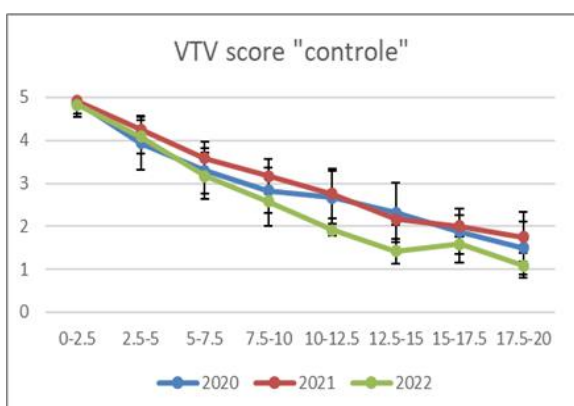
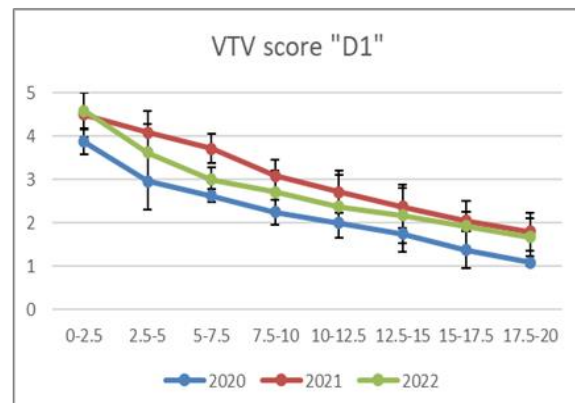
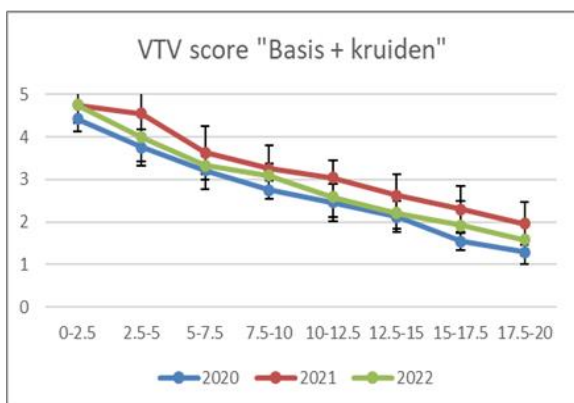
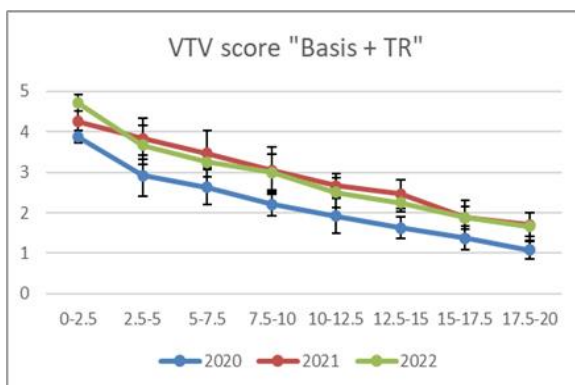
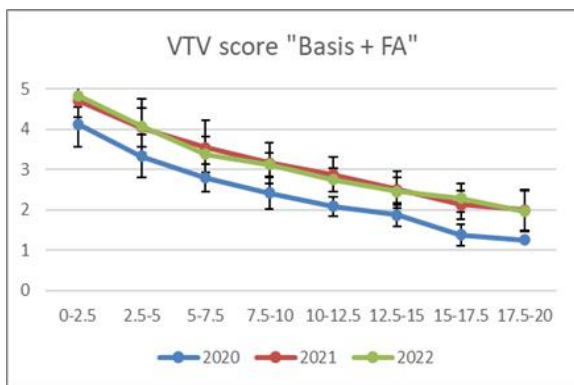
Figuur 7.5 laat zien dat het basismengsel met kruiden en met Rietzwenkgras (Basis + FA), zeker in diepere lagen dan 7,5 cm, een relatief goede doorworteling heeft ten opzichte van de controle. Het mengsel met Witte klaver (Basis + TR) en het D1-mengsel scoren boven 7,5 cm slechter dan de controle, maar in diepere lagen beter.

Voor alle mengsels zijn de VTV-scores van drie opvolgende jaren over de verschillende locaties gemiddeld (figuur 7.6). Daaruit blijkt dat de doorworteling voor alle mengsels op alle dieptes is toegenomen tussen 2020 en 2021, maar in 2022 niet meer. In 2022 is de doorworteling vaak zelfs iets afgenomen, ook in de controles. Er zijn weinig verschillen tussen de mengsels, behalve dat het mengsel "Basis + kruiden" in de eerste winter al een iets beter doorworteling had, vergeleken met andere mengsels.

Er is ook gekeken naar verschillen tussen doorworteling boven en onder op het talud in de data van 2020 tot 2022, maar er zijn geen consequente verschillen gevonden voor verschillende jaren of mengsels.



Figuur 7.5 Gemiddelde doorworteling gutssteken van 2022 (VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) per zaadmengsel voor alle locaties. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer.



Legenda:
 Controle = bestaande graszode
 Basis +FA = basis grasmengsel + Rietzwenkgras
 Basis + TR = basis grasmengsel + Witte klaver
 Basis + kruiden = basis grasmengsel + kruiden
 D1 = standaard dijkenmengsel

Figuur 7.6 Gemiddelde doorworteling gutssteken VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van 2020 t/m 2022, weergegeven per zaadmengsel voor alle locaties.

7.3 Doorworteling biomassa winter 2021/2022

De Radboud Universiteit heeft een aanvullende parameter geanalyseerd, namelijk de verdeling van wortelbiomassa over de diepte in de bodem. Hiertoe zijn de bodemonsters van de drie gutssteken binnen één permanente plot samengevoegd tot mengmonsters van respectievelijk 0-2,5 cm, 2,5-5 cm, 5-10 cm en 10-20 cm diepte. Met twee permanente plots per zaaimengsel per locatie werden zo twee replica's (voor de controleplots slechts één) verkregen.

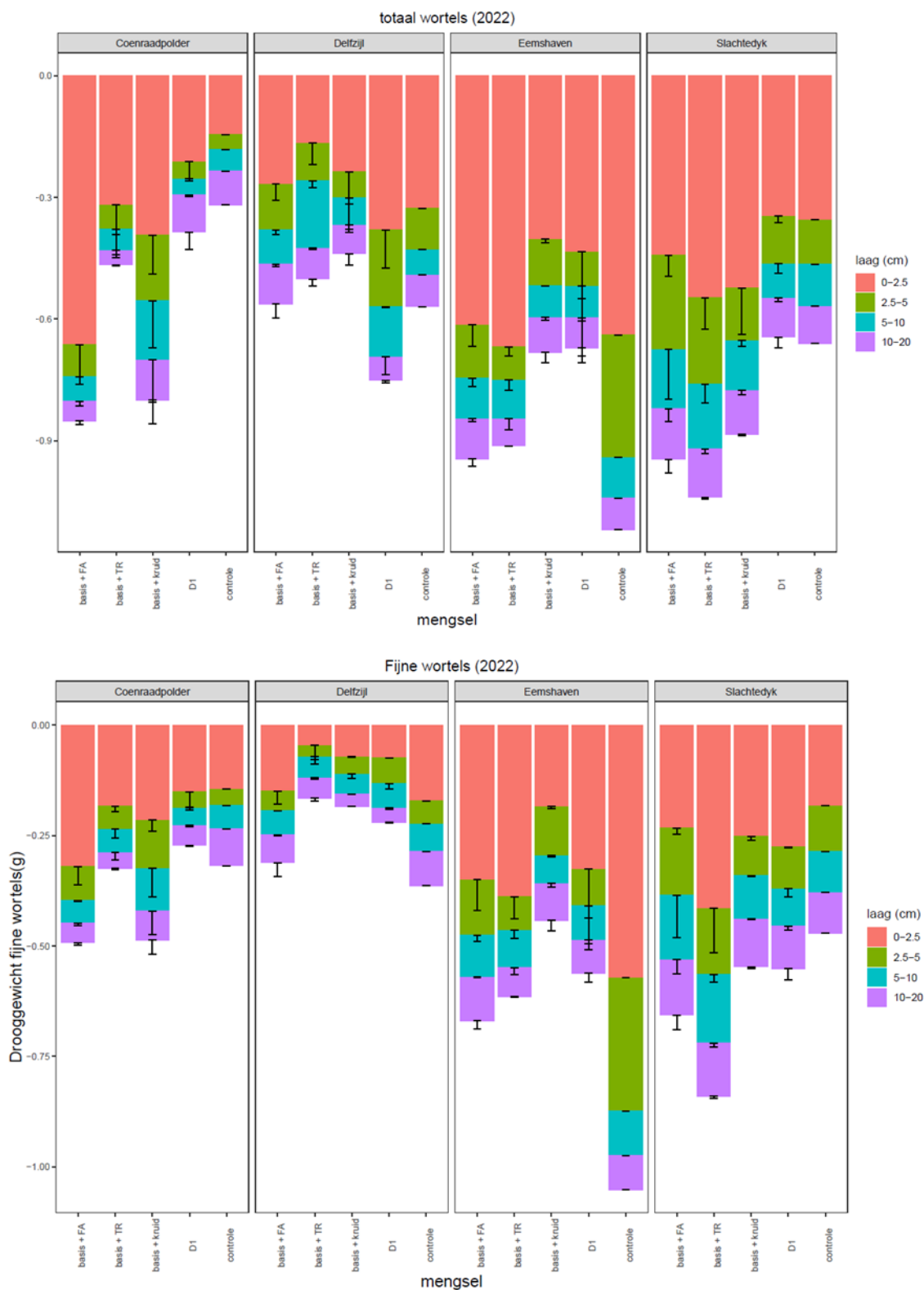
Voor de analyse zijn de wortels verdeeld in grovere wortels die verhout zijn en voornamelijk dienen voor verankering en transport van water en voedingsstoffen, en fijnere, niet-verhoude wortels die de opname van water en voedingsstoffen verzorgen en bodemdeeltjes in een fijnmazig netwerk kunnen vasthouden.

Zowel de totale wortelbiomassa's als die van de fijne wortels (figuur 7.7) vertoonden in de winter van 2021/2022 grote verschillen tussen zaaimengsels en locaties. In het algemeen is de wortelontwikkeling op locaties Coenraadpolder en Delfzijl Haven het geringst; met name de lage biomassa van de fijne wortels in Delfzijl Haven valt op. Op de locaties Eemshaven en Slachtedyk is de totale biomassa aan wortels circa tweemaal zo hoog als op de voorgenoemde locaties, en lijkt de bijdrage van fijne wortels hoger.

Bij vergelijking van de verschillende zaaimengsels (waarin is gefreesd en ingezaaid) met de controleplot, lijkt er in alle gevallen een ten minste even sterke beworteling te zijn ontstaan, met uitzondering van Eemshaven, waar in de controleplot een uitzonderlijk hoge biomassa wordt gevonden. Bij Coenraadpolder en Slachtedyk zijn de controle- en de met D1 ingezaaide plots wat betreft totale wortelbiomassa het minst doorworteld van allemaal, en ook in Eemshaven leidt D1 tot de laagste totale biomassa. Alleen in Delfzijl Haven is doorworteling van dit mengsel goed, en zelfs het beste van alle plots op deze locatie.

Het basisgras/kruidenmengsel laat een wisselend succes qua doorworteling zien. De totale wortelbiomassa is, samen met het mengsel met rietzwenkgras, het hoogst van alle plots bij locatie Coenraadpolder, terwijl alle drie de combinaties met het basisgrasmengsel, dus ook die met kruiden, een hoge totale biomassa halen bij locatie Slachtedyk. Daarentegen is de doorworteling van het mengsel met kruiden op basis van totale biomassa het laagst bij locatie Delfzijl Haven, en ook, samen met D1 en de controleplot, in Eemshaven. Eenzelfde variatie is te vinden bij de doorworteling van het witte klaver-mengsel, dat van de drie combinaties met basisgras de laagste ondergrondse biomassa vertoont in Coenraadpolder, maar de hoogste in Slachtedyk, en ook bij Eemshaven een vrijwel gelijke totale biomassa ontwikkelt als de combinatie met rietzwenkgras.

Het mengsel met rietzwenkgras lijkt dit jaar te leiden tot uniform hogere totale wortelbiomassa's, met op alle locaties een goede score ten opzichte van de andere mengsels. Ook wat betreft fijne wortels stimuleert deze soort de aanwezige wortelbiomassa in de winter: op drie van de vier locaties is deze het hoogst van alle ingezaaide mengsels en op Slachtedyk is het na het klavermengsel de grootste totale biomassa. Veruit de meeste wortels zijn steeds te vinden in de bovenste 5 cm van de bodem, wat geldt voor zowel de grovere als de fijnere wortels. Alleen op locatie Delfzijl Haven zijn er plots (met de laagste doorworteling; het klavermengsel) waarbij er relatief iets meer wortels in de lagen dieper dan 5 cm aanwezig zijn. Sterke verschillen in de verdeling van de wortelbiomassa over het diepteprofiel zijn er in het algemeen niet tussen de diverse mengsels; een uitzondering is het zaadmengsel met kruiden in Coenraadpolder, dat een diepere doorworteling vertoont dan de andere mengsels.

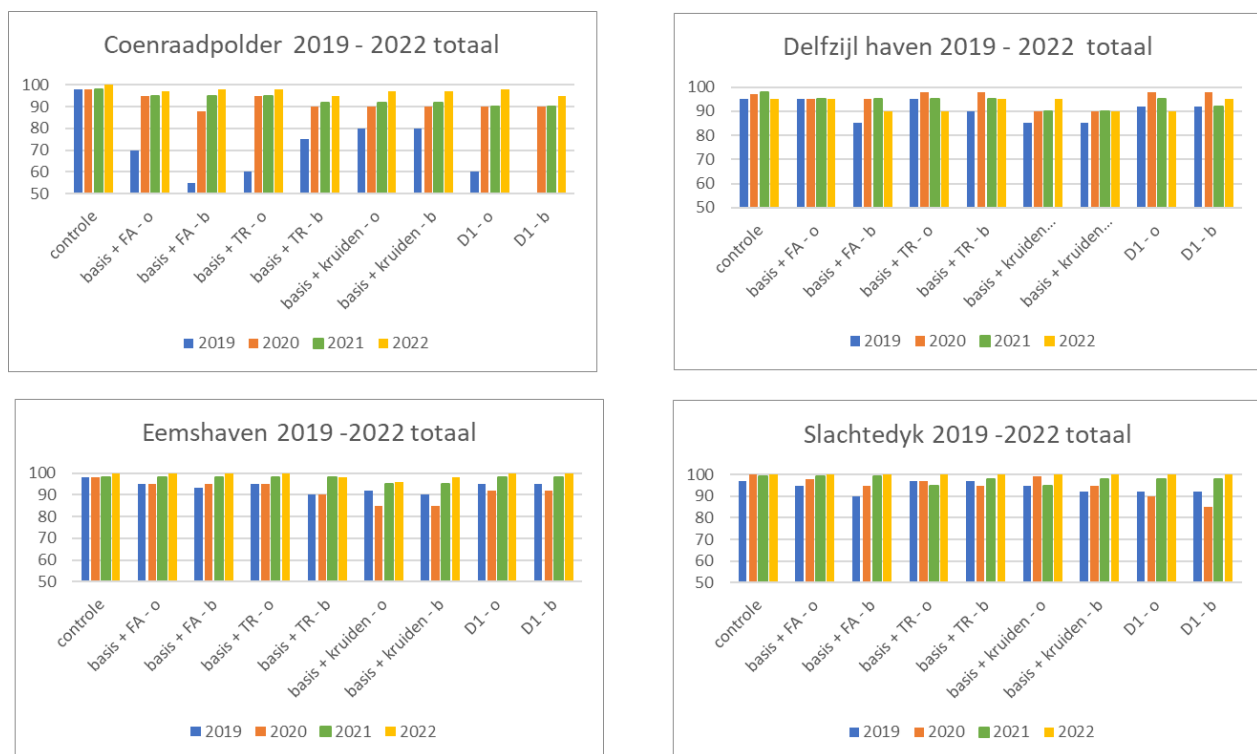


Figuur 7.7 Biomassa (als drooggewicht in gram per bodemlaag) van alle wortels (a) en alleen de fijne, niet-verhoude wortels (b) op verschillende bodemdieptes in de ingezaaide plots op de vier locaties. Monsters werden samengesteld uit drie gutssteken per permanente plot, met twee plots replicatie per inzaaimengsel. Basis – basisgrasmengsel, FA – Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*, nu *Schedonorus arundinaceus*), TR – Witte klaver (*Trifolium repens*), kruid – kruidenbasismengsel, D1 – standaard dijkenmengsel D1, controle – niet-ingezaaide plot.

7.4 Resultaten vegetatie inventarisatie 2022: bedekking en soortenrijkdom

Bedekking totaal, grassen en kruiden

Na de twee inventarisatierondes (20, 30 en 31 mei 2022, 8, 18 en 19 augustus 2022) blijkt dat de totale bedekking van de vegetaties op de meeste locaties en mengsels nog iets is toegenomen en tegen 100% aan zit (figuur 7.8). Alleen in Delfzijl Haven is deze iets afgenomen. Dat kan te maken hebben met het grote aandeel akkerdistel op deze locatie, waardoor lagere soorten het moeilijk hebben en de bodem wat opener blijft.

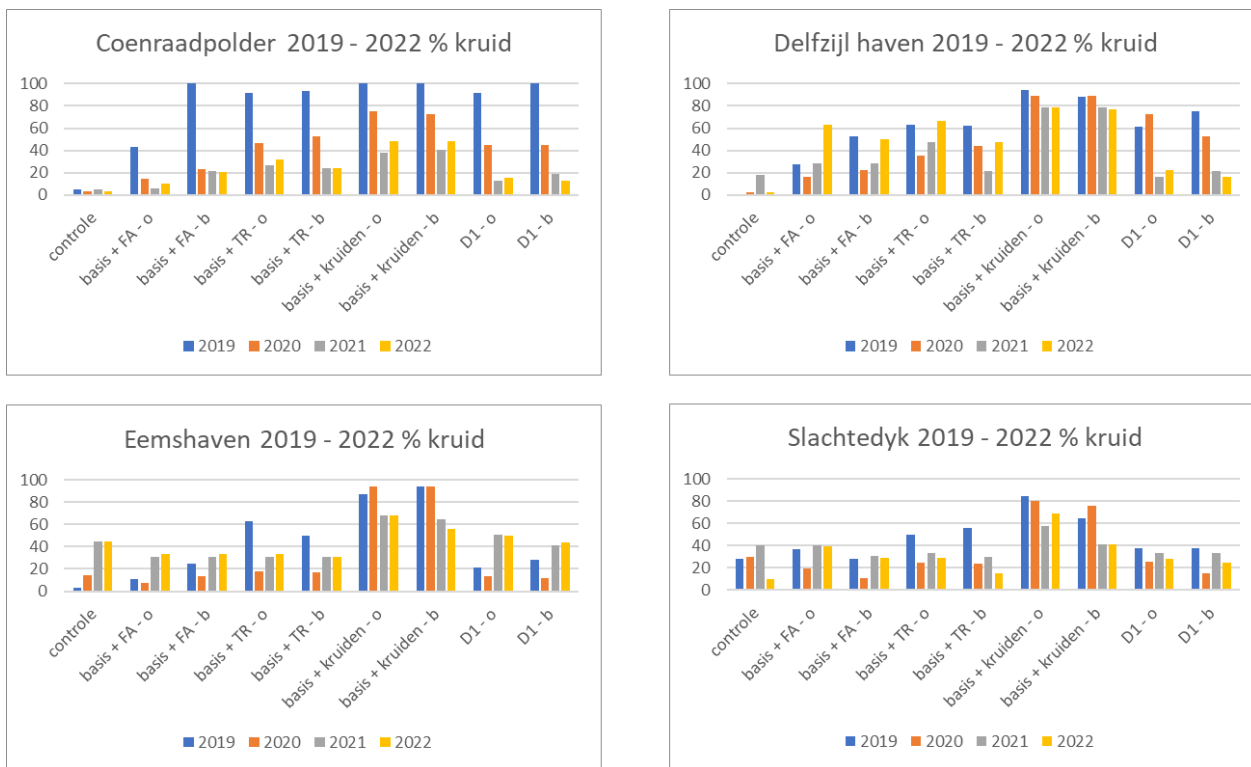


Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis + FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkenmengsel</i>		

Figuur 7.8 Totale bedekking (maximumwaarde van voor- en najaarsronde) van de vegetatie op alle proeflocaties met verschillende zaadmengsels.

Het kruidenmengsel op de locaties Delfzijl Haven en Eemshaven en het onderste deel van het grastalud van de Slachtedyk heeft nog steeds een hoger aandeel kruiden dan grassen (figuur 7.9). Op de overige locaties is het aandeel kruiden lager dan 50%, de vegetatie bestaat daar voor meer dan de helft uit grassen.



Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis + FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkmenngsel</i>		

Figuur 7.9 Kruidenbedekking als percentage van totale bedekking (maximumwaarde van voor- en najaarsronde) van de vegetatie op alle proeflocaties met verschillende zaadmengsels.

Bedekkende soorten (i = ingezaaid)

1. Basis + FA (Basis + Rietzwenkgras)

Engels raaigras (i) is op de Coenraadopolder en Slachtedyk de hoogste bedekker, op Delfzijl Haven zijn dat Kweek en Akkerdistel, op Eemshaven Witte klaver (i) en Zachte dravik. Op de Coenraadopolder is Akkerdistel ook een hoge bedekker. Daarnaast is Ruw beemdgras (i) nog een belangrijke bedekker op alle locaties. Rietzwenkgras (i) haalt nog steeds alleen in de Coenraadopolder en op de Slachtedyk een bedekking. Andere (net) bedekkende soorten (> 5%) zijn Gewone paardenbloem (Coenraadopolder, Delfzijl Haven), Fioringras (alle locaties), Kropaar (Delfzijl Haven), Gewoon struisgras en Kleine leeuwentand (Eemshaven) en Duizendblad (i) en Madelief (Slachtedyk). Veldbeemdgras (i) is niet bedekkend aangetroffen.

2. Basis + *Trifolium repens* (Basis + Witte Klaver)

Engels raaigras (i) is de hoogste bedekker, alleen op Delfzijl Haven is dat Akkerdistel samen met Ruw beemdgras (i), dat ook op de Coenraadopolder een hoge bedekking heeft. Op De Slachtedyk komen naast Engels raaigras (i) Rood Zwenkgras (i) en Fioringras het meest voor. Daarnaast heeft Zachte dravik nog een vrij hoge bedekking op de Coenraadopolder en de Slachtedyk. Kruidende boterbloem heeft een vrij hoge bedekking op Delfzijl Haven. Witte klaver (i) komt ook bedekkend (> 5%) voor, alleen niet op Delfzijl Haven. Andere (net) bedekkende soorten zijn Gewone paardenbloem (Coenraadopolder), Kropaar (Delfzijl Haven), Gewoon struisgras (Eemshaven en Slachtedyk), en Madelief (Slachtedyk). Bijzonder is dat Kamgras en Kleine leeuwentand, kenmerkende soorten voor begraasde dijkgraslanden, bedekkend zijn aangetroffen op de locatie Eemshaven. Veldbeemdgras (i) is dit jaar voor het eerst bedekkend aangetroffen, namelijk op de Coenraadopolder.

3. Basis + kruiden

Op de Coenraadpolder is Engels raaigras (i) nog steeds de belangrijkste bedekker, op Delfzijl Haven is dat Akkerdistel, op Eemshaven Smalle weegbree (i) en op de Slachtedyk Rode klaver (i) en Fioringras. Andere belangrijke bedekkers zijn Rood zwenkgras (i), Ruw beemdgras en Smalle weegbree (i). Op de Slachtedyk is Zachte dravik ook een belangrijke bedekker, Kweek op Delfzijl Haven. Duizendblad (i), Veldzuring (i) en Rode klaver (i) komen op alle locaties (net) bedekkend (> 5%) voor. Herfstleeuwentand (i) komt alleen op Eemshaven en Slachtedyk bedekkend voor. Daarnaast komen nog (net) bedekkend Kropaar (Delfzijl Haven), Witte klaver (i) (Eemshaven en Slachtedyk), Timoteegras (Eemshaven), Struisgras, Madelief en Gestreepte witbol (Slachtedyk) voor. Veldbeemdgras (i) komt nergens bedekkend voor.

4. D1-mengsel

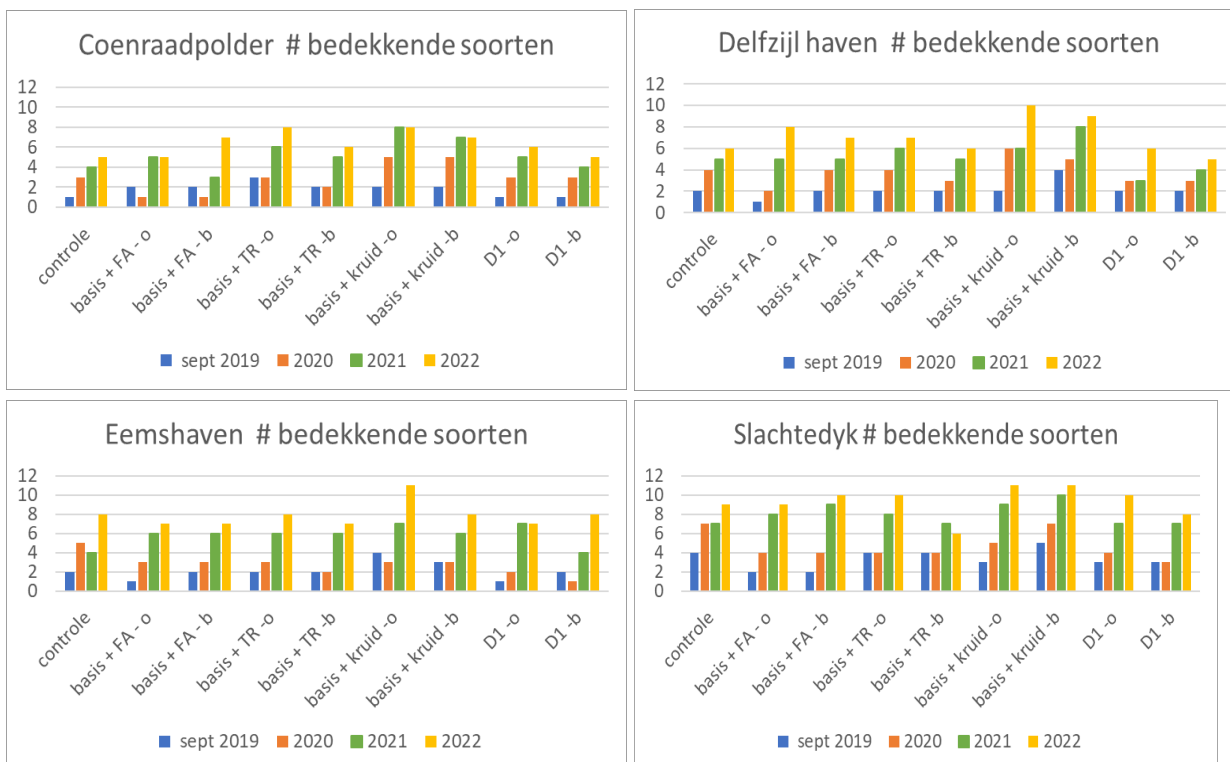
Engels raaigras (i) is op de Coenraadpolder en Eemshaven (met Witte klaver-i-) de belangrijkste bedekker, in Delfzijl Haven is dat Kweek. Op de Slachtedyk is er een meer evenwichtige bedekking van Engels raaigras (i), Rood Zwenkgras (i), Ruw beemdgras, Zachte Dravik, Witte klaver (i) en Fioringras. Op Delfzijl Haven is Akkerdistel ook een belangrijke bedekker. Witte klaver (i) komt alleen op Delfzijl Haven niet bedekkend voor. Ook Ruw beemdgras komt overal bedekkend voor. Andere (net) bedekkende soorten (> 5%) zijn Gewone paardenbloem en Akkerdistel (Coenraadpolder), Kropaar (Delfzijl Haven), Kamgras en Kleine leeuwentand (Eemshaven) en op de Slachtedyk naast Gewoon struisgras en Madelief ook Duizendblad, Rode klaver en Smalle weegbree, wellicht vanuit het kruidenvak. Veldbeemdgras (i) is niet bedekkend aangetroffen.

Controle

Op de bestaande grasmat is Engels raaigras de belangrijkste bedekker, in Delfzijl Haven is dat Kweek. Andere belangrijke bedekkers zijn Rood Zwenkgras, Ruw beemdgras en Fioringras. Op de Slachtedyk is ook Kamgras dit jaar een belangrijke bedekker en Witte klaver op Eemshaven. Daarnaast komen nog (laag) bedekkend Kropaar voor (Delfzijl Haven), Kleine leeuwentand (Eemshaven), Zachte dravik (Eemshaven en Slachtedyk).

Samenvattend is Engels raaigras in alle mengsels en begraasde locaties de belangrijkste bedekker, samen met Rood Zwenkgras, Ruw beemdgras en Fioringras. Witte klaver komt zelden in hoge bedekking voor, ook niet in het "basis + TR"-mengsel of het D1-mengsel. In de kruidenmengsels komen de ingezaaide kruiden alle gezamenlijk met een wat lagere bedekking voor, alleen op de locatie Eemshaven is Smalle weegbree dominant. Op de Coenraadpolder is Veldbeemdgras voor het eerst bedekkend aangetroffen. Op de gemaaide locatie Delfzijl Haven overheersen Akkerdistel en Kweek.

Uit een overzicht van het aantal bedekkende soorten per mengsel en locatie van 2019 tot 2022 (figuur 7.10) blijkt dat het aantal bedekkende soorten overal is toegenomen, behalve in het kruidenmengsel op de Coenraadpolder. Het aantal bedekkende soorten is in het kruidenmengsel vaak het hoogst. In het algemeen is het aantal bedekkende soorten op de Slachtedyk nog steeds het hoogst. Een hoger aantal bedekkende soorten geeft aan dat de vegetatie een fijner mozaïek vormt in vergelijking met een vegetatie met enkele soorten met een hoge bedekking. Een fijner mozaïek aan soorten bovengronds brengt ook ondergronds een fijner mozaïek van wortels met zich mee. Dit leidt tot een hogere erosiebestendigheid.



Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis +FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkenmengsel</i>		

Figuur 7.10 Aantal soorten bedekkende grassen en kruiden op alle proeflocaties in 2019, 2020 en 2021 bij verschillende zaadmengsels. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

Vegetatietypologie

Op basis van de soortensamenstelling kan een vegetatietype worden toegekend via SynBioSys (Schaminée et al., 2010; 2015). Door de vaak soortenarme vegetaties en het feit dat de vegetatie op de proefvlakken nog niet geheel is uitontwikkeld, is deze toekenning echter niet erg betrouwbaar.

De vegetaties op de controleproefvlakken worden nog steeds gekenmerkt door kamgrasweiden met Engels raaigras. Op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven is nog sprake van rompgemeenschappen waar Ruwbeemdgras, Zachte dravik (Delfzijl Haven) en/of Fioringras wat meer domineren. Deze komen overeen met soortenarme kamgrasweiden W2 (Hazebroek & Sprangers, 2002).

De vegetaties ingezaaid met "basis + FA" worden nog steeds gekenmerkt door (soortenarme) kamgrasweiden (W2) met Engels raaigras. Ook in dit mengsel komen op de Coenraadpolder nog rompgemeenschappen voor die gekenmerkt worden door Ruwbeemdgras en/of Fioringras. Ook Eemshaven wordt boven op het talud nog gedomineerd door Fioringras. In Delfzijl Haven worden de vegetaties niet meer gedomineerd door Kweek, maar door ruderales vegetaties met Akkerdistel (pioniervegetatie P).

Ook de vegetaties ingezaaid met "basis + TR" hebben zich ontwikkeld tot (soortenarme) kamgrasweiden met Engels raaigras (W2). Op de Slachtedyk komt Zachte dravik veel voor. Op de Coenraadpolder komt er een variant voor met vrij veel Ruwbeemdgras en/of Fioringras, maar boven op het talud een ruderales variant met Akkerdistel (pioniervegetatie P). Ook op Delfzijl Haven komen deze ruderales pioniervegetaties met (veel) akkerdistel voor.

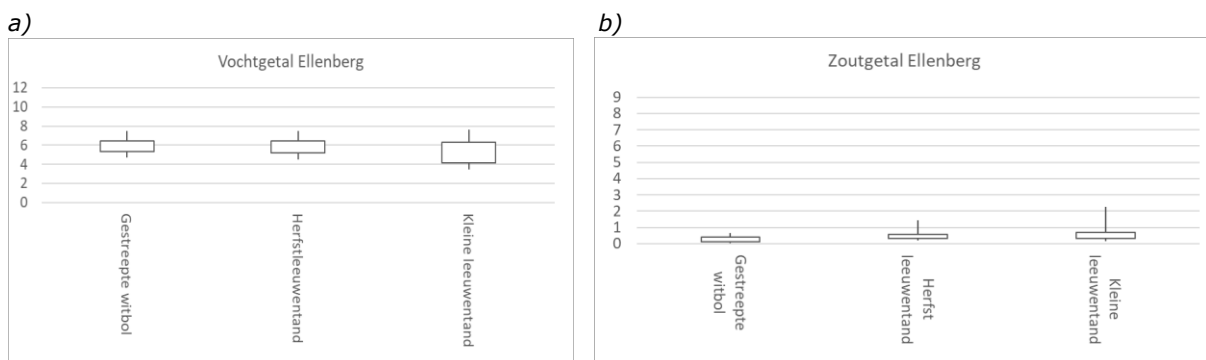
De vegetaties ingezaaid met "basis + kruiden" kenmerken zich nog steeds voornamelijk door iets opener rompgemeenschappen van voedselrijke graslanden met Rode klaver. Op Eemshaven komt wel een typische

(soortenarme) kamgrasweide (W2) voor. De locatie Delfzijl Haven werd gedomineerd door pioniervegetaties (P) met veel akkerdistel.

Samenvattend heeft op veel locaties de vegetatie nog steeds het karakter van een relatief soortenarme kamgrasweide die gekenmerkt wordt door Engels raaigras, Ruw Beemdgras en Fioringras en dit jaar ook meer door Zachte dravik. Dit komt overeen met een W2-vegetatie en past bij dijken die wat intensiever worden begraasd en bemest. De kruidenvegetaties hebben iets meer het karakter van vegetaties met Rode klaver. Opvallend is de dominantie van Akkerdistel in alle inzaaimengsels op Delfzijl Haven, waar een pioniervegetatie (P) voorkomt. Dit kan een gevolg zijn van het jarenlange klepelbeheer. In de Coenraadpolder komen deze vegetaties met Akkerdistel alleen sterk naar voren in het mengsel "basis + TR", wat gerelateerd kan zijn aan het voorkomen van Akker- en Speerdistel op deze locatie.

7.5 Droogte- en zoutindicatie, wortelkenmerken

Er zijn vocht- en zoutgetallen en amplituden weergegeven voor de gevonden bedekkende soorten die in 2021 voor het eerst bedekkend voorkwamen, (figuur 7.11). Dit zijn er nu nog slechts drie, namelijk Gestreepte Witbol, Herfstleeuwentand en Kleine Leeuwentand. Ze zijn niet bijzonder droogte- en of zoutminnend. De Ellenberggetallen geven aan binnen welke amplitude van zoutgehalten en droogte planten in het wild voorkomen. De boxplots geven de Ellenberggetallen weer die het meest voorkomen (25-75% van de waarnemingen), de lijn naar boven en onder geeft de uitschieters weer, Ellenberggetallen die zelden voorkomen (minder dan 5% van de waarnemingen) liggen daar resp. boven of onder. Deze indicatie geldt dus niet voor de specifieke situatie op dijken of aan de Waddenzeekust. De getallen geven aan dat deze soorten geen droge of zoute omstandigheden laten zien op de dijk.



Figuur 7.11 Abiotische amplituden gebaseerd op Ellenberggetallen voor a) vocht en b) zout, voor de nieuwe bedekkende soorten (bron: SynBioSys, Hennekens et al., 2010). Bij hogere vochtgetallen komen soorten bij hogere vochtgehalten voor en bij hogere zoutgetallen bij meer zoute standplaatsen.

Wortelkenmerken zijn beschreven aan de hand van tabel 3-1 uit het Fase C-rapport (Schippers et al., 2019), worteldiepte (Biobase, CBS 2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR. Gestreepte witbol heeft ondiepe tot zeer diepe wortels (< 100 m) en een relatief dicht wortelstelsel (Biobase 2003). Herfstleeuwentand wortelt iets minder diep (< 50 cm), maar heeft wel een goed vertakt wortelstelsel. Kleine leeuwentand heeft een korte wortelstok met draadvormige wortels.

7.6 Voorlopige conclusies

Doorworteling:

- In de winter 2021/2022 bleek er veel muizenschade te zijn vergeleken met andere jaren.
- Er is (schapen?)poep aangetroffen in Delfzijl Haven. Dat is opvallend, omdat deze locatie niet begraasd wordt.
- Bij de WBI-beoordeling in de winter van 2020/2021 blijkt de doorworteling van alle mengsels op de begraasde locaties gesloten te zijn en de plagsteken sterk. In Delfzijl Haven is de bedekking opener en zijn alleen de plagsteken van D1 en de controle sterk.
- De (gemiddelde) VTV-score geeft een iets ander beeld: het kruidenmengsel en het mengsel met Rietzwenkgras scoren, ook in diepere lagen, beter dan D1 en het mengsel met Witte klaver. De scores zijn over het algemeen hoger op Eemshaven en op de Slachtedyk. Dat kan zowel veroorzaakt worden door beheer als door ondergrond.
- Ook in de biomassametingen komt het mengsel met Rietzwenkgras beter naar voren, deze heeft op alle locaties een relatief hoge biomassa van (fijne)wortels. Het mengsel met kruiden heeft alleen een hoge biomassa op de Coenraadpolder en Slachtedyk, het mengsel met Witte klaver alleen op Slachtedyk en Eemshaven. Ook qua biomassa komen de locaties Eemshaven en Slachtedyk beter naar voren.
- Bij een vergelijking van de VTV-doorworteling in de jaren 2020-2022 per mengsel blijkt de doorworteling in alle mengsels tussen 2020 en 2021 te zijn toegenomen, maar tussen 2021 en 2022 niet meer. Alleen de doorworteling van het mengsel "Basis + kruiden" was al in 2020 relatief hoog.
- De doorworteling onder op het talud lijkt soms iets hoger dan daarboven, maar er zijn geen consequente verschillen gevonden voor verschillende jaren of mengsels. De eindanalyse kan hier wellicht nog beter inzicht in geven.

Beheer:

- Op de locatie Delfzijl Haven heeft het hooibeheer nog niet tot een afname van de verruiging geleid, verruiging met Akkerdistel is zelfs toegenomen. De gestorte klei op de basaltblokken direct onder het talud kan bijgedragen hebben aan verdere verspreiding van Akkerdistel. Ook op de Coenraadpolder breidt Akkerdistel zich uit, wellicht als gevolg van klepelbeheer, dat juist uitgevoerd is om deze te bestrijden.
- Uit data van Wetterskip Fryslân blijkt dat in 2021 de beweidings- en rustperioden sterk variëren. Er is driemaal een kunstmestgift van ruim 70 kg stikstof per ha gegeven.

Vegetatie:

- Op de meeste locaties is de totale bedekking bijna helemaal gesloten (100%). Alleen op de locatie Delfzijl Haven is de totale bedekking iets afgenomen door de hoge bedekking met Akkerdistel.
- Het kruidenmengsel op de locaties Delfzijl Haven en Eemshaven en het onderste deel van het grastalud van de Slachtedyk heeft nog steeds een hoger aandeel kruiden dan grassen (figuur 7.8). Op de overige locaties is het aandeel kruiden lager dan 50%, de vegetatie bestaat daar voor meer dan de helft uit grassen.
- Het aantal bedekkende soorten is in alle locaties en mengsels nog iets toegenomen en het hoogst op de Slachtedyk. In het kruidenmengsel is het aantal bedekkende soorten het hoogst: in de onderste pq op Delfzijl Haven en Eemshaven en op beide pq's op de Slachtedyk komen meer dan tien bedekkende soorten voor. Een hoger aantal bedekkende soorten geeft aan dat de vegetatie, en wellicht ook de doorworteling, een fijner mozaïek vertoont, wat ten goede komt aan de erosiebestendigheid.
- De vegetaties hebben zich ontwikkeld tot arme kamgrasweiden, op Delfzijl Haven zijn het pioniervegetaties.
- Soorten die voor het eerst bedekkend zijn aangetroffen, zijn Gestreepte witbol, Herfstleeuwentand, Kleine leeuwentand en Gewone paardenbloem. Deze soorten laten geen zoute of droge omstandigheden zien. Ze hebben verschillende typen doorworteling.

8 Resultaten 2023

8.1 Beheerwerkzaamheden 2023

Op de Coenraadpolder waren de proefvlakken in de eerste vegetatieronde afgerasterd om schapen buiten te houden. Daardoor was de vegetatie vrij hoog. Akkerdistels op het binnentalud zijn geklepeld, maar in de proefvlakken staan ze nog, vooral in de hoge vegetatie in juni en vooral in het proefvlak met het kruidenmengsel. Daar zijn ze waarschijnlijk niet geklepeld. In augustus is de bedekking met akkerdistel iets afgenomen. Vóór de tweede vegetatie opnameronde zijn de molshopen geëgaliseerd en opnieuw ingezaaid met waarschijnlijk D1-mengsel. In onderstaande foto's van de Coenraadpolder is in juni de akkerdistel op het boventalud van het kruidenmengsel te zien en in augustus Herfstleeuwentand. De ingezaaide molshoop in mengsel met Witte klaver was ook in augustus te zien.



