



GLB pilot Krimpenerwaard

Effect van vernatten op grondwaterstand, agrarische gebruikswaarde, biodiversiteit en oeverstabiliteit

Debby van Rotterdam en Maarten van Doorn (NMI)

Rudi Terlouw (Bui-TeGewoon)

Leon Kastelein, Burchart de Jong en Jasper Bosland (PPP-Agro Advies)

Marinus Rooker (Agrarisch Collectief Krimpenerwaard)



**Agrarisch
Collectief
Krimpenerwaard**



PPP AGRO ADVIES



bui-tegewoon
— groenprojecten —

Referaat

Van Rotterdam, D., M. van Doorn, R. Terlouw, B. de Jong, L. Kastelein, M. Rooker, 2023, GLB pilot Krimpenerwaard – Effect van vernatten op grondwaterstand, agrarische gebruikswaarde, biodiversiteit en oeverstabiliteit, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1861.N.22, pp 69

Rapport in het kort

Op drie representatieve locaties in de Krimpenerwaard is gedurende twee jaar onderzocht wat het effect is van het opzetten van het slootpeil met en zonder actieve greppelinfiltratie. De positieve resultaten van peilopzetten en greppelinfiltratie op het verhogen van de grondwaterstand kunnen niet los worden gezien van het verlies aan draagkracht van perceel, het verlies aan stabiliteit van de oever, het zichtbaar afkalven van de oever en het verlies aan biodiversiteit op de oever. Vernatten heeft in de twee jaar van de proef geen tot een beperkt positief effect op opbrengst. Als gevolg van een verminderde draagkracht en een kleiner productief areaal neemt de totale agrarische productie per hectare af. Actieve greppelinfiltratie kan tot hoge methaanemissies leiden.

© 2024 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

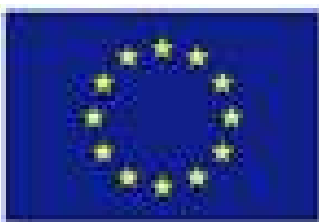
Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van ministerie van LNV en medegefinancierd door het Europees landbouwfonds.



**Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit**



*Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert in zijn platteland.*

Verspreiding

Dhr. Van Naarden, Ministerie van LNV

digitaal

Inhoudsopgave

Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	8
1.1 Achtergrond	8
1.2 Doelstelling project	8
2 Experimentele opzet en setting	10
2.1 Proefopzet	10
2.2 Metingen	11
2.3 Drie locaties	2
3 Resultaten en discussie	6
3.1 Invloed peilopzetten en greppelinfiltratie op grondwaterstand	6
3.2 Invloed vernatten op agrarische gebruikswaarde	11
3.2.1 Grasopbrengst en samenstelling	11
3.2.2 Draagkracht perceel	15
3.2.3 Oeverstabiliteit	19
3.2.4 Oeverzone en erosie	21
3.2.5 Agrarisch productief areaal	23
3.3 Invloed vernatten op biodiversiteit	25
3.3.1 Biodiversiteit oevers	25
3.3.2 Biodiversiteit greppels	30
3.4 Invloed vernatten op methaanemissies	32
4 Beleidsaanbevelingen	35
5 Conclusies	37
Literatuur	38
Bijlage I Details drie locaties	39
Bijlage II Draagkracht metingen juni 2022	43
Bijlage III Koepootmethode	44
Bijlage IV Grasopbrengst	45
Bijlage V Ruw eiwitgehaltes	50

Samenvatting en conclusies

De Krimpenerwaard is een laagveengebied dat grotendeels wordt beheerd door melkveehouders. Het is van oudsher ook een belangrijk weidevogelgebied. Een groot deel van de agrariërs (120 van de ongeveer 150) doet mee met het agrarisch natuur en landschapsbeheer (ANLB) om bij te dragen aan weidevogelbeheer, graslandbeheer, en ecologisch randen-, oever-, en slootbeheer. Uitdagingen in het gebied zijn bodemdaling, achteruitgang in biodiversiteit en waterkwaliteit en het managen van de steeds frequentere weersextremen. Vernatten van het agrarisch beheerde veenweidegebied is als opgave geformuleerd om bodemdaling en emissies van broeikasgas te beperken. Voor het laagveengebied is door de landelijke overheid bepaald dat gestreefd wordt naar een zo hoog mogelijke grondwaterstand en wel tussen de 20 tot 40 cm onder maaiveld. Erkend wordt dat aanpassingen in agrarische bedrijfsvoering nodig zijn bij deze beoogde grondwaterstanden. De haalbaarheid en consequenties zijn echter nog niet voldoende integraal in beeld.

Doel en aanpak

De GLB Pilot: "Met agrarisch waterbeheer werken aan bodemdaling, klimaat, waterkwaliteit en biodiversiteit" heeft als doelstelling om te onderzoeken wat het effect is van verhogen van slootpeilen en greppelinfiltratie in het veenweidegebied van de Krimpenerwaard. Peilverhoging van het slootpeil naar 20 en 35 centimeter onder maaiveld (cm-mv) is vergeleken met polderpeil op drie locaties (Den Hoek, Vlist, Zuidbroek) verspreid over de Krimpenerwaard. Per locatie zijn peilen aangepast in drie lengtesloten langs twee naast elkaar gelegen percelen. Op één van de twee percelen vindt greppelinfiltratie plaats door het actief nat houden van de greppel en op het andere perceel niet. In 2022 en 2023 is onderzocht wat het effect is van peilopzetten met en zonder greppelinfiltratie op:

- Grondwaterstand, wekelijks gemeten tussen mei en december '22; en april en oktober '23 in duplo raai van 9 tot 12 peilbuizen per behandeling over de breedte van het perceel (348 peilbuizen).
- Grasopbrengst en samenstelling op 2 proefplots per behandeling, met 4 verschillende bemonsterde zones en voor alle vier tot vijf sneden (4-10 2023)
- Draagkracht van het perceel op drie locaties per behandeling tot 80 cm diepte (12-2022 en 9-2023)
- Draagkracht van de oever tot 80 cm diepte (6 en 11-2022, geen metingen in 2023)
- Oever-, sloot-, en greppelvegetatie (mei 2022 en 2023)
- Greppel-, oever- en slootprofiel (mei 2022 en 2023)
- Methaanemissies uit de greppel, het perceel en de oeverzone (oktober 2023)

Voorliggend rapport toont de resultaten en conclusies van de proef als geheel (data uit 2022 en 2023).

Invloed peilopzetten en actieve greppelinfiltratie op grondwaterstand

De grondwaterstand in een perceel is zeer variabel; de grondwaterstand varieert over de tijd afhankelijk van het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping) en binnen een perceel. In de breedte van het perceel varieert de grondwaterstand van relatief stabiel naast de sloot door de directe invloed van drooglegging (maaiveld minus slootpeil) naar zeer variabel richting het midden van het perceel; bol in de winter en hol in de zomer. Door hoogteverschillen binnen percelen is de diepte van ontwatering (maaiveld min grondwaterstand) ook variabel.

Het effect van het slootpeil opzetten en van actieve greppelinfiltratie op de grondwaterstand verschilt tussen de drie locaties en is opvallend vergelijkbaar tussen 2022 en 2023. Het effect is het grootst in Den Hoek, waar zowel slootpeil verhogen als actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand over de gehele breedte van het perceel verhoogd. In Vlist is het effect van slootpeil verhogen beperkter dan in Den Hoek en heeft actieve greppelinfiltratie nauwelijks een additioneel effect. In Zuidbroek heeft slootpeil verhogen geen tot slechts een beperkt effect op de grondwaterstand. In Zuidbroek is het effect van actieve greppelinfiltratie groot.

Geconcludeerd wordt dat:

- Peilopzetten en greppelinfiltratie beide effectief zijn om de grondwaterstand gedurende het jaar te verhogen en met name om in de droge periode het uitzakken van de grondwaterstand te beperken. De effectiviteit verschilt echter per locatie.
- Het realiseren van de landelijke doelstelling om de grondwaterstand in het veenweidegebied niet verder uit te laten zakken dan tussen de 20 tot 40 cm onder maaiveld lijkt niet overal mogelijk te zijn.
- De effectiviteit van het opzetten van het slootpeil voor het verhogen van de grondwaterstand lijkt vooral te worden beïnvloed door:
 - Breedte van het perceel: de grondwaterstand wordt sterker beïnvloed door slootwaterpeil op een smaller perceel (22m) dan op een breder perceel (28 – 30m);
 - Grondsoort, mogelijk in combinatie met agrarisch management: op kleirijkere grond, waar in het recente verleden maïs is geteeld, is de invloed van het slootwaterpeil op de grondwaterstand groter dan op een puur veen perceel met blijvend grasland.
 - Drooglegging: bij een beperkte drooglegging en relatief hoge grondwaterstanden in de uitgangssituatie, heeft het verder opzetten van het slootpeil een beperkt effect in absolute zin (aantal cm's).
- De effectiviteit van actieve greppelinfiltratie wordt in sterke mate beïnvloed door de vorm van de greppels: bij brede accoladevorm greppels is het effect op het beperken van het uitzakken van de grondwaterstand (zeer) groot, terwijl deze bij een strakke smalle trapeziumvorm greppel beperkt is.

Invloed vernatten op grasopbrengst en samenstelling

Op het perceel nemen in algemene zin grasopbrengsten (uitgedrukt in kg drogestof per hectare voor het gehele groeiseizoen) toe bij een hogere grondwaterstand. Waar slootpeil verhogen en actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand gedurende het groeiseizoen verhogen, worden ook de grasopbrengsten op het perceel hoger. Tegelijk is de algemene lijn dat het ruw eiwitgehalte (RE) in het gras afneemt bij een hogere grondwaterstand. Net als het effect op grondwaterstand, is het effect op opbrengst het kleinst in Vlist en het grootst in Den Hoek en Zuidbroek. Opvallend is dat in Vlist de smalle trapezium vormige greppels weinig effect hebben op de grondwaterstand, maar lokaal wel tot hogere opbrengsten leiden en lokaal ook de N-beschikbaarheid verhogen. Er blijkt een optimum te worden bereikt in het effect van de mate van vernatting op opbrengst. De data van de plots nabij de greppel en nabij de sloot laten zien dat waar actieve greppelinfiltratie leidt tot langdurige natte periodes waarbij het grondwater tot maaiveld staat (Zuidbroek), de opbrengsten, de benutting ervan lokaal (sterk) afnemen en ook de N-beschikbaarheid (sterk) wordt geremd.

Geconcludeerd wordt dat:

- Peilopzetten en actieve greppelinfiltratie geen tot een positief effect hebben op de totale grasopbrengst (alle sneden) op het perceel) mits grondwaterstanden niet jaarrond hoger dan 20cm onder maaiveld staan.
- De gewaskwaliteit, gemeten als ruw eiwit gehalte, afneemt bij hogere grondwaterstanden. Dit is een indicatie dat de stikstof beschikbaarheid uit bodem en bemesting ook afneemt.
- Waar hogere slootpeilen en actieve greppelinfiltratie leiden tot langdurige natte periodes waarbij het grondwater tot aan het maaiveld staat, de opbrengsten lokaal afnemen en ook de N-beschikbaarheid (sterk) wordt geremd.
- Bruto groei is geen netto gewasbenutting omdat de kwetsbaarheid voor het kunnen oogsten en/of beweiden van het gewas groter wordt door vernatting.

Invloed vernatten op draagkracht

De mate waarin vernattingsmaatregelen de draagkracht beïnvloeden is in grote lijnen gerelateerd aan de mate waarin deze ook de grondwaterstand beïnvloeden. De draagkracht is gemeten tot 80 cm diep met een penetrometer en is een maat voor berijdbaarheid en insporingsgevoeligheid door machines en voor intrappingsgevoeligheid en daarmee voor de mogelijkheid tot het weiden van vee. De mate waarin

vernattingsmaatregelen beperkend blijken te zijn voor de draagkracht van de bodem kan worden verklaard door de draagkracht in de uitgangssituatie, het effect van de maatregelen op de grondwaterstand en (mogelijk ook) door de vegetatieontwikkeling. In de uitgangssituatie is de draagkracht het grootste in Den Hoek door het hoogste kleigehalte, gevolgd door Vlist. Zuidbroek heeft in de uitgangssituatie de laagste draagkracht omdat deze locatie de kleinste drooglegging heeft en het meest venig is zonder bijmenging van klei. In Den Hoek is in het midden van het perceel en langs de oever het effect van de verschillende vernattingsmaatregelen op de draagkracht afwezig tot heel beperkt. In 2022 leidde actieve greppelinfiltratie wel tot een beperking van de draagkracht tot zeker 1m aan weerszijde van de greppel. De greppel heeft in Den Hoek een brede accoladevorm. In Vlist leidt slootpeil verhogen tot een lagere draagkracht langs de oever. In Vlist is een verzakte, matig vertrapte oeverzone aanwezig die wordt beïnvloed door het opzetten van het slootpeil. In Zuidbroek leidt actieve greppelinfiltratie in 2022 en 2023 tot een beperking van de draagkracht aan weerszijde van de greppel. De greppel heeft in Zuidbroek ook een brede accoladevorm en het perceel ligt hol. In 2023 leidde peilopzetten ook tot een beperking van de draagkracht in het midden van het perceel en langs de oever.

Geconcludeerd wordt dat:

- De mate waarin vernattingsmaatregelen de draagkracht beïnvloeden in grote lijnen is gerelateerd aan de mate waarin deze ook de grondwaterstand beïnvloeden.
- Afhankelijk van de morfologie van de oever en greppel vernattingsmaatregelen de draagkracht negatief beïnvloeden. Vernatten van verzakte oeverzones en brede greppels heeft het grootste effect op de lokale draagkracht.
- Vernattingsmaatregelen waarbij grondwaterstanden langdurig rond maaiveld liggen leiden tot een sterke beperking van de draagkracht en daarmee van de agrarische gebruikswaarde.

Invloed vernatten op slootbreedte, oevererosie en oeverstabiliteit

Op alle locaties worden de sloten in meer of mindere mate breder door slootpeil verhogen. Deels komt de slootverbreding logischerwijs voort uit de grotere waterschijf bij een hoger slootpeil waardoor de oever deels geïnundeerd raakt. Het talud van de oever in de uitgangssituatie is dan een factor voor de mate van verbreding. De proef toont echter aan dat erosie in belangrijke mate bijdraagt aan de mate waarin de sloot breder wordt. In Den Hoek waar het oevertalud in de uitgangssituatie het steilste is en het minste oppervlak inundeert door slootpeil verhoging, is de slootverbreding van gemiddeld 110cm in 1 jaar het grootste van de drie locaties. Oevers kalven hier zichtbaar af. In Zuidbroek, waar oevers flauw en breed zijn en een hoger slootpeil naar verwachting tot een brede geïnundeerde zone zou moeten leiden, is de sloot gemiddeld slechts 30cm breder geworden in 1 jaar. Het minst van alle drie de locaties. Dit is ook de locatie met de hoogste grondwaterstand. De relatief kleine schuifspanning van het natte veen, drukt het veen richting de sloot. Dit 'terugvloeien' van het veen wordt versterkt door machines en vee. Waar de sloot ogenschijnlijk slechts beperkt breder is geworden door slootpeil verhogen, lijkt de oever in toenemende mate te zijn onderholt. Dit betekent dat de draagkracht van de oever zeer beperkt is en deze zeer gevoelig is voor vertrapping, met risico voor te water raken van vee. De toename van erosie door slootpeil verhogen is op alle locaties onderbouwd door de gemeten toename in baggeraanwas.

Opzetten slootpeil leidt op alle drie de locaties tot een verlies aan agrarische gebruikruimte van ongeveer 5% bij opzetten slootpeil tot een drooglegging van 35cm-mv en tot ongeveer 10% bij een drooglegging van 20cm-mv. Dit verlies is het gevolg van afkalving en inundatie van de oeverzone. Bij afkalving gaat zowel productie als mestplaatsingsruimte verloren. Bij inundatie gaat alleen productie verloren. Deze zone is gevoelig voor erosie. Daarnaast wordt afhankelijk van de situatie 1 tot 24% van het perceel natter/ vochtiger rond oever en greppel.

Geconcludeerd wordt dat:

- Het agrarisch productief areaal kleiner wordt door vernattingsmaatregelen. Slootpeil verhogen leidt tot een verschuiving van de natte oeverzone richting het perceel en sloten worden breder. De originele morfologie en stabiliteit van de oever zijn bepalend voor het effect van peilopzetten en actieve greppelinfiltratie op de draagkracht van de oever en erosie:

- Op brede verzakte (vertrapte) oevers het effect van peilopzetten, ook in combinatie met greppelinfiltratie, op de draagkracht van de oever groot is. Verlies aan draagkracht is zichtbaar waar de draagkracht in de uitgangssituatie voldoende hoog is voor weidend vee. Door verlies aan schuifspanning van het waterverzadigde veen is afkalving niet zichtbaar in de zin dat de sloot breder wordt door een hoger slootpeil. Het perceel 'schuift' naar de sloot. Onder de waterlijn vindt erosie plaats waardoor de oever onderholt raakt. Baggeraanwas neemt toe.
- Op vrij stevige smalle steile oevers het effect van peilopzetten is dat de oevers afkalven en onderwater steil worden. De sloot wordt zichtbaar breder en baggeraanwas neemt toe.

Invloed vernatten op biodiversiteit

In de uitgangssituatie zijn niet alleen de flauwe brede oevers, met jarenlang ecologisch beheer soortenrijk, ook op de gradiënt van nat naar droog op smalle steilere oevers blijkt de soortenrijkdom hoog te zijn met algemene kruiden kenmerkend voor vochtige veenoevers. Lokaal zijn schaarsere soorten aanwezig. Peilopzetten leidt al na 4 maanden tot een sterke afname (60 tot 70%) in de soortenrijkdom aan planten op de oever. Zelfs een beperkte peilverhoging van slechts 5cm leidt tot een afname in soorten (40%). Gras- en kruidige soorten verdwijnen omdat de oever inundeert. Van de ongeveer 20 verschillende soorten blijven maximaal 8 'harde' vochtige oeversoorten over bij een peilopzet naar 20 cm-mv (circa 10 bij -35 cm-mv). Met name liesgras en grote egelskop worden dominant. Een jaar na peilopzetten is op alle oevers een licht herstel van het aantal soorten te zien.

Geconcludeerd wordt dat:

- De biodiversiteit op oeverzones binnen enkele maanden verloren kunnen gaan door peilopzetten.
- De biodiversiteit door actieve greppelinfiltratie hoger wordt voor flora en fauna
- Deze oeverzones grotendeels kunnen inunderen of afkalven waardoor nieuwe delen van het, tot dan toe bemeste perceel, de nieuwe oeverzone worden. Dit vertraagt het herstel van de biodiversiteit.
- Aquatische ecologie: meer beschermde zone door dominantie van 'harde' oeversoorten die een habitat zijn voor amfibieën en de oeverbescherming. Aandachtspunt is de extra aanwas van bagger en beperking op doorzicht wat ongunstig is voor watervegetatie ontwikkeling

Invloed vernatten op methaanemissies

Vernatten heeft geen effect op de methaanemissies in het midden van het perceel, maar de methaanemissies nemen toe in de greppel- en oeverzones door actieve greppelinfiltratie en slootpeil verhogen. De lokaal gemeten methaanemissies in de greppelzone in Zuidbroek (25 en 38 ton CO₂-eq/ha) zijn hoog tot vergelijkbaar met metingen op verschillende plasdras veenpercelen. Omdat de methaanemissie langs de sloot/greppel en op het midden van het perceel sterk verschillen, is het lastig om een gemiddelde emissie voor het hele perceel te bepalen. Gemiddeld zou kunnen worden gesteld dat de gemeten emissies van dezelfde orde grootte zijn als de mediane methaanemissie van 6,7 ton CO₂-eq/ha/jaar voor natte tot zeer natte graslanden op veen in Nederland, Duitsland en België (Jacobs et al., 2020). In de zone waar jaarrond de grondwaterstand ondieper is dan 15cm-mv zoals bij actieve greppelinfiltratie in de greppels in Zuidbroek, zal de methaanemissie uit deze zone hoog zijn.

Geconcludeerd wordt dat:

- Het risico op (sterk) verhoogde methaanemissies lokaal toeneemt waar de grondwaterstand langdurig minder is dan 15cm-mv, met name tijdens het warme deel van het jaar.
- De totale methaanemissies van alleen het perceel verdubbelen door vernatting. De breedte van de vochtige en natte zones toeneemt door de onderzochte vernattingsmaatregelen waardoor het risico op methaanemissies ook toeneemt.
- De waargenomen toename in erosie van oevers en extra aanwas van bagger in de sloot naar verwachting leidt tot hogere methaanemissies uit de sloot.

Aanbevelingen beleid

Streefwaarden wat betreft de te bereiken grondwaterstand zouden als leidraad moeten dienen en kunnen niet als harde eis worden opgegeven door de grote variatie in grondwaterstand in ruimte en tijd.

Algemene doelen om de grondwaterstand in het veenweidegebied te verhogen kunnen alleen worden bereikt met maatwerk maatregelen per perceel.

Wanneer hogere slootpeilen en actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand effectief verhogen heeft dit onherroepelijk effect op de agrarische gebruikswaarde van het perceel waarbij onderscheid moet worden gemaakt tussen het verloren gaan van agrarische gebruiksruimte door afkalving en inundatie en een verandering van agrarische gebruikswaarde door nattere/ vochtigere omstandigheden. Bij een slootpeil van 35cm-mv drooglegging ging gemiddeld op de drie locaties in de Krimpenerwaard 5% agrarisch land verloren voor productie. Bij een drooglegging van 20cm-mv was dit 10%. Bij afkalving van oevers gaat door landverlies opbrengst en mestplaatsingsruimte verloren. Wanneer oevers inunderen gaat alleen opbrengst verloren.

Afhankelijk van de morfologie van greppel en oever kan tot 24% van het perceel natter/ vochtiger worden door slootpeil verhogen in combinatie met actieve greppelinfiltratie. De (bruto) grasproductie gaat hierdoor naar verwachting in drogere zomers eerder omhoog dan omlaag. De draagkracht en gewaskwaliteit neemt echter af. Deze veranderende omstandigheden hebben gevolgen voor de netto grasproductie. Die zal lager worden naargelang de draagkracht verminderd. Gras zal in sommige gevallen wel kunnen groeien en niet meer geoogst kunnen worden. En als het al wel lukt zal de kwaliteit lager zijn. De betere productiegassen houden niet van te natte omstandigheden. Vernatting vraagt om agrarische management keuzes wat betreft het verder optimaliseren van gewaskeuze (gras/ kruiden), machinegebruik (lichtere machines en met gebruikmaking van drukwisselsystemen om bodemdruk te beperken), beweidingsdruk (minder GVE/ha/dag) en de ontsluiting via extra kavelpaden.

Om onder nattere omstandigheden te kunnen blijven boeren hebben agrariërs toekomstperspectief nodig. Dit is een verdienmodel dat niet allen is gebaseerd op melkopbrengst, maar waar maatschappelijke diensten onderdeel zijn van de beloningsstructuur. Dit is onder meer compensatie voor gemaakte kosten en gedeelde inkomsten. Op basis van de resultaten van de pilot is een grove inschatting gemaakt van de vergoeding per hectare. Bij een drooglegging van 35 cm-mv is dit gemiddeld 363 €/ha (bandbreedte: 127 tot 594 €/ha) en bij een drooglegging van 20 cm-mv gemiddeld 592 €/ha (bandbreedte 320 tot 821 €/ha). Bij Den Hoek en Zuidbroek is ongeveer 50% van de gedeelde inkomsten het gevolg van verlies van de oeverzone (5-10% van het perceel) en de andere 50% door verlies draagkracht (13 tot 24% van het perceel). De aanname is dat door verlies aan draagkracht het gras op het drassig geworden deel van het perceel niet geoogst kan worden in het voor- en najaar.

Met agrarisch natuurbeheer wordt met botanische weideranden gestuurd op een hoge terrestrische biodiversiteit van grassen en kruiden. Door hogere slootpeilen schuift de oeverzone op richting het (bemeste) perceel en verdrinken grassen en kruiden. Wanneer slootpeilen hoger en meer flexibel worden, is sturing nodig op inundatietolerante soorten op en in de oever.

Voordat vernattingsmaatregelen grootschalig worden uitgerold moet er een concreet plan zijn wat betreft:

- Breed afwegingskader welke vernattingsmaatregel waar effectief is;
- Toekomstperspectief (onder meer compensatie) voor agrariërs;
- Begeleiding agrariër in de transitie van hun agrarisch bedrijfsvoering die nodig is om onder nattere omstandigheden te kunnen blijven boeren;
- Onderzoek naar methaanemissies om afwenteling te voorkomen waarbij maatregelen die CO₂ emissies beperken leiden tot verhoogde methaanemissies.

Conclusies

De vernattingsmaatregelen 'slootpeil verhogen' en 'actieve greppelinfiltratie' hebben een positief effect op het verhogen van de grondwaterstand en met name op het voorkomen van het uitzakken van de grondwaterstand in de droge zomerperiode. De effectiviteit van elk van beide maatregelen is echter sterk afhankelijk van de uitgangssituatie en kan niet los worden gezien van het verlies aan draagkracht van het perceel (inclusief greppel- en oeverzone), het verlies aan stabiliteit van de oever en het zichtbaar afkalven van de oever. Slootpeil verhogen leidt (tijdelijk?) tot een verlies aan biodiversiteit op de oever.

De biodiversiteit op oeverzones waar jarenlang in is geïnvesteerd met agrarisch natuur en landschapsbeheer (ANLb) kan binnen enkele maanden verloren gaan. Daarnaast kunnen deze zones grotendeels inunderen of afkalven waardoor nieuwe delen van het, tot dan toe bemeste perceel, de nieuwe oeverzone worden. Dit vertraagt het herstel van de biodiversiteit en kan de waterkwaliteit beïnvloeden. Ook een beperkte of geleidelijke verhoging van het slootpeil had een negatief effect op biodiversiteit en agrarische gebruikswaarde van de oeverzone. Actieve greppelinfiltratie leidt echter tot greppelzones waar de biodiversiteit lokaal groter wordt en interessante biotopen ontstaan voor steltlopers en amfibieën. Het verhogen van de grondwaterstand heeft na 1 jaar geen tot een positief effect op de totale drogestofopbrengst. Pas wanneer de grondwaterstand gedurende het groeiseizoen langdurig tot minder dan 15cm onder maaiveld staat wordt de opbrengst op het perceel negatief beïnvloed. Bruto groei is echter geen netto gewasbenutting. De voederwaarde neemt af door een hogere grondwaterstand. De breedte van het agrarisch productief areaal wordt kleiner door de vernattingsmaatregelen. Een deel gaat verloren door afkalving of inundatie van de oeverzone (tot 10% van het areaal) en een deel wordt natter/ vochtiger (tot 25% van het areaal) Op het deel van het areaal waar de grondwaterstand langdurig tot minder dan ongeveer 15cm onder maaiveld staat, neemt de methaanemissie lokaal sterk toe. De erosie van oevers en de extra aanwas van bagger in de sloot leidt naar verwachting ook tot hogere methaanemissies uit de sloot.

De conclusie van dit onderzoek is dat vernattingsmaatregelen in het agrarisch beheerde veenweide cultuurlandschap van de Krimpenerwaard effectief zijn voor het verhogen van de grondwaterstand en het beperken van de mate waarin de grondwaterstand in de zomermaanden uitzakt, maar dat de effectiviteit afhankelijk is van de lokale omstandigheden en dat tegelijkertijd deze maatregelen ook leiden tot (tijdelijke?) afwenteling op biodiversiteit en het blijvend verloren gaan van de agrarische gebruikswaarde van het perceel. Vernatting van het veenweide is geen duizend dingen doekje.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De Veenweidegebieden in Nederland zijn veelal in gebruik zijn als grasland voor de melkveehouderij en als natuur. Veenweidegebieden kennen een aantal uitdagingen. De meer generieke uitdagingen liggen op het gebied van waterkwaliteit en biodiversiteit, waaronder teruglopende weidevogelpopulaties. Specifiek voor het veenweidegebied is het probleem van bodemdaling. De veenbodem zakt enerzijds door inklinking en anderzijds door mineralisatie van het veen. Dit leidt tot knelpunten wat betreft de waterhuishouding in de veelal laag gelegen polders en (op termijn) tot zout-infiltratie in de laaggelegen veenpolders dicht bij de kust. Door veenmineralisatie is het veenweidegebied een belangrijke bron van broeikasgasemissies. CO₂ komt vrij uit gedraineerde percelen, maar sloten blijken door methaanemissies ook een belangrijke bron van broeikasgasemissies te zijn (Kosten et al., 2018; IPCC, 2019). Voor laagveengebieden is de doelstelling een reductie van de CO₂-uitstoot van 1 Mton CO₂-eq in 2030 en verdere reductie richting 2050 (Klimaatakkoord).

Een belangrijk aspect van het beheer van veenweidegebieden is het peilbeheer. Het waterpeil in de sloten en grondwaterstand zijn van invloed op de bodemdaling. De landelijke overheid heeft in een uitwerking van haar beleidslijn 'Water en Bodem sturend' voor het laagveengebied aangegeven dat "in grote delen van het veengebied gestreefd wordt naar een zo hoog mogelijke grondwaterstand tussen de 20 tot 40 cm onder maaiveld (Brief ministerie IenW, Water en Bodem sturend, 25 november 2022). Dit kan door oppervlaktewaterpeilen te verhogen, veelal in combinatie met bijvoorbeeld greppelinfiltratie of de aanleg van waterinfiltratiesystemen. Een peil van 20 cm onder maaiveld wordt gegeven als optimum voor de reductie van uitstoot van de broeikasgassen CO₂, methaan en lachgas (studie RLI)."

De inschatting die bij deze structurerende keuze is gemaakt is dat de huidige landbouwpraktijk goed mogelijk is bij een peil van 40 cm onder maaiveld. Wanneer het peil van 40 naar 20 cm onder maaiveld beweegt, zal de huidige landbouwpraktijk steeds meer beïnvloed worden. Het is echter nog onduidelijk in welke mate de huidige agrarische praktijk wordt beïnvloed. Het is ook nog niet duidelijk of dit streven wel gehaald kan worden in agrarisch beheerde percelen en wat de randvoorwaarden hierbij zijn.

De Krimpenerwaard is een laagveengebied dat al sinds de Middeleeuwen in gebruik als landbouwgebied. De ontginning van de Krimpenerwaard heeft geleid tot de vorming van percelen die kenmerkend voor de Krimpenerwaard; gemiddeld 30m breed en 800m lang zijn. De smalle percelen en vele sloten maken het tot een aantrekkelijk weidevogel landschap. Een groot deel van de agrariërs (80%, 120 van de ongeveer 150 agrariërs) doet mee met het agrarisch natuur en landschapsbeheer (ANLB) om bij te dragen aan weidevogelbeheer, graslandbeheer, en ecologisch randen-, oever-, en slootbeheer.

1.2 Doelstelling project

Het doel van de GLB Pilot: "Met agrarisch waterbeheer werken aan bodemdaling, klimaat, waterkwaliteit en biodiversiteit" is om te bepalen wat het effect is van watermaatregelen op bodemdaling, klimaat, waterkwaliteit, biodiversiteit en agrarische gebruikswaarde. Dit overkoepelende doel wordt beantwoord

door te bepalen wat de gevolgen zijn van het verhogen van slootwaterpeilen en wat de aanvullende invloed is van actieve greppelinfiltratie op:

- Grondwaterstand: het verloop van de grondwaterstand over de breedte van het perceel gedurende het jaar als maat voor het beperken van bodemdaling;
- Landbouwkundige gebruikswaarde: gewasopbrengst, gewaskwaliteit en draagkracht;
- Oever en sloot: Stabiliteit van de oevers, erosie van oevers en slootprofiel;
- Biodiversiteit: vegetatieontwikkeling op slootkant en in de sloot en in de greppels;
- Klimaat: methaanemissies

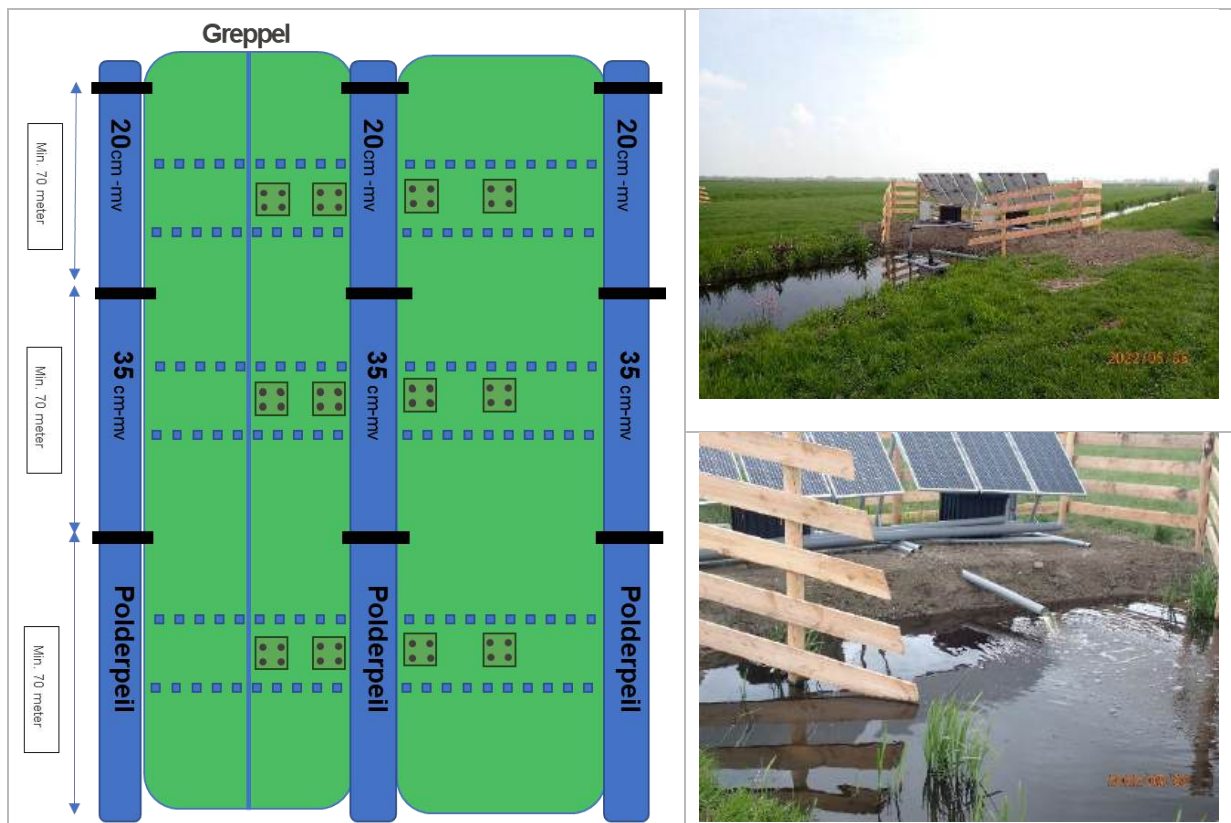
De resultaten van de proeven is input voor het ontwikkelen van een eenvoudig instrumentarium dat inpasbaar is in de GLB-structuur van belonen. De beloning moet hierbij een realistische compensatie zijn voor de maatregelen die als doel hebben om bodemdaling en broeikasgasemissies te reduceren.

2 Experimentele opzet en setting

2.1 Proefopzet

In de Krimpenerwaard is op drie locaties een proef ingericht waar het effect van peilopzet, en het additionele effect van actieve greppelinfiltratie op grondwaterstanden, draagkracht van het perceel, agrarische productie (grasopbrengst en samenstelling), oeverstabiliteit, biodiversiteit en methaanemissies is onderzocht. Op elke locatie zijn twee naast elkaar gelegen percelen en de daaraan grenzende drie sloten onderzocht. Slooppeilen zijn op twee delen van de percelen verhoogd door dammen aan te leggen en peilen te verhogen door actief water in te pompen. Op één van de twee percelen is door middel van actief pompen ook de greppel natgehouden. Zie Figuur 2-1 voor een schematische weergave van de proefopzet en foto's van de dammen met pomp.

Met deze proefopzet zijn er op elk van de 3 locaties 6 behandelingen: 3 slooppeilen: polderpeil (pp), -35cm onder maaiveld (35cm-mv) en 20cm onder maaiveld (20cm-mv) en per slooppeil met en zonder actieve greppelinfiltratie.



Figuur 2-1 Schematische weergave van de proefopzet (links) en foto's van de dammen met pomp (rechts). Op de linker figuur zijn de zwarte dwarsbalken representatief voor de dammen. De kleine blauwe blokjes zijn de locaties van de peilbuizen waar wekelijks de grondwaterstand is gemeten. De blokken geven aan waar de gewasmonsters zijn genomen. Elke stip binnen het blokje is een apart gewasmonster.

2.2 Metingen

Op de originele oeverlijn is voor peilopzetten per behandeling op twee plekken langs elke oever een paal geplaatst. Deze palen dienen als referentie om gedurende de proefmetingen te doen in oever en sloot en te meten hoe de oever zich aanpast over de tijd.

Grondwaterstand

De verandering in grondwaterstand is gemeten door per behandeling (combinatie van greppelinfiltratie en drooglegging) twee raaien met peilbuizen te plaatsen (duplo, zie ook Figuur 2-1). De peilbuizen zijn gelijk met het maaiveld afgewerkt met een tegel. Elke raai bestaat uit 9 tot 12 peilbuizen afhankelijk van de breedte van het perceel en of er wel of geen greppel aanwezig is. In totaal zijn voor de gehele proef 348 peilbuizen geplaatst. In 2022 is tussen mei en december en in 2023 is tussen mei en oktober wekelijks de grondwaterstand gemeten. Om te kunnen corrigeren voor maaiveldhoogte en verschillen in maaiveldhoogte zijn op drie tijdstippen (mei 2022, december 2022 en september 2023) van elke peilbuistegel de exacte hoogte bepaald ten opzichte van m-NAP. Deze exacte hoogtemetingen zijn gebruikt om grondwaterstand uit te drukken in zowel cm onder maaiveld als in m-NAP.

Draagkracht

Als ijkpunt van de draagkrachtmetingen zijn de referentiepalen gebruikt die zijn geplaatst op de originele waterlijn voordat het waterpeil is opgezet; twee palen per behandeling op elke oever. Er zijn twee type draagkracht metingen uitgevoerd, namelijk metingen van de draagkracht van het perceel (dwarsdoorsnede) en metingen van de draagkracht van de oeverzone.

De draagkracht van het perceel is in 2022 en in 2023 gemeten met een penetrometer. Hiermee wordt tot 80 cm diepte de bodemweerstand op een gestandaardiseerde manier gemeten. De draagkracht is in een raai over het perceel gemeten. Over de dwarsdoorsnede van het perceel zijn op drie locaties metingen uitgevoerd: 1,5 m vanuit de originele waterlijn (referentiepalen), het midden van het perceel of 1 m uit de greppel en in het midden tussen deze twee metingen. Per behandeling zijn in december (2022) en september (2023) metingen in duplo uitgevoerd.

De draagkracht van de oever is in 2022 gemeten met een penetrometer en met de koepootmethode. Metingen met de penetrometer zijn uitgevoerd in juni en november 2022 en zijn in duplo uitgevoerd op 0,5 m, 1 m en 2 m uit de originele oeverlijn vanaf deze referentiepalen. Draagkracht metingen met de koepootmethode zijn uitgevoerd op drie tijdstippen: i) vlak voor peil opzetten (3 mei 2022); ii) paar weken na opzetten peil (29 juni 2022); en iii) najaar (7 november 2022). De resultaten van de koepootmethode gaven geen betrouwbaar beeld van de draagkracht. De gegevens van de koepootmethode zijn alleen getoond in Bijlage III.

Biodiversiteit greppel, sloot en oever inclusief abiotische randvoorwaarden

Tijdens de proef zijn verschillende metingen gedaan aan biodiversiteit en morfologie van greppels, oevers, sloot. De volgende onderdelen zijn vastgesteld:

- het inmeten van oeverprofielen;
- het inmeten van greppelprofielen;
- opname van enkele slootkenmerken;
- het maken van een vegetatieopname per oevervak;
- het maken van een vegetatieopname van de inunderende greppel;
- het vastleggen van losse waarnemingen m.b.t. fauna binnen het pilotgebied.

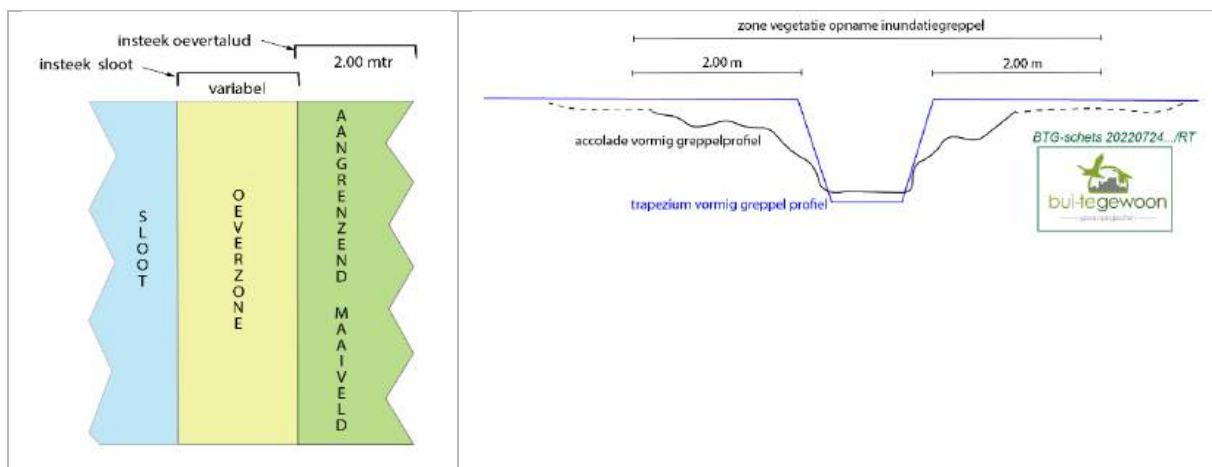
De opname van de slootkenmerken bestaan uit het bepalen van de slootbreedte, het doorzicht m.b.v. een Secchischijf, de waterdiepte, de watertemperatuur, de zuurgraad en de totaal elektrisch geleidingsvermogen EGV als maat voor totaal aan opgeloste zouten. Voor de locaties in Den Hoek en Zuidbroek kon de nulmeting voor het instellen van de peilen worden uitgevoerd. Voor de locatie in Vlist westzijde geldt dat het peil al enkele dagen was opgezet naar de pilotniveaus voordat de nulmeting

plaatsvond. Voor deze locatie geldt dat de waterschijf is gecorrigeerd naar de oorspronkelijk waterdiepte bij de meting, dat de oeverprofielen minder zuiver konden worden bepaald en dat mogelijk enkele lage plantensoorten uit de oevervegetatie zijn gemist.

Vegetatieopnames zijn gemaakt van de watervegetatie in de sloot, de oeverzone (waterlijn tot insteek) en van het aangrenzend grasland in een strook van twee meter vanaf de insteek. In de percelen met greppel is ook een zone van twee meter breedte aan weerszijde van de greppel gekarteerd. De drie zones van sloot, oever en perceelrand zijn schematisch weergegeven in Figuur 2-2. Voor de registratie van de vegetatie is gebruik gemaakt van de Tansley methode voor vegetatie-onderzoek (Laan A. van der & M. Bestman, 2022). Tijdens de vegetatieopnames zijn aanvullende waarnemingen van fauna met een relatie tot de oevers en of greppels steeds genoteerd. De opname van de slootvegetatie heeft plaatsgevonden tijdens de eerste ronde veldbezoeken eind april en begin mei 2022, hierdoor was de ontwikkeling van submerse waterplanten op dat moment nog onvolledig. Tijdens een opname eind mei is de aanwezige watervegetatie nogmaals beoordeeld. In augustus is een quickscan uitgevoerd van de vegetatie-ontwikkeling op de oevers. De focus lag op het verschil in het aantal plantensoorten per behandeling.

De vorm van de sloten en de factoren die van belang zijn voor de slootvegetatie zijn onderzocht door het bepalen van de maatvoering, slootbreedte, waterdiepte, aanwezigheid van baggerspecie, het doorzicht (d.m.v. Secchischijf), de watertemperatuur, de zuurgraad, en het totaal aan zout en nutriënten met behulp van de meting van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV). Ook zijn omstandigheden van oevers en greppels vastgelegd. Het oeverprofiel tussen waterlijn en gemiddeld maaiveld is ingemeten.

De metingen zoals die in de tijd zijn uitgevoerd zijn weergegeven in Tabel 2-1 en een overzicht van alle metingen is weergegeven in Tabel 2-2.



Figuur 2-2 Schematisch weergave zonering oevervegetatie opname (links) en schematische weergave vegetatie opname greppel (rechts).