Het hooibeheer van twee keer maaien en afvoeren heeft op de locatie Delfzijl Haven nog niet geleid tot een afname van de verruiging. Door het opbrengen van het kleimateriaal zijn de oorspronkelijke gele strepen verdwenen die eerder zijn aangebracht op het asfalt onder de proefvlakken om de overgangen tussen de proefvlakken te markeren. De pq's op het ondertalud zijn daarom niet meer nauwkeurig in te meten.

De Locatie Slachtedyk was op 23 mei net gemaaid (zonder afvoer). De eerste inventarisatie is alsnog uitgevoerd op 14 juni. Aan het wetterskip is gevraagd om tussen 23 mei en 14 juni geen schapen op het talud te laten grazen om de hergroei van de vegetatie zo veel mogelijk te bevorderen. Dit is gedaan door tijdelijk een afrastering te plaatsen.

De locatie Eemshaven was op 28 augustus, vlak voor het veldbezoek, net gemaaid. Op deze locatie heeft hierdoor geen tweede inventarisatieronde kunnen plaatsvinden.

8.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2022/2023

De beoordeling WBI en doorworteling VTV zijn gemeten op 13 en 14 februari 2023. In alle pq's (van 4x4 m) zijn drie gutssteken genomen: linksboven, midden en rechtsonder, dus zes steken per proefvlak. Alle plaggen zijn rechts van de pq's gestoken en qua hoogte tussen de pq's in. De wortelmonsters zijn, na telling, verzameld voor eventuele verdere analyse in het wortellaboratorium van de RU.

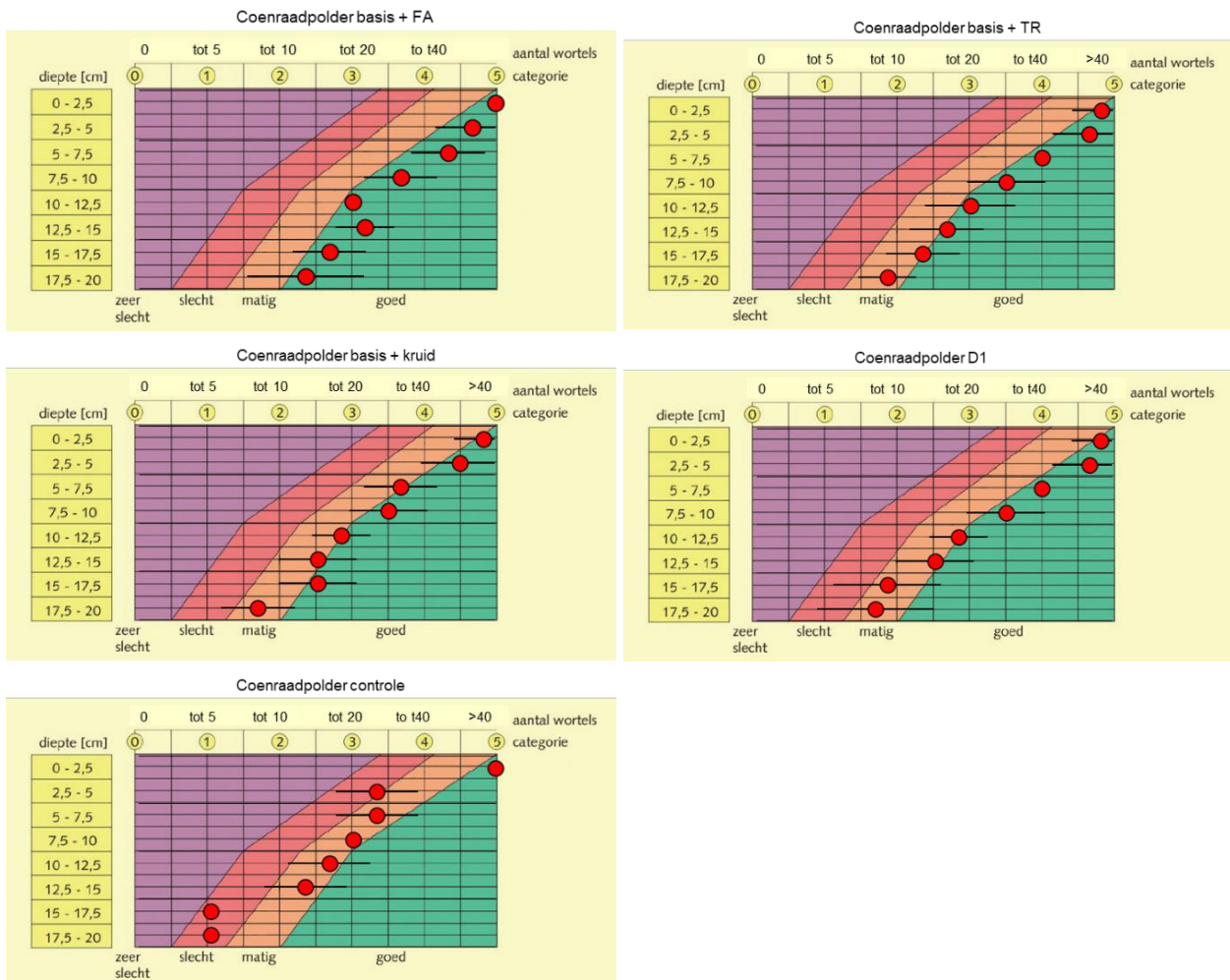
Locatie Coenraadpolder

De vegetatie was op de locatie Coenraadpolder net als vorig jaar in zijn geheel gesloten (tabel 8.1) en de totale bedekking is nog iets toegenomen. Alle plagsteken zijn nog steeds moeilijk te breken, het mengsel "basis + kruiden" is heel moeilijk te breken.

De wortelgrafieken (figuur 8.1) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels nu in de bovenste lagen goed scoren, in tegenstelling tot de controle, die nog steeds overwegend slecht tot matig scoort. Het mengsel "basis + Rietzwenkgras" zelfs tot 20 cm diep.

Tabel 8.1 WBI-beoordeling Coenraadpolder. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	Gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	Muizenschade vooral op grens met mengsel 4. Veel wormen en mieren, speerdistel
basis + TR	Gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	96%	Muizengangen op grens met mengsel 3. Molshopen, speerdistel
basis + kruid	Gesloten	rechts van en tussen pq's	Heel moeilijk te breken	92%	Muizenschade op grens met mengsel 4 bovenin, speerdistel
D1	Gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	92%	Muizenschade op grens mengsel 1 en 3, open plekjes Speerdistel in steek 4 A
controle	Gesloten	rechts van en tussen pq's	Moeilijk te breken	98%	Plakje maaisel onder proefvlak. speerdistel



Figuur 8.1 Doorworteling gutssteken Coenraadpolder. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

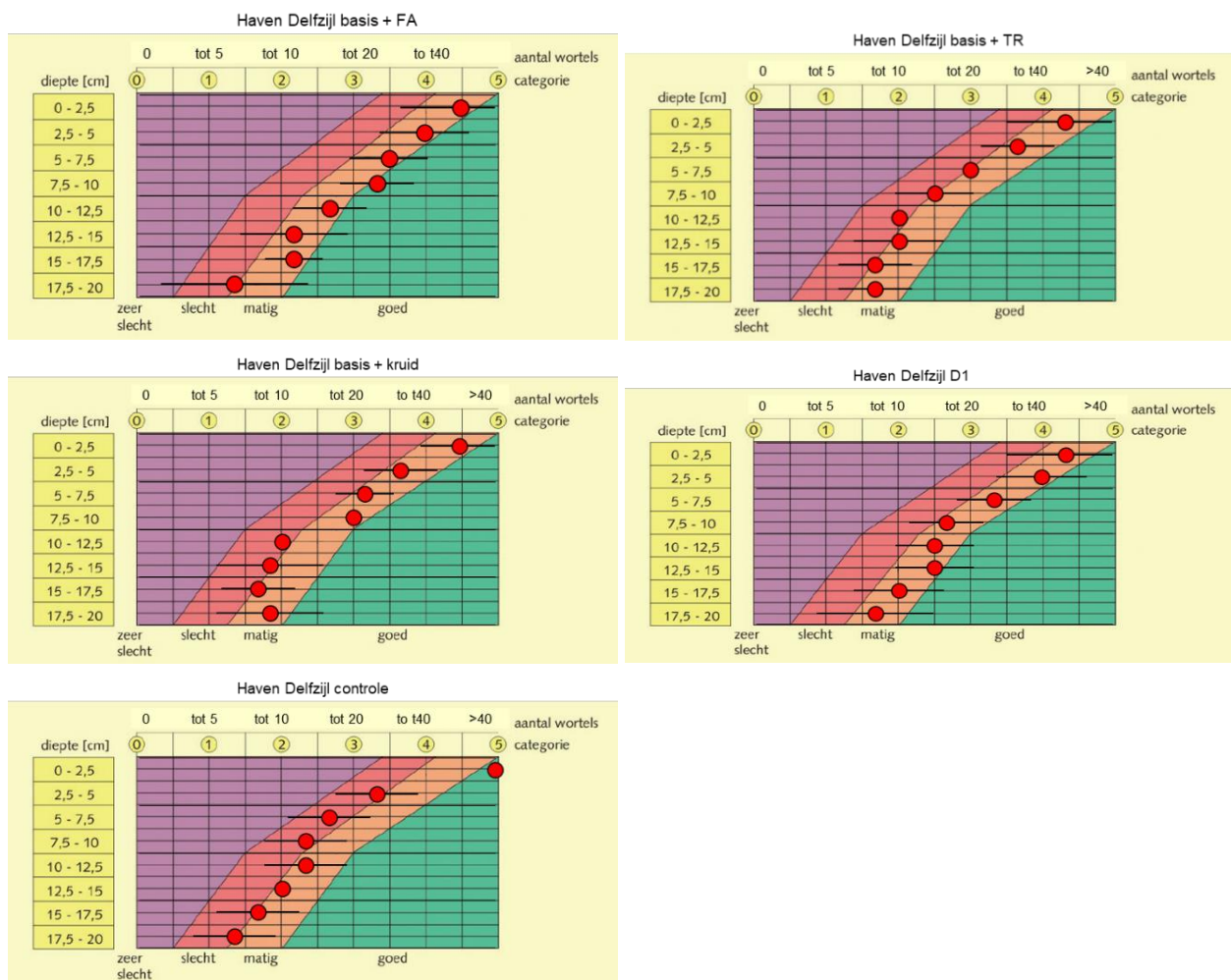
Locatie Delfzijl Haven

Op de locatie Delfzijl Haven zijn alle deelvlakken net als vorig jaar gesloten (tabel 8.2) en is de bedekking weinig veranderd. Het D1-mengsel heeft een grote muizenschade, maar is nog wel als gesloten beoordeeld. Opvallend is dat de plag van alle mengsels sterker is geworden en moeilijk te breken, alleen in het D1-mengsel is de plag minder sterk dan vorig jaar en nu moeilijk intact te houden.

De wortelgrafieken (figuur 8.2) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels vaker "matig" scoort, waar de meeste mengsels vorig jaar beneden 2,5 cm "slecht" scoorden. Het mengsel "basis + Rietzwenkgras" scoort net als vorig jaar tot 12,5 cm "matig", en dit jaar op 7,5-10 cm zelfs "goed".

Tabel 8.2 WBI-beoordeling Delfzijl Haven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	rechts van en tussen pq's	Moeilijk te breken	85%	Vegetatie ruw, pollerig. Muizenschade vooral bovenin, mos
basis + TR	gesloten	rechts van en tussen pq's	Moeilijk te breken	85%	Vegetatie ruw, pollerig. Muizenschade, vooral bovenin
basis + kruid	gesloten	rechts van en tussen pq's	Moeilijk te breken	85%	Vegetatie ruw, pollerig. Muizengangen, vooral bovenin, mos
D1	gesloten*	rechts van en tussen pq's	moeilijk intact	80%	Vegetatie ruw, pollerig. Veel muizenschade en mos, vooral bovenin kale plek*
controle	gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	90%	Muizengang ook in pq, mos. Stuk baksteen in plag!?



Figuur 8.2 Doorworteling gutssteken Delfzijl Haven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

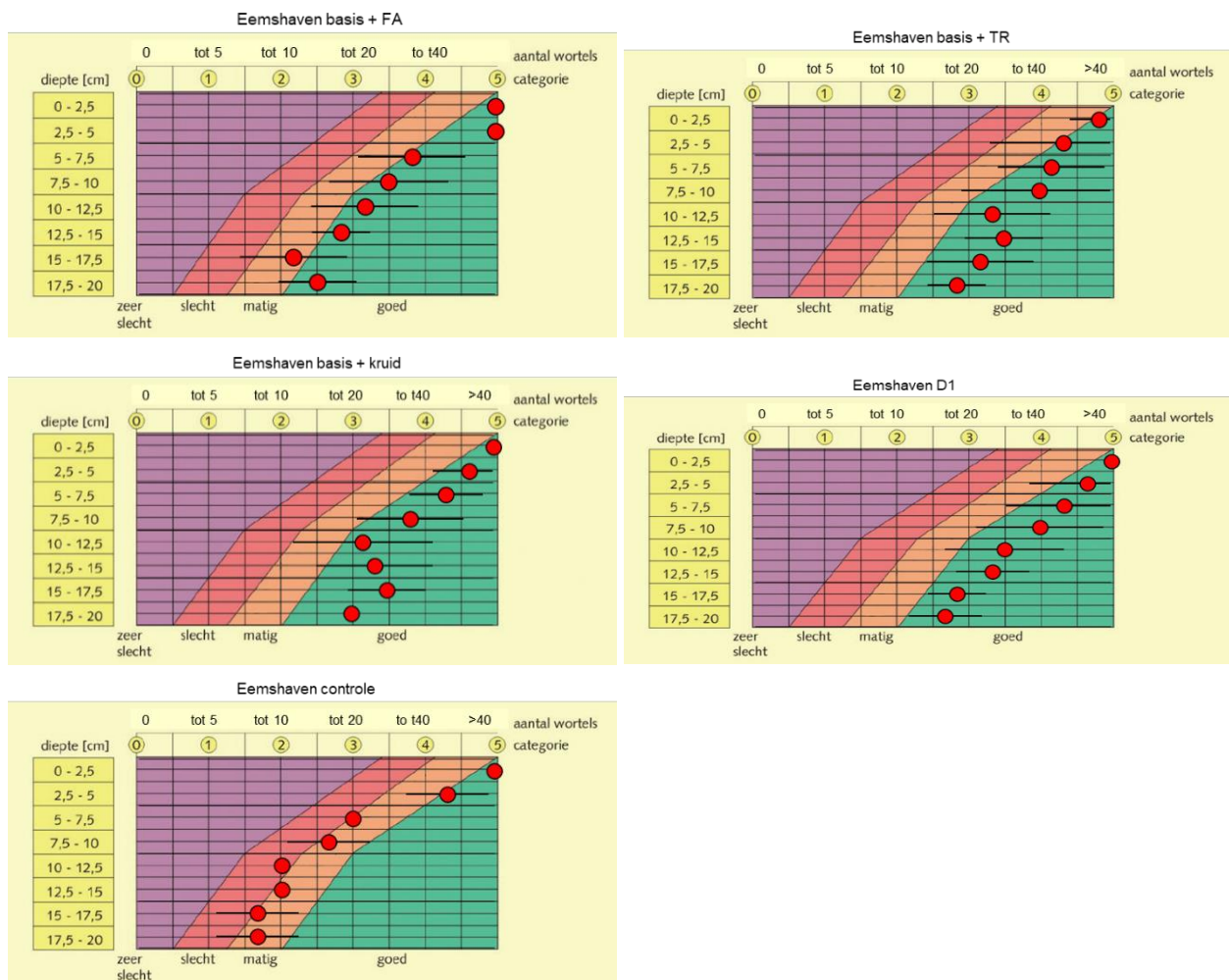
Locatie Eemshaven

Op de locatie Eemshaven is de vegetatie bij alle mengsels net als vorig jaar gesloten (tabel 8.3). De bedekkingen zijn nog iets gestegen ten opzichte van het jaar ervoor. De vegetatiestructuur is wat lang en pollerig dit jaar. Op alle mengsels zijn de plagen moeilijk te breken, net als vorig jaar. Alleen het mengsel "basis + kruiden" is dit jaar makkelijk te breken. De plagresultaten zijn nu overal goed, alleen die in "Basis + Witte klaver" zijn nog steeds matig.

De wortelgrafieken (figuur 8.3) geven aan dat alle mengsels “goed” scoren, ook in de diepere lagen, terwijl de scores vorig jaar iets lager waren. Er zijn weinig verschillen tussen mengsels, maar de scores van de mengsels zijn hoger dan die van de controle.

Tabel 8.3 WBI-beoordeling Eemshaven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	rechts van en tussen pq's	Heel moeilijk te breken	95%	Muizengangen onder op talud, veel mos
basis + TR	gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	Muizengangen onder langs oude hek, mos
basis + kruid	gesloten	rechts van en tussen pq's	makkelijk te breken	75%	Muizenschaden onder langs oude hek. veel mos, maar wel overal kruiden en gras erdoorheen, nog net gesloten.
D1	gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	Muizengangen onder langs oude hek, mos
controle	gesloten	rechts van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	Iets hogere en pollerige vegetatie dan proefvlak, mos.



Figuur 8.3 Doorworteling gutssteken Eemshaven. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling “goed” te krijgen.

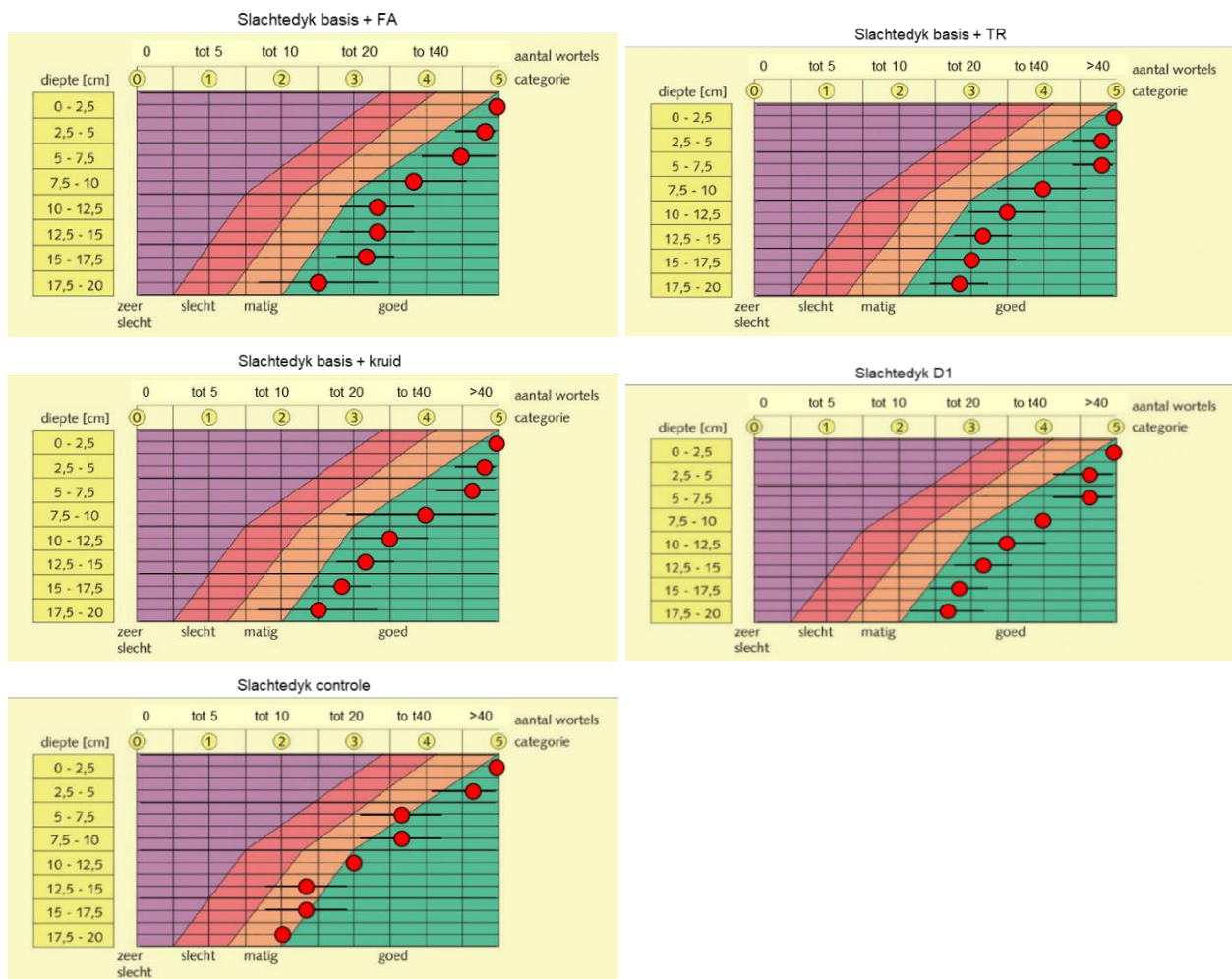
Locatie Slachtedyk

Alle mengsels hadden een gesloten vegetatie en een hoge bedekking (tabel 8.4) en de plag was in alle mengsels net als vorig jaar moeilijk te breken.