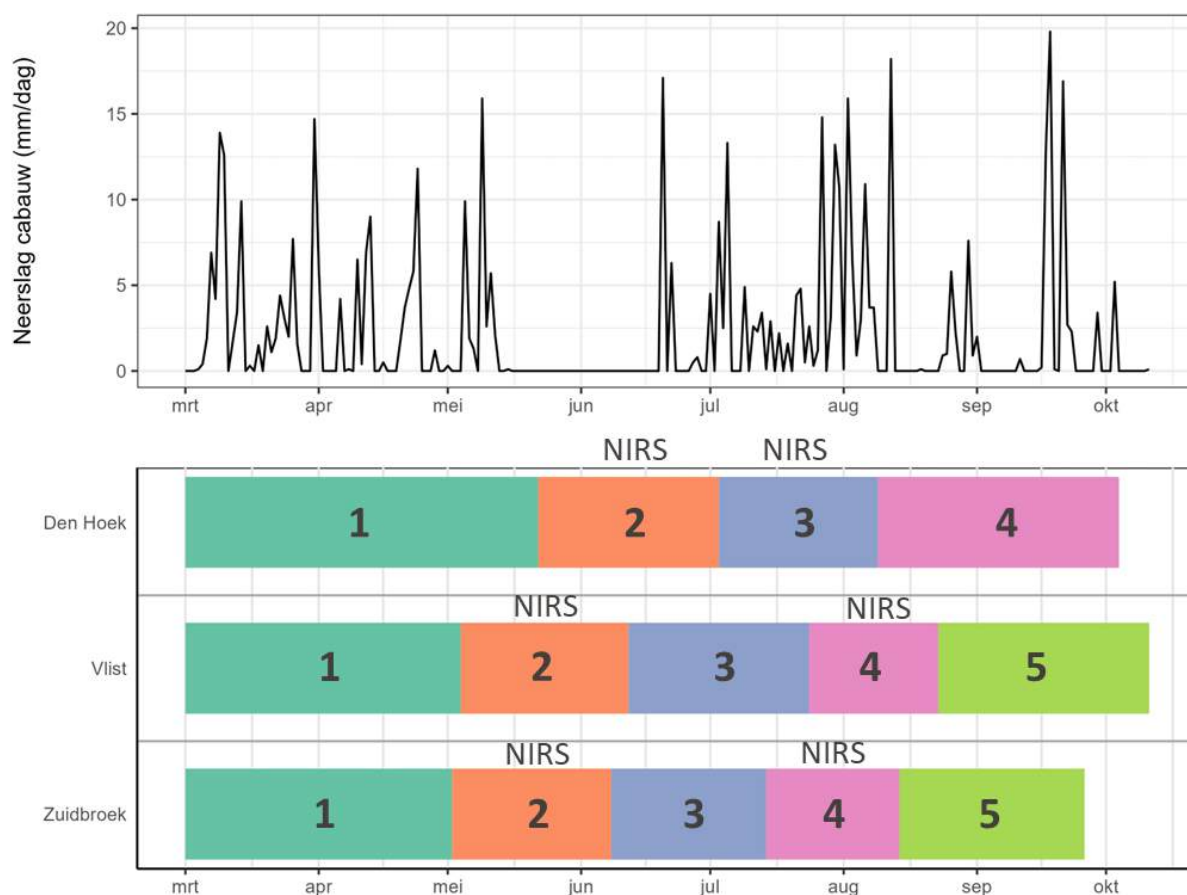
Gewasonderzoek

In het tweede jaar (2023) heeft gewasonderzoek plaatsgevonden door per behandeling twee plots uit te zetten (Figuur 2-1, blokjes). Deze plots zijn afgezet met schrikdraad om het vee eruit te houden en zijn apart bemonsterd. Eén van de plots lag tegen de insteek aan, en het andere plot lag tegen de greppel aan. Elk plot is per snede apart bemonsterd. Binnen elk plot is daarbij onderscheid gemaakt tussen het deel van de plot dat tegen de sloot of tegen de natte greppel aanlag en het deel dat meer op het perceel lag. Een uitzondering is dat door op locatie Den Hoek (per ongeluk) geen proefplot is aangelegd tegen de greppel op het perceel waar de greppel niet actief werd vernat. De volgende metingen zijn uitgevoerd:

- Grasopbrengst. Bij elke snede is voor elk proefvlak en behandeling (inclusief locatie binnen het proefvlak) de grasopbrengst bepaald door het nemen van knipmonsters. Grasopbrengst is bepaald als vers en drooggewicht per 0.36 m². Dit is omgerekend naar een drogestofopbrengst in kg ha⁻¹.

- Grassamenstelling. Bij twee grassnedes zijn voor elk proefvlak en behandeling (inclusief locatie een proefvlak) grasmonsters naar Eurofins-Agro gestuurd voor een grassamenstelling-analyse. Hierbij zijn onder de gehalten ruw as, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, suiker en NDF voorspeld middels spectroscopie (NIRS).

Bij Den Hoek bestond de jaarlijkse grasopbrengst uit vier snedes, en bij Vlist en Zuidbroek uit vijf snedes (Figuur 2-3), waardoor bij Den Hoek vier keer grasopbrengst metingen zijn uitgevoerd en bij Vlist en Zuidbroek vijf. Bij Den Hoek was aan het begin van het groeiseizoen veel ganzenschade waardoor de grasproductie pas in april goed op gang kwam. Bij Den Hoek zijn de grassamenstellingsanalyses uitgevoerd bij de 2^e en 3^e snede en bij Vlist en Zuidbroek bij de 2^e en 4^e snede.



Figuur 2-3 Overzicht van de tijdsduur van de verschillende grassnedes en bij welke snedes de grassamenstelling is gemeten met NIRS (onderste figuur). De bovenste figuur weergeeft de etmaalneerslag als gemeten bij een nabijgelegen weerstation (Cabauw). In Den Hoek was in het voorjaar veel schade doorganzen.

Methaanemissie onderzoek

De methaanemissie op de drie verschillende locaties is gemeten op 23 en 24 oktober 2023. Op ieder perceel werden per peilniveau 10 metingen uitgevoerd: 2 op de slootrand, 2 op 1m van de slootrand, 2 midden tussen de slootrand en de greppel, 2 tegen de greppel en 2 in de greppel. Op percelen zonder greppelinfiltratie zijn de metingen op vergelijkbare onderlinge afstand gedaan als de percelen met greppelinfiltratie. De metingen zijn uitgevoerd met omgekeerde potten (volume = 10 liter en oppervlakte onderkant = 0.415 m²) die als diffusiekamers dienden (Figuur 2-4). De potten werden met een steen verzwaard om voor een goede afsluiting te zorgen. Via slangen van 10 meter werden 10 diffusiekamers tegelijk aan een multisampler (Innova Type 1409) gekoppeld. Deze werd verbonden met een gassensor (Innova Type 1512). Per diffusiekamer werden de methaanconcentratie drie keer gemeten (t₀, t₁ en t₂). Iedere minuut werd van een van de kamers een meting gedaan. Na 10 minuten begon de meetcyclus opnieuw. Het tijdsinterval tussen t₀ en t₂ was dus 20 minuten. Soms was de methaanconcentratie op t₀ duidelijk hoger dan de achtergrondconcentratie in de atmosfeer (4-5 mg m⁻³). In die gevallen werd verondersteld dat dit kwam door verstoring van de bodem bij het plaatsen van de diffusiekamers. De

diffusiekamer werd dan opnieuw geplaatst en een extra meting werd gedaan aan het eind van de meetcyclus.

De methaanemissie is berekenend door het verschil in methaanconcentratie tussen t0 en t2 te vermenigvuldigen met het volume van de diffusiekamer en te delen door de tijdsduur tussen t0 en t2 en de bodemoppervlakte van de diffusiekamer.



Figuur 2-4 Voorbeeld van de meetopstelling. Twee diffusiekamers geplaatst midden tussen de sloot en de greppel.

Tabel 2-1 Tijdlijn van de uitgevoerde metingen in 2022 en 2023

2022	April	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Grondwaterpeil (wekelijks)	'23	'22 '23	'22 '23	'22 '23	'22 '23	'22 '23	'22 '23	'22	'22
Hoogtemeting peilbuizen		'22				'23			'22
Draagkracht perceel – penetrometer						'23			'22
Oeverstabiliteit – koepoot		'22	'22					'22	
Oeverstabiliteit – penetrometer			'22					'22	
Biodiversiteit algemeen		'22 '23							
Slootkenmerken, oeverprofielen, greppelprofiel		'22 '23							
Quickscan biodiversiteit							'22		
Grasopbrengst (1 ^{ste} , 2 ^{de} , 3 ^{de} , 4 ^{de} , 5 ^{de} snede		'23	'23	'23	'23	'23	'23		
Grassamenstelling (voederwaarde onderzoek in twee sneden)		'23	'23		'23				
Vegetatieopname grasland		'22 '23							
Methaanemissie							'23		

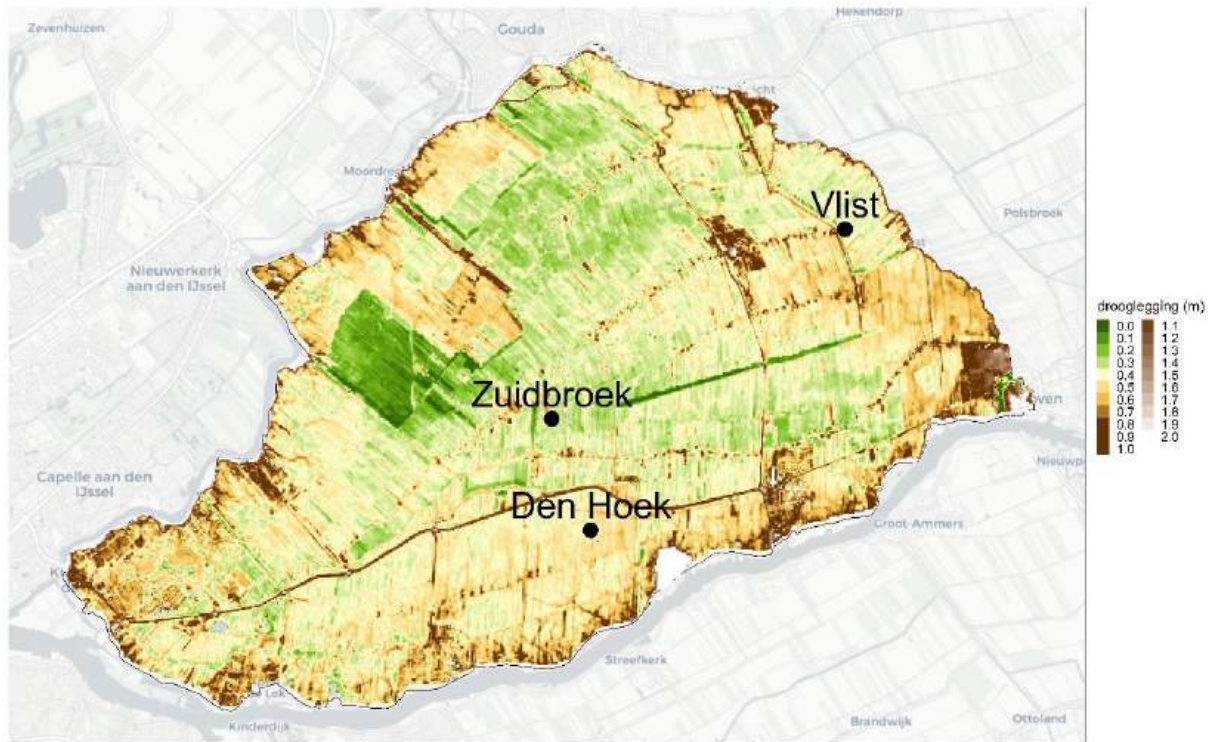
Tabel 2-2 Beschrijving van de uitgevoerde metingen in 2022 en 2023

Wat	Hoe	Waar	Frequentie	Wanneer	N
Grondwaterstand	Peilbuizen	Van elke behandeling 2 rijen van 7 (zonder greppel) en van 9 (met greppel) peilbuizen	Wekelijks	Tussen mei en december 2022, tussen april en oktober 2023	15501
Correctie gws voor hoogteverschillen	Hoogtemeting tegel na plaatsen peilbuis	Elke peilbuis	3x/proef	Mei en december 2022, september 2023	985
Draagkracht perceel	Penetrometer	10x per oever (4) per behandeling (3) op drie locaties in de dwarsdoorsnede van het perceel, i.e. 1.5m naast de sloot, midden akker en 1m van de greppel (3).	3x	Juni en december 2022 en september 2023	1080 (x80)
Oeverstabiliteit	Koepootmethode	2 x per oever (4) per behandeling (3) op 0,5, 1 en 2m van de (oorspronkelijke) waterlijn (3) voor elke locatie (3)	3x/proef	Vlak voor peilopzet (begin mei 2022), aantal weken na peilopzet (eind juni 2022), najaar (begin november 2022)	504
	Penetrometer	10 x per oever (4) per behandeling (3) op 0,5, 1 en 2m van de (oorspronkelijke) waterlijn (3) voor elke locatie (3)	2x	Eind mei en begin november 2022	1080 (x 80)
Oeverprofiel tussen de waterlijn en insteek	Stok en meetlat	Elke behandeling (3) per oever (4)	1x/jr	Voor peilopzetten 30-4 tot 7-5 '22, mei 2023	12
Bepalen greppelprofiel	Stok en meetlat		1x/jr	Voor peilopzetten 30-4 tot 7-5 '22, mei 2023	12
Slootkenmerken (breedte, doorzicht, waterdiepte, watertemperatuur, zuurgraad, EGV)	Allerlei meetinstrumenten	Elke behandeling (3) per oever (4)	1x/jr	eind april en begin mei 2022, mei 2023	12
Slootvegetatie	Observaties volgens Tansley methode	Elke sloot (4) voor elke locatie (3)	1x/jr	Eind april en begin mei 2022	12
Oevervegetatie	Observaties volgens Tansley methode	Elke behandeling (3) per oever (4) op de eerste 2m maaiveld en oeverlud (2) voor elke locatie (3)	1x/jr	eind april en begin + eind mei 2022, mei 2023	72
Vegetatie van de inunderende greppel	Observaties volgens Tansley methode	Eén inunderende greppel (1) voor elke locatie (3)	1x/jr	eind april en begin + eind mei 2022, mei 2023	3
Grasopbrengst	Knipmonsters & drogestof-analyse	Elke behandeling (6), locatie proefvlak, i.e. tegen de greppel of tegen de sloot (2) en locatie binnen het	4-5x	Elke snede in 2023	312

Wat	Hoe	Waar	Frequentie	Wanneer	N
Grassamenstelling	Knipmonsters & NIRS grassamenstelling analyse Eurofins	proefvlak, i.e. tegen de sloot/greppel of tegen het perceel (2) voor elke locatie (3). Uitzondering: locatie Den Hoek waar op het perceel zonder actieve greppelinfiltratie geen proefvlak is aangelegd tegen de greppel.	2x	2 ^e en 3 ^e snede (Den Hoek), 2 ^e en 4 ^e snede (Vlist en Zuidbroek) in 2023	132
Vegetatieopname grasland					
Methaanemissie	Diffusiekamers gekoppeld aan een multisampler (Innova Type 1409) verbonden met een gassensor (Innova Type 1512)	Elke behandeling (6) op 6 locaties in de dwarsdoorsnede van het perceel, i.e. tegen de sloot, 1m van de sloot, midden van het perceel, 1m van de greppel en tegen de greppel (6) in duplo (2) voor elke locatie (3)	1x	Oktober 2023	216

2.3 Drie locaties

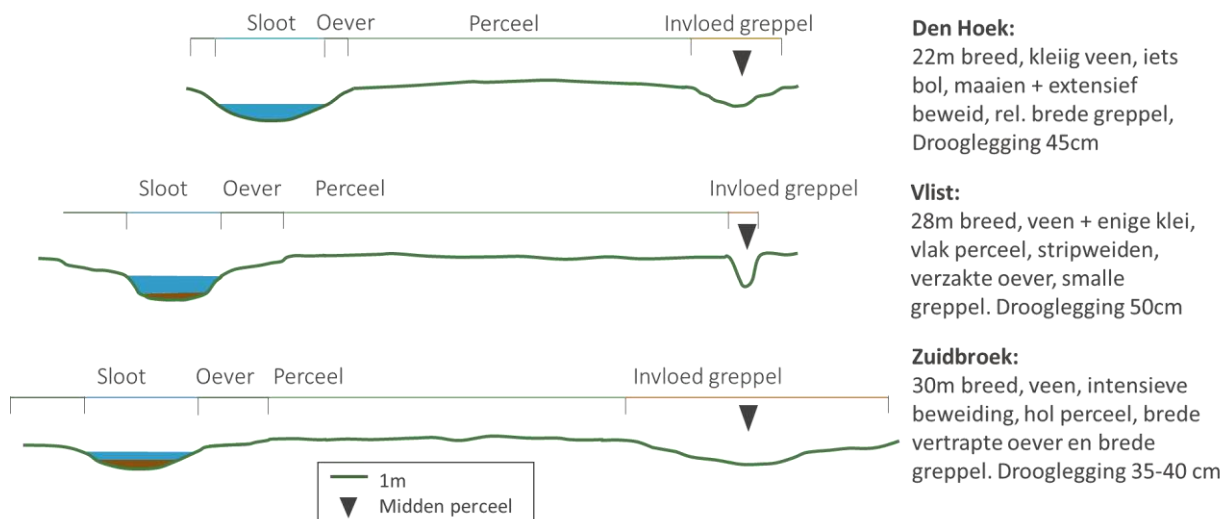
Zorg is besteed om drie zoveel mogelijk van elkaar verschillende percelen te selecteren die samen representatief zijn voor de Krimpenerwaard (Figuur 2-5). De drie percelen verschillen in bodemopbouw, agrarisch beheer en in morfologie van het perceel, de oever en de sloot. Verschillen zijn samengevat in Tabel 2-3.



Figuur 2-5 Drie locaties in de Krimpenerwaard waar de proeven zijn uitgevoerd. Achtergrond is een kaart met de drooglegging. De drooglegging is afgeleid van waterpeilen (NHI dataportaal) en maaiveldhoogte (AHN3).

Tabel 2-3 Eigenschappen van de pilot percelen in relatie tot bodem, agrarisch beheer, morfologie van het perceel, oever en sloot in de uitgangssituatie.

	Den Hoek	Vlist	Zuidbroek
Bodem	Overwegend klei op veen	Veen, met lokaal enige klei	Veen, met dunne veraarde toplaag
Agrarisch	Maaipercelen met extensieve na-beweiding	Stripweiden met drinkbak	Intensieve beweiding met vrij groot koppel
Morfologie perceel	22 m breed, geringe mate van bolligging perceel en redelijke invloed greppel (1.2 m)	28m breed, vrij vlak perceel met strakke smalle greppel (0.4m breed)	30m breed, ruime mate van holligging perceel en brede invloed greppel (3.5 m)
Oever	Vrij smalle (0.65 m), steile en stevige oever met redelijke drooglegging (45 cm -mv)	Matig brede (1.5m) oeverzone met uitgetrapte oevers van circa 1-1.2m en redelijke drooglegging (50cm -mv)	Brede (2m) uitgetrapte oeverzones met een kleine drooglegging (35-40cm -mv), op de waterlijn variatie in drooglegging
Sloot	Flexibel slootpeil +/- 5 cm 2.5 – 3.25 m breed, waterdiepte 0.3 – 0.5 m weinig bagger redelijk doorzicht (75%)	Flexibel slootpeil +/- 5 cm 2 – 3m breed, waterdiepte 0.35 – 0.5 m 10-20cm bagger redelijk doorzicht (75%)	Flexibel slootpeil +/- 15 cm 3m breed, ondiep 0.2 – 0.3 m vrij dik baggerlaag (20cm) 100% doorzicht door ondiepe sloot



Figuur 2-6 Schematische weergave (op schaal) van de morfologie van perceel, oever en sloot van de drie percelen waar de proef heeft plaatsgevonden. weergegeven is de zone slootoever tot greppel (halve perceel breedte)

De verschillen tussen de drie percelen zijn schematisch en op schaal weergegeven in Figuur 2-6. In dit Figuur wordt het verschil in breedte van het perceel, breedte van de greppel en de invloed rondom de greppel, en de breedte en vorm van de oever duidelijk. De data in deze figuren is gebaseerd op nulmetingen zoals uitgevoerd in april en mei 2022 voorafgaand aan het opzetten van de slootpeilen. Een uitgebreide beschrijving van de profielen is te vinden in Bijlage 1 en in Bui-TeGewoon, 2022.

Locatie 1 - Den Hoek

De bodem bestaat overwegend uit klei-op-veengronden. Naar mate de percelen op een grotere afstand van de rivier zijn gelegen neemt het percentage klei af. Het pilotgebied betreft een tweetal percelen (drie sloten) in het deelgebied dat is gelegen in het centrale noordoostelijke deel van polder Hoek. Percelen ten noorden en oosten van het gebied zijn begrensd vanuit het Natuur Netwerk Nederland. De percelen zijn te bereiken vanaf de zuidelijk gelegen ontsluitingsweg Wetering oost in Lekkerkerk en hebben een opstreckende verkaveling met een lengte van circa 760 meter naar de Veenwetering in het noorden.

Grasland percelen in de polder zijn in gebruik als grasland ten bate van de melkveehouderij. De pilot percelen zijn maaipercelen met extensieve na-beweiding met schapen en wat jongvee. In 2020 stond er maïs op deze percelen. De huidige vegetatie betreft voornamelijk een grassenmix van productiegassen met een beperkte bijmenging van algemene kruiden. Ten tijde van de pilot zijn aan weerszijde van de pilot perceel op enige afstand (respectievelijk 130 meter naar west en 250 meter naar oost) baggerdepots aanwezig.

De sloten in polder den Hoek hebben een wisselende waterbreedte. Aan de zuidzijde zijn veel brede watergangen aanwezig met drijfbladplanten in het centrale deel hebben de sloten een gemiddelde breedte, maar zijn lokaal smalle sloten aanwezig. In het polderdeel waarin de pilot percelen zijn gelegen bedraagt de slootbreedte tussen de 2.50 en 3.25 meter. Het is gelegen in peilvak GPG-1201 van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard met een flexibel peilregiem van -2.23/ -2.18 meter NAP.

De drooglegging bedraagt voorafgaand aan de peilopzet circa 45 centimeter. De percelen hebben een geringe mate van bolligging, waardoor lokaal verschillen in drooglegging optreden. De oever is in lichte mate uitgetrapt. De insteek van het maaiveld ligt op circa 0.65 meter uit de waterlijn. De oevers zijn vrij stevig doordat en doordat in tegenstelling tot de beide andere locaties er weinig tot geen vertrapping van oevers in het verleden is opgetreden en het grotere gehalte aan klei in de bodem. De greppels zijn

centraal gelegen en hebben een taludhelling over een breedte van circa 0.60 meter aan weerszijde van de greppel.

Polder den Hoek heeft in zijn geheel een redelijke tot goede weidevogelstand. Hoogste dichtheden worden behaald in de noordoostelijke NNN delen en in het agrarisch gebied tussen de Opperduut en de Wetering oost. Het westelijke deel heeft een zeer lage weidevogeldichtheid (Terlouw R.J.S. 2019/ Groen F.M. van, 2020). Ter plaatse van de pilot locatie wordt de weidevogelbezetting als matig tot redelijk met een vrij compleet soortspectrum beoordeeld (Terlouw R.J.S., 2017).