Alle mengsels hebben een goede VTV-score, ook in diepere lagen (figuur 8.4). Er zijn weinig verschillen tussen mengsels. De controle scoorde iets beter dan vorig jaar, maar minder goed dan de mengsels.

Tabel 8.4 WBI-beoordeling Slachtedyk. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

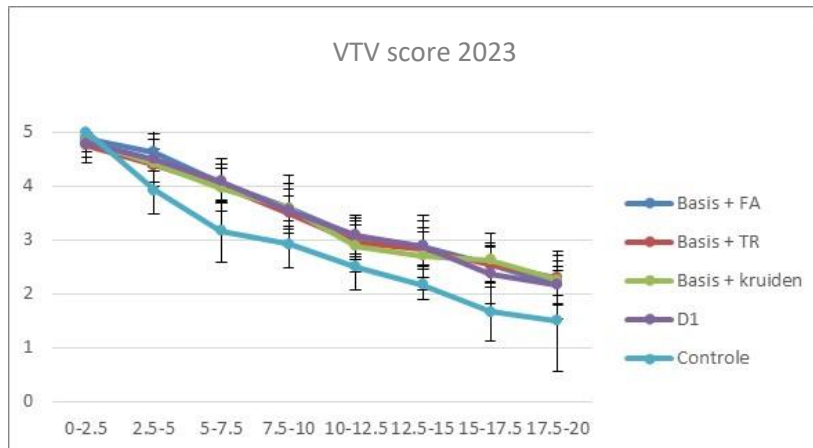
Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	
basis + TR	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	97%	Kleine muizenholletjes
basis + kruid	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	95%	Kruiden wat pleksgewijs. hondenpoep.
D1	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	96%	Hondenpoep in onderste pq.
controle	gesloten	links van en tussen pq's	moeilijk te breken	98%	Hond heeft gat gegraven onder op talud.



Figuur 8.4 Doorworteling gutssteken Slachtedyk. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer.

Alle locaties

Figuur 8.5 laat zien dat de gemiddelde doorworteling over de locaties nauwelijks verschilt tussen de mengsels.



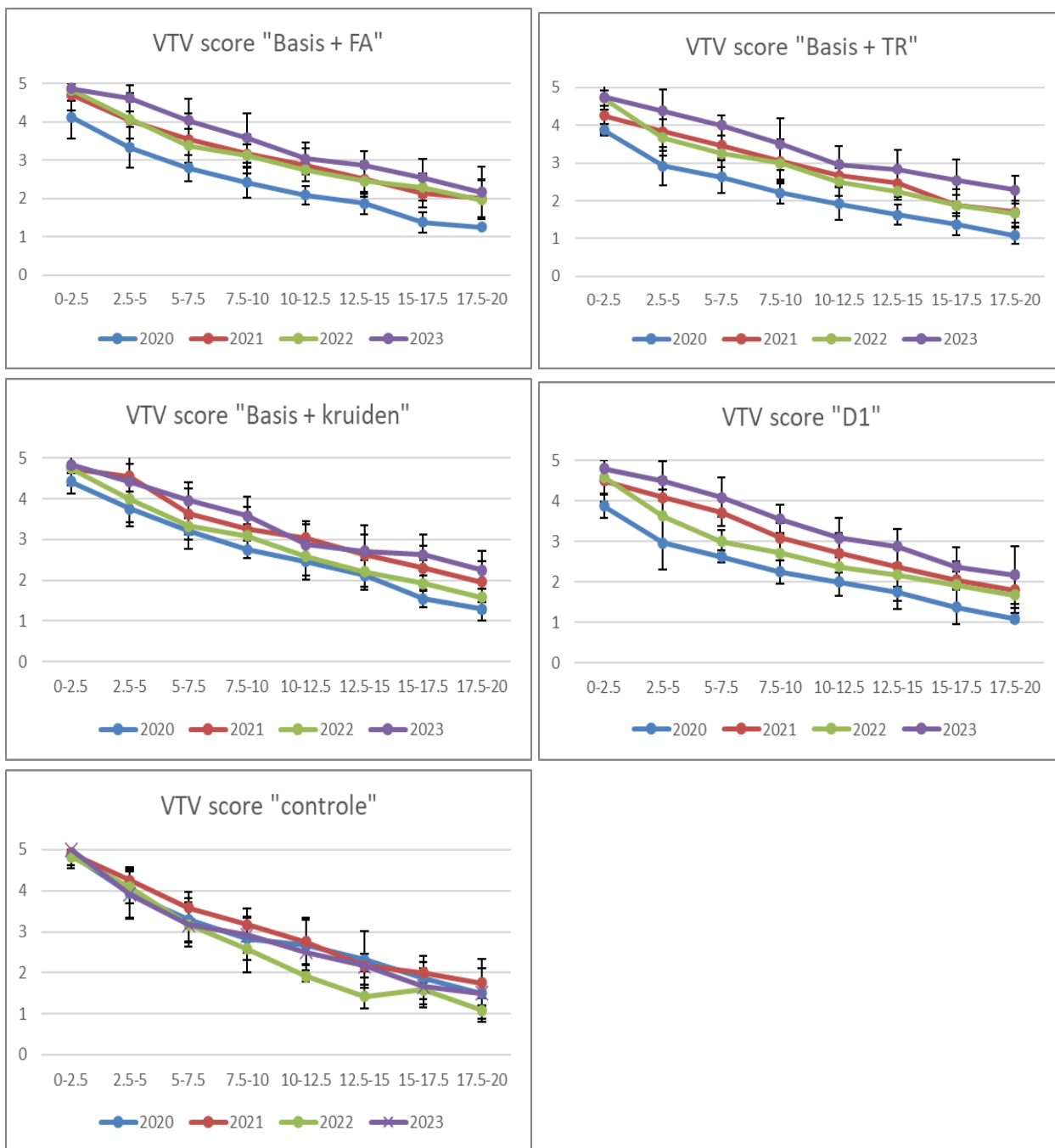
Legenda:

Controle	= bestaande graszode
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden
D1	= standaard dijkenmengsel

Figuur 8.5 Gemiddelde doorworteling gutssteken VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van 2022 per zaadmengsel voor alle locaties. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer.

Van alle mengsels zijn de VTV-scores van vier opvolgende jaren over de verschillende locaties gemiddeld (figuur 8.6). Daaruit blijkt dat de doorworteling op alle dieptes is toegenomen tussen 2020 en 2021, in 2022 niet meer, maar in 2023 weer wel (behalve in de controle), wellicht als gevolg van de droge zomer van 2022. Er zijn weinig verschillen tussen de mengsels, behalve dat het mengsel "Basis + kruiden" in de eerste winter al een iets beter doorworteling had vergeleken met andere mengsels.

Er is ook gekeken naar verschillen tussen doorworteling boven en onder op het talud in de data van 2020 tot 2023, maar er zijn geen consequente verschillen gevonden voor verschillende jaren of mengsels.



Legenda:

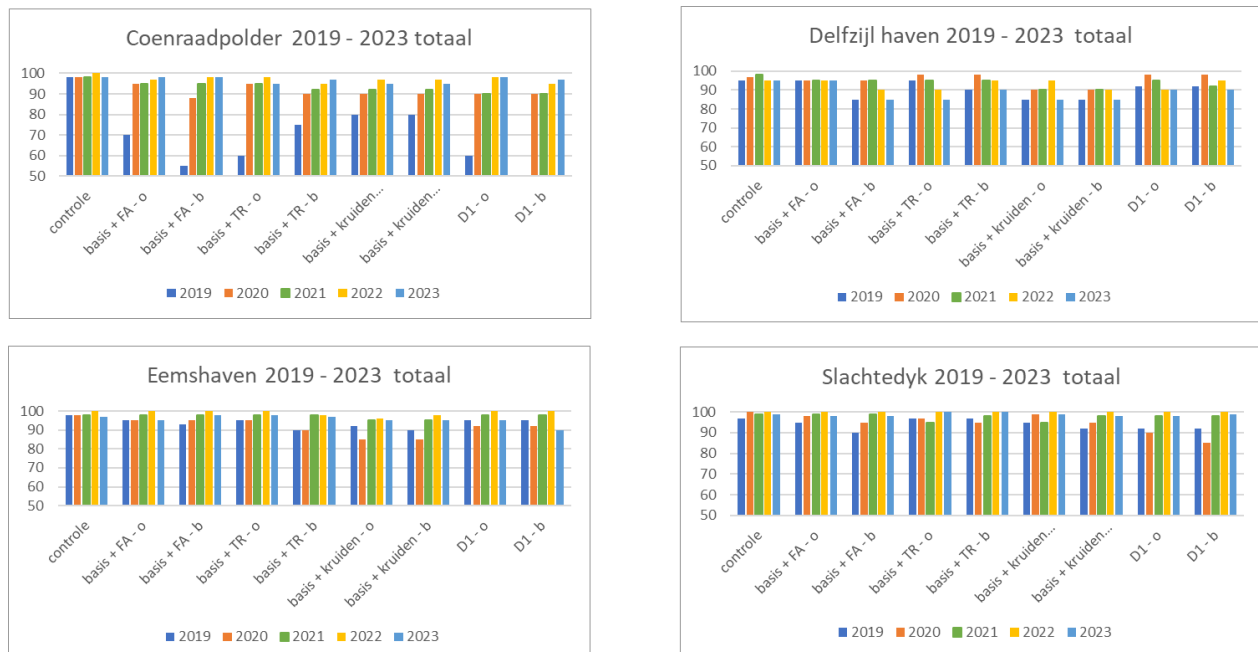
Controle	= bestaande graszode
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden
D1	= standaard dijkenmengsel

Figuur 8.6 Gemiddelde doorworteling gutssteken VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van 2020 t/m 2023 weergegeven per zaadmengsel voor alle locaties.

8.3 Resultaten vegetatie-inventarisatie 2023: bedekking en soortenrijkdom

Bedekking totaal, grassen en kruiden

Na de twee inventarisatierondes (5, 6 en 14 juni en 7 en 28 augustus 2023) blijkt dat de totale bedekking van de vegetaties op alle locaties gelijk of iets lager is dan in 2022 (figuur 8.7). Voor Eemshaven waren er alleen resultaten van de eerste vegetatieronde.

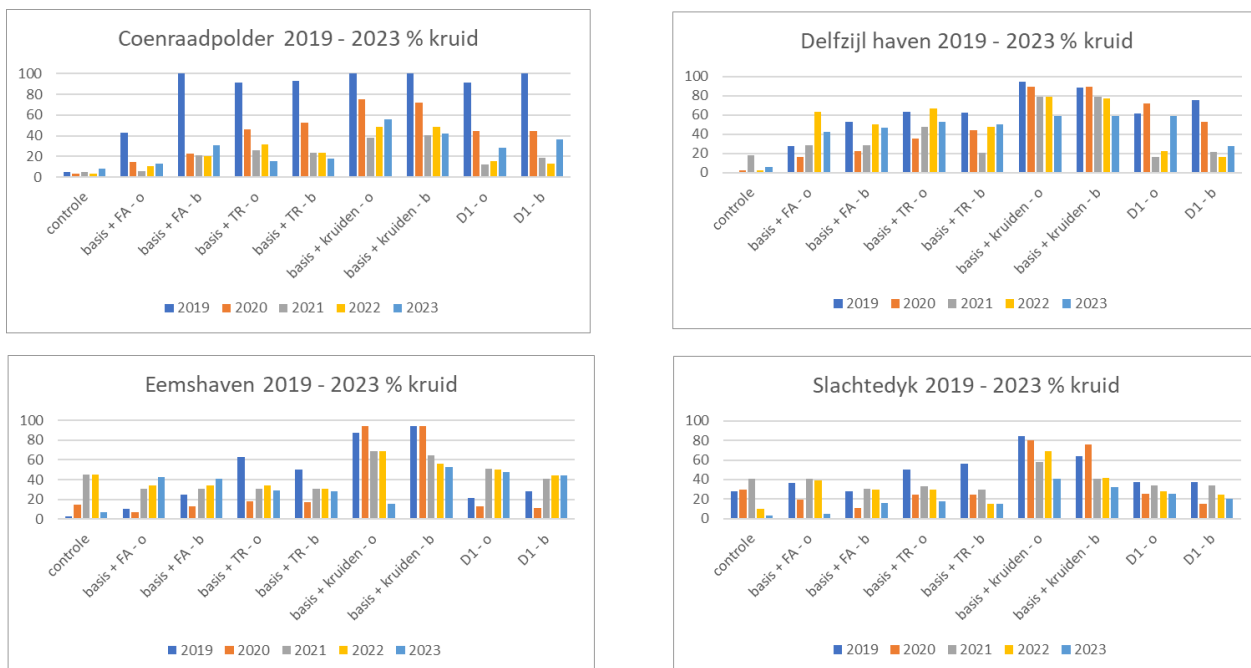


Legenda:

Controle	= bestaande graszode	<i>o</i>	= onderzijde buitentalud
Basis +FA	= basis grasmengsel + Rietzwenkgras	<i>b</i>	= bovenzijde buitentalud
Basis + TR	= basis grasmengsel + Witte klaver		
Basis + kruiden	= basis grasmengsel + kruiden		
D1	= standaard dijkmenngsel		

Figuur 8.7 Totale bedekking (maximumwaarde van voor- en najaarsronde) van de vegetatie op alle proeflocaties met verschillende zaadmengsels.

Op het ondertalud van de locatie Coenraadpolder en op de locatie Delfzijl Haven is het aandeel kruiden in het kruidenmengsel weer gestegen naar boven de 50% (figuur 8.8). Dit is te verklaren door het grote aandeel akkerdistel op deze plekken. Ook op de locatie Eemshaven is het aandeel kruiden in het kruidenmengsel hoog, maar hier is alleen een voorjaarsopname beschikbaar.



Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis + FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkenmengsel</i>		

Figuur 8.8 Kruidenbedekking als percentage van totale bedekking (maximumwaarde van voor- en najaarsronde) van de vegetatie op alle proeflocaties met verschillende zaadmengsels.

Bedekkende soorten

1. Basis + FA (Basis + Rietzwenkgras)

Engels raaigras (i) is behalve op de Coenraadpolder en Slachtedyk nu ook op Eemshaven de belangrijkste bedekker (i.p.v. Witte klaver (i) en Zachte dravik. Op Delfzijl Haven is naast Kweek nu ook Rood zwenkgras de belangrijkste bedekker (naast Akkerdistel). Rietzwenkgras (i) haalt nog steeds alleen op de Coenraadpolder en op de Slachtedyk een bedekking (> 5%).

2. Basis + *Trifolium repens* (Basis + Witte Klaver)

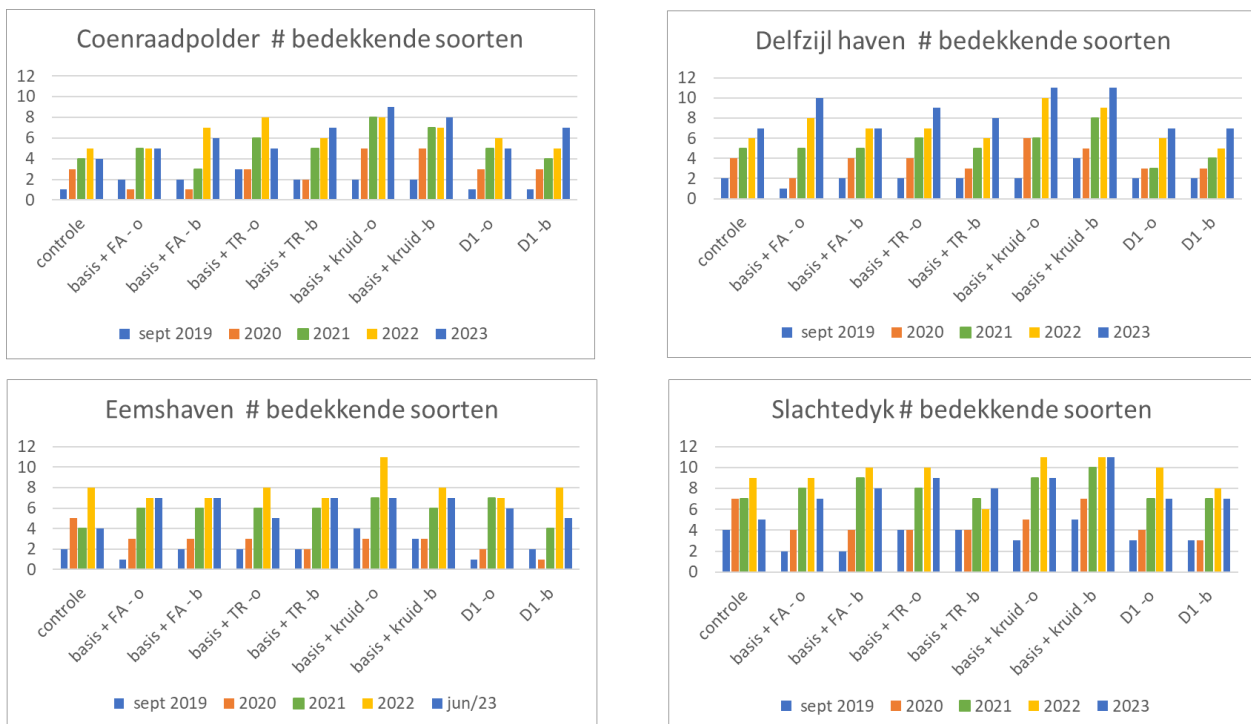
Engels raaigras (i) is op alle locaties nog steeds de belangrijkste bedekker, alleen op Delfzijl Haven is dat nog steeds Akkerdistel met Ruw beemdgras. Witte klaver (i) komt nog net bedekkend voor op Eemshaven en Slachtedyk, maar niet meer op de Coenraadpolder.

3. Basis + kruiden

Engels raaigras (i) is behalve op de Coenraadpolder nu ook op de Eemshaven en op de Slachtedyk de belangrijkste bedekker. Akkerdistel is op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven ook een belangrijke bedekker. Smalle weegbree (i) is alleen op Eemshaven en Slachtedyk nog een belangrijke bedekker. Op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven hebben van de ingezaaide kruiden alleen Smalle weegbree (i), Duizendblad (i) en Veldzuring (i) een bedekking (> 5%), op Eemshaven is dat Smalle weegbree (i), Duizendblad (i) en Rode klaver (i). Alleen op de Slachtedyk hebben alle ingezaaide kruiden nog een bedekking > 5%.

5. D1-mengsel

Op de Coenraadpolder en Eemshaven is Engels raaigras nog steeds de belangrijkste bedekker, in Delfzijl Haven is Ruw beemdgras samen met Kweek en Akkerdistel de belangrijkste bedekker. Op Eemshaven is Knopig doornzaad (Rode lijstsoort!) een opvallende bedekker. Op de Slachtedyk is Engels raaigras inmiddels de belangrijkste bedekker en hebben Rood zwenkgras, Fioringras en Witte klaver nog steeds een redelijke bedekking.



Legenda:

<i>Controle</i>	= <i>bestaande graszode</i>	<i>o</i>	= <i>onderzijde buitentalud</i>
<i>Basis +FA</i>	= <i>basis grasmengsel + Rietzwenkgras</i>	<i>b</i>	= <i>bovenzijde buitentalud</i>
<i>Basis + TR</i>	= <i>basis grasmengsel + Witte klaver</i>		
<i>Basis + kruiden</i>	= <i>basis grasmengsel + kruiden</i>		
<i>D1</i>	= <i>standaard dijkenmengsel</i>		

Figuur 8.9 Aantal soorten bedekkende grassen en kruiden op alle proeflocaties in 2019 t/m 2023, bij verschillende zaadmengsels. Alleen soorten die op één of meerdere plekken een bedekking $\geq 5\%$ halen, zijn weergegeven.

Uit figuur 8.9 blijkt dat het aantal bedekkende soorten alleen op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven nog is toegenomen. Het aantal bedekkende soorten is op alle locaties het hoogst in de kruidenmengsels, behalve op het bovenste talud in Eemshaven. In de kruidenmengsels van Delfzijl Haven, Eemshaven (boven talud) en op de Slachtedyk is het aantal bedekkende soorten inmiddels hoger dan 10. Een hoger aantal bedekkende soorten geeft aan dat de vegetatie een fijner mozaïek vormt in vergelijking met een vegetatie met enkele soorten met een hoge bedekking. Een fijner mozaïek aan soorten bovengronds brengt ook ondergronds een fijner mozaïek van wortels met zich mee. Dit leidt tot een hogere erosiebestendigheid.