Locatie 2. Vlist westzijde

De bodem bestaat overwegend uit veengronden, maar lokaal is enige klei zichtbaar, mogelijk afkomstig van ondiepe stroomruggen. Het pilotgebied betreft een tweetal percelen (drie sloten) in het deelgebied dat is gelegen aan de oostzijde van de polder nabij de Bergvlietkade. De percelen zijn te bereiken via kavelpaden en aangrenzende graslandpercelen. Polder Vlist westzijde heeft een opstreckende verkaveling vanaf de oostelijk gelegen West Vliesterdijk, waar ook het bebouwingslint is gelegen van waaruit het gebied wordt gebruikt. De polder is op te delen in drie oost-west georiënteerde blokken. De pilot locatie ligt in het westelijke blok tussen de Tweede Wetering en de Bergvlietkade. De Bergvlietkade betreft een houtkade die voortkomt uit de ontginningsgeschiedenis van de Krimpenerwaard. Het vormt tevens de peilscheiding van de centrale boezem van dit deelgebied de Bergvliet. Ten oosten van de Bergvlietkade is een smalle strook ingericht als ecologische verbindingzone.

Graslandpercelen in de polder zijn in gebruik als grasland ten bate van de melkveehouderij. De vegetatie betreft voornamelijk een grassenmix van productiegroen met een beperkte bijmenging van algemene kruiden. De percelen worden na een eerste maaisnede achter de draad beweid met een doorloop melkwagen. Hierdoor krijgt het melkvee steeds een stukje grasland erbij. De melkwagen is gecombineerd met een drinkbak op zonnepanelen, waardoor er minder noodzaak is voor het vee om uit de sloot te drinken en de oever te betreden.

In het polderdeel waarin de pilot percelen zijn gelegen bedraagt de slootbreedte tussen de 2.00 en 3.00 meter. Het is gelegen in peilvak GPG-1202 van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard met een flexibel peilregiem van -2.24 / -2.19 meter NAP. De drooglegging bedraagt voorafgaand aan de peilopzet circa 50 centimeter. Het is hiermee de locatie waar de grootste peilopzet binnen de pilot wordt gerealiseerd. De percelen hebben een vrij gelijkmatig maaiveldprofiel vanaf circa 1.50 meter uit de insteek van de waterlijn op de aangrenzende sloten. Ondanks beweiding door middel van stripweiden met drinkbak zijn matig brede uitgetrapte oevers aanwezig van circa 1.00 tot 1.20 meter breedte aanwezig. De greppels zijn centraal in het perceel gelegen en hebben een strak trapezium vormig profiel met een boven breedte van circa 0.40 meter. De greppels worden jaarlijks uitgefreesd.

Polder Vlist westzijde heeft in zijn geheel een goede tot lokaal zeer goede weidevogelstand. Vrijwel alle weidevogels komen tot broeden in het middendeel van de polder tussen de Eerste en de Tweede Wetering (Agrarisch Collectief Krimpenerwaard, diverse jaren/ Groen F.M. van, 2020 / Terlouw R.J.S. 2021/76). Meerdere agrariërs in deze polder houden hier goed rekening mee door het melkvee in het oostelijk en het westelijke polder deel te weiden en hier de eerste maaisneden uit te voeren zodat de voor weidevogels belangrijke middenstrook een weidevogelbeheer kan houden. Ter plaatse van de pilot locatie wordt de weidevogelbezetting als matig tot redelijk met een vrij compleet soortspectrum beoordeeld (Terlouw R.J.S., 2017).

Locatie 3 Zuidbroek zuid

De bodem betreft een veengrond met dunne veraarde en bemeste toplaag. Het pilot gebied betreft een tweetal percelen (drie sloten) in het deelgebied wat is directe ten oosten en zuiden van de Zuidbroekse Opweg en de Tiendwetering in Berkenwoude. De percelen zijn ontsloten vanaf het zuidelijk gelegen beheerpad. Er is tevens een verbindende dam met het noordelijke deel van de Zuidbroekse Opweg. De percelen hebben een opstreckende verkaveling van zuid naar noord met een lengte van circa 460 meter.

Graslandpercelen in dit deel van polder Bergambacht zijn in gebruik als grasland ten bate van de melkveehouderij. De vegetatie betreft voornamelijk een grassenmix van productiegrassen met een beperkte bijmenging van algemene kruiden. Het betreft een gemengde grasvegetatie, waarbij geen dominantie van Engels raaigras optreedt. Dit deelgebied wordt intensief beweid.

In het polderdeel waarin de pilot percelen zijn gelegen is bij aanvang van de pilot een vrij uniforme slootbreedte aanwezig van circa 3.00 meter op de waterlijn. Het is gelegen in peilvak GPG-1204 van het Hoogheemraadschap van Scheiland en de Krimpenerwaard met een flexibel peilregiem van -2.35 / -2.20 meter NAP. De drooglegging bedraagt voorafgaand aan de peilopzet circa 35 tot 40 centimeter. De percelen hebben een ruime mate van holligging, waardoor verschillen in drooglegging optreden. De grootste drooglegging bevindt zich op circa 2 meter uit de waterlijn van de aangrenzende sloten. Het middendeel van de percelen heeft een vrij sterke holligging, in het bijzonder op perceel 1, waardoor de drooglegging hier op verschillende plaatsen minder dan 0.30 meter bedraagt.

Als gevolg van het frequent gebruik voor beweiding met een hoge veebezetting zijn de oevers breed 'uitgetrapt'. Ze vormen lage delen die circa 0.10 tot 0.15 meter uit het water zijn gelegen over een breedte van 1.50 tot lokaal 2.00 meter breedte. De greppels hebben, mede als gevolg van de holligging een sterk accolade profiel, waardoor ze een brede effect zone aan weerszijde hebben tot circa 1.75 meter uit het midden van de greppel. Na neerslag vormen deze locaties een vochtige laagte vormen.

Het polder deel heeft in zijn geheel een lage weidevogeldichtheid, maar zeer lokaal op enkele percelen is een kleine weidevogelkern aanwezig, die wordt gefaciliteerd met beheerpakketten plasdras en uitgesteld maaien (Terlouw R.J.S. 2021 / Groen F.M. van, 2020). Ter plaatse van de pilot locatie wordt de weidevogelbezetting als laag beoordeeld, mede door de ligging nabij een doorgaande weg aan zowel de west als noordzijde.

ANLb-pakketten

Op de oevers van zowel Vlist als Zuidbroek is via het ANLb al langjarig oeverbeheer/kruidenrijke rand afgesloten tussen de deelnemende agrariërs en het agrarisch collectief. Op de locatie den Hoek is dit pakket niet afgesloten voor de veldkavels van de deelnemende agrariër. Op de locaties waar het pakket is afgesloten wordt al vele jaren een zone van 2.00 meter breed niet bemest en jaarlijks laat in het seizoen gemaaid of met de maaikorf uitgeknipt zonder dat vegetatie in de oeverzone achterblijft. Voor de kwalitatieve beoordeling van de onder ANLb gebrachte oevers is een landelijke indicatorlijst samengesteld. De oevers worden als voldoende kwaliteit beoordeeld als minimaal 4 indicatorsoorten uit de landelijke lijst op een locatie aanwezig zijn. De betreffende oevers voldoen hier ruimschoots aan (zie ook paragraaf 3.4).

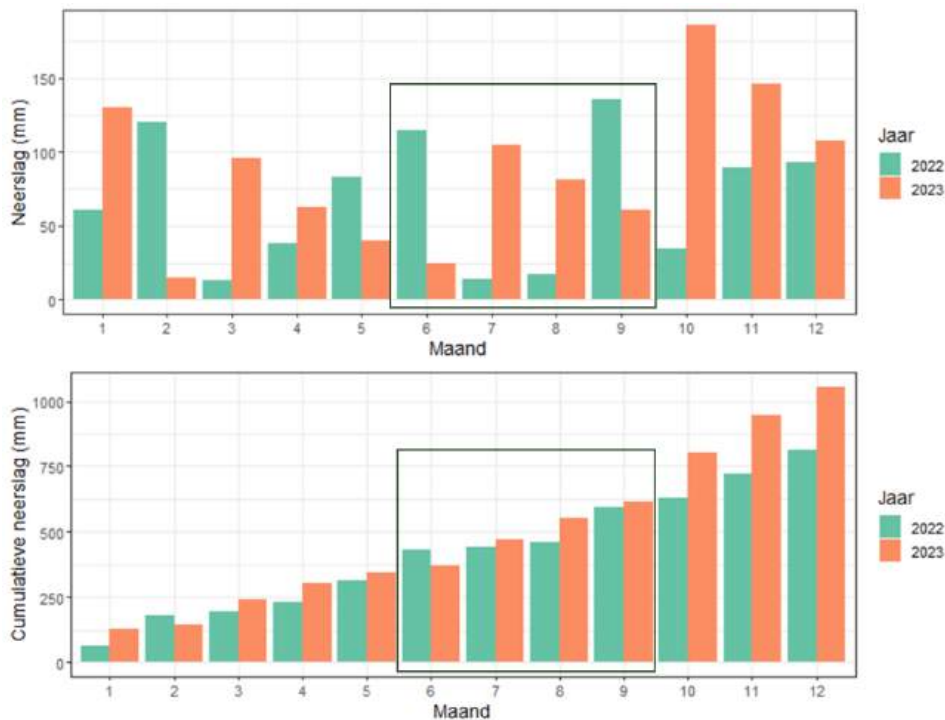
3 Resultaten en discussie

Dit hoofdstuk toont de resultaten die gedurende de proef in 2022 en 2023 zijn verzameld. Als eerste worden de resultaten van het effect van peilopzetten en actieve greppelinfiltratie op de grondwaterstand gepresenteerd. Daarna worden de effecten van vernatten op de agrarische gebruikswaarde gepresenteerd. Hierbij worden zowel het effect van vernattingsmaatregelen op gewasopbrengst en samenstelling als op draagkracht en oeverstabiliteit gepresenteerd. Bij de resultaten van het effect van vernatten op biodiversiteit is onderscheid gemaakt tussen vegetatieontwikkeling op de oever en in de greppels. Als laatste worden de resultaten gepresenteerd van het effect van vernatten op methaanemissies uit de oever en greppel.

3.1 Invloed peilopzetten en greppelinfiltratie op grondwaterstand

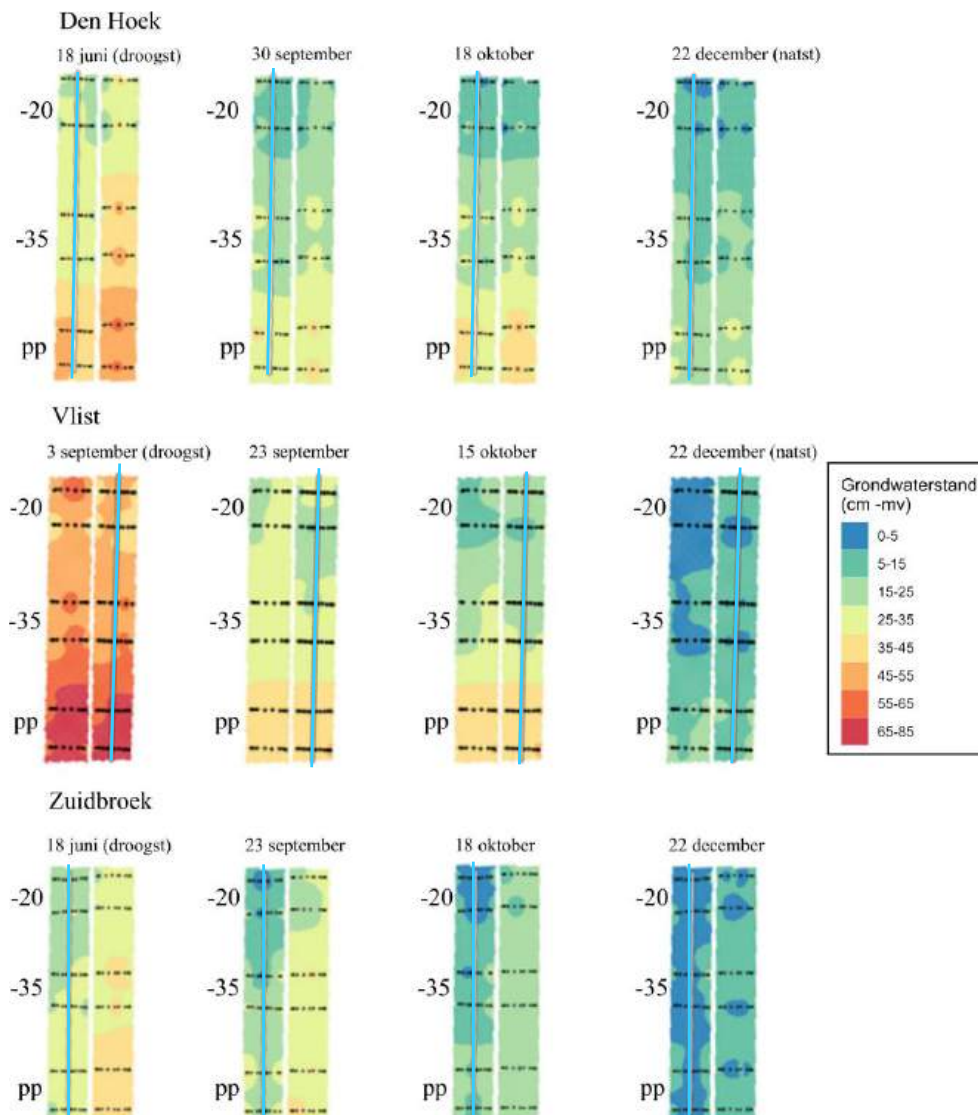
Wekelijks is in 2022 en in 2023 tussen mei en december de grondwaterstanden gemeten in elk van de 348 peilbuizen (2 raaien van 9 tot 12 peilbuizen per behandeling, blauwe blokjes Figuur 2-1).

Om de resultaten van de grondwaterstanden te duiden is in Figuur 3-1 de neerslag per maand en cumulatief weergegeven. Vernatten van de veenweidegebieden heeft vooral betrekking op het verhogen van de grondwaterstand in de zomer, omdat de grondwaterstand dan het diepste uitzakt in het midden van het perceel. In de zomermaanden was de cumulatieve hoeveelheid neerslag vergelijkbaar tussen 2022 en 2023. In 2023 waren juni en september droger en juli en augustus natter dan in 2022.



Figuur 3-1 De neerslag per maand (bovenste figuur) en cumulatief (onderste figuur) in 2022 (groen) en 2023 (oranje). Data van weerstation Cabauw, het weerstation dat het dichtste bij de proeflocaties ligt.

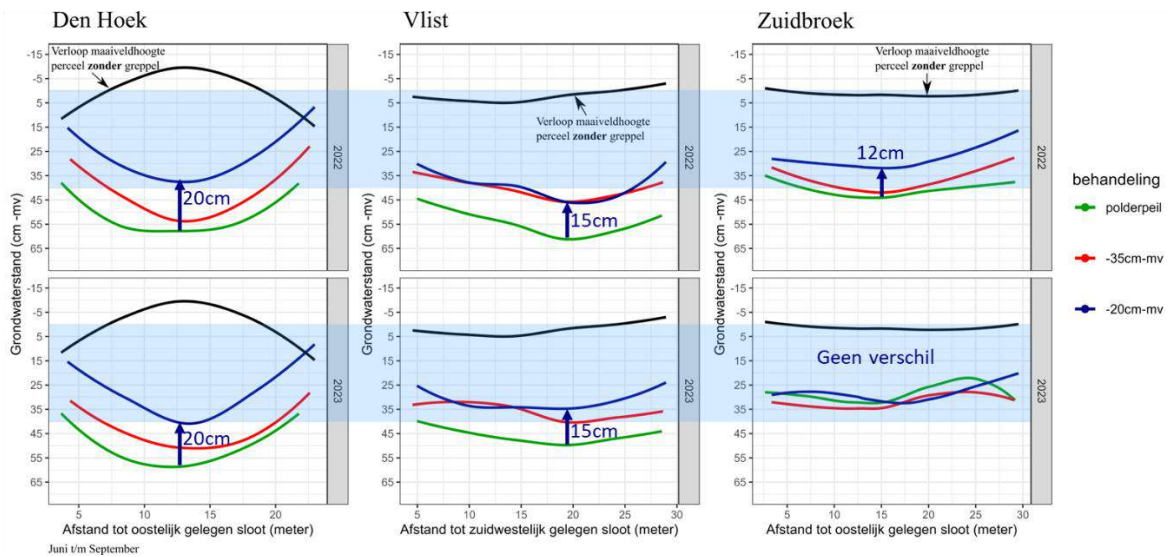
Grondwaterstand is een zeer dynamische parameter. Naast dat deze variabel is over de tijd afhankelijk van het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping), is deze ook variabel binnen een perceel. In de breedte van het perceel varieert de grondwaterstand van relatief stabiel naast de sloot door de directe invloed van drooglegging (maaiveld minus slootpeil) naar zeer variabel richting het midden van het perceel; bol in de winter en hol in de zomer. Door hoogteverschillen binnen percelen is de diepte van ontwatering (maaiveld min grondwaterstand) ook variabel. De grote variatie in grondwaterstand over tijd en ruimte is voor de drie onderzoekslocaties weergegeven in Figuur 3-2. Dit figuur toont de ruimtelijke spreiding van de diepte van het grondwater ten opzichte van maaiveld is voor vier tijdstippen, van de droogste (links) tot de natste momenten (rechts).



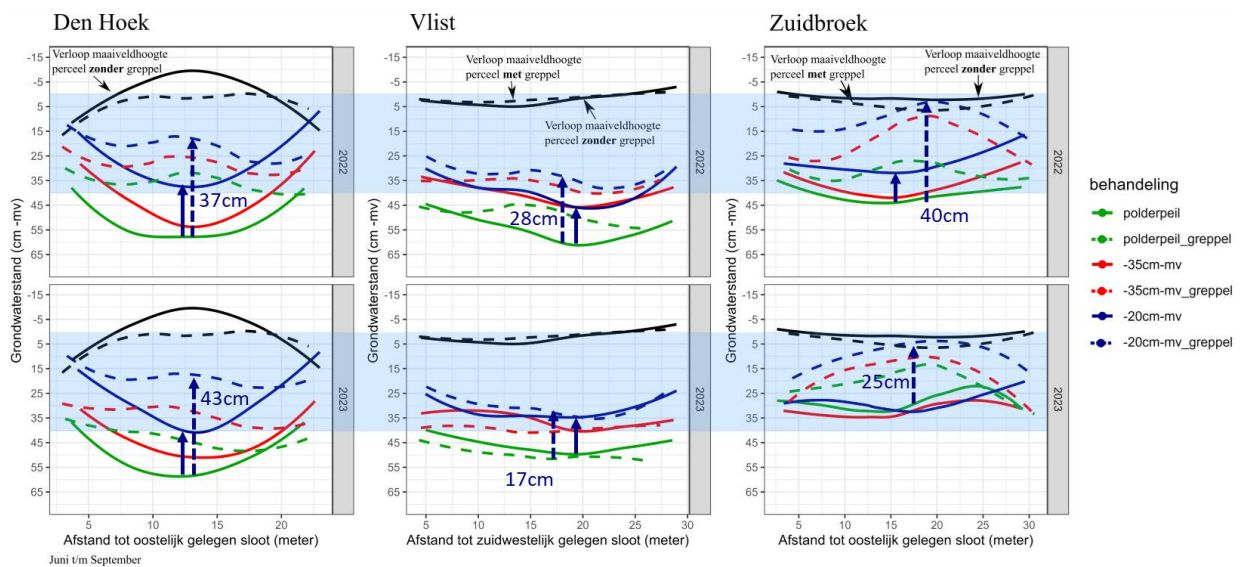
Figuur 3-2 Geïnterpoleerde (inverse-distance weighing) grondwaterstanden in centimeters ten opzichte van maaiveld bij de droogste en natste dag, en twee dagen hiertussen, per pilotperceel. De zwarte stippen geven de locaties aan van de peilbuizen, de dunne blauwe lijn de situering van de greppel.

De drie locaties verschillen in de uitgangssituatie van elkaar, maar verschilt ook het effect van peilopzetten (Figuur 3-3) en het additionele effect van greppelinfiltratie (Figuur 3-4) per locatie. Beide figuren tonen zowel de data van 2022 als van 2023. In de uitgangssituatie (referentie) zakt op de locatie Vlist het grondwater het diepste weg in de droge periode. Zuidbroek is het meest vochtig en Den Hoek zit daar tussenin. Dit beeld komt overeen met de drooglegging in de uitgangssituatie. Deze is het grootst in Vlist (50cm-mv), gevolgd door Den Hoek (45cm-mv). Zuidbroek heeft in de uitgangssituatie al een vrij kleine drooglegging (35-40cm-mv).

Juni t/m september



Figuur 3-3 Grondwaterstanden voor de drie locaties over de gehele breedte van het perceel in centimeters ten opzichte van maaiveld gemiddeld over de droge periode (juni tot en met september). De bovenste figuren tonen de gemiddelde data uit 2022 en de onderste de data uit 2023. De gekleurde lijnen zijn de grondwaterstanden voor de verschillende slootwaterpeil-behandelingen. De zwarte lijn geeft het verloop van de maaiveldhoogte over de dwarsdoorsnede van het perceel. Ter referentie is het blauwe blok de diepte tot 40cm onder maaiveld.



Figuur 3-4 Zie legenda Figuur 3-3. De extra gestippelde gekleurde lijnen zijn de greppelinfiltratie-behandelingen.

Het effect van slootpeil opzetten en van actieve greppelinfiltratie op de grondwaterstand verschilt tussen de drie locaties en het effect is opvallend vergelijkbaar tussen 2022 en 2023. Het effect is het grootst in Den Hoek, waar zowel slootpeil verhogen als actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand over de gehele breedte van het perceel in vergelijkbare mate verhoogt in 2022 als in 2023. In Vlist is het effect van slootpeil verhogen en actieve greppelinfiltratie beperkter dan in Den Hoek. In Vlist is het effect van slootpeil verhogen vergelijkbaar in 2023 als in 2022. In 2023 is er geen additioneel effect meer van actieve greppelinfiltratie. In Zuidbroek is in 2022 het effect van slootpeil verhogen klein, en in 2023 is er geen effect gemeten van slootpeil verhogen. Mogelijk omdat de situatie in alle behandelingen natter (hogere grondwaterstand) was in 2023 dan in 2022. In Zuidbroek was het additionele effect van actieve greppelinfiltratie in 2023, net als in 2022, groot waarbij de grondwaterstand tot maaiveld komt in het midden van het perceel in de droge periode van het jaar.

De resultaten worden hieronder in meer detail besproken.

In Den Hoek (links in Figuur 3-3 en Figuur 3-4) heeft zowel slootpeil opzetten als actieve greppelinfiltratie een sterk verhogend effect op de grondwaterstand. Bij een drooglegging van polderpeil zakt onder gemiddeld droge omstandigheden (zomermaanden) de grondwaterstand uit tot ongeveer 60cm onder maaiveld (-mv). Wanneer het slootpeil wordt opgezet tot 20cm onder maaiveld zakt de grondwaterstand in het midden van het perceel tot gemiddeld 20cm minder diep uit in vergelijking met het polderpeil. Actieve greppelinfiltratie heeft op dit perceel een groot additioneel effect; de grondwaterstand in het midden van het perceel zakt tot gemiddeld ongeveer 40cm minder diep uit in vergelijking met polderpeil. Hoe hoger het slootpeil hoe groter ook het effect van actieve greppelinfiltratie is op de grondwaterstand. De beleidsdoelstelling om de grondwaterstand te beperken tot 20-40cm-mv wordt bereikt door met name actieve greppelinfiltratie. Al zonder verdere peilopzetten maar met alleen actieve greppelinfiltratie wordt dit doel in de gemiddeld droge periode bereikt.

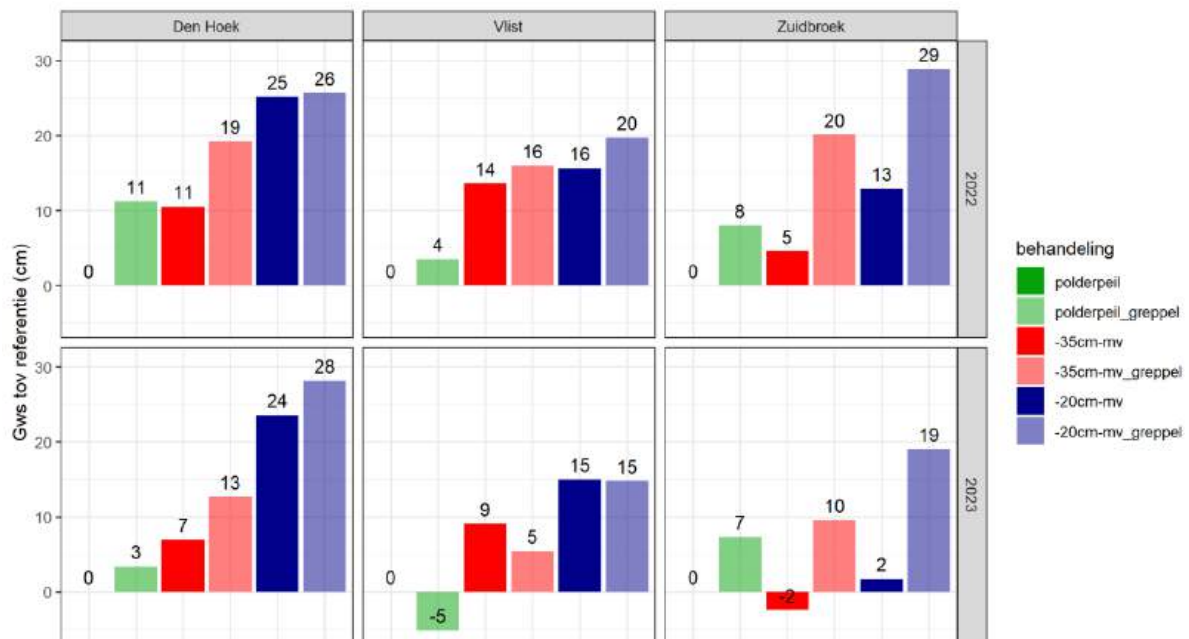
In Vlist (midden in Figuur 3-3 en Figuur 3-4) zakt de grondwaterstand in de droge periode tot een vergelijkbare diepte als in locatie Den Hoek; met het bestaande polderpeil zakt het grondwater uit tot gemiddeld 50/60cm-mv. Peilopzetten heeft hier een relatief beperkt effect op de grondwaterstand. Onder gemiddeld droge omstandigheden zakt de grondwaterstand in het midden van het perceel tot gemiddeld 15cm minder diep uit in vergelijking met polderpeil. Er is hierbij geen verschil tussen peilopzetten tot 35cm-mv en 20cm-mv. Actieve greppelinfiltratie heeft op dit perceel wel een additioneel effect; de grondwaterstand in het midden van het perceel zakt tot gemiddeld 28cm minder diep uit in vergelijking met polderpeil. Greppelinfiltratie in combinatie met peilopzetten tot 20cm-mv lijkt hierbij een groter effect dan de combinatie met peilopzetten tot 35cm-mv. De beleidsdoelstelling van 20-40cm-mv wordt op dit perceel nauwelijks bereikt. Alleen bij peilopzetten tot 20cm-mv in combinatie met actieve greppelinfiltratie komt dit doel in beeld.

In Zuidbroek (rechts in Figuur 3-3 en Figuur 3-4) is de grondwaterstand in de uitgangssituatie al vrij hoog; het grondwater zakt tot gemiddeld 45cm-mv in de droge periode in 2022 en gemiddeld slechts 35cm-mv in 2023. Peilopzetten heeft een vrij beperkt effect. Onder gemiddeld droge omstandigheden zakt de grondwaterstand in het midden van het perceel tot gemiddeld 0 tot 12cm minder diep uit in vergelijking met polderpeil. Actieve greppelinfiltratie heeft op dit perceel echter wel een groot additioneel effect. Bij slootwaterpeil opzetten tot 20cm-mv met actieve greppelinfiltratie blijft de grondwaterstand in het midden van het perceel ongeveer tot het maaiveld staan. De beleidsdoelstelling om de grondwaterstand te beperken tot 20-40cm-mv wordt in de uitgangssituatie al bereikt of bijna bereikt afhankelijk van het jaar. Met actieve greppelinfiltratie wordt dit beleidsdoel ruimschoots bereikt. Op het ruimtelijk beeld van dit perceel (Figuur 3-2) is te zien dat met actieve greppelinfiltratie het grondwater nagenoeg tot maaiveld staat in de natste periode, maar dat met peilopzetten en greppelinfiltratie dit eerder in het seizoen ook het geval is.

De verschillen in gemiddelde grondwaterstand van het hele perceel (waterlijn tot waterlijn) voor de verschillende behandelingen zijn getoond in Figuur 3-5 voor de droge periode (juni t/m september). Wanneer de behandelingen worden vergeleken met de referentie (polderpeil zonder greppel) en er is gecorrigeerd voor hoogteverschillen in het perceel is het absolute effect van slootpeil verhogen het grootst voor de locatie Den Hoek gevolgd door Vlist. In Zuidbroek is het absolute effect het kleinst, maar daar is de referentie met 35 tot 40 cm-mv drooglegging al relatief nat. Zowel in Den Hoek als in Zuidbroek heeft actieve greppelinfiltratie een relatief groot effect op de grondwaterstand. In Den Hoek is dit een additioneel effect boven op het effect van het verhogen van het slootpeil. In Zuidbroek is het effect van slootpeil verhogen gering, maar is er een groot effect van actieve greppelinfiltratie.

Duiding resultaten grondwaterstand

Slootwaterpeil heeft op twee manieren effect op de grondwaterstand: enerzijds door het verkleinen van het drukverschil tussen slootpeil en grondwaterpeil en anderzijds door water dat in het perceel kan infiltreren vanuit de sloot. De invloed van drukverschillen tussen sloot en grondwater neemt af met de afstand tot de sloot. Hierdoor is de breedte van het perceel belangrijk voor de invloed van het opzetten



Figuur 3-5 Grondwaterstanden in centimeters ten opzichte van referentie voor de maanden juni t/m september. De getallen bij de staafdiagram geven de verhoging van de grondwaterstand aan ten opzichte van de referentie (polderpeil zonder greppel), waarbij is gecorrigeerd voor hoogteverschillen binnen het perceel.

van slootpeilen op het uitzakken van de grondwaterstand in het midden van het perceel. Het verschil in waterdruk tussen sloot en het wegzakken van het grondwater in het midden van het perceel kan worden verkleind door actieve greppelinfiltratie. Het tweede proces wordt beïnvloed door de indringingsweerstand van de bodem. Voor veen is deze van nature hoog waardoor slootwater slechts beperkt het perceel kan indringen. Naast breedte van percelen en indringingsweerstand van de bodem zijn ook andere factoren belangrijk. De ligging van het landschap en de daaraan verbonden hydrologische omstandigheden zijn sterk bepalend voor het effect van slootpeil op grondwaterstanden. In een gebied met sterke wegzijging of sterke kwel is de grondwaterstand moeilijker te beïnvloeden dan wanneer er geen kwel of wegzijging optreedt. In de onderzochte percelen speelt kwel en wegzijging geen tot een beperkte rol. Gedurende het jaar is er een natuurlijke fluctuatie in de grondwaterstand als gevolg van het neerslagoverschot (natte periode met weinig gewasgroei) en neerslagtekort (droge periode en groeiseizoen). Agrarisch management in de vorm van gewaskeuzes en bodembewerkingen zijn daarom ook van invloed op de grondwaterstand.

Het grootste effect van opzetten slootwaterpeil in Den Hoek vergeleken met de twee andere locaties kan geduid worden door het feit dat dit ook het smalste perceel is (22m in vergelijking tot 28 en 30m). Daarnaast is dit het meest kleiige perceel waar twee jaar voor de start van de proef maïs heeft gestaan. Langs de sloot is te zien dat opzetten van het peil direct naast de sloot al een groot effect heeft op de grondwaterstand. Dit duidt op een relatief kleine indringingsweerstand ten opzichte van puur veen zoals in Zuidbroek het geval is. De grondbewerkingen voor de maïsteelt kunnen ertoe hebben bijgedragen dat de indringingsweerstand kleiner is geworden en water makkelijker infiltreert in de bodem. Slootpeil verhogen heeft hier dus niet alleen invloed op de grondwaterstand door het drukverschil maar ook door indringen van water in de bodem vanuit de sloot.

Bij Zuidbroek is het effect van peilopzetten op de grondwaterstand relatief beperkt. Dit is ook het breedste perceel (31m) met een zeer grote laterale indringingsweerstand omdat de bodem puur veen is. Daarnaast is het effect waarschijnlijk beperkt omdat de grondwaterstand in de uitgangssituatie al hoog is. Het grote additionele effect van actieve greppelinfiltratie in Den Hoek, maar vooral in Zuidbroek kan worden geduid door de vorm van de greppels. Deze percelen hebben brede – accoladevormige greppels (Figuur 2-6). Vooral bij Zuidbroek is door de holligging van het perceel de invloed van de greppel

groot. Bij Vlist is de greppel een smalle – trapeziumvormige greppel waarbij de invloed van de greppel op de grondwaterstand slechts beperkt is.

Het effect van het opzetten van het slootpeil op het beperken van het wegzakken van de grondwaterstand wordt beïnvloed door de breedte van het perceel en door de grondslag. Het absolute effect van peilopzetten is geringer wanneer het polderpeil in de uitgangssituatie al hoog is. Het additionele effect van actieve greppelinfiltratie wordt vooral bepaald door de vorm van de greppel. Bij een strakke smalle trapeziumvorm greppel is het effect beperkt terwijl deze bij een brede accoladevorm greppel groot is.

3.2 Invloed vernatten op agrarische gebruikswaarde

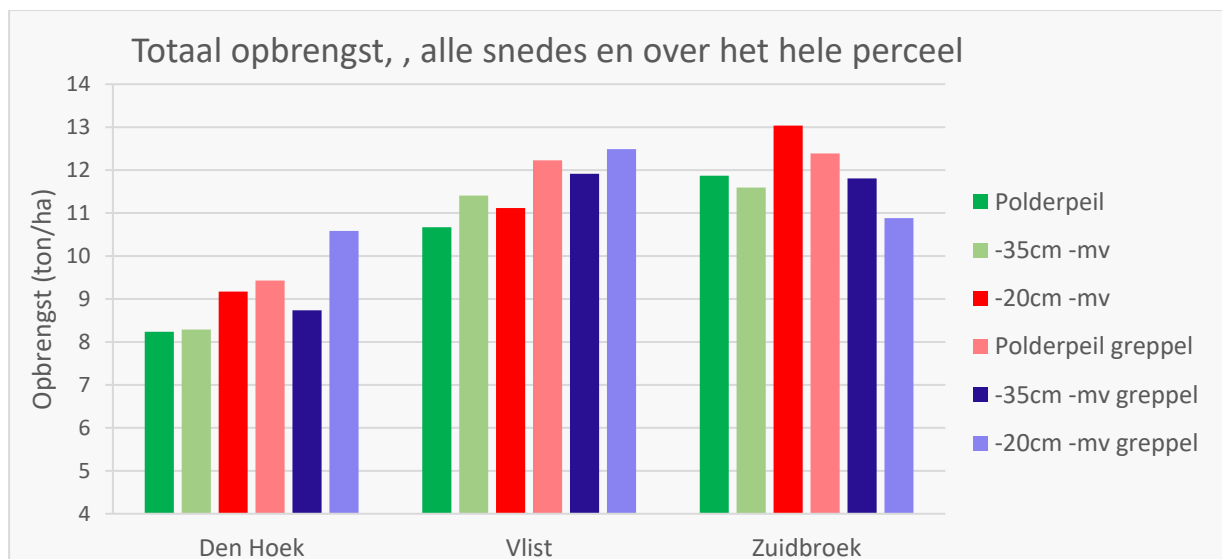
3.2.1 Grasopbrengst en samenstelling

De totale opbrengst per hectare/jaar, som van alle snedes en gemeten over het perceel als geheel (tegen greppel en sloot aan en op het perceel), varieert per locatie: in Zuidbroek is de totale opbrengst het hoogst, gevolgd door Vlist, gevolgd door Den Hoek (Figuur 3-6). Wanneer alleen de opbrengsten op het perceel worden vergeleken (opbrengsten tegen sloot en greppel aan worden uitgesloten), wordt het verschil in opbrengst tussen de locaties in de uitgangssituatie nog duidelijker. De totale opbrengst is in Den Hoek het laagst (7,5 ton/ha), gevolgd door Vlist (9,3 ton/ha) en het hoogst in Zuidbroek (11 ton/ha). In Den Hoek was schade door ganzen aan het begin van het seizoen, terwijl in Zuidbroek het gras relatief lang de winter uit kwam.

Peilopzetten en actieve greppelinfiltratie heeft geen tot een positief effect op de totale grasopbrengst (alle snedes en over het hele perceel). De enige uitzondering is de meest extreme situatie in Zuidbroek met een slootpeil tot 20cm-mv en actieve greppelinfiltratie, alleen daar is de totaalopbrengst lager.

In Den Hoek leiden zowel slootpeil verhogen als actieve greppelinfiltratie beiden tot een verhoging van de grondwaterstand in het groeiseizoen. Toenemende natte omstandigheden leiden hier tot een toenemende totale grasopbrengst. De hoogste opbrengst is in de situatie met de hoogste grondwaterstand als gevolg van opzetten slootpeil plus actieve greppelinfiltratie.

In Vlist leidt slootpeil verhogen tot hogere grondwaterstanden, maar heeft actieve greppelinfiltratie weinig tot geen meerwaarde. De hogere grondwaterstand leiden bij een slootpeil van 35cm-mv tot hogere totaalopbrengsten, maar niet bij 20cm-mv. Waar actieve greppelinfiltratie weinig invloed had op de grondwaterstand, heeft dit wel een positieve invloed op de totale grasopbrengst.



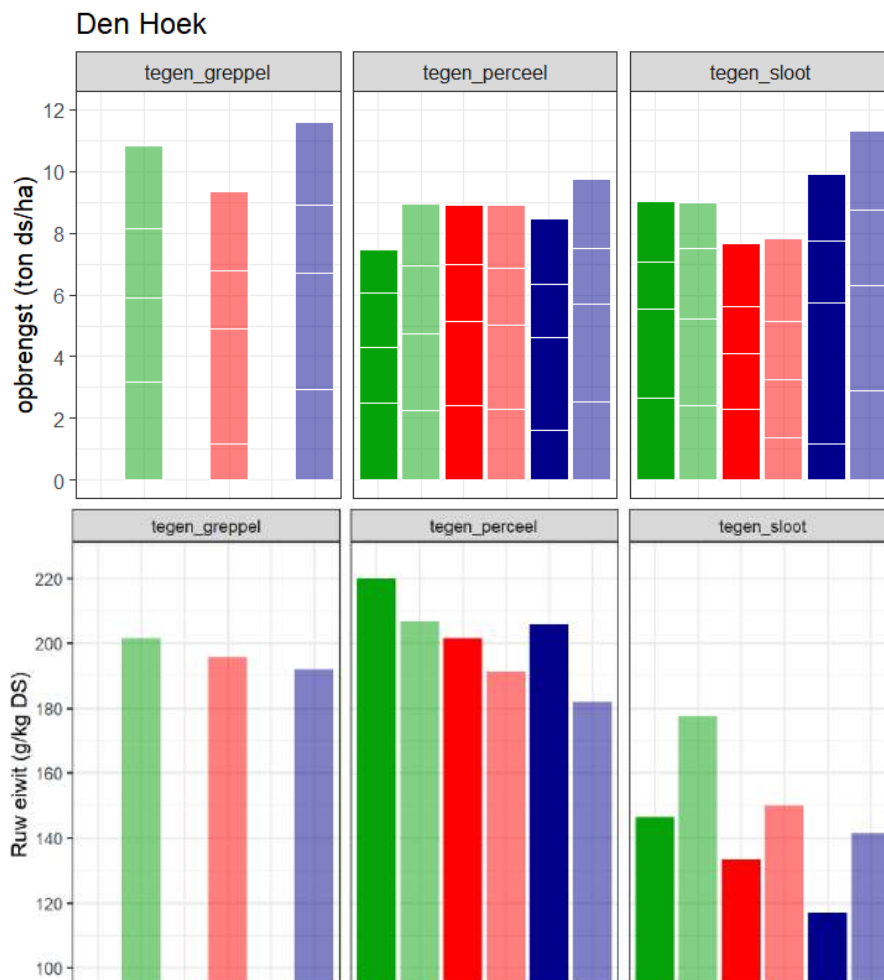
Figuur 3-6 Gemeten cumulatieve totaalopbrengst (alle snedes) en gemiddeldes van het hele perceel (greppel, perceel, sloot), gemeten in 2023, één jaar na opzetten slootpeil en actieve greppelinfiltratie.

In Zuidbroek had opzetten slootpeil geen effect en actieve greppelinfiltratie wel effect op de grondwaterstand. Actieve greppelinfiltratie leidt echter niet, of slechts heel beperkt tot hogere opbrengsten voor zowel polderpeil als 35cm-mv. Slootpeil opzetten tot 20cm-mv leidt hier wel tot een hogere totaalopbrengst vergeleken met het polderpeil. De opbrengst neemt echter weer af als naast slootpeil verhogen ook actieve greppelinfiltratie plaatsvindt. Op het perceel is dan veel natschade zichtbaar. Het totaal aantal hectares zal lager zijn door de natschade die is gereden waar de grondwaterstand in de zomermaanden veelal tot maaiveld stond (zie Figuur 3-18).

De opbrengsten zijn in twee plots per behandelingen gemeten. Eén plot lag daarbij tegen de oever aan en één tegen de greppel aan (zie Figuur 2-1). Bij elke opbrengst meting is onderscheid gemaakt tussen het deel van de plot richting het midden van het perceel en het deel van de plot tegen de sloot of greppel aan. Om de resultaten in meer detail te bespreken wordt onderscheid gemaakt tussen de opbrengst metingen langs oever en greppel en de metingen op het perceel voor Den Hoek, Vlist en Zuidbroek.

In Den Hoek leiden alle vernattingmaatregelen tot een hogere grasopbrengst op het perceel vergeleken met de referentie (polderpeil zonder actieve greppelinfiltratie (Figuur 3-7, boven, midden)). De hoogste opbrengst is bij een slootpeil van 20cm-mv en actieve greppelinfiltratie. De opbrengsten zijn hoger tegen de greppel aan dan op het perceel (boven links). Tegen de sloot aan zijn de opbrengsten hoger dan op het perceel voor de behandelingen met polderpeil en peilopzetten tot 20cm-mv (Figuur 3-7, boven rechts). Bij een slootpeil van 35cm-mv is de opbrengst in de plot tegen de sloot aan lager dan op het perceel. Het is niet duidelijk waarom langs de nattere delen van het perceel (greppel en sloot) de opbrengsten lager zijn bij een slootpeil van 35cm-mv dan bij polderpeil, terwijl bij een slootpeil van 20cm-mv de opbrengsten wel hoger zijn.

Waar de vernattingmaatregelen tot een hogere grondwaterstand in het groeiseizoen en tot een hogere

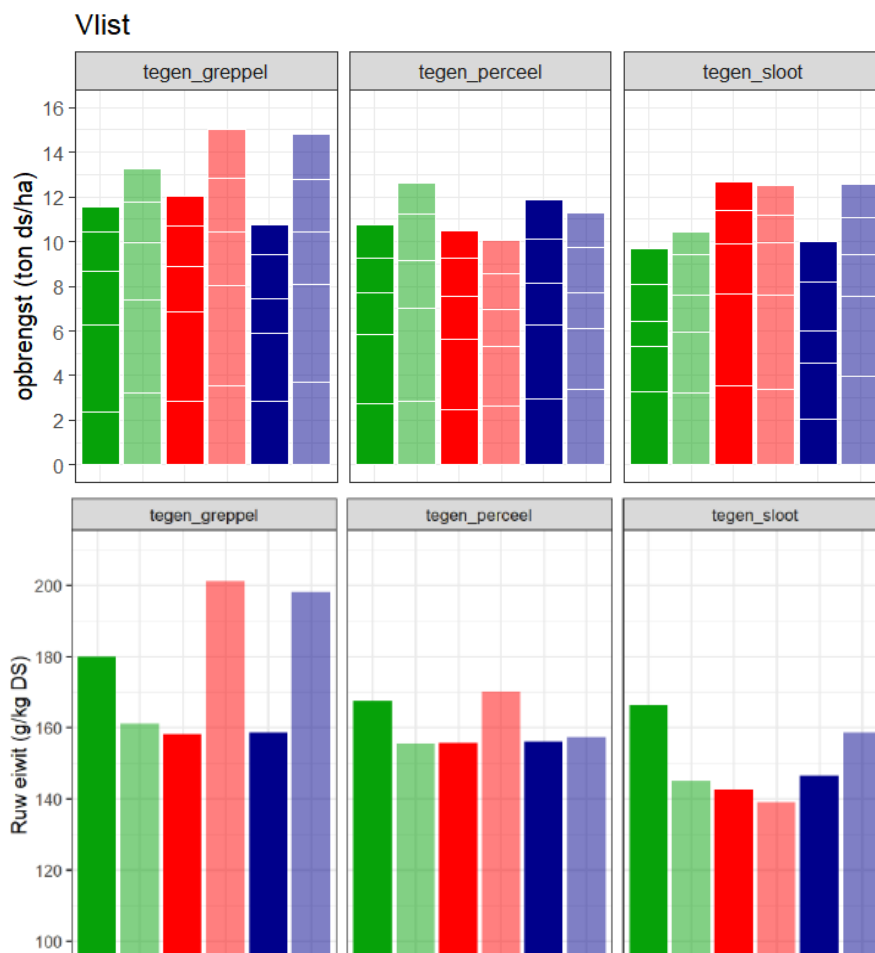


Figuur 3-7 Boven: cumulatieve grasopbrengst in Den Hoek van de vier grassneden (elk streepje is een nieuwe snede) in ton droge stof per hectare. Onder: Ruw eiwitgehalte gemiddeld in de verschillende grassneden. Onderscheid is gemaakt tussen de ligging van de bemonsteringsplots op het perceel; bij de greppel (links), in het perceel (midden) en bij de oever (rechts).

gewasopbrengst op het perceel leidt, neemt tegelijkertijd het ruw eiwit (RE)-gehalte in het gras af (Figuur 3-7, onder). Dit is een maat voor de stikstof (N) opname. In het gras tegen de greppel met actieve greppelinfiltratie is het RE-gehalte lager dan in het gras op het perceel, terwijl de opbrengst juist hoger is. Tegen de sloot aan is ook bij polderpeil het RE-gehalte een stuk lager dan op het perceel. Vernatting door slootpeil verhogen leidt tot lagere RE-gehaltenes, maar bij elk slootpeil leidt actieve greppelinfiltratie tot hogere RE-gehaltenes. Vernatting leidt dus tot een lager beschikbaar stikstof voor het gewas. Uitzondering is het cumulatieve effect van actieve greppelinfiltratie dat ertoe leidt dat het beschikbaar N juist hoger is voor het gras langs de sloot. Het relatief grote effect van vernatting op het ruw-eiwitgehalte van het gras bij locatie Den Hoek is te verklaren door een verschuiving in de botanische grassamenstelling langs de oever.