Vegetietypologie

Op basis van de soortensamenstelling kan een vegetatietype worden toegekend via SynBioSys (Schaminée et al., 2010; 2015). Door de vaak soortenarme vegetaties en het feit dat de vegetatie op de proefvlakken nog niet geheel is uitontwikkeld, is deze toekenning echter niet erg betrouwbaar.

De vegetaties op de controleproefvlakken worden nog steeds gekenmerkt door kamgrasweiden met Engels raaigras. Op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven is nog sprake van rompgemeenschappen waar Fioringras of Zachte Dravik (Delfzijl Haven) wat meer domineren. Deze komen overeen met soortenarme kamgrasweiden W2 (Hazebroek & Sprangers, 2002).

De vegetaties ingezaaid met "basis + FA" worden nog steeds gekenmerkt door (soortenarme) kamgrasweiden (W2) met Engels raaigras. Alleen op de Coenraadpolder komt op het ondertalud een rompgemeenschap naar voren gekenmerkt door Rietzwenkgras. Op Delfzijl Haven komt een rompgemeenschap met Akkerdistel voor (pioniervegatie P).

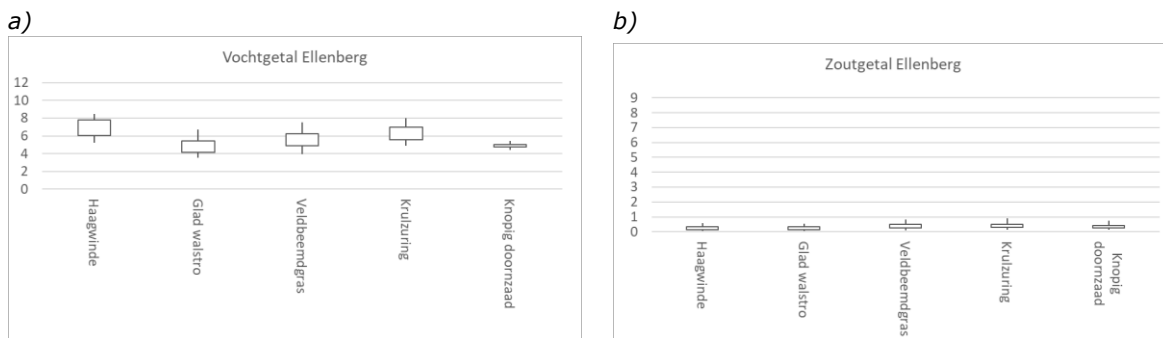
Ook de vegetaties ingezaaid met "basis + TR" worden nog steeds gekenmerkt door (soortenarme) kamgrasweiden met Engels raaigras (W2). Op de Coenraadpolder komt er een variant voor met vrij veel

Ruwbeemdgras en/of Fioringras en Akkerdistel (pioniervegetatie P). Ook op Delfzijl Haven komen deze ruderaal pioniervegetatie met (veel) akkerdistel voor.

De vegetaties ingezaaid met "basis + kruiden" kenmerken zich nog steeds voornamelijk door iets opener rompgemeenschappen van voedselrijke graslanden met Rode klaver. Op het ondertalud van de Coenraadpolder en op Eemshaven komt wel een typische (soortenarme) kamgrasweide (W2) voor. De locatie Delfzijl Haven en in minder mate Coenraadpolder werd (vooral op het boven talud) gedomineerd door pioniervegetatie (P) met veel akkerdistel.

Samenvattend heeft op veel locaties de vegetatie nog steeds het karakter van een relatief soortenarme kamgrasweide, die gekenmerkt wordt door Engels raigras. Dit komt overeen met een W2-vegetatie en past bij dijken die wat intensiever worden begraasd en bemest. De kruidenvegetaties hebben iets meer het karakter van vegetaties met Rode klaver. Opvallend is de dominantie van Akkerdistel in alle inzaaimengsels op Delfzijl Haven en het boventalud van het kruidenmengsel in de Coenraadpolder, waar een pioniervegetatie (P) voorkomt. Dit kan een gevolg zijn van het jarenlange klepelbeheer. In de Coenraadpolder komt alleen op het ondertalud van het mengsel met Rietzwenkgras deze soort ook in het vegetatietype naar boven.

8.4 Droogte- en zoutbestendigheid, wortelkenmerken



Figuur 8.10 Abiotische amplituden gebaseerd op Ellenberggetallen voor a) vocht, en b) zout, voor de nieuwe bedekkende soorten (bron: SynBioSys, Hennekens et al., 2010). Bij hogere vochtgehalten komen soorten bij hogere vochtgehalten voor en bij hogere zoutgehalten bij meer zoute standplaatsen.

Er zijn vocht- en zoutgetallen en amplituden weergegeven voor de gevonden bedekkende soorten die in 2021 voor het eerst bedekkend voorkwamen, (figuur 8.10). Dit zijn er nu vijf, namelijk Veldbeemdgras in de Coenraadpolder, Glad walstro, Krulzuring en Haagwinde in Delfzijl Haven en Knopig doornzaad in Eemshaven. De Ellenberggetallen geven aan binnen welke amplitude van zoutgehalten en droogte planten in het wild voorkomen. De boxplots geven de Ellenberggetallen weer die het meest voorkomen (25-75% van de waarnemingen), de lijn naar boven en onder geeft de uitschieters weer, Ellenberggetallen die zelden voorkomen (minder dan 5% van de waarnemingen) liggen daar resp. boven of onder. Deze indicatie geldt dus niet voor de specifieke situatie op dijken of aan de Waddenzeekust.

Wortelkenmerken van de nieuwe bedekkende soorten zijn beschreven aan de hand van tabel 3-1 uit het Fase C-rapport (Schipper et al., 2019), worteldiepte (Biobase, CBS 2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR. Haagwinde heeft zeer diepe wortels (> 100 cm) en vermeerderd zich ook via zijwaartse wortels. Ook Krulzuring heeft zeer diepe wortels, maar zijn wel kenmerkend voor ruige vegetaties. Glad walstro heeft eveneens diepe wortels. Veldbeemdgras heeft minder diepe wortels (< 100 cm), maar vormt wel een dichte zode en is erosiebestendig. Van Knopig doornzaad zijn geen wortelgegevens bekend.

8.5 Voorlopige conclusies

Beheer:

- Het hooibeheer in Delfzijl Haven heeft (nog) niet geleid tot een afname van de verruiging.
- Op de Coenraadpolder zijn voor de tweede vegetatie molshopen gerepareerd en opnieuw ingezaaid met een onbekend mengsel. Akkerdistels op het binnentalud zijn geklepeld, maar in de proefvlakken staan ze nog, vooral in het proefvlak met het kruidenmengsel. Daar zijn ze waarschijnlijk niet geklepeld.
- Bij de tweede vegetatieronde was de locatie Slachtedyk en Eemshaven net gemaaid en kon daardoor niet geïnventariseerd worden. De Slachtedyk is op een andere datum alsnog geïnventariseerd nadat de proefvlakken tijdelijk zijn uitgerasterd om hergroei te bevorderen, maar Eemshaven niet.
- In het voorjaar zijn de proefvlakken (exclusief controle) op de Coenraadpolder enige tijd abusievelijk uitgerasterd en derhalve niet begraasd.

Doorworteling:

- Bij de WBI-beoordeling in de winter van 2022/2023 blijkt de bedekking op alle locaties nog steeds gesloten te zijn en de doorworteling vergelijkbaar of iets beter dan vorig jaar. De plagsteken zijn bijna overal sterk. Alleen in Delfzijl Haven scoort het mengsel met Rietzwenkgras en het D1-mengsel nog matig, terwijl het kruidenmengsel daar juist weer goed scoort. Op Eemshaven scoorde de plag in het kruidenmengsel juist weer matig. In de VTV-score is dat echter niet terug te zien. De VTV-scores zijn op de Coenraadpolder in alle mengsels matig tot goed en op Eemshaven en Slachtedyk goed, alleen in Delfzijl Haven is de doorworteling van alle mengsels nog slecht tot matig.
- Voor alle mengsels zijn de VTV-scores van vier opvolgende jaren over de verschillende locaties gemiddeld (figuur 8.5). Daaruit blijkt dat de doorworteling op alle dieptes is toegenomen tussen 2020 en 2021, in 2022 niet meer, maar in 2023 weer wel (behalve in de controle). Er zijn weinig verschillen tussen de mengsels, behalve dat het mengsel "Basis + kruiden" in de eerste winter al een iets beter doorworteling had vergeleken met andere mengsels.

Vegetatie:

- Op de meeste locaties is de vegetatie helemaal gesloten, de totale bedekking is op alle locaties even hoog of iets lager dan in 2022. Alleen op de locatie Delfzijl Haven is de bedekking afgenomen tot onder de 90%.
- Het aandeel kruiden in het kruidenmengsel is op het ondertalud van de Coenraadpolder en in Delfzijl Haven weer gestegen naar meer dan 50%, vooral veroorzaakt door Akkerdistel. Ook in Eemshaven lag in het voorjaar het aandeel kruiden boven de 50% in dit mengsel.
- Engels raaigras is in alle mengsels en begraasde locaties de belangrijkste bedekker. Op Delfzijl Haven zijn Kweek en Akkerdistel een belangrijke bedekker. Akkerdistel komt ook bedekkend voor op de Coenraadpolder, vooral in het kruidenmengsel. Het ingezaaide Rietzwenkgras komt alleen op de Coenraadpolder en Eemshaven bedekkend voor, de ingezaaide Witte klaver (van lokale herkomst) alleen op Eemshaven en op de Slachtedyk. Op de Coenraadpolder, Delfzijl Haven en Eemshaven komen het ingezaaide Smalle Weegbree en Duizendblad bedekkend voor en soms ook Veldzuring of Rode klaver. Alleen op de Slachtedyk komen alle ingezaaide kruiden (dus ook Herfstleuwentand) bedekkend voor.
- Het aantal bedekkende soorten is in de kruidenmengsels in Delfzijl Haven en op het boventalud van de Slachtedyk gestegen naar boven de 10, wat duidt op een vegetatie met een fijner mozaïek.
- Soorten die voor het eerst bedekkend zijn aangetroffen, zijn Veldbeemdgras in de Coenraadpolder, Glad walstro, Krulzuring en Haagwinde in Delfzijl Haven en Knopig doornzaad in Eemshaven. Deze soorten zijn niet indicatief voor droogte of zout. Ze hebben verschillende typen doorworteling.

9 Resultaten 2024

9.1 Beheerwerkzaamheden 2024

Alle dijktafstanden waren bij de VTV- en WBI-meting op 31 oktober erg drassig, ook de gestoken plaggen. De maaimachine op Coenraadpolder maakt diepe sporen. Gras op dit talud ligt een beetje plat, waardoor het wellicht niet goed is kort gemaaid.



De proefvlakken in Delfzijl Haven zijn meegemaaid met het hele talud, terwijl hier het hooibeheer (2x maaien en afvoeren) doorgezet had moeten worden. Ook dit talud is drassig en er zijn twee diepe rijsporen te zien over het hele talud.



9.2 Doorworteling en WBI-beoordeling winter 2023/2024

De eerste metingen voor beoordeling WBI en doorworteling VTV zijn niet in januari/februari 2024 uitgevoerd, maar zijn op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven uitgevoerd op 31 oktober 2023 (vier jaar en vijf maanden na inzaai), voorafgaand het winterseizoen i.v.m. de planning van de metingen van Infram Hydren. De metingen op 7 december (Slachtedyk, 4 jaar en 7 maanden na inzaai) en 15 januari 2024 (Eemshaven, 4 jaar en 8 maanden na inzaai) vielen wel in het winterseizoen. De WBI- en VTV-metingen zijn voorafgaand aan de metingen van Infram Hydren uitgevoerd. In alle pq's (van 4x4 m) zijn drie gutssteken genomen: linksboven, midden en rechtsonder, dus zes steken per proefvlak. Alle plaggen zijn links onder van de (bovenste) pq gestoken.

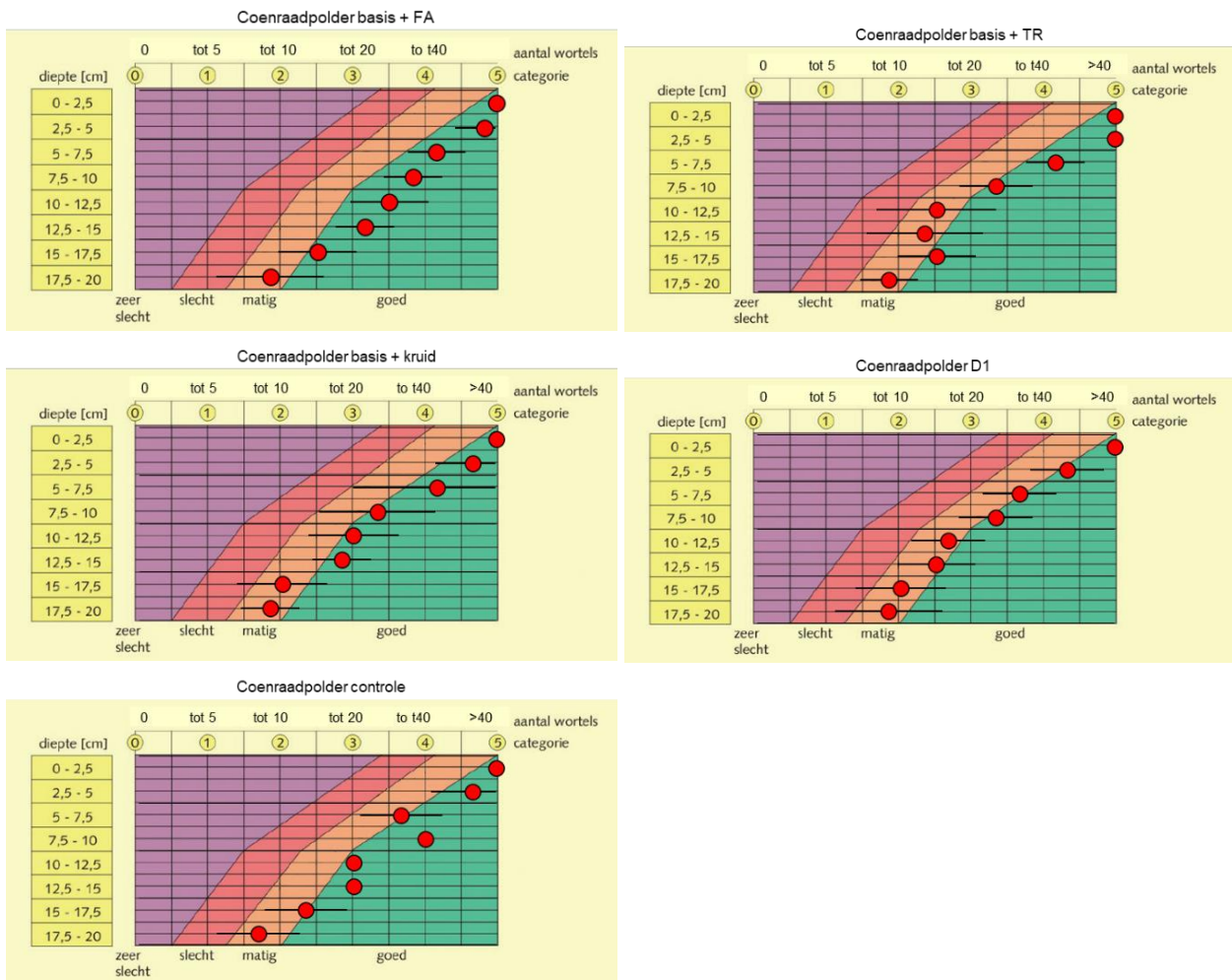
Locatie Coenraadpolder

De vegetatie was op de locatie Coenraadpolder net als vorig jaar in zijn geheel gesloten (tabel 9.1), maar de totale bedekking is overal iets afgenomen. Alle plagsteken zijn heel moeilijk te breken, de controle is moeilijk te breken.

De wortelgrafieken (figuur 9.1) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels net als vorig jaar tot een diept van 10-15 cm goed scoren. Dat geldt ook voor de controle, die vorig jaar alleen in de bovenste 2,5 cm goed scoorde. Het mengsel "basis + Rietzwenkgras" zelfs tot 20 cm diep en het kruidenmengsel tot 15 cm diep.

Tabel 9.1 WBI-beoordeling Coenraadpolder. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	Linksonder bovenste pq	Heel moeilijk te breken	90%	Gras ligt deels plat, niet goed meegemaaid
basis + TR	gesloten	Linksonder bovenste pq	Heel moeilijk te breken	90%	Vrij veel open plekken door molshopen
basis + kruid	gesloten	Linksonder bovenste pq	Heel moeilijk te breken	90%	Open plekken bij molshopen
D1	gesloten	Linksonder bovenste pq	Heel moeilijk te breken	80%	Open plekken bij molshopen
controle	gesloten	Linksonder pq	Moeilijk te breken	90%	Controle ook gemaaid. Stuk breuksteen/harde bekleding in de plag.



Figuur 9.1 Doorworteling gutssteken Coenraadpolder. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

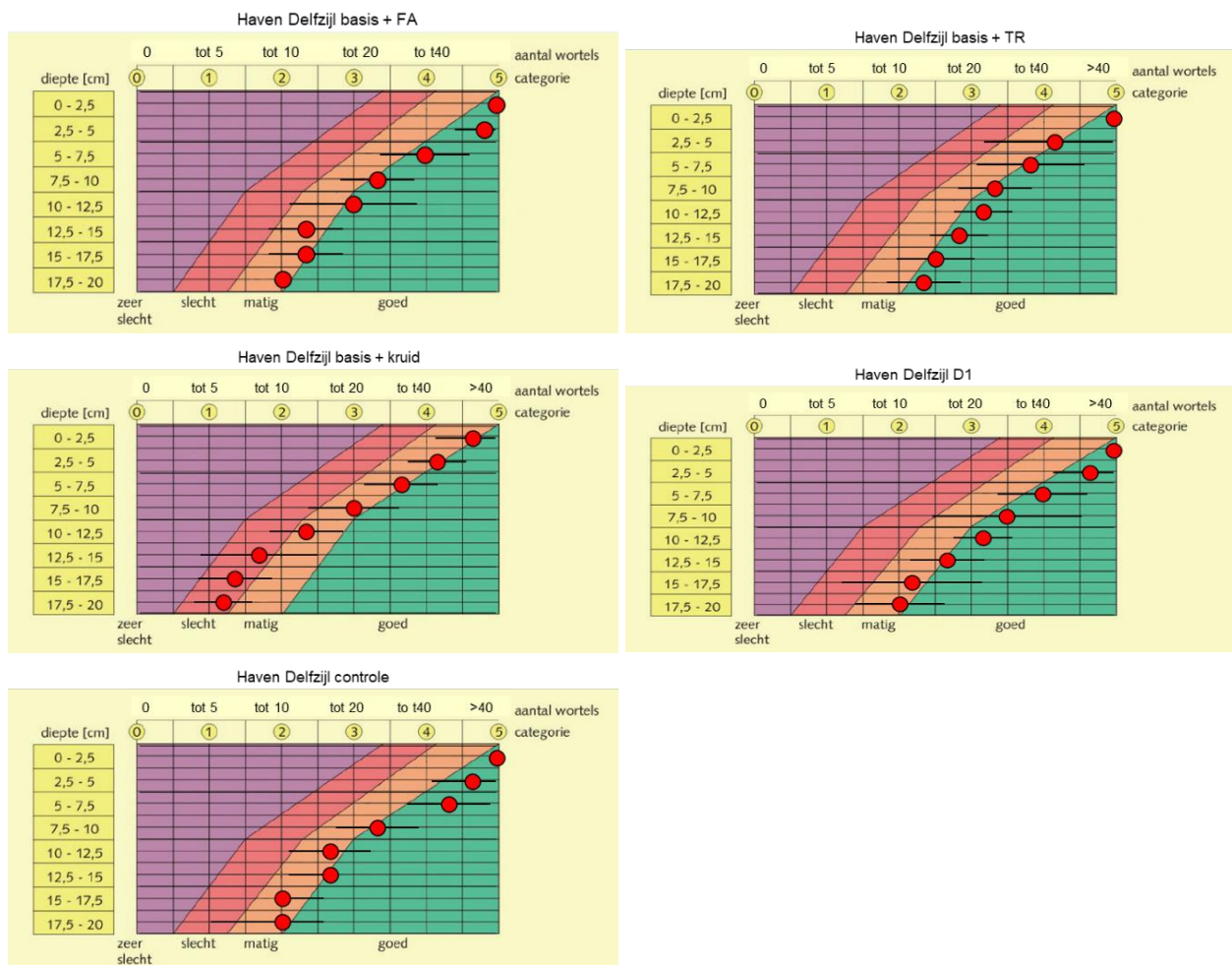
Locatie Delfzijl Haven

Op de locatie Delfzijl Haven zijn alle deelvlakken net als vorig jaar gesloten (tabel 9.2) en is de bedekking weinig veranderd. Het kruidenmengsel is iets opener dan vorig jaar. Alle plagmonsters zijn moeilijk te steken, ook die van het D1-mengsel, dat vorig jaar minder sterk bleek.