In **Vlist** leiden vernattingmaatregelen niet, of slechts beperkt tot een hogere grasopbrengst op het perceel (Figuur 3-8, midden). De hoogste opbrengst is bij polderpeil met actieve greppelinfiltratie. Actieve greppelinfiltratie leidt duidelijk tot hogere opbrengsten in de meetplots bij de greppel (Figuur 3-8, links). De opbrengsten zijn met actieve greppelinfiltratie beduidend hoger tegen de greppel aan dan op het perceel. De gemeten opbrengsten langs de greppels met slootpeil verhogen en actieve greppelinfiltratie zijn in Vlist het hoogst voor alle locaties en plots. De smalle trapeziumvormige greppels die jaarlijks worden gevreesd, lijken zeer positief voor gewasopbrengsten in de zone die wordt beïnvloed door de greppel. Interessant is dat het effect van deze greppels op de grondwaterstand slechts beperkt is (zie paragraaf 3.1). De opbrengsten in de plots tegen de sloot aan laten een gevarieerd beeld zien (Figuur 3-8, rechts). Peilopzetten tot 35cm-mv leidt duidelijk tot hogere opbrengsten terwijl bij verder opzetten van het slootpeil tot 20cm-mv de opbrengsten vergelijkbaar zijn als bij polderpeil.

Waar de vernattingmaatregelen slechts beperkt de opbrengst op het perceel beïnvloedt, is ook het RE-gehalte van het gras dat op het midden van het perceel groeit iets lager of vergelijkbaar met de referentie



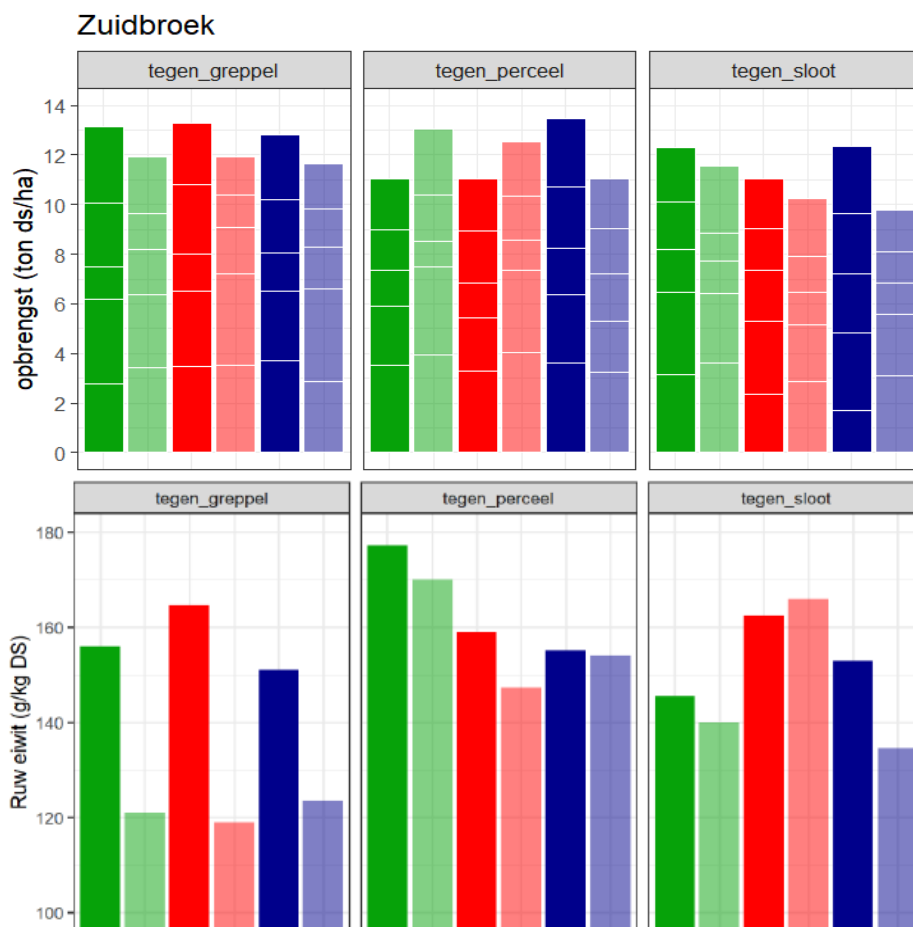
Figuur 3-8 Boven: Cumulatieve grasopbrengst in Vlist van de vijf grassnedes (elk streepje is een nieuwe snede) in ton droge stof per hectare. Onder: Ruw eiwitgehalte gemiddeld in de verschillende grassnedes. Onderscheid is gemaakt tussen de ligging van de bemonsteringsplots op het perceel; bij de greppel (links), in het perceel (midden) en bij de oever (rechts).

(Figuur 3-8, onder). Tegen de greppel en tegen de sloot is het RE-gehalte wel (veel) lager als gevolg van de vernattingsmaatregelen. Waar opbrengsten hoger worden, neemt het RE-gehalte af. Uitzondering is het gras tegen de greppel aan. De greppel had relatief weinig effect op de grondwaterstand, maar wel een positief effect op de opbrengst. Als uitzondering op alle andere behandelingen neemt hier het RE-gehalte ook toe met de hogere opbrengst rond de greppels met actieve greppelinfiltratie. Hier leiden de vochtigere omstandigheden waarschijnlijk tot een hogere mineralisatie van het organische stof in de bodem en uit bemesting waardoor de N-beschikbaarheid lokaal hoger is.

In Zuidbroek leiden vernattingmaatregelen tot een hogere grasopbrengst op het perceel (Figuur 3-9, midden). Op deze locatie is het polderpeil bijna gelijk aan een slootpeil van 35cm-mv. De opbrengst is daarom hier ook vergelijkbaar. Actieve greppelinfiltratie leidt bij zowel polderpeil als bij slootpeil van 35cm-mv tot hogere opbrengsten op het perceel. De hoogste opbrengst op het perceel is gemeten bij een slootpeil van 20cm-mv. In tegenstelling tot de lagere slootpeilen leidt bij een slootpeil van 20cm-mv het nog verder vernatten met actieve greppelinfiltratie tot lagere opbrengsten.

Waar actieve greppelinfiltratie leidt tot hogere opbrengsten op het perceel leidt het actief nathouden van de greppel in de buurt van de greppel wel tot lagere opbrengsten (Figuur 3-9, links). Dit is bij alle slootpeilen het geval. De omstandigheden zijn hier zo nat (resultaten grondwaterstand, Figuur 3-3), dat de grasopbrengst daalt. Ook bij de sloot lijken toenemend natte omstandigheden tot toenemend lagere opbrengsten te leiden. Enige uitzondering is bij slootpeil 20cm-mv waar de opbrengsten vergelijkbaar zijn met de opbrengsten bij polderpeil (Figuur 3-9, rechts).

Waar de opbrengst op het perceel gelijk blijft of stijgt, daalt het RE-gehalte bij toenemend nattere omstandigheden. Waar de opbrengst tegen de greppel aan daalt door actieve greppelinfiltratie, daalt ook het RE-gehalte. In tegenstelling tot Vlist, leidt actieve greppelinfiltratie hier tot langdurig natte periodes met een grondwaterstand tot maaiveld. Dit belemmert niet alleen de grasgroei, maar ook de

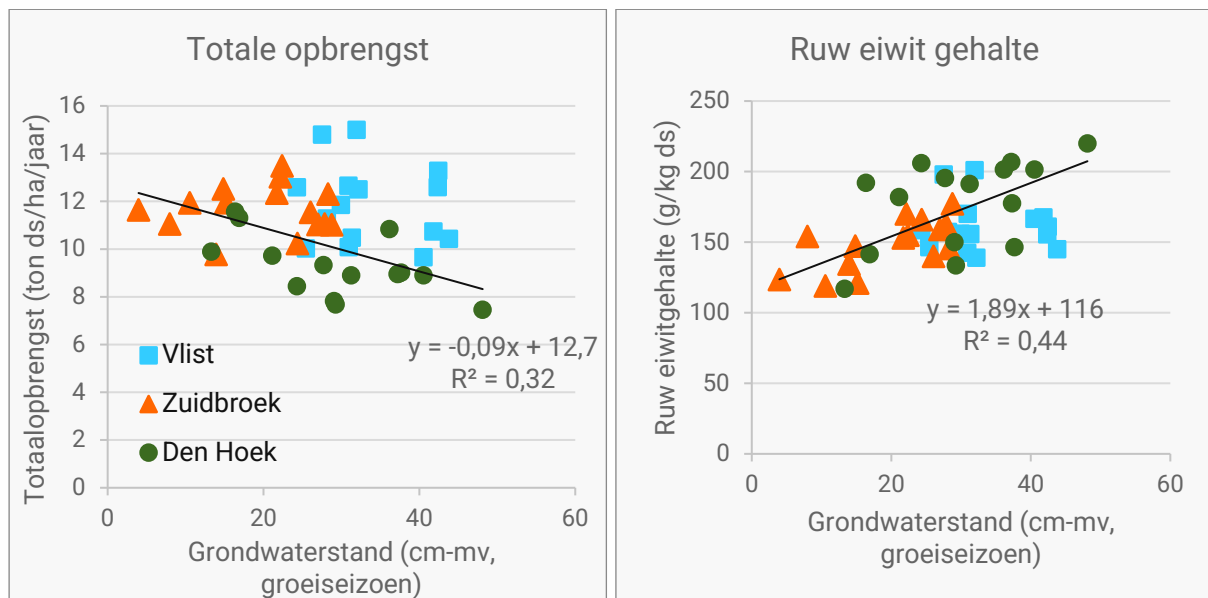


Figuur 3-9 Boven: Cumulatieve grasopbrengst in Zuidbroek van de vijf grassnedes (elk streepje is een nieuwe snede) in ton droge stof per hectare. Onder: Ruw eiwitgehalte gemiddeld in de verschillende grassnedes. Onderscheid is gemaakt tussen de ligging van de bemonsteringsplots op het perceel; bij de greppel (links), in het perceel (midden) en bij de oever (rechts).

N-beschikbaarheid.

Samenvattend kan worden gesteld dat op het perceel grasopbrengsten toenemen bij een hogere grondwaterstand (Figuur 3-10, links). Tegelijk is de algemene lijn dat het RE-gehalte in het gras afneemt bij een hogere grondwaterstand (Figuur 3-10 rechts). Waar slootpeil verhoogen en actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand in het groeiseizoen verhoogt, worden ook de opbrengsten op het perceel hoger. Net als het effect op grondwaterstand, is het effect op opbrengst het kleinst in Vlist en het grootst in Den Hoek en Zuidbroek. Opvallend is dat in Vlist de smalle trapezium vormige greppels weinig effect hebben op de grondwaterstand, maar lokaal wel tot hogere opbrengsten leiden en lokaal de N-beschikbaarheid verhogen. Er lijkt echter wel een optimum te worden bereikt in het effect van de mate van vernatting op opbrengst. De data van de plots richting greppel en richting sloot laten zien dat waar actieve greppelinfiltratie leidt tot langdurige natte periodes waarbij het grondwater tot maaiveld staat (Zuidbroek), de opbrengsten lokaal afnemen en ook de N-beschikbaarheid (sterk) wordt geremd.

Door vernattingsmaatregelen wordt niet alleen opbrengst en N-beschikbaarheid geremd, maar wordt ook de draagkracht beïnvloed (paragraaf 3.2.2), de stabiliteit van de oever (paragraaf 3.2.3) en veranderd ook de oppervlakte van het perceel dat direct wordt beïnvloed door de vernattingsmaatregelen (paragraaf 3.2.5).



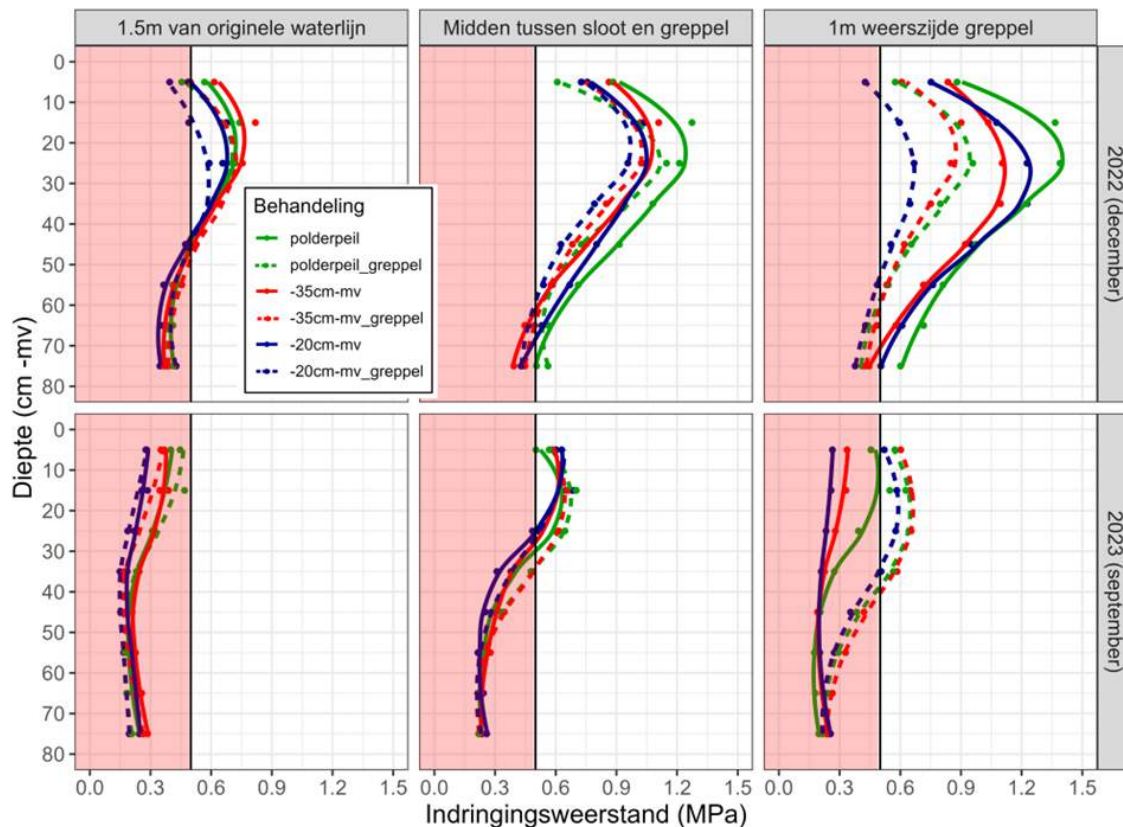
Figuur 3-10 Gemeten gemiddelde grondwaterstand uitgezet tegenover cumulatieve grasopbrengst (linker figuur) en tegen het ruw-eiwit gehalte in het gras (rechter figuur). De kleur geeft de locatie aan (statistisch significante relatie tussen grondwaterstand en ruw-eiwit gehalte, $p < 0,05$).

3.2.2 Draagkracht perceel

De draagkracht van de bodem is bepaald door op drie plekken tussen oever en midden van het perceel de indringingsweerstand te meten met een penetrometer tot 80cm diep. De resultaten voor de drie percelen en zes behandelingen zijn voor zowel 2022 als 2023 getoond in Figuur 3-11 voor Den Hoek, in Figuur 3-12 voor Vlist en in Figuur 3-13 voor Zuidbroek. In deze figuren zijn ook schadedrempel als referentielijn getoond. Uit eerder onderzoek zijn schadedrempels vastgesteld voor de draagkracht van graslandpercelen in de veenweiden. De grenswaarde waarboven de kans op vertrapping klein is, wordt meestal gesteld op 0,7 MPa (Beuving e.a. 1989). Voor een goede draagkracht moet deze dus minimaal 0,7 MPa zijn. Onder de grenswaarde van 0,5 MPa zal zeker vertrapping of rijschade optreden (Holshof et al., 1994 en ook toegepast door Schils et al. 2019).

In Den Hoek (Figuur 3-11) hebben de percelen in de uitgangssituatie de grootste draagkracht van de drie onderzochte percelen. Dit komt overeen met het relatief hoge kleigehalte in de bodem vergeleken

Den Hoek



Figuur 3-11 Indringingsweerstand van de bodem tot een diepte van 80cm-mv gemeten op drie plekken tussen 1,5m van de oever en het midden van het perceel Den Hoek.

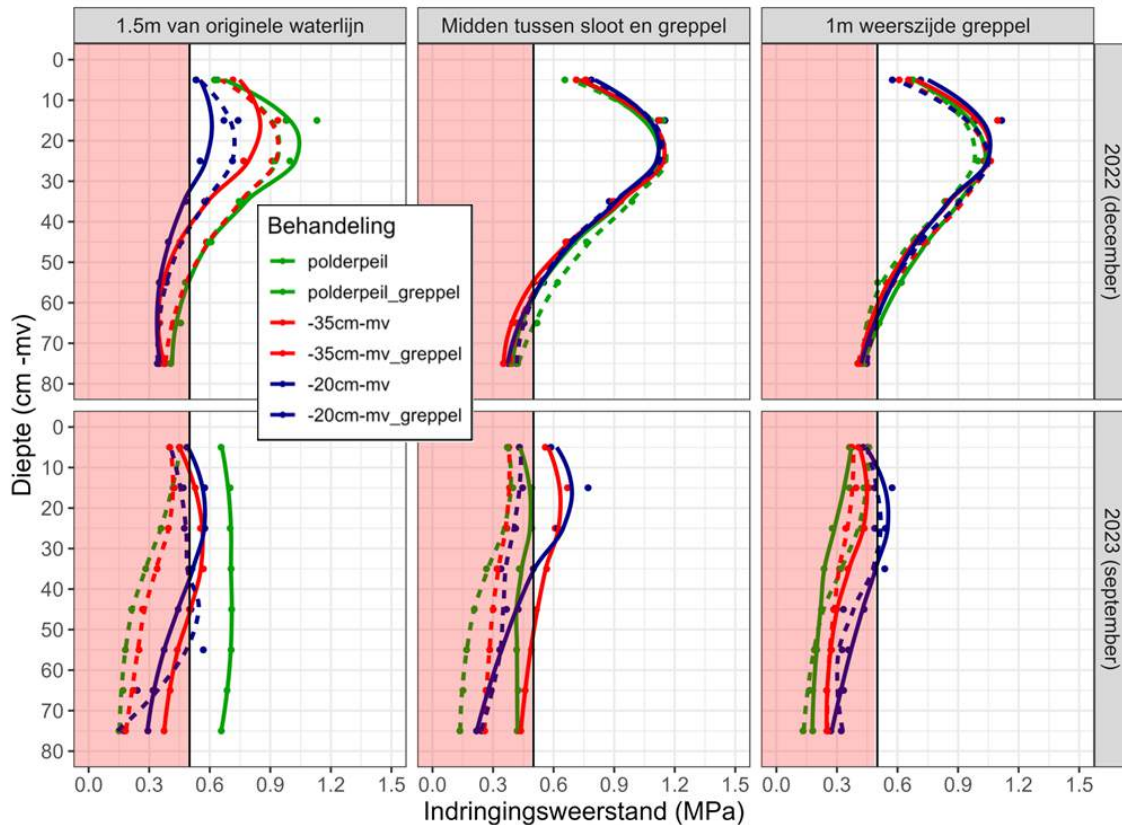
met de twee andere locaties. Opvallend is dat de draagkracht in september 2023 voor alle metingen lager is dan in december 2022. Het is niet duidelijk waarom dit zo zou zijn. Verwacht zou worden dat de draagkracht beperkter is in de winter dan in het najaar. Ook stroken deze resultaten niet met de neerslag (Figuur 3-1). De resultaten uit 2023 kunnen wel worden gebruikt om de relatieve verschillen te duiden.

Slootpeil verhogen heeft zowel in 2022 als in 2023 geen tot slechts een klein effect op de draagkracht op 1,5m vanaf de waterlijn en in het midden van het perceel tussen sloot en greppel. Bij peilopzetten tot 35 en 20 cm-mv neemt de draagkracht beperkt af op 1m vanaf de greppel.

Actieve greppel-infiltratie resulteert op dit perceel in geen tot een beperkte verlaging van de draagkracht op 1,5m vanaf de waterlijn en in het midden van het perceel. Het effect is, zoals verwacht mag worden, het grootst op 1m afstand tot de greppel en dit effect is zichtbaar tot 80cm diepte. In 2022 neemt de draagkracht af als gevolg van actieve greppelinfiltratie, zoals verwacht mag worden. In 2023 is de gemeten draagkracht echter hoger bij actieve greppelinfiltratie. Dit is merkwaardig en niet goed te verklaren. Als de metingen kloppen zou een hypothese kunnen zijn dat door de nattere omstandigheden andere grassoorten leiden tot een verbetering van de draagkracht. Bij de greppel zijn door actieve greppelinfiltratie opbrengsten sterk verhoogd ten opzichte van het perceel (Figuur 3-7). Het relatief grote effect van de greppel op de draagkracht is het gevolg van de vrij brede accoladevormige greppel die continue nat is komen te staan door actieve greppelinfiltratie.

In Vlist is de draagkracht van de percelen (Figuur 3-12) in de uitgangssituatie iets lager dan die in Den Hoek door het lagere kleigehalte van de bodem (bodem bevat sporadisch klei). Net als in Den Hoek is het merkwaardig, en niet goed uit te leggen dat alle draagkracht metingen in september 2023 een stuk lager zijn dan in december 2022. De resultaten van 2023 zullen worden gebruikt om relatieve verschillen tussen behandelingen te duiden. Zowel opzetten slootpeil als actieve greppelinfiltratie hebben in 2022 geen effect op de draagkracht in het perceel en langs de greppel. Langs de oever nam in 2022 de

Vlist



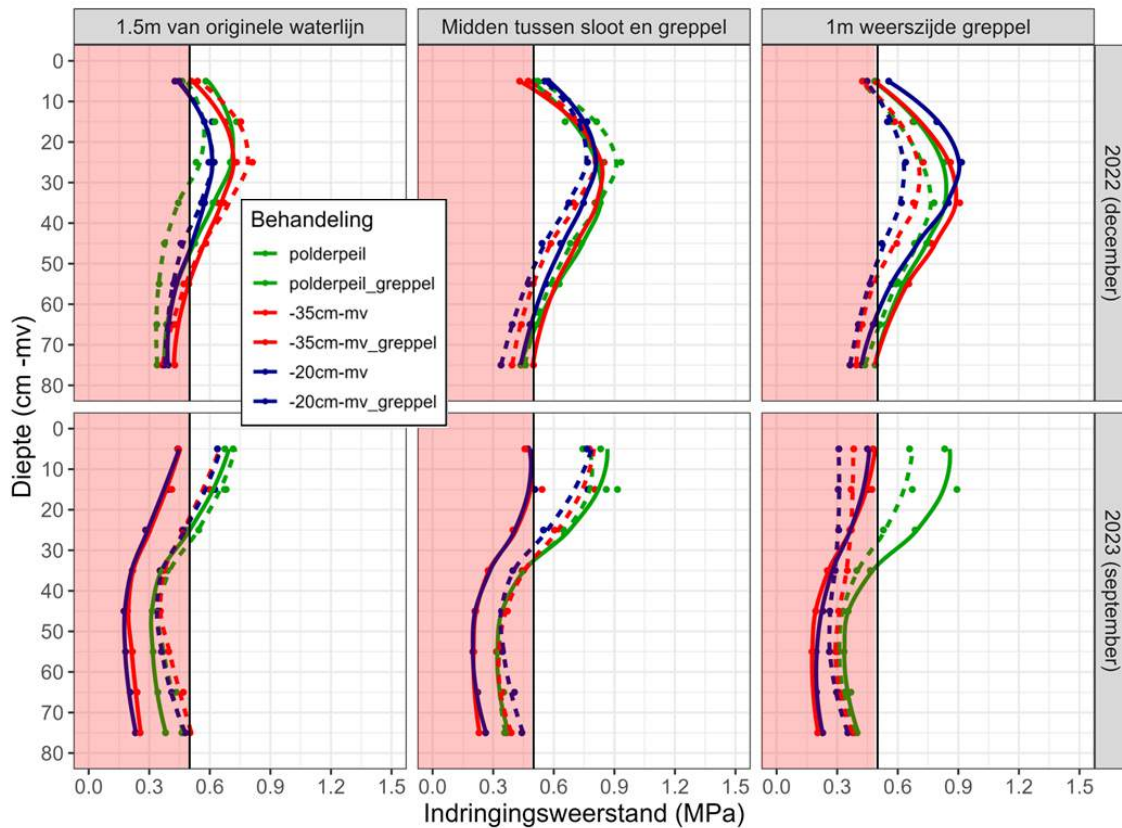
Figuur 3-12 Indringingsweerstand van de bodem tot een diepte van 80cm-mv gemeten op drie plekken tussen 1,5m van de oever en het midden van het perceel Vlist.

draagkracht echter wel af. Het beperkte effect van greppelinfiltratie op de draagkracht van het perceel kan mogelijk worden verklaard door de smalle trapeziumvormige greppel die jaarlijks wordt uitgefreesd.

In 2023 zijn er wel verschillen tussen de behandelingen gemeten. In het midden van het perceel en bij de greppel kunnen deze verschillen echter niet goed worden gedeut; de draagkracht lijkt eerder toe te nemen dan af te nemen als gevolg van opzetten slootpeil of greppelinfiltratie. Een mogelijke verklaring zou, net als bij Den Hoek, weer gezocht kunnen worden in de hogere grasopbrengsten, met name langs de greppels met actieve greppelinfiltratie. Langs de oever zijn de resultaten meer in lijn met de resultaten in 2022 waar de draagkracht door vernattingsmaatregelen lijkt te zijn afgenomen.

In Zuidbroek hebben de percelen de kleinste draagkracht van de drie onderzochte percelen. Het is hier puur veen en slootpeilen staan in de uitgangssituatie al relatief hoog (40 – 35 cm-mv). De draagkracht van de toplaag van de bodem is in de referentie gelijk aan of beperkt hoger dan de beweidingsgrens. Voor dit perceel liggen de resultaten van september 2023 wel in zekere mate in lijn met de resultaten van december 2022. Aan weerszijde van de greppel heeft actieve greppelinfiltratie in 2022 slechts een beperkt effect op de draagkracht, maar in 2023 leidt actieve greppelinfiltratie wel tot een lagere draagkracht op 1m aan weerszijde van de greppel. Gewasopbrengst was hier ook lager. In het midden van het perceel en langs de oever was het effect van de verschillende behandelingen in 2022 slechts beperkt. In 2023 leidt met name slootpeil verhogen tot een beperking van de draagkracht over het hele perceel. Langs de oever heeft vooral peilopzetten een beperkend effect op de draagkracht. De reeds breed uitgetrapte oevers worden nog gevoeliger voor vertrappingschade. Een voorbeeld van de schade die wordt gereden door de beperkte draagkracht op de behandeling opzetten slootpeil tot 20cm-mv en actieve greppelinfiltratie is getoond in Figuur 3-14.

Zuidbroek



Figuur 3-13 Indringingsweerstand van de bodem tot een diepte van 80cm-mv gemeten op drie plekken tussen 1,5m van de oever en het midden van het perceel Zuidbroek



Figuur 3-14 Voorbeeld van schade die is gereden door de beperkte draagkracht bij Zuidbroek op het perceel bij de behandeling met peilopzetten tot 20cm-mv in combinatie met actieve greppel-infiltratie.

Samengevat kan het effect van vernattingsmaatregelen op de draagkracht van de bodem worden geduid door de draagkracht in de uitgangssituatie, het effect van de maatregelen op de grondwaterstand en op de vegetatieontwikkeling. In de uitgangssituatie is de draagkracht het grootste in Den Hoek door het hoogste kleigehalte, gevolgd door Vlist. Zuidbroek heeft in de uitgangssituatie de

laagste draagkracht omdat deze locatie de kleinste drooglegging heeft en het meest weinig is zonder bijmenging van klei. In Den Hoek is in het midden van het perceel en langs de oever het effect van de verschillende behandelingen op de draagkracht afwezig tot heel beperkt. In 2022 leidde actieve greppelinfiltratie wel tot een beperking van de draagkracht tot zeker 1m aan weerszijde van de greppel. De greppel heeft in Den Hoek een brede accoladevorm. In Vlist leidt slootpeil verhogen met name tot een lagere draagkracht langs de oever. In Vlist is een verzakte, matig vertrapte oeverzone aanwezig die wordt beïnvloed door het opzetten van het slootpeil. In Zuidbroek leidde actieve greppelinfiltratie in 2022 en 2023 tot een beperking van de draagkracht aan weerszijde van de greppel. De greppel heeft in Zuidbroek ook een brede accoladevorm en het perceel ligt hol. In 2023 leidde peilopzetten ook tot een beperking van de draagkracht in het midden van het perceel en langs de oever. Vernattingsmaatregelen waarbij grondwaterstanden langdurig rond maaiveld liggen tot een sterke beperking van de draagkracht en daarmee van de agrarische gebruikswaarde.

3.2.3 Oeverstabiliteit

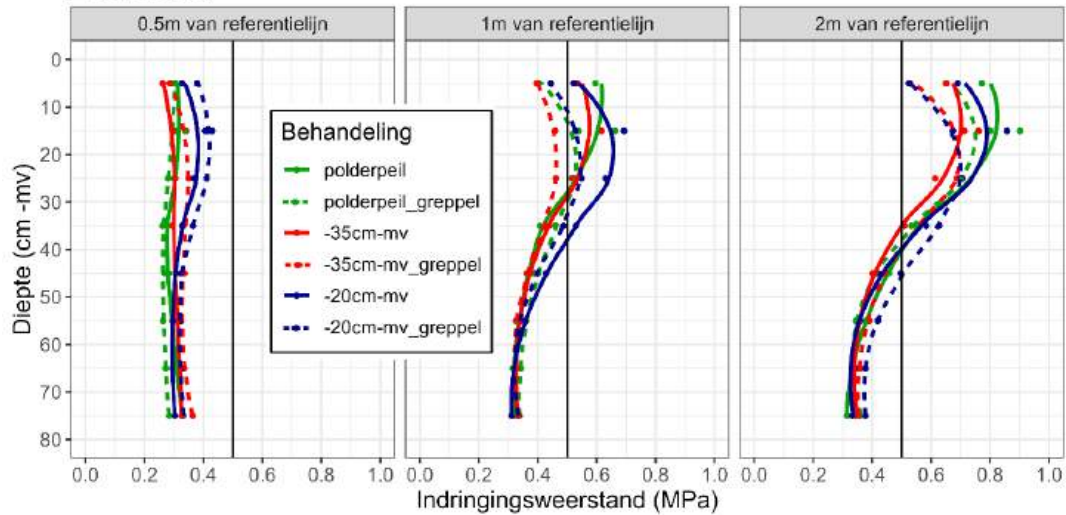
De stabiliteit van de oever is alleen in 2022 gemeten door op 0,5m, 1m en 2m uit de originele waterlijn (referentiepalen) met een penetrometer tot 80cm diep de indringingsweerstand te meten. De resultaten voor de drie percelen en zes behandelingen zijn getoond in Figuur 3-15. De streefwaarde van 0.5MPa die voor beweiden wordt gehanteerd (Holshof et al; 1994) is weer als referentie getoond. Idealiter blijft de indringingsweerstand hierboven. Er is gekozen om de data uit november 2022 in de hoofdtekst te tonen omdat dit een nattere periode is van het jaar en een langere periode van peilopzet. Data van juni 2022 is in de bijlage opgenomen en vertoont veelal vergelijkbare patronen (Bijlage 2).

De drie locaties verschillen in de uitgangssituatie in vorm van de oever (zie schematische weergave in Figuur 2-6). Het ene uiterste is Den Hoek waar de oever smal (60cm) en vrij stevig en steil is. Deze percelen worden gemaaid en extensief beweid. Bij Vlist is sprake van een verzakte oeverzone van zo'n 1,5m breed met een vrij steile overgang tussen oever en aangrenzend maaiveld. Deze percelen worden beweid door middel van stripweiden met een drinkbak op zonnepanelen. Zuidbroek is wat betreft vorm van de oevers het andere uiterste. Zuidbroek heeft brede (2m) uitgetrapte oeverzones met veel variatie in drooglegging en een geleidelijke overgang naar het perceel. Deze percelen worden intensief beweid. Zowel Vlist als Zuidbroek hebben al vele jaren 2m botanische weiderand waar niet wordt bemest en met uitgesteld maaien (ANLB-pakketten).

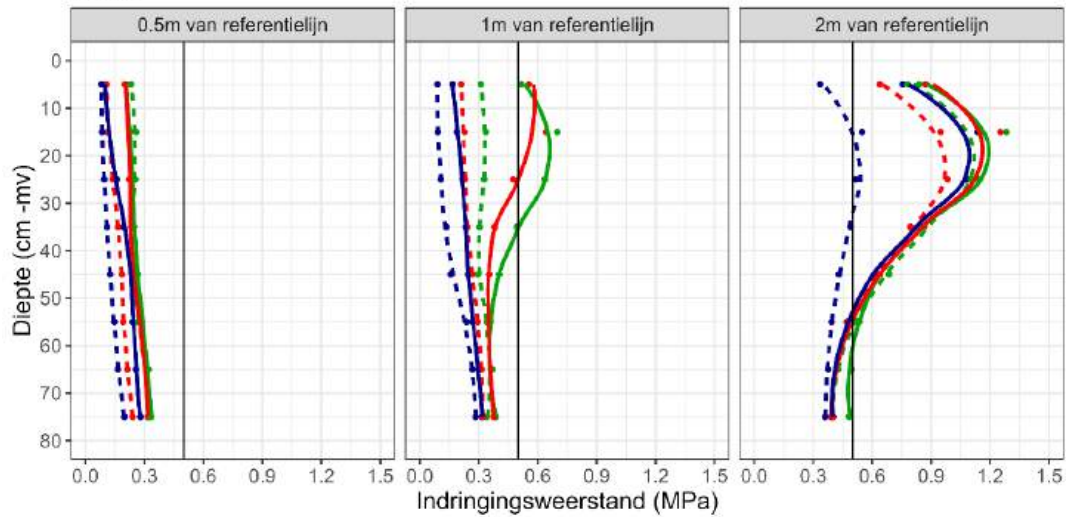
In den Hoek is in 2022 een beperkt effect zichtbaar van peilopzetten en actieve greppelinfiltratie op de stabiliteit van de oever. Op de eerste 0,5m van de oever is de draagkracht in de uitgangssituatie (polderpeil) kleiner dan wenselijk voor beweiding. Peilopzetten en greppelinfiltratie hebben hier geen invloed: de draagkracht blijft laag. Op 1m vanaf de originele waterlijn heeft met name greppelinfiltratie een beperkend effect op de draagkracht. Deze wordt in de toplaag van de bodem lager dan wenselijk voor beweiding. Ook op 2m afstand tot de originele waterlijn is vooral het gecombineerde effect van peilopzetten en actieve greppelinfiltratie zichtbaar door een verlaging van de draagkracht van de toplaag van de bodem (tot 20cm diepte). Dit relatief grote effect op de draagkracht van de oever van greppelinfiltratie al dan niet in combinatie met peilopzetten komt overeen met het relatief grote effect op de grondwaterstand (Figuur 3-4). Opvallend is dat al na 1 tot 2 maanden na peilopzetten en actieve greppelinfiltratie de effecten op draagkracht van de oever zichtbaar zijn.

In Vlist is de draagkracht op de eerste halve meter van de oever laag en deze blijft laag met de verschillende behandelingen. Op 1m van de originele waterlijn was de draagkracht voldoende voor weidend vee maar deze draagkracht is bij alle behandelingen verloren gegaan. Ook op 2m van de originele waterlijn is het effect van peilopzetten, maar vooral van de combinatie peilopzetten en actieve greppelinfiltratie, duidelijk zichtbaar door een verlaging van de draagkracht. De beperkte draagkracht is tot 40cm diepte zichtbaar. In juni was al een sterk effect van peilopzetten op de draagkracht van de oever zichtbaar. Verder richting het perceel neemt het effect af; op het perceel is geen effect meer zichtbaar op de draagkracht (zie vorige paragraaf).

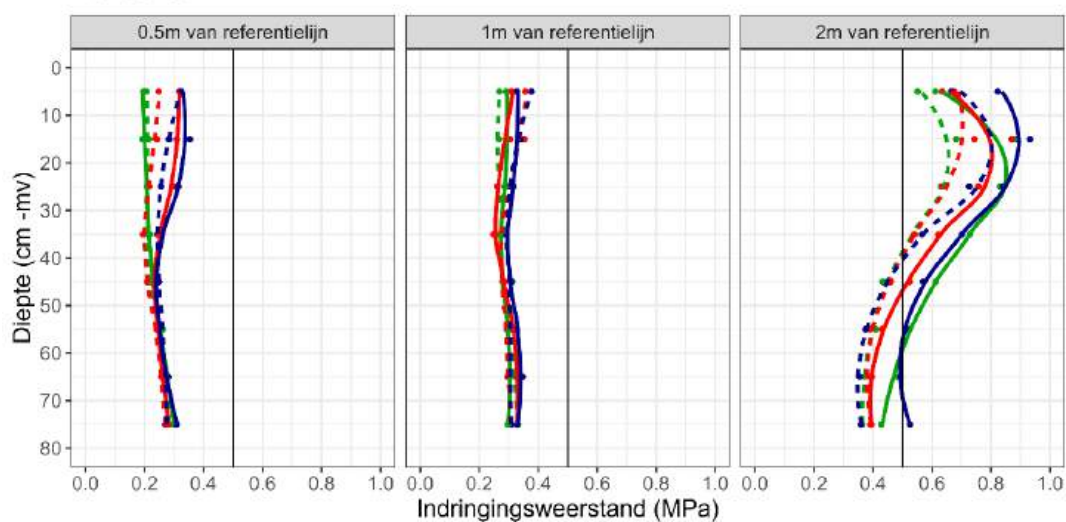
Den Hoek



Vlist



Zuidbroek



Figuur 3-15 Indringingsweerstand van de oever (x-as) over de diepte (y-as) ten opzichte van maaiveld, als gemeten met de penetrometer in november bij verschillende afstanden ten opzichte van de oorspronkelijke waterlijn (0.5, 1 en 2m van de referentielijn). De kleuren geven de verschillende behandelingen aan (combinatie van drooglegging en greppelinfiltratie). De verticale zwarte lijn geeft de gehanteerde streefwaarde aan voor beweiden (0.5MPa, Holshof et al; 1994).

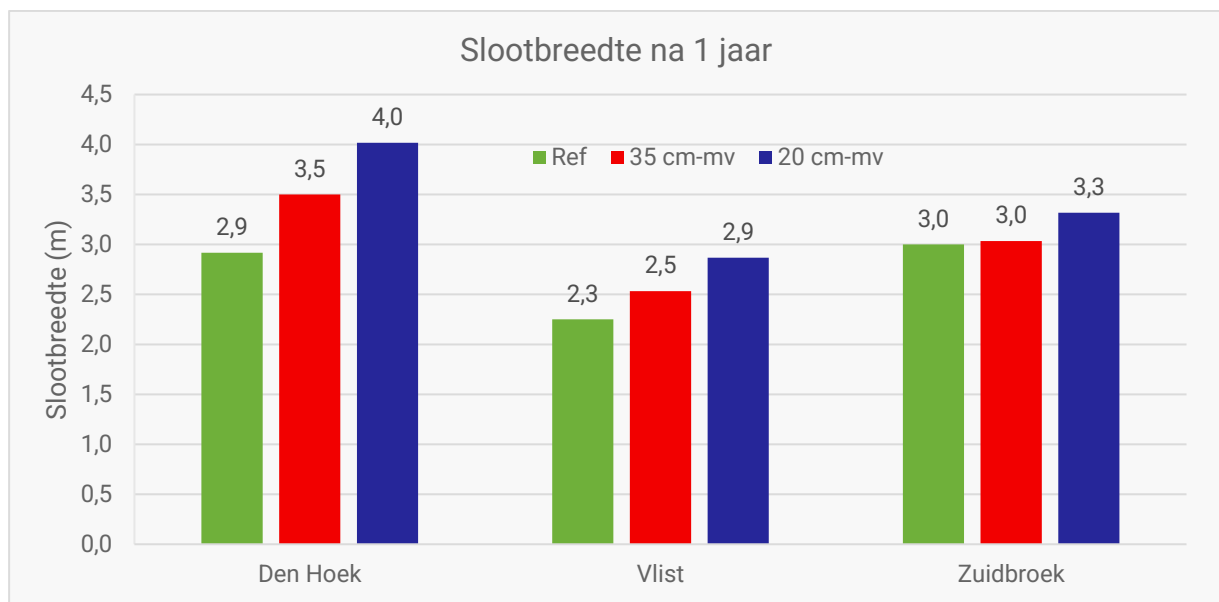
In Zuidbroek is de draagkracht van de eerste meter op de breed verzakte oever laag en lager dan nodig voor beweiding. Het effect van deze lage draagkracht in combinatie met de intensieve beweiding op deze percelen was in de uitgangssituatie al duidelijk zichtbaar aan de brede uitgetrapte oevers. Op 2m vanaf de originele waterlijn heeft opzetten slootpeil een beperkend effect op de draagkracht. Actieve greppelinfiltratie versterkt dit effect.

3.2.4 Oeverzone en erosie

Door vernattingsmaatregelen verandert het slootoppervlak en het oppervlak binnen het perceel dat positief of negatief wordt beïnvloed door greppel en sloot. Bij slootpeil verhogen wordt ook een breder deel van het perceel beïnvloed door de sloot. Door actieve greppelinfiltratie in brede greppels met een accoladeprofiel wordt ook hier een groter deel van het perceel beïnvloed door de greppel.

Op alle locaties is slootbreedte en oeverprofiel gemeten voorafgaand aan peilopzet en een jaar na de peilopzet (Figuur 3-16). Uit de metingen blijkt in alle delen met peilopzet een toename van de slootbreedte. In de referentie delen waar polderpeil is gehandhaafd is de slootbreedte nagenoeg gelijk gebleven. De toename van de slootbreedte verschilt per locatie; in Den Hoek zijn de sloten met gemiddeld 110cm breder geworden, in Vlist 60cm en dan in Zuidbroek 30cm.

Deels komt de slootverbreding logischerwijs voort uit de grotere waterschijf bij een hoger slootpeil waardoor de oever deels geïnundeerd raakt. Het talud van de oever in de uitgangssituatie zal dan een factor zijn in de mate van verbreding. De proef toont echter ook aan dat erosie in belangrijke mate kan bijdragen aan de mate waarin de watergang landinwaarts opschuift. In Den Hoek waar het oevertalud in de uitgangssituatie het steilste is en het minste oppervlak inundeert, is de slootverbreding van meer dan 1m in 1 jaar het grootste van de drie locaties. De toename van erosie door slootpeil verhogen wordt op alle locaties onderbouwd door de gemeten toename in baggeraanwas. Verandering in slootbreedte en erosie wordt hieronder in meer detail per locatie beschreven.



Figuur 3-16 Verandering slootbreedte één jaar na slootpeil verhogen op de drie locaties in de Krimpenerwaard.

In Den Hoek is de slootverbreding gemiddeld meer dan een meter één jaar na peilopzet (Figuur 3-17). Erosie is hierin een belangrijke factor. Den Hoek heeft in de uitgangssituatie een korte overgang van de waterlijn naar het 'vlakke' maaiveld over een breedte van circa 0.60 meter. De bovenste bodemlaag is hier steviger als gevolg van een grotere bijmenging van klei in de bodem. Daarnaast treedt er minder uit trappen van de oevers op door weidend vee, omdat het perceel voornamelijk wordt gebruikt voor ruwvoederwinning en er slechts een extensieve naweiden met schapen of jongvee plaatsvindt. Als



Figuur 3-17 Effect van slootpeil verhogen in Den Hoek hetzelfde jaar van slootpeil verhogen (2022 links) en één jaar na slootpeil verhogen (2023 rechts).

gevolg van dit oorspronkelijke profiel en het niet aangehaakt zijn van de percelen op het ANLb oeverbeheerpakket is steeds tot dicht tegen de oever bemest. De overgangszone tussen oevervegetatie en graslandvegetatie is hierdoor smal en bevat minder kruiden van vochtige oevers dan in de situaties Vlist-westzijde en Zuidboek.