De wortelgrafieken (figuur 9.2) tonen aan dat de doorworteling in alle zaadmengsels vaker "goed" scoort, waar de meeste mengsels vorig jaar beneden "matig" scoorden. Het mengsel "basis + kruiden" blijft dit jaar achter en ligt op de grens van "matig" en "goed", terwijl in de diepe lagen de score "slecht" is.

Tabel 9.2 WBI-beoordeling Delfzijl Haven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis + FA	gesloten	Linksonder bovenste pq	Moeilijk te breken	87%	Veel kruiden, o.a. pinksterbloem
basis + TR	gesloten	Linksonder bovenste pq	Moeilijk te breken	85%	Veel dikke penwortels (akkerdistel?), molshopen, maaisel
basis + kruid	gesloten	Linksonder bovenste pq	Moeilijk te breken	75%	maaisel
D1	gesloten	Linksonder bovenste pq	Moeilijk te breken	85%	Veel kruiden, ook akkerdistel
controle	gesloten	Rechtsboven pq	Moeilijk te breken	90%	Veel maaisel



Figuur 9.2 Doorworteling gutssteken Delfzijl Haven. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

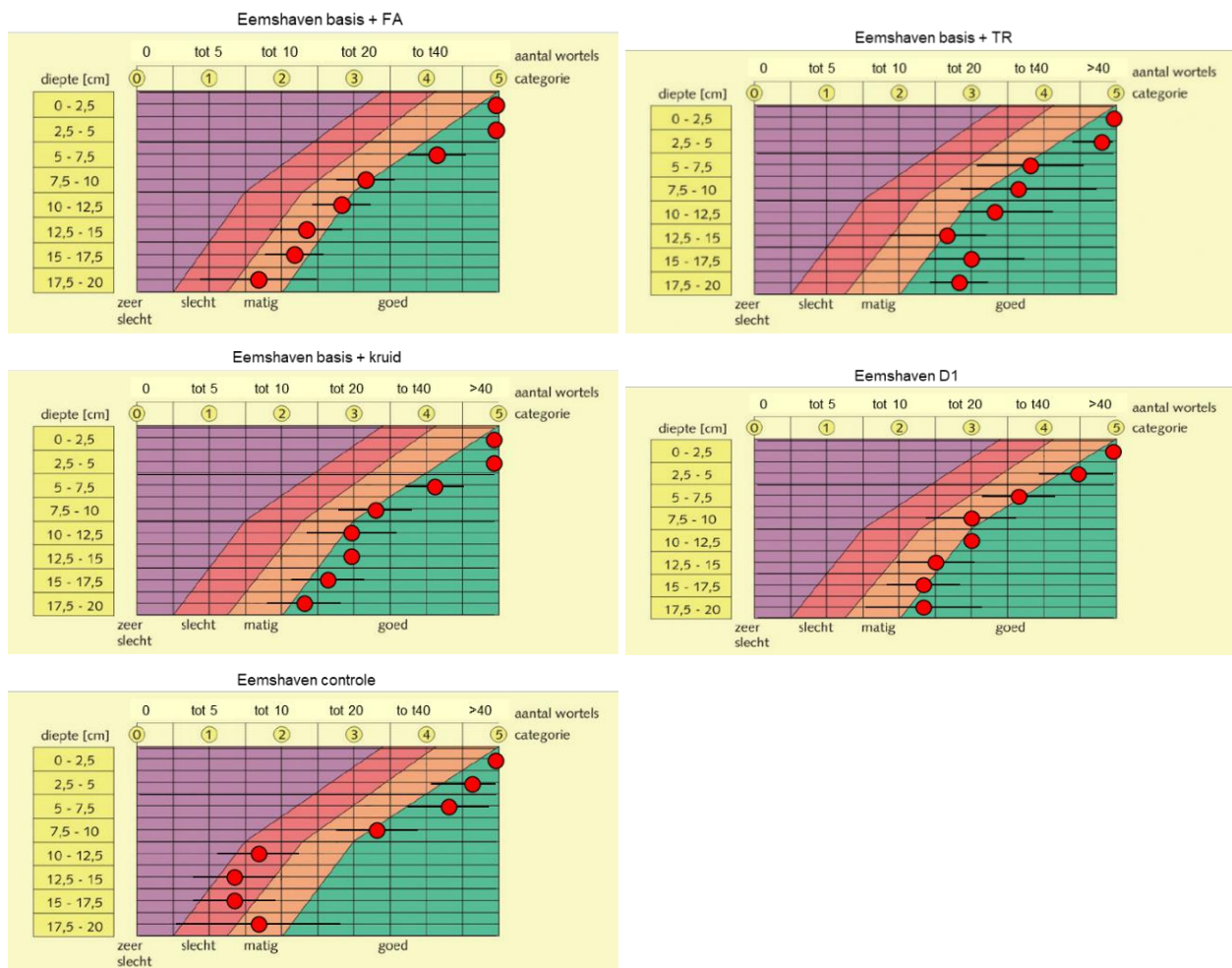
Locatie Eemshaven

Op de locatie Eemshaven is de vegetatie bij alle mengsels net als vorig jaar gesloten (tabel 9.3). De bedekkingen zijn niet gestegen ten opzichte van vorig jaar. Op alle mengsels zijn de plaggen moeilijk te breken, net als vorig jaar, ook die van het mengsel "basis + kruiden".

De VTV scores (figuur 9.3) zijn iets lager dan vorig jaar. De mengsels "basis + Witte klaver" en "basis + kruiden" scoren nog steeds in alle lagen "goed", terwijl ook in de diepere lagen, terwijl de andere mengsels in diepere lagen "matig" scoren en de controle zelfs "slecht".

Tabel 9.3 WBI-beoordeling Eemshaven. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	Links onder bovenste pq	Moeilijk te breken	90%	Muizengangen onder pq 21. Veel pieren.
basis + TR	gesloten	Links onder bovenste pq	Moeilijk te breken	90%	Muizengangen onder pq 23
basis + kruid	gesloten	Links onder bovenste pq	Moeilijk te breken	80%	Iets meer mos dan in andere mengsels. Klein muizenspoor onder pq 25.
D1	gesloten	Links onder bovenste pq	Moeilijk te breken	90%	Mos, muizengangen net onder pq 19
controle	gesloten	Links onder pq	Moeilijk te breken	95%	Iets dichtere vegetatie dan proefvlak



Figuur 9.3 Doorworteling gutssteken Eemshaven. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaarddeviatie weer. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

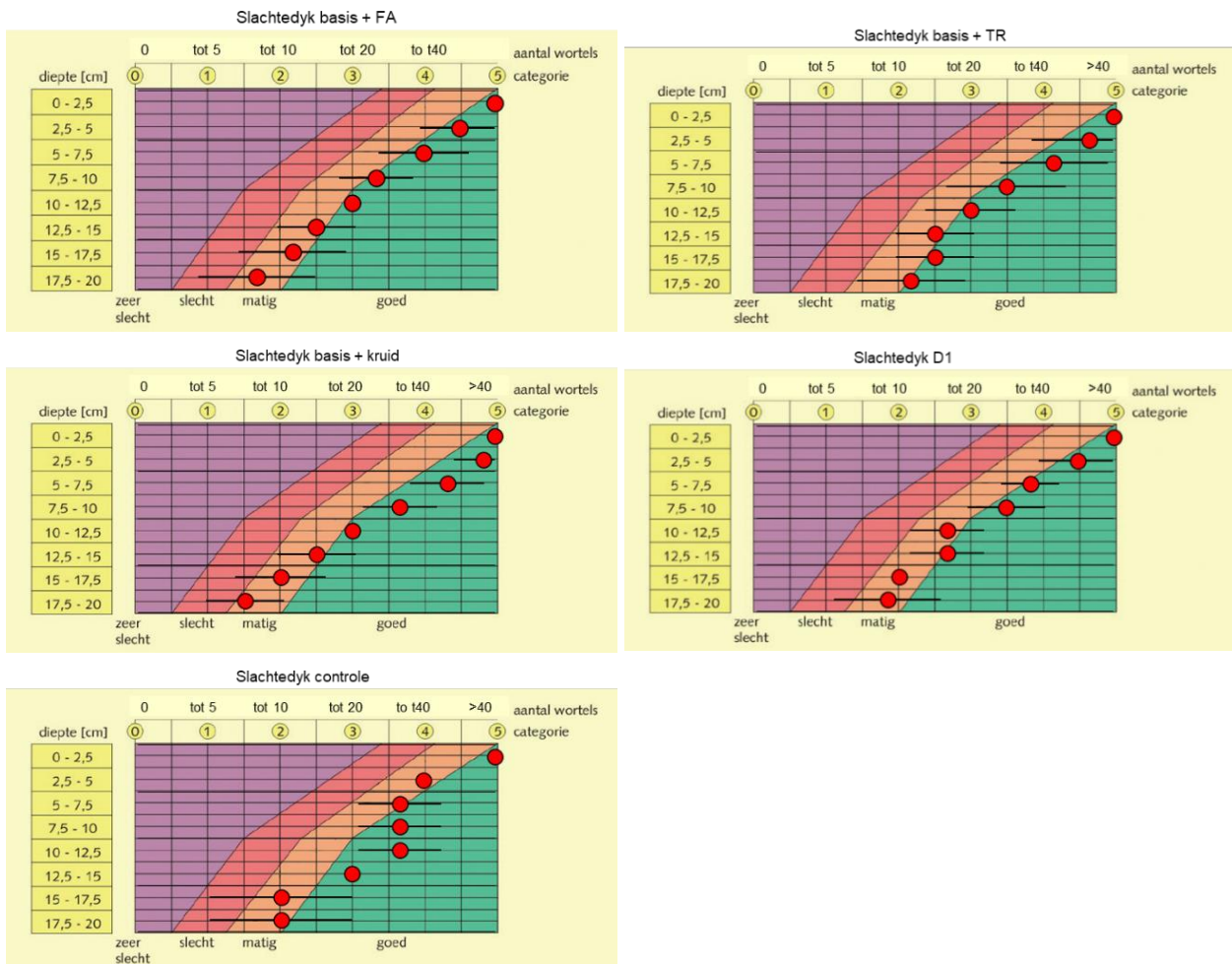
Locatie Slachtedyk

Alle mengsels hadden een gesloten vegetatie en een hoge bedekking (tabel 9.4) en de plag was in alle mengsels net als vorig jaar moeilijk of heel moeilijk te breken.

De VTV scores zijn iets lager dan vorig jaar. Alle mengsels scoren tot 10 cm diepte "goed", daaronder wordt de score "matig" (figuur 9.4). Het mengsel "basis + Witte klaver" scoort in de twee diepste lagen weer "goed".

Tabel 9.4 WBI-beoordeling Slachtedyk. De beoordeling bestaat uit het beoordelen van de openheid van de vegetatie en het beoordelen van de sterkte van een gestoken plag.

Mengsel	Openheid	Locatie plag	Plag	Bedekking vegetatie	Opmerkingen
basis +FA	gesloten	Linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	97%	Veel muizengangen en hoopjes aarde.
basis + TR	gesloten	Linksonder bovenste pq	heel moeilijk te breken	98%	Muizengangen
basis + kruid	gesloten	Linksonder bovenste pq	moeilijk te breken	98%	Muizenschade
D1	gesloten	Linksonder bovenste pq	heel moeilijk te breken	97%	Muizenschade
controle	gesloten	Linksonder pq	heel moeilijk te breken	98%	Muizenholletjes



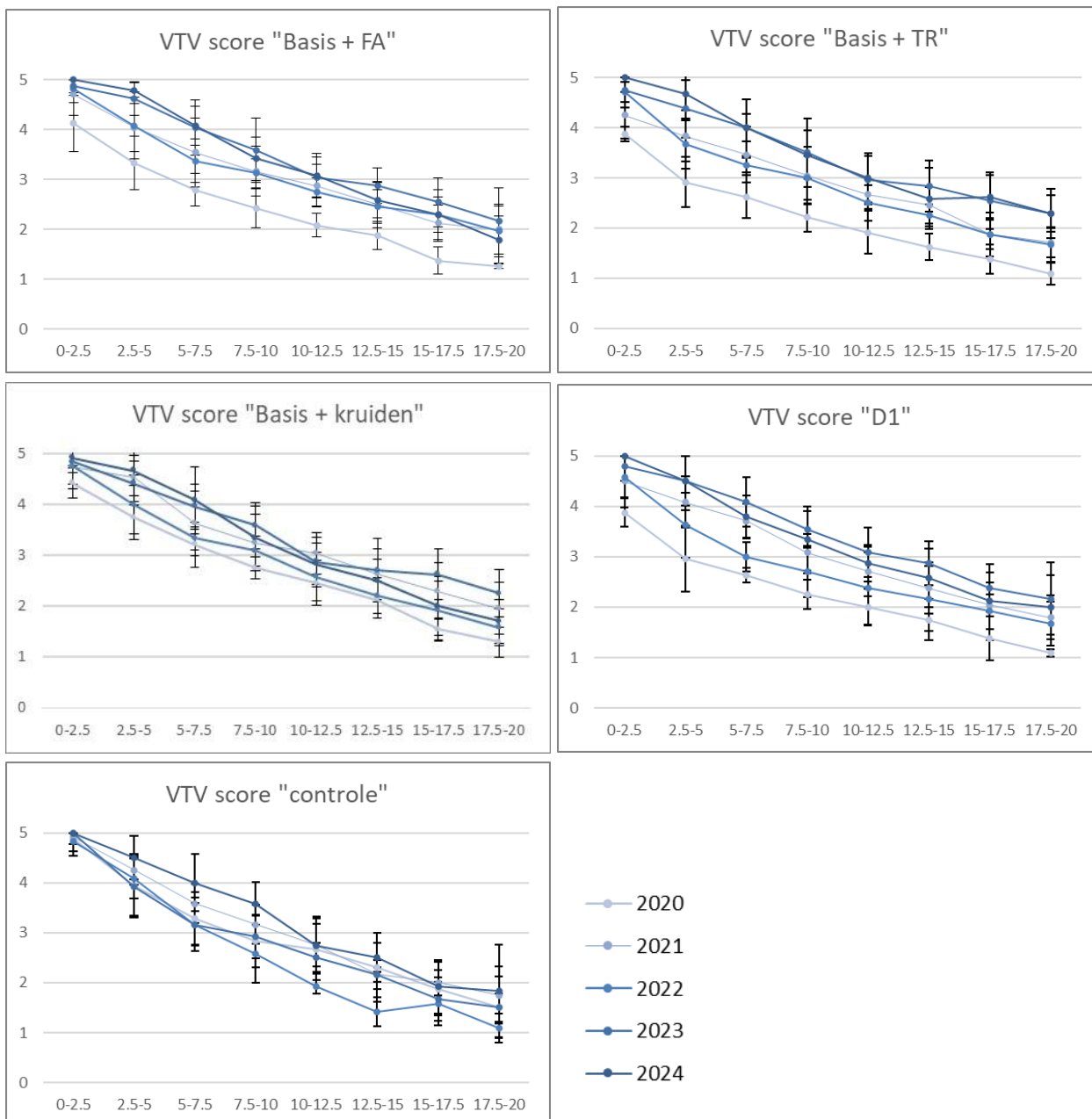
Figuur 9.4 Doorworteling gutssteken Slachtedyk. De zwarte dwarsstreepjes geven de standaard deviatie weer. De rode bolletjes geven de gemiddelde score (figuur 2.4a) van meerdere gutssteken per diepteklasse. De horizontale zwarte balkjes geven de standaarddeviatie weer. Naarmate de diepte toeneemt, is een lagere gemiddelde score voldoende om de beoordeling "goed" te krijgen.

Alle locaties

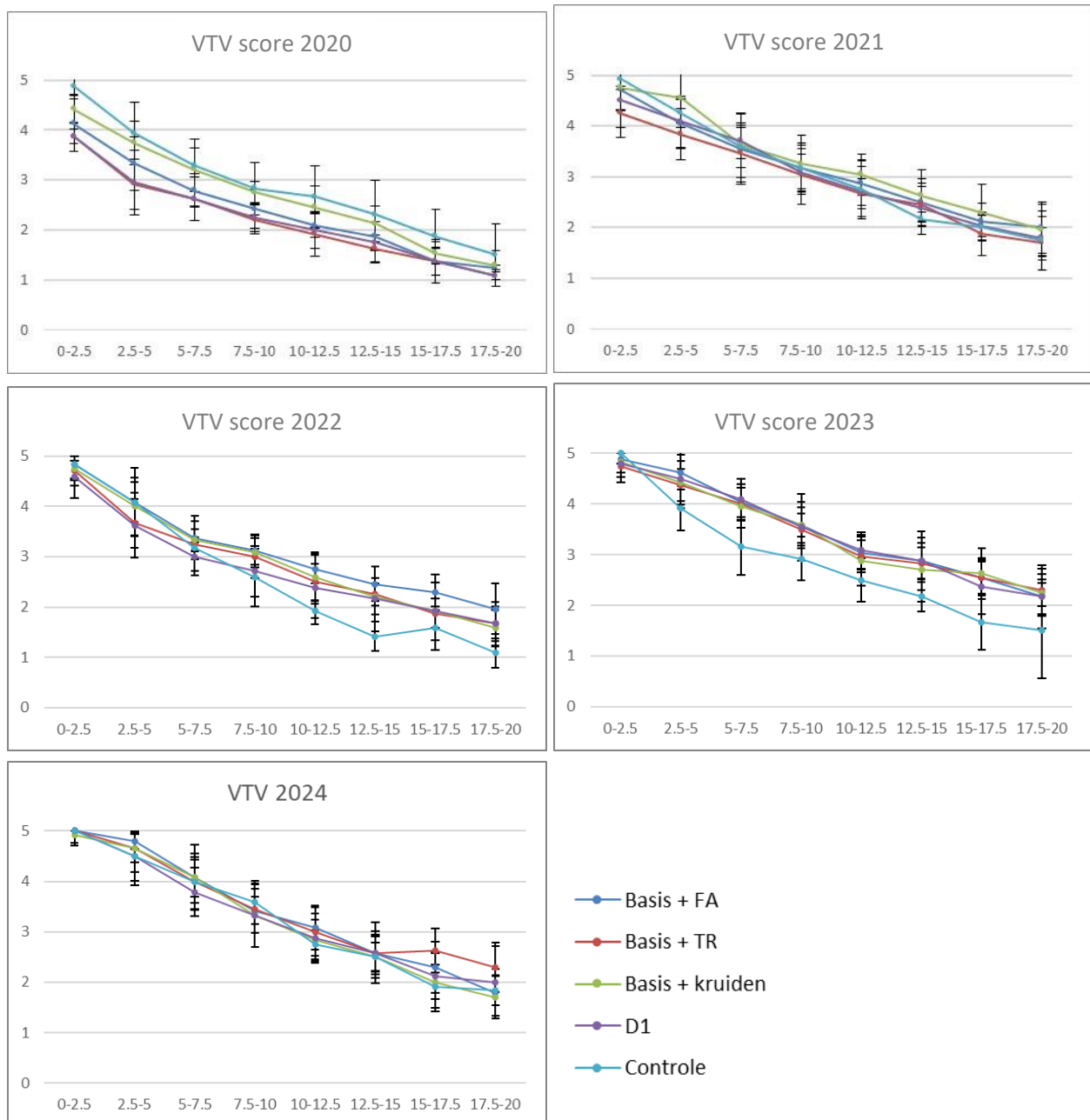
Voor alle mengsels zijn de VTV-scores van vier opvolgende jaren over de verschillende locaties gemiddeld. Voor elk mengsel en de controle is een grafiek gemaakt, waarbij de doorworteling per jaar is weergegeven tegen de diepte (figuur 9.5). Daaruit blijkt dat de doorworteling op alle dieptes is toegenomen tussen 2020 en 2021 en in 2023 (behalve in de controle). In het laatste seizoen 2023/2024 is de doorworteling in de mengsels vergelijkbaar of iets lager dan in 2023, terwijl de controle wel een lichte toename laat zien.

Daarnaast is voor elk jaar een grafiek gemaakt waarbij de doorworteling per mengsel is weergegeven tegen de diepte (figuur 9.6). Ook hier zijn de data over de verschillende locaties gemiddeld. Hieruit blijkt dat de aanvankelijke hogere doorworteling van het mengsel "Basis + kruiden" en "Basis + Rietzwenkgras" in 2021 al is verdwenen. In 2022 lijkt het D1-mengsel in de diepere lagen een iets hogere doorworteling te vertonen, maar in 2023 zijn de verschillen geheel verdwenen. In 2024 heeft het mengsel "Basis + Witte klaver" een iets hogere doorworteling in de diepste lagen. In zowel 2022 en 2023 is de doorworteling op de mengsels hoger dan in de (diepere lagen van) de controle.

Er is ook gekeken naar verschillen tussen doorworteling boven en onder op het talud in de data van 2020 tot 2024, maar er zijn geen consequente verschillen gevonden voor verschillende jaren of mengsels.



Figuur 9.5 Gemiddelde doorworteling gutssteken (VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van 2020 t/m 2024, weergegeven per zaadmengsel voor alle locaties gezamenlijk.



Legenda:

Controle = bestaande graszode

Basis +FA = basis grasmengsel + Rietzwenkgras

Basis + TR = basis grasmengsel + Witte klaver

Basis + kruiden = basis grasmengsel + kruiden

D1 = standaard dijkenmengsel

Figuur 9.6 Gemiddelde doorworteling gutssteken (VTV-score) per diepteklasse bodem (cm) van alle zaadmengsels, weergegeven per jaar voor alle locaties gezamenlijk.

10 Synthese

We reflecteren in deze synthese op de onderzoeksvraag:

Wat is de erosiebestendigheid van verschillende soorten gras/kruidenmengsels, in combinatie met de aanwezige kleilaag, mede gezien vanuit het oogpunt van droogtebestendigheid?

Doel van het onderzoek is tweeledig:

- Meer inzicht en kennis verkrijgen van erosiebestendigheid van aanwezige grasmatten op kleidijken in het algemeen en Waddenzeedijken in het bijzonder.
- Kennis en inzicht opbouwen over verbeterde mengsel-/soortensamenstellingen op verschillende hoogtezones van een dijk (zoutresistentie).

Daarnaast is het gewenst om kennis en inzicht op te bouwen over droogtebestendigheid van verbeterde zaadmengsels.

WENR heeft de ontwikkeling in vegetatiesamenstelling en worteldichtheid van verschillende gras/kruidenmengsels onderzocht tussen 2018 en 2024 (dit rapport). Naast de effecten van verschillende mengsels is het aspect van de hoogtezone van de dijk meegenomen, waarbij ondertaluds zouter kunnen zijn dan boventaluds. Ook is gekeken naar droogtetolerantie van soorten. In deze rapportage zijn deze onderzoeksvragen benaderd vanuit het perspectief van beheer, doorworteling (worteldichtheid) en vegetatie (bedekking en soortenrijkdom) en vanuit de relatie tussen vegetatie en doorworteling. In paragraaf 10.1 is beschreven hoe de vegetatie zich heeft ontwikkeld uit inzaai van verschillende zaadmengsels, met aandacht voor bedekking, soortenrijkdom en soortensamenstelling. Voor soorten met meer dan 5% bedekking is ingegaan op de worteleigenschappen. Ook is voor een aantal vegetatiekenmerken getoetst of ze verschillen op boven- en ondertalud. In paragraaf 10.2 is beschreven hoe de doorworteling van deze vegetaties zich heeft ontwikkeld in de verschillende zaadmengsels, aan de hand van de gemeten VTV-scores op verschillende diepten (tot 20 cm diep). In paragraaf 10.3 is gekeken of er duidelijke relaties tussen gemeten vegetatieparameters en wortelparameters zijn.

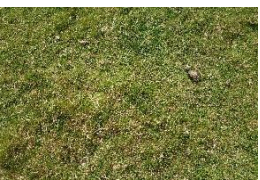
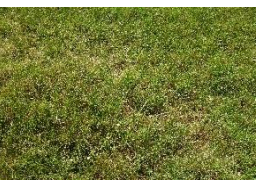
10.1 Vegetatie

Aanvankelijke verschillen in vegetatie tussen locaties en/of mengsels zijn aan het einde van de proefperiode nagenoeg verdwenen. Voor een impressie, zie figuur 10.1. Wel blijft de vegetatie van begraasde locaties anders dan die van de gemaaide locatie (Delfzijl Haven). Ingezaaide kruiden en Rietzwenkgras vestigen zich wel, maar de vegetatie ontwikkelt zich bij voortzetting van het reguliere beheer niet door naar een soortenrijkere vegetatie vergeleken met een D1-mengsel of met de bestaande dijkvegetatie.

Op de meeste locaties en mengsels is de vegetatie al vrij snel gesloten, alleen de vegetatie op de Coenraadpolder was aanvankelijk nog erg open en is daarom opnieuw ingezaaid. In 2021 was de vegetatie in de mengsels op de Coenraadpolder ook gesloten. Op alle locaties neemt het aandeel kruiden met de jaren af tot onder de 50% (behalve in ondertalud Coenraadpolder en Delfzijl Haven). Dat komt vooral door het hoge aandeel akkerdistels. Op alle begraasde locaties is de vegetatie in de proefperiode ontwikkeld naar de situatie die overeenkomt met het oorspronkelijke vegetatietype van een relatief soortenarme kamgrasweide die gekenmerkt wordt door Engels raaigras. Dit komt overeen met een W2-vegetatie en past bij dijken die wat intensiever worden begraasd en bemest. De kruidenvegetaties hebben iets meer het karakter van vegetaties met Rode klaver, doordat de ingezaaide kruiden zich hebben gevestigd. In alle mengsels op de geklepelde/gehooide locaties is de uiteindelijke vegetatie meer kenmerkend voor een pioniervegetatie door het grote aandeel akkerdistel, al komt deze in de Coenraadpolder ook voor. Dat wijkt af van de oorspronkelijke soortenarme vegetatie met Kweek, die kenmerkend is voor frequent klepelbeheer. Het aantal bedekkende soorten is in de kruidenmengsels in Delfzijl Haven en op het boventalud van de Slachtedyk gestegen naar boven de 10 aan het einde van de proef, wat duidt op een vegetatie met een fijner mozaïek, ondanks de schijnbare

dominantie van Akkerdistel op Delfzijl Haven. Opvallend is dat ook op de controles, waar de vegetatie verwacht wordt te zijn uitontwikkeld, het aantal bedekkende soorten is toegenomen.

Geen van de soorten die in de afgelopen jaren bedekkend zijn aangetroffen, is indicatief voor droge of zoute omstandigheden, hetgeen aangeeft dat er geen zilte omstandigheden op (de onderzijde van) het buitentalud heersen of dat drogere zomers ten gevolge van klimaatverandering gezorgd hebben voor een aanpassing van de vegetatie. Tijdens de duur van de proef zijn er droge zomers geweest, alleen 2023 was een uitgesproken natte zomer.

	CP	DH	EH	SD
Fa				
Tr				
Kruid				
D1				
Controle				

Legenda: CP = Coenraadpolder, DH = Delfzijl Haven, EH = Eemshaven, SD = Slachtedyk
 FA = Basis + Rietzwenkgras, Tr = Basis + Witte klaver, Kruid = Basis + kruiden

Figuur 10.1 Impressies van de vegetaties in het midden van de (onderste) pq's van alle mengsels en de controles op alle locaties.

In tabel 10.1 a en b zijn resp. Gras- en kruidensoorten weergegeven die gedurende de proef een bedekking hadden van > 5%, samen met hun worteleigenschappen en de bedekking in 2023. Enkele opvallende resultaten (ingezaaide soorten zijn vetgedrukt):

- **Engels raaigras** draagt snel bij aan een dichte zode en is in alle mengsels op de begraasde locaties de meest bedekkende soort. In het laatste jaar van de proef (2023) is de bedekking van Engels raaigras op de begraasde locaties in het basismengsel even hoog als in het D1-mengsel, ondanks het lagere aandeel in het basismengsel.
- Kweek is met de spontaan opgekomen Akkerdistel de belangrijkste bedekkende soort in de gemaaide locatie Delfzijl Haven door klepelbeheer en een recentelijk ingezet hooibeheer. Ze hebben beide wel diepe wortels, net als de daar spontaan opgekomen Glad Walstro en Haagwinde.
- **Rietzwenkgras** heeft diepe wortels, maar heeft alleen in de Coenraadpolder en de Slachtedyk een bedekking behaald.

- **Witte klaver** draagt bij aan een dichte zode. Op de begraasde locaties heeft de Witte klaver uit het D1-mengsel wel een bedekking gehaald, de lokale Witte klaver uit het mengsel Basis + Witte klaver heeft een iets lagere bedekking gehaald en alleen in Eemshaven en Slachtedyk.
- **Veldbeemdgras** maakt geen diepe wortels en komt op geen enkele locatie bedekkend voor, deze soort heeft daarom weinig toegevoegde waarde. Daarentegen heeft Gewoon struisgras wel diepere wortels en staat bekend om de goede erosiebestendigheid (Fase C-rapport). Deze soort is wat meer karakteristiek voor een meer zandige ondergrond. Hij is niet ingezaaid en komt alleen bedekkend voor op de Slachtedyk. Dat kan wijzen op een iets zandigere ondergrond op de Slachtedyk.
- Van de soorten uit het kruidenmengsel met diepere wortels komen **Duizendblad** en **Smalle weegbree** op alle locaties bedekkend voor. Ze hebben zich echter alleen op de Slachtedyk weten uit te breiden naar de naastgelegen vlakken. Blijkbaar zijn ze op deze locatie tot bloei en zaadzetting weten te komen. **Rode klaver** en **Veldzuring** komen niet overal bedekkend voor, en **Herfstleeuwentand** heeft nauwelijks een bedekking weten te bereiken.
- Op Eemshaven hebben Kleine Leeuwentand en Knopig doornzaad zich in meerdere mengsels gevestigd, waarschijnlijk vanuit het buitentalud. Op de controles op het buitentalud kwamen deze niet bedekkend voor.

Alle soorten in het mengsel zijn in principe geschikt voor een ondergrond op klei. Het huidige beheer is wel toereikend om ingezaaide kruiden te laten vestigen, maar niet toereikend om ingezaaide kruiden tot bloei en zaadzetting te laten komen ook niet met een nieuw grasbasismengsel die meer ruimte zou moeten bieden aan spontane vestiging van soorten in vergelijking met het D1 mengsel. Hierdoor staat een duurzaam behoud van de ontwikkelde vegetaties mogelijk onder druk en zullen de verschillende mengsels zich niet verder ontwikkelen dan de soortenarme kamgrasweiden op de oorspronkelijke dijk. Om kruiden zich beter te laten vestigen en verspreiden, is hooibeheer nodig waarbij de vegetatie – afhankelijk van de biomassa-productie – één of meerdere keren per jaar wordt gemaaid en afgevoerd. Een alternatief voor hooibeheer is het aanpassen van het begrazingsbeheer. Hierbij is het belangrijk dat er een korte drukbegrazing plaatsvindt totdat de vegetatie kort gegraasd is, eventueel gecombineerd met een maaibeurt. Daarna zijn langere herstelperioden van minimaal zes weken nodig om de kruiden tot bloei te laten komen en moet verdere bemesting achterwege gelaten worden, tenzij de vegetatie op de langere termijn te schraal (te open) wordt.

Tabel 10.1a Wortelkenmerken en maximale bedekking in 2023 van grassoorten die tijdens de proefperiode een bedekking van > 5% hebben gehaald. Vetgedrukte soorten zijn ingezaaid in het D1-mengsel en in het basismengsel gras. Rietzwenkgras is alleen ingezaaid in het mengsel basis + Rietzwenkgras. (Gebaseerd op rapportage fase C, Biobase CBS (2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR.)

Grassoort	Worteltype	Diepte (cm)	Bedekking 2023 (%)			
			CP	DH	EH	SD
Engels raaigras	Dichte zode	< 20	68 (1,2,3,4,C)	-	38 (1,2,3,4,C)	38 (1,2,3,4,C)
Kweek	Bovengrondse uitlopers	< 100		68 (c) 38 (4)		
Fioringras	Bovengrondse uitlopers	< 100	18 (C)	18 (1 3,4)		18 (1, 2, 3, 4)
Gewoon struisgras	Dichte zode	< 50 / diep				8 (2,4)
Kamgras	Dichte zode	< 20	-	-	-	-
Rood zwenkgras	Dichte zode	< 100 / diep	38 (1,C)	38 (2)	38 (C)	38 (1,2,C)
Timoteegras		> 100	-	-	-	-
Zachte dravik		< 100	8 (2)	8 (3, C) 38 (2)	18 (1,C) 8 (2,3,4)	18 (1, C) 8 (2)
Rietzwenkgras	Polvormer	> 100	18 (1)	-	-	8 (1)
Ruw beemdgras		< 20	18 (1,2,3,4) 8 (C)	38 (1,2,3,4) 68 (C)	8 (1,2,3,4,C)	8 (1, 2)
Gestreepte witbol	Dichte wortels	< 100	-	-	-	8 (1,3,4) 38 (C)
Veldbeemdgras	Dichte zode	< 100	-	-	-	-

Legenda:

CP = Coenraadpolder, DH = Delfzijl Haven, EH = Eemshaven, SD = Slachtedyk

1 = basis + Rietzwenk, 2 = basis + Witte Klaver, 3 = basis + kruiden, 4 = D1, C = controle

Tabel 10.1b Wortelkenmerken en maximale bedekking in 2023 van kruidensoorten die tijdens proefperiode een bedekking van > 5% hebben gehaald. Vetgedrukte soorten zijn ingezaaid, de kruiden alleen in het kruidenmengsel, Witte klaver in D1 en "Basis + Tr". (Gebaseerd op rapportage fase C, Biobase CBS (2003) en de digitale verzameling wortelsysteemtekeningen van de WUR.)

Kruidensoort	Worteltype	Diepte (cm)	Bedekking 2023 (%)			
			CP	DH	EH	SD
Duizendblad	Dichte zode	< 100 / diep	18 (3)	8 (3)	8 (3)	18 (2, 3) 8 (4)
Smalle weegbree	Dichte zode	< 50 / diep	18 (3)	8 (3)	38 (3)	18 (3) 8 (4)
Rode Klaver	Dichte zode	> 100 /diep	-	-	18 (3)	18 (3)
Witte klaver	Dichte zode	< 50	8 (1, 4)	-	18 (1,4) 8 (2,3,C)	18 (4) 8 (1,2,3)
Veldzuring	-	> 100 / diep	8 (3)	18 (3) 8 (2,4)	-	8 (3)
Madelief	Dichte zode	< 10	-	-	-	8 (2,3)
Akkerdistel	Penwortel	> 100	38 (3) 18 (2,4)	38 (2,3,4) 18 (1)	-	-
Kruipende boterbloem	Bovengrondse uitlopers	< 50	18 (1)	38 (4) 18 (1) 8 (2,3)	-	-
Herfst leeuwentand	Goed vertakt	< 100	8 (3)	-	-	8 (3)
Kleine leeuwentand	Korte wortelstok, draadvormige wortels		-	-	8 (1,2,4)	-
Haagwinde	Zeer diep, zijwaartse wortels	> 100	8 (1)	-	-	-
Glad walstro	-	Diep	-	18 (3)	-	-
Krulzuring	-	Diep		8 (1,2)		
Knopig doornzaad	-		-	-	18 (4) 8 (1,2,3)	-

Legenda:

CP = Coenraadpolder, DH = Delfzijl Haven, EH = Eemshaven, SD = Slachtedyk

1 = basis + Rietzwenk, 2 = basis + Witte Klaver, 3 = basis + kruiden, 4 = D1, C = controle

Er is getoetst op eventuele verschillen tussen vegetatieparameters (totaalaantal soorten, totaalaantal bedekkende soorten en bedekking door kruiden) boven en onder op het talud (gepaarde T-toets). De verschillen zijn erg klein. Desondanks is het iets hogere aantal soorten op het ondertalud significant (tabel 10.2). De toets is herhaald voor alleen de kruidenstroken, maar verschillen waren hier ook klein en alle niet significant. Het aantal waarnemingen is hier echter ook een stuk lager.

Tabel 10.2 Resultaten gepaarde T-toets op drie vegetatieparameters van alle pq's (alle locaties en mengsels) tussen 2019 en 2023.

Parameter	Mean boven	Mean onder	P
bedekking kruid (%)	44	46	0.09
aantal soorten totaal	15	16	0.00
aantal bedekkende soorten	5	5	0.17

10.2 Doorworteling en erosiebestendigheid (VTV-methode)

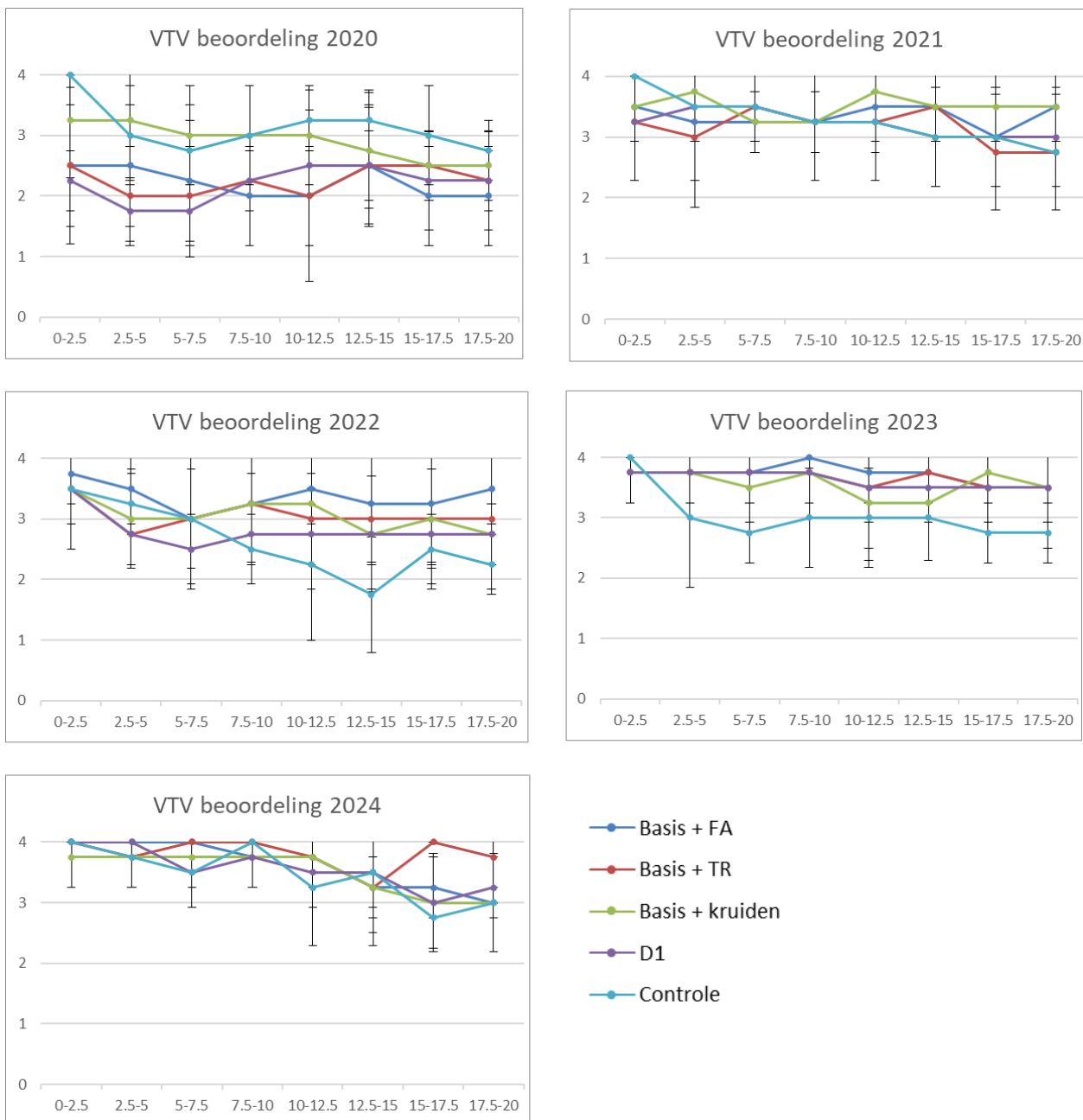
In alle tussenrapportages is de doorworteling (VTV-score, figuur 9.5 en 9.6) in grafieken weergegeven. Een VTV-score is niet rechtstreeks te vertalen naar erosiebestendigheid, maar is gebaseerd op de logische veronderstelling dat deze wel een correlatie heeft met erosiebestendigheid. Op basis van het aantal wortels wordt een beoordeling (VTV-score van zeer slecht, slecht, matig, goed) toegekend. Die beoordeling is afhankelijk van de diepte, in diepere bodemlagen hoeven minder wortels voor te komen om een score 'goed' te krijgen dan in hogere bodemlagen. Die beoordeling wordt weergegeven in de VTV-grafieken. Deze veldmethode van het schatten van het aantal wortels is destijds onderbouwd met labmetingen van wortellengte en op basis van de verschillen tussen de proeflocaties. Uit die studie is een vertaling van VTV-score naar beoordeling gemaakt (Sprangers & van Arp 1999). De beoordeling behorende bij de weergegeven VTV-scores uit figuur 9.6 is weergegeven in figuur 10.2.

Bij alle locaties en mengsels zijn de doorworteling en de erosiebestendigheid op alle dieptes toegenomen tussen 2020 en 2021 en in 2023. In het laatste winterseizoen eind 2023/begin 2024 zijn de doorworteling en erosiebestendigheid in de mengsels vergelijkbaar met die van de controles. Dit geeft aan dat de doorworteling na de proefperiode van vijf jaar behoorlijk is uitontwikkeld en vergelijkbaar of zelfs iets beter dan de doorworteling in de controles. Verschillen tussen mengsels zijn echter klein. Opvallend is dat i.t.t. de zaadmengsels, de beoordeling van de controles in 2022 en 2023 lager uitvielen.

De mengsels "Basis + kruiden" en "Basis + Rietzwenkgras" hadden in 2020 een iets hogere VTV-score dan de andere mengsels, waarbij het kruidenmengsel ook een beoordeling had die zelfs die van de controle benaderde. Deze voorsprong is vanaf 2021 verdwenen en zijn er nauwelijks verschillen in doorworteling en erosiebestendigheid tussen mengsels te zien, zeker gezien de grote standaarddeviatie in de grafieken, veroorzaakt door grote verschillen tussen herhalingen en tussen locaties. Opvallend zijn de relatief goede doorworteling en erosiebestendigheid in 2024 van het mengsel met Witte klaver in de diepere lagen. Het verdwijnen van de voorsprong van de mengsels met kruiden en met Rietzwenkgras kan veroorzaakt zijn door de combinatie van een voedselrijke bodem met een vrij snelle overgang van hooibeheer naar beweiding, hervatting van bemesting en het ontbreken van voldoende lange herstelperioden. Dit kan ertoe leiden dat grassen, en vooral kruiden, niet investeren in een diepere doorworteling. Ook jarenlang klepel- of gazonbeheer leidt tot een voedselrijke uitgangssituatie. Overgaan op een hooibeheer of een aangepast weidebeheer zou tot betere vestiging van kruiden en dus ook tot een betere doorworteling kunnen leiden (zie ook par. 10.1).

Ook verschillen in doorworteling tussen locaties zijn klein. In de winter van 2020 waren vegetaties vooral op de Coenraadpolder en Delfzijl Haven, maar ook bij Eemshaven vaak nog "open" en de plag "moeilijk intact te houden". Op de Slachtedyk zijn al in 2020 de vegetaties in alle mengsels gesloten, is de plag "moeilijk te breken" en is de VTV-score hoger dan op andere locaties. Vanaf 2021 zijn ook op de andere locaties de WBI- en VTV-scores hoger.

Er is getoetst op eventuele verschillen tussen doorworteling boven en onder op het talud (gepaarde T-toets). De verschillen zijn erg klein (gemiddelde VTV-score boven is 3.0 en onder is 3.1) en zijn niet significant. De WBI- of plagscores zijn niet opgenomen in de toetsing. Er zit weinig differentiatie in WBI-score en plagscore. Ook lijkt de relatie tussen plagscore enerzijds en bedekking of VTV-score anderzijds niet hoog te zijn, maar dat is lastig vast te stellen met parameters die uit scores bestaan. Intuïtief is de bepaling van de VTV-score iets minder subjectief dan de WBI-beoordeling.



Legenda: Beoordeling: 1 = zeer slecht, 2 = slecht, 3 = matig, 4 = goed

Controle = bestaande graszode o = onderzijde buitentalud

Basis + FA = basis grasmengsel + Rietzwenkgras b = bovenzijde buitentalud

Basis + TR = basis grasmengsel + Witte klaver

Basis + kruiden = basis grasmengsel + kruiden

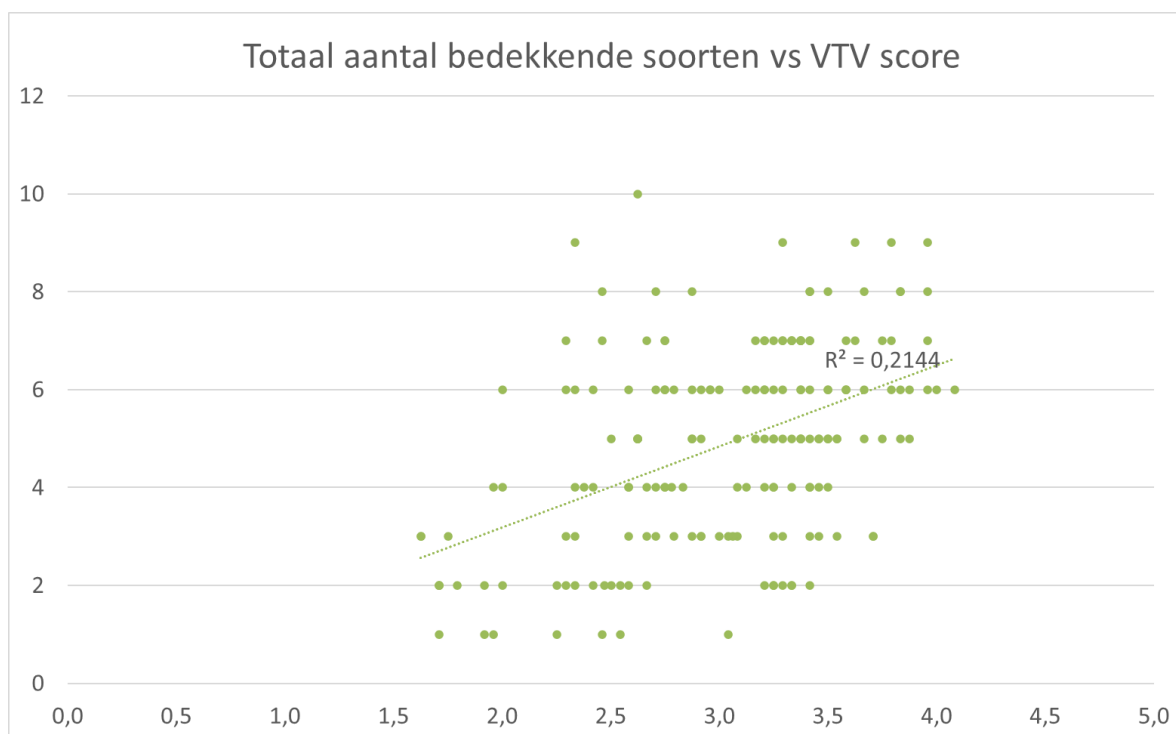
D1 = standaard dikenmengsel

Figuur 10.2 Gemiddelde VTV-beoordeling gutssteken per diepteklasse bodem (cm) van alle zaadmengsels, weergegeven per jaar voor alle locaties.

10.3 Relatie vegetatie en doorworteling

Ook is gekeken naar de relatie tussen vegetatieparameters (totaalaantal soorten, totaalaantal bedekkende soorten en bedekking door kruiden) en doorworteling (gemiddelde VTV-score in een pq) in alle waarnemingen gemeten tussen 2019 en 2024 (dus van alle mengsels en locaties). Hierbij zijn steeds de maximale waarden van de vegetatieparameters (over voor- en najaar) uitgezet tegen de gemiddelde VTV-scores gemeten in januari van het volgende jaar. Alleen het aantal bedekkende soorten laat een lichte, toenemende trend zien met de VTV-score, maar de verklarende variantie (R^2) is erg laag (figuur 10.3). Andere, niet-lineaire trendlijnen geven geen hogere verklaarde variantie. De ontwikkeling van een vegetatie met enkele dominante soorten naar een vegetatie gekenmerkt door een fijn mozaïek van meerdere bedekkende soorten lijkt dus bij te dragen aan een betere doorworteling tot 20 cm diep.

Het totaalaantal soorten bevat ook alle soorten die nauwelijks voorkomen in een pq en deze soorten dragen logischerwijze minder bij aan de totale doorworteling. Het feit dat het kruidenmengsel aanvankelijk een betere doorworteling liet zien, is niet terug te zien in een positieve relatie tussen kruidenbedekking en VTV-score. Dat komt waarschijnlijk doordat de ingezaaide kruiden in latere jaren van de proef niet meer hebben geïnvesteerd in een diepere doorworteling t.g.v. de voortgezette bemesting. Ook kan hebben meegespeeld dat andere spontane kruiden die (aanvankelijk) meetellen in de kruidenbedekking (een- of tweejarige) pionierssoorten zijn die niet blijvend bijdragen aan een goede doorworteling.



Figuur 10.3 Totaalaantal bedekkende soorten in een pq versus de gemiddelde doorworteling (VTV-score) in die pq. De maximale waarde van het aantal soorten (over voor- en najaar) is uitgezet tegen de gemiddelde VTV-scores gemeten in januari van het volgende jaar. De stippellijn geeft de (lineaire) trendlijn aan. R^2 is de verklaarde variantie.

10.4 Beheer

Beheer is geen onderdeel van het onderzoek en beheeractiviteiten zijn ook niet bijgehouden. Echter blijkt de beslissing om zo snel mogelijk over te gaan op het reguliere beheer een belangrijke beperking van de ontwikkeling van nieuwe zaadmengsels. Zeker op een ondergrond van klei, die al voedselrijker is dan een meer zandige ondergrond, leidt het reguliere beheer (schapenbeweiding en kunstmest gift) tot een (te) hoge voedselrijkdom.

Ten eerste is op de beweidde locaties in 2020 het oorspronkelijke beheer (beweiding en bemesting) hervat, dat is vrij snel t.o.v. de aanbevolen periode van vier jaar na inzaai. Hierdoor heeft de vegetatie zich minder goed kunnen ontwikkelen dan als het aanvankelijke hooibeheer langer was doorgezet. Bij begrazingsbeheer met langere herstelperioden, en zeker bij hooibeheer (2x per jaar maaien zonder bemesting), hebben vooral kruiden meer kans om te bloeien en vrucht te zetten.

Daarnaast heeft het hooibeheer dat vanaf 2021 is ingevoerd als vervanging van het klepelbeheer in Delfzijl Haven (nog) niet geleid tot de gewenste afname van de verruiging. Omdat het klepelbeheer vrij frequent uitgevoerd bleek te worden, had dit beheer meer het karakter van gazonbeheer. Het voordeel van gazonbeheer t.o.v. klepelbeheer is dat er minder snel verruiging optreedt. Wel komen kruiden en grassen dan niet of nauwelijks tot bloei. De periode van hooibeheer (tussen 2021 en 2024) was te kort om verschraving van de vegetatie te bereiken, zeker gezien de voedselrijke ondergrond en voormalig beheer waarbij geen biomassa werd afgevoerd.

Op de Coenraadpolder is gedurende de proef meerdere malen geklepeld tegen speer- en/of akkerdistel. Dat heeft niet geleid tot een afname van deze soorten. De reparatie van molshopen (opvullen en opnieuw inzaaien met onbekend mengsel) heeft niet tot een afname van vegetatiebedekking geleid of tot grote open plekken.

Het beheerregime op de beweidde locaties is niet goed bekend. Eemshaven wijkt sowieso af vanwege de standbeweiding. Standbeweiding is minder geschikt voor een soortenrijke vegetatie met kruiden. Een veedichtheid van 13 schapen/ha (2020) is bovendien hoger dan het geadviseerde maximum van 8-10 schapen/ha. Wel is het zo dat de schapen hier ook op de kwelder grazen en de vegetatiedruk wellicht lager is dan de weergegeven veedichtheid. Ook verspreiden de schapen zilte soorten als Hertshooiweegbree van de kwelder naar de dijk, wat bijdraagt aan de soortenrijkdom op de dijk. De Coenraadpolder en Slachtedyk kennen een wisselbeweiding. Hogere vee-eenheden (variërend van 20-17 schapen/ha) zijn daar kenmerkend voor. Drukbegrazing met hoge vee-eenheden kan bijdragen aan een goede vegetatieontwikkeling, maar dan moet de drubbegrazing niet langer duren dan strikt noodzakelijk om de vegetatie kort te grazen. Vaak is de begrazingsduur vrij lang. De gewenste herstelperiode van minimaal 6-7 weken wordt ook vaak niet gehaald, is de indruk. Uit de verstrekte bemestingsgegevens van de Slachtedyk uit 2021 blijkt een kunstmestgift van 3x70 kg N/ha/jr. Daardoor is er een hoge voedselbeschikbaarheid op de dijk, waardoor snelgroeïende grassen zoals Engels raaigras en kweek de overhand krijgen en langzamer groeiende grassen en kruiden zich niet langdurig kunnen manifesteren. Daarnaast worden grassen en kruiden door de mestgift niet gestimuleerd om dieper te wortelen.

10.5 Conclusies en aanbevelingen

Vegetatie:

- In de onderzoeksperiode van vijf jaar zijn op alle locaties en in alle mengsels de vegetaties gesloten en hebben ze een redelijk stabiele samenstelling bereikt.
- De aanvankelijke verschillen in bedekking en soortensamenstelling tussen de begraasde locaties zijn nagenoeg verdwenen. Alleen de gemaaide locatie Delfzijl Haven heeft nog steeds een afwijkende vegetatie ten opzichte van de begraasde locaties Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk.
- Bij de voortzetting van intensief begrazingsbeheer of de kortstondige overgang naar hooibeheer hebben kruiden met diepere wortels, zoals Smalle Weegbree en Duizendblad, zich in het kruidenmengsel blijvend gevestigd. Rode Klaver en Veldzuring vestigen zich minder goed. Dat geldt ook voor Rietzwenkgras in het

mengsel met deze soort. Witte klaver uit het nieuwe mengsel met deze soort vestigt zich iets minder goed dan de Witte Klaver uit het D1-mengsel. Deze soort heeft overigens geen diepe wortels.

- Veldbeemdgras heeft geen diepe wortels en vestigt zich op geen van de mengsels en locaties. Wellicht zou deze soort vervangen kunnen worden door Gewoon Struisgras, dat goede worteleigenschappen heeft. Deze soort past echter beter bij wat zandiger bodems en heeft zich alleen op de Slachtedyk spontaan gevestigd.
- Spontane vestiging en uitzaai van soorten naar naburige deelproefvlakken is sowieso erg beperkt.
- Geen van de soorten die in de afgelopen jaren bedekkend zijn aangetroffen, is indicatief voor droge of zoute omstandigheden. Dat geeft aan dat er zich geen noemenswaardige of langdurige zilte of droge omstandigheden voordoen op (de onderzijde van) het buitentalud.
- Verschillen tussen vegetatieparameters boven en onder op de taluds zijn erg klein en alleen significant voor het totaal aantal soorten, dat bovengemiddeld vijftien soorten telt en onder zestien.

Doorworteling en erosiebestendigheid (VTV)

- De vestiging van de soorten in deze nieuwe mengsels heeft, bij voortzetting van het bestaande intensieve begrazingsbeheer of de kortstondige overgang naar hooibeheer, niet geleid tot een duidelijk betere doorworteling en erosiebestendigheid (hoger aantal wortels, ook in diepere lagen). Er zijn weinig verschillen in doorworteling tussen de zaadmengsels. De aanvankelijk betere doorworteling en erosiebestendigheid van het kruidenmengsel en in iets mindere mate het mengsel met Rietzwenkgras, is gedurende de duur van de proef weer verdwenen.
- De verschillen in doorworteling tussen locaties zijn aanvankelijk groter dan tussen de mengsels, maar deze verschillen zijn aan het einde van de onderzoeksperiode nagenoeg verdwenen. Deze verschillen zijn waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in bodem en beheer.
- De ontwikkeling van de doorworteling blijkt tussen jaren behoorlijk te variëren, waarbij de doorworteling ook kan afnemen. Dit geldt zowel voor de nieuw ingezaaide mengsels als voor de controles. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door weersinvloeden, maar ook variatie in beheer in de tijd kan een rol hebben gespeeld.
- Verschillen tussen doorworteling boven en onder op de taluds zijn erg klein en niet significant.
- In dit onderzoek is niet bepaald of de ontwikkelingen in vegetatie, doorworteling en erosiebestendigheid ook hebben geleid tot een hogere erosiebestendigheid door trek- en golfsterktemetingen. Daarvoor moeten data van dit onderzoek gekoppeld worden aan de metingen van Infram Hydren. Dat vervolgonderzoek gaat nog plaatsvinden.

Beheer

- Het mengsel met kruiden en, in iets mindere mate, het mengsel met Rietzwenkgras hebben een goede potentie voor een betere worteldichtheid en daarmee een hogere erosiebestendigheid. Om de aanvankelijk betere doorworteling van met name het kruidenmengsel te kunnen vasthouden, is echter een aanpassing van het begrazingsbeheer nodig (langere herstelperioden na begrazen en achterwege laten van bemesting). Overgaan op hooibeheer is een nog betere optie (en voortzetting van hooibeheer op locatie Delfzijl Haven). Dat zou kunnen plaatsvinden in de huidige proefvlakken en het effect van aanpassing van beheer zou daar ook gemonitord kunnen worden.
- Om effecten van beheer op de (verschillen in) ontwikkeling in vegetatie en doorworteling te kunnen duiden, zijn een goede registratie en controle van beheersactiviteiten noodzakelijk. Dat is in dit onderzoek niet gebeurd. Bovendien was het aspect beheer geen onderdeel van het onderzoek.
- Op de locaties Coenraadpolder, Eemshaven en Slachtedyk zijn de proefvlakken één jaar lang (van inzaai in mei 2019 tot na de vegetatie inventarisatie in juni 2020) uitgerasterd en is de vegetatie gemaaid en afgevoerd. Daarna is overgegaan tot het reguliere begrazings- en bemestingsbeheer. In juni 2020 waren de vegetaties zodanig gesloten dat verwacht werd dat het hervatten van schapenbegrazing geen verdere schade aan het talud zou veroorzaken. Het effect van de rasters was nog lang te zien als strepen met opener vegetatie in de proefvlakken.
- Het oorspronkelijke beheer op Delfzijl Haven was niet het gewenste hooibeheer, maar bleek regelmatig klepelbeheer te zijn, waardoor het beheer het karakter van gazonbeheer had. Het overgaan op hooibeheer (2x per jaar maaien en afvoeren) heeft tijd nodig om tot verschraling te leiden. In het tijdsbestek van 2 tot 3 jaar bleek verschraling niet op te treden, maar is de verruiging juist nog sterker geworden. Voortzetting van hooibeheer zou wel tot de gewenste verschraling en tot een betere vegetatie en doorworteling kunnen leiden.

Literatuur

- CBS (2003). Biobase 2003. Register biodiversiteit. CBS. Voorburg/Heerlen.
- Hazebroek, E. & J.T.C.M. Sprangers, 2002. Richtlijnen voor dijkgraslandbeheer. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 469.
- Hennekens, S.M., J.H.J. Schaminee, 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
- Hennekens, S.M., N.A.C. Smits & J.H.J. Schaminée, 2010. SynBioSys Nederland versie 2. Alterra, Wageningen UR.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016. Schematiseringshandleiding grasbekleding.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011. Eindrapport evaluatie derde toetsing primaire waterkeringen. Twynstra Gudde, Amersfoort.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Voorschrift toetsen op veiligheid primaire waterkeringen.
- Schaminee, J.H.J., A.H.F. Stortelder, V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland 1. Inleiding tot de plantensociologie: grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schaminee, J.H.J., K. Sykora, N. Smits, M. Horsthuis, 2010. Veldgids plantengemeenschappen van Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schaminee, J.H.J., J. Janssen, E. Weeda, P. Hommel, R. Haveman, P. Schipper, D. Bal, 2015. Veldgids Rompgemeenschappen. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schippers, Michel; Hoven, A. van; Mom, Roy; Kroon, Hans de; Rooijen, Nils M.: Visser, Eric J.W.: Grashof-Bokdam, C.J.: Zee, F.F. van der; Frissel, J.Y., 2018. Gras- en kleibekleding: Rapportage Fase B, deel 1 van 3. Netherlands: POV-Waddenzeedijken.
- Schippers, Michel; Hoven, A. van; Mom, Roy; Kroon, Hans de; Rooijen, Nils M.: Visser, Eric J.W.: Grashof-Bokdam, C.J.: Zee, F.F. van der; Frissel, J.Y., 2019. Gras- en kleibekleding: rapportage Fase C, deel 1 van 3. Netherlands: POV-Waddenzeedijken.
- Sprangers, Hans, 1996. Extensief graslandbeheer op zeedijken. Effecten op vegetatie, wortelgroei en erosiebestendigheid.
- Sprangers, J.T.C.M. & W.J. Arp, 1999. Toetsingsparameters Dijkgrasland. IBN-rapport, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Van der Meijden, R. van der, 2005. Heukels Flora van Nederland 23^e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Van der Zee, 1992. Botanische samenstelling, oecologie en erosiebestendigheid van rivierdijkvegetaties. Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde, Wageningen
- Van der Zee, F., W. van Dijk, J. Frissel, 2021. Pilot beheer en inzaaien bloemrijke dijken Amsterdam-Rijnkanaal. Wageningen Environmental Research, rapport 3079.
- Waterschap Hunze en Aa's, 2020. Plan van aanpak monitoring Gras en Klei.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3381
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3381
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