Opmerkelijk is dat hier al snel sprake is van een grote mate van oevererosie. Eerst tekent dit zich in een snelle toename van grote egelskop en liesgras in een smalle rand, waarachter zich als het ware een smalle geheel geïnundeerde parallel watergang ontwikkelde. Reeds aan het einde van het eerste seizoen (september 2022) blijkt er een forse erosie te zijn opgetreden en is op meerder plaatsen 0.75 tot 1.00 meter van het oorspronkelijke maaiveld verdwenen. Op veel plaatsen is de oude oevercontour zichtbaar als smalle rand van liesgras en egelskop (Figuur 3-17, links). In het voorjaar (april) van 2023 bleek de ontwikkeling zich te hebben voortgezet en was op veel plaatsen al meer dan een meter van de oever verdwenen. De aanvankelijk in de oever geplaatste palen stonden ver uit de nieuwe waterlijn (Figuur 3-17, rechts). Op een aantal plaatsen was de eerder gesignaleerde smalle liesgras/egelskop rand weg geërodeerd en dreven de pollen van deze planten in de watergang. Van de oorspronkelijke zachte kruiden werd weinig meer aangetroffen.

Bij een peilopzet naar 35cm drooglegging is het effect op de locatie den Hoek vergelijkbaar met de situatie van 20cm drooglegging. Ook hier een sterke afname van kruiden en toename van liesgras/egelskop en sterk geërodeerde oevers waarbij de sloten met lokaal meer dan een meter zijn verbreed.

De nieuwe overgang land-water blijkt aan het einde van het seizoen 2023 een steil profiel van 1:1 tot 1:1,5 te hebben verkregen. Deze overgang versterkt de erosiegevoeligheid en maakt de oever daarnaast gunstiger voor gravende exotische kreeften. Als gevolg van de peilopzet naar 20cm drooglegging inundeerde slechts een beperkt deel van de oevers, wel komt de smalle kruidenrijke strook van deze oevers geheel onderwater.

In Vlist hadden de oevers weinig vertrappingschade als gevolg van het kortdurend beweiden achter een draad en het aanbieden van een drinkbak op zonne-energie achter de melkwagen. De drooglegging in de bij de proef betrokken percelen is circa 55 centimeter, wat betekent dat het peil met respectievelijk 35 centimeter en 20 centimeter in de twee droogleggingsvarianten is opgezet.

De oever heeft een lagergelegen oeverdeel met een vrij steile overgang naar het perceel. De breedte van het laaggelegen oeverdeel is verschillend en bedraagt tussen de 0.60 meter tot lokaal maximaal 1.20 meter breedte. In vrijwel alle delen was in de uitgangssituatie deze laaggelegen oeverzone scherp begrensd door een vrij steile overgang naar het aangrenzend maaiveld in 1:1 tot 1:1,5 talud.

Bij peilopzet naar 20cm-mv verdween vrijwel de gehele zone met lager en bloemrijke oever kruiden onder de waterschijf. Bij de delen waar het slootpeil naar 35cm-mv werd opgezet was dit variabel. Delen bleven net droog liggen en delen inundeerde.

Reeds bij aanvang van de peilopzet was er op een aantal plaatsen sprake van wat hogere bedekking met meer structuurrijke soorten. In Vlist voeren liesgras, grote egelskop en kalmoes de boventoon.

In Vlist werd een matige oevererosie vastgesteld. De oeverzone van de deelgebieden waar het peil naar 20cm-mv werd opgezet erodeerde in het geheel waardoor de overgang water land smal werd tegen de vooraf aanwezige steile rand van de oever. In deze delen verdronken nagenoeg alle zachtere semi terrestrische oeverplanten en in het onderwaterbanket ontstond een dichte vegetatie van liesgras en grote egelskop. De delen met een peilopzet naar 35cm-mv hadden minder afkalving en verplaatste zich over gemiddeld 20cm perceel inwaarts met uitschieters naar 30cm.

Zuidbroek heeft in de uitgangssituatie breed uitgetrapte oeverkanten van meer dan 1.00 meter tot op sommige plaatsen ruim 2.00 meter breedte. De drooglegging in het vlakke deel van het perceel bedraagt gemiddeld circa 0.40 meter. Op de percelen wordt meerder keren per seizoen geweid met een grote koppel melkvee die uit de sloten drinkt, waardoor de oevers zijn uitgetrapt en reliëfrijk zijn. Enkele malen per jaar wordt het perceel tussen beweidingsronden door gemaaid. Door deze wijze van beheer is er veel variatie in drooglegging van de oevers tussen 0 en 25 centimeter, waardoor bij aanvang van de proef en voor peilopzet brede oeverzones met een kleine drooglegging en hoge kruidenrijkdom aanwezig waren.

Als gevolg van de peilopzet naar 20cm drooglegging inundeerde een groot deel van deze oevers. De overgangszone tussen water en land schuift gemiddeld met circa 1.00 meter landinwaarts op, waardoor de beschikbare habitat voor oeverkruiden van vochtige omstandigheden in grote mate afneemt. Er ontwikkelt zich een steilere overgang. Doordat het vee ook nu weer uit de sloot moet drinken ontstaat een nieuwe vertrapte oeverzone, die is echter gelegen op het deel van het grasland dat steeds bemest is geweest. De zone is duidelijk voedselrijker dan de oorspronkelijk en nu geïnundeerde zone en heeft een meer grasdominante vegetatie. Het deel dat als gevolg van de peilopzet geïnundeerd is geraakt laat een afname van oeverkruiden van vochtige voedselarme omstandigheden zien. Hier domineert liesgras, en lokaal grote egelskop reeds enkele maanden na de peilopzet.

Wat opvalt is dat pollen liesgras losraken en in de sloot drijven. Een handmatige controle van de onder water geraakte oeverdelen laat op alle delen met een peilopzet naar 20cm drooglegging een onderspoelde oeverzone zien. De bodem onder de eerste 0.20 tot 0.30 meter van de ogenschijnlijk terrestrische oever is verdwenen, waardoor als het ware een drijvende laag (kragge) is ontstaan. Lokaal kalft hierbij de oever verder af, waarna pollen losraken.

Bij een peilopzet naar 35 cm drooglegging is het effect op de locatie Zuidbroek relatief beperkt waar het eroderen van de oever betreft. Dit komt voort uit de geringe peilaanpassing met slechts circa 0.05 meter, omdat de gemiddelde drooglegging met 40cm-mv zich al dicht bij de droogleggingsdoelstelling van 35cm-mv bevond. Er inundeert dus slechts een beperkt deel van de oevers, maar de oever wordt wel over een relatief grote breedte (gemiddeld 0,50 meter) extra nat. Ook hier leidt deze vernatting tot een sterke toename van grovere oeversoorten als liesgras, grote egelskop en kalmoes en treedt meer oeververtrapping door weidend vee op.

De oorspronkelijk insteek oever naar vlak maaiveld schuift echter nauwelijks op ten opzichte van de oorspronkelijke situatie.

3.2.5 Agrarisch productief areaal

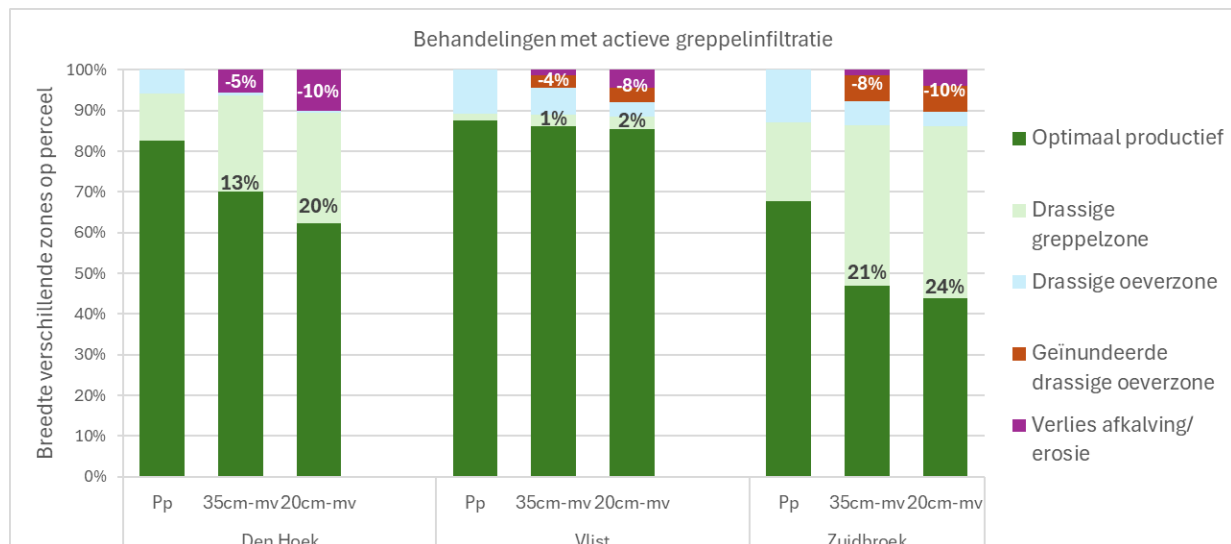
In bovenstaande is besproken hoe vernattingsmaatregelen doorwerken op opbrengst en voederwaarde van het gewas, op de draagkracht en op oeverstabiliteit en erosie. Wanneer de verschillende metingen worden gecombineerd ontstaat het beeld hoe de verschillende zones die op het perceel kunnen worden

onderscheiden opschuiven als gevolg van opzetten slootpeil en actieve greppelinfiltratie. Dit is samengevat in Figuur 3-18. Onderscheid is gemaakt in de volgende zones:

- **afkalving** van oevers waarbij agrarisch land verloren gaat. Dit heeft de grootste impact op het agrarisch potentieel omdat zowel oppervlak verloren gaat voor de mestplaatsingsruimte en er geen productie meer is.
- **geïnundeerde** drassige oeverzone is de oeverzone die onderwater komt te staan door opzetten slootpeil. Dit is met name het geval waarbij brede verzakte oeverzones in de uitgangssituatie aanwezig zijn. Door inundatie verdwijnt dit areaal voor agrarische productie, maar telt nog wel voor de mestplaatsingsruimte. Deze zone is gevoelig voor erosie en is deels onderholt.
- drassige **oeverzone** is de terrestrische oeverzone die drassig is. Door peilopzetten kan deze verloren gaan door afkalving (Den Hoek) of door afkalving in combinatie met inundatie (Vlist en Zuidbroek). Daarnaast kan deze zone brede worden door een toename van vernatting in de oorspronkelijke droge zone grenzend aan oever ten kosten van het optimaal productief perceel
- drassige **greppelzone**: is de zone van het perceel die qua vochtigheid wordt beïnvloed door het actief nat houden van de greppel. De vorm van de greppel heeft een grote invloed op de breedte van deze zone. Daarnaast is er een cumulatief effect van opzetten slootpeil en actieve greppelinfiltratie op de breedte van deze zone.
- Optimaal agrarisch **productief**: is de breedte van het perceel waar de verschillende drassige en natte zones van zijn afgetrokken.

De verandering in de verschillende zones als gevolg van enerzijds opzetten slootpeil en anderzijds actieve greppelinfiltratie is sterk afhankelijk van de locatie. Met name de morfologie van oever en greppel in de uitgangssituatie zijn hierin bepalend.

Opzetten slootpeil leidt op alle drie de locaties tot een verlies aan agrarische gebruiksruimte van ongeveer 5% bij opzetten slootpeil tot een drooglegging van 35cm-mv en tot ongeveer 10% bij een drooglegging van 20cm-mv. Dit verlies is het gevolg van afkalving en inundatie van de oeverzone. Daarnaast wordt afhankelijk van de situatie 1 tot 24% van het perceel natter/ vochtiger.



Figuur 3-18 Relatieve breedte van verschillende zones binnen een perceel, waarbij onderscheid is gemaakt tussen optimaal agrarisch productief, drassige greppelzone, drassige oeverzone, Drassige oeverzone die is geïnundeerd als gevolg van peilopzetten en afkalving. Zie tekst voor nadere uitleg. De percentages verwijzen naar verlies agrarisch productiepotentieel (afkalving en inundatie) en naar toename areaal dat natter wordt door de maatregelen opzetten slootpeil en actieve greppelinfiltratie (verschil drassige greppelzone en oeverzone met de referentie).

In Den Hoek leidt het steile overtalud in de uitgangssituatie tot afkalving en daarmee tot het blijvend verloren gaan van agrarisch land. Bij een drooglegging van 35cm-mv is dit 5% en bij 20cm-mv is dit tot

10% van het areaal. De drassige oeverzone is daarmee zo goed als verdwenen. Bij Vlist, en met name bij Zuidbroek is afkalving minder zichtbaar, maar nog steeds 4% van het areaal verdwijnt bij 20cm-mv drooglegging. Op deze locaties is de drassige oeverzone echter deels geïnundeerd. Voor nog eens 3 tot 6% van het perceel verdwijnt daarmee de potentie voor agrarische productie. Deze zone is door de beperkte draagkracht ook extra gevoelig voor verder afkalven. Opmerkelijk is dat, ondanks de grote impact op de oeverzone, opzetten slootpeil in Zuidbroek nagenoeg geen effect had op de grondwaterstand in de droge zomermaanden. In Vlist had opzetten slootpeil wel een positief effect op het verhogen van de grondwaterstand.

Door de vernattingsmaatregelen wordt een deel van het perceel natter/ vochtiger. Dit is weerspiegeld in de verandering in de breedte van de oeverzone en greppelzone. In de oever wordt de drassige zone in de twee jaar van de proef smaller omdat een deel van de oever afkalft en een deel inundeert. De oeverzone is in deze periode slechts beperkt uitgebreid richting het perceel in Zuidbroek (10cm) en Vlist (10 tot 20cm). In Zuidbroek is de oeverzone wel 25 tot 30cm opgeschoven richting het perceel.

Actieve greppelinfiltratie heeft vooral bij accoladevormige greppels een positief effect op de grondwaterstand, maar ook de perceelszone die hierdoor wordt beïnvloed is groot bij deze greppels; tot 12 tot 16% van het perceel in Den Hoek en 20 tot 23% in Zuidbroek wordt natter/ vochtiger rond greppels door actieve greppelinfiltratie in combinatie met opzetten slootpeil.

3.3 Invloed vernatten op biodiversiteit

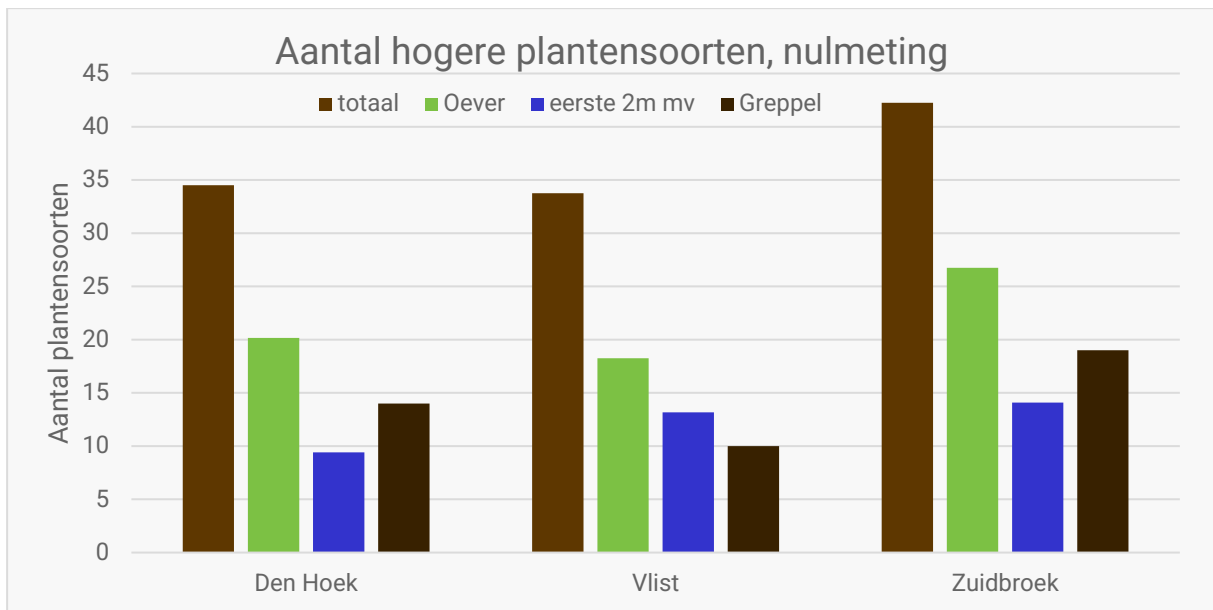
3.3.1 Biodiversiteit oevers

Voor alle locaties zijn de oevervegetaties en een zone direct aansluitend op het afwijkende oeverprofiel in de randzone van het nagenoeg vlakke maaiveld opgenomen voorafgaand aan de peilopzet en in het voorjaar na één jaar peilopzet.

Op de oevers is een ANLb pakket oeverbeheer/kruidenrijke rand gesloten bij de deelnemende agrariër in Zuidbroek en Vlist westzijde. Op de locatie den Hoek is dit pakket niet gesloten door de deelnemende agrariër. Op de locaties waar het pakket is gesloten werd al vele jaren voorafgaand aan de start van de pilot hoog slootpeil een zone van 2.00 meter breedte niet bemest en jaarlijks laat in het seizoen gemaaid of met de maaiakorf uitgeknipt zonder dat maaisel of slootvuil in de oeverzone achterblijft.

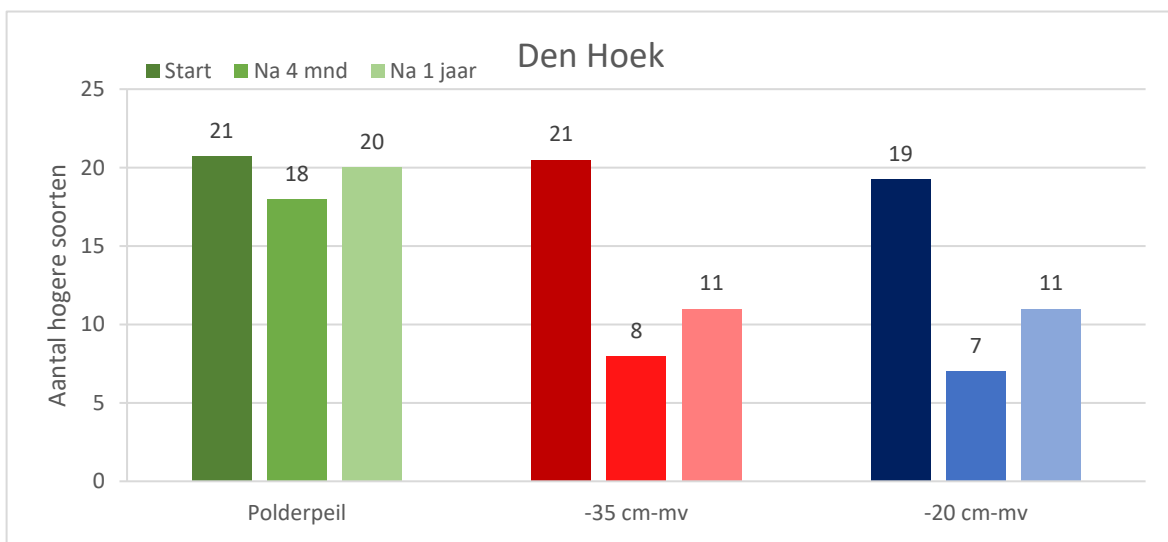
Naast soorten in de oeverzone kan de zone van het aangrenzend maaiveld effect hebben op zowel het ingroeien van kruiden en grassen vanuit de drogere zone en kan de mate van bodemnatheid van het oeverprofiel effect hebben op de vegetatie in de aangrenzende maaiveldzone. Om hier inzicht in te verkrijgen is bij de vegetatieopname afzonderlijk de oeverzone met een duidelijk afwijkend drooglegging als de eerste twee meter van het aangrenzende maaiveld gekarteerd (zie Figuur 2-2). Een samenvatting van het aantal waargenomen aantal hogere plantensoorten tijdens de nulmeting in april / mei 2022, voor (Den Hoek en Zuidbroek) of net na (Vlist) het opzetten van de slootpeilen, is in Figuur 3-19 getoond. Onderscheid is gemaakt tussen planten die in de oeverzone, in de eerste 2m van het perceel en in de greppelzone voorkomen. Voor een uitgebreide beschrijving van de waargenomen soorten wordt verwezen naar de rapportage van Bui-TeGewoon 2023.

Op de oevers van de locaties Zuidbroek en Vlist wordt al vele jaren de eerste 2m vanuit de waterlijn ecologisch oeverbeheer toegepast. Hierdoor zijn veel oevers zeer soortenrijk met algemene kruiden van vochtige veenoevers. Lokaal zijn schaarsere soorten aanwezig als moeraszoutgras, pijptorkruid en koekoeksbloem. Op een aantal plekken waren grovere soorten verspreid in de oever aanwezig, maar door het jaarlijks maai-beheer en de verschraling van de toplaag vanuit de oeverpakketten waren deze soorten nergens dominant aanwezig.



Figuur 3-19 Nulmeting in april / mei 2022 voor of net na het opzetten van de slootpeilen van het aantal hogere plantensoorten die in de oeverzone, de eerste 2m van het perceel en in de greppelzone voorkomen. Voor een uitgebreide beschrijving en kartering wordt verwezen naar de rapportage van Bui-TeGewoon 2022.

In den Hoek had de oevervegetatie voorafgaand aan de peilopzet de kleinste ruimtelijk oppervlakte doordat de oever het smalste was van de drie locaties. De oever had daarnaast de grootste drooglegging. Naast kruiden van vochtige tot natte omstandigheden in de slootkant waren hier frequent ook kruiden die drogere bodemomstandigheden prefereren in de oever aanwezig en had een relatief groot deel van de 'oever' overlap tussen droge en meer vochtminnende soorten. De drogere soorten die hier in groeide in de oever waren o.a. parse dovenetel, kruipende boterbloem, veldzuring, gewone hoornbloem en hondsdraf. In de natte zone waren soorten aanwezig als o.a. watermunt, moeras walstro, moerasrolklaver en egel boterbloem. Een samenvatting van het aantal gevonden hogere planten in de oevers is opgenomen in Figuur 3-20.



Figuur 3-20 Samenvatting aantal soorten hogere planten in oeverzone locatie den Hoek bij polderpeil, en slootpeil verhogen tot 35cm-mv e 20cm-mv, aan de start van het experiment, na 4 maanden en na 1 jaar.

Na circa vier maanden peilopzet (augustus 2022) werden in de referentie vlakken drie soorten minder aangetroffen dan in april 2022 tijdens de nulmeting waren vastgesteld. Sommige specifieke voorjaarssoorten als pinksterbloem werden niet meer gevonden. Dit zal zijn veroorzaakt doordat de

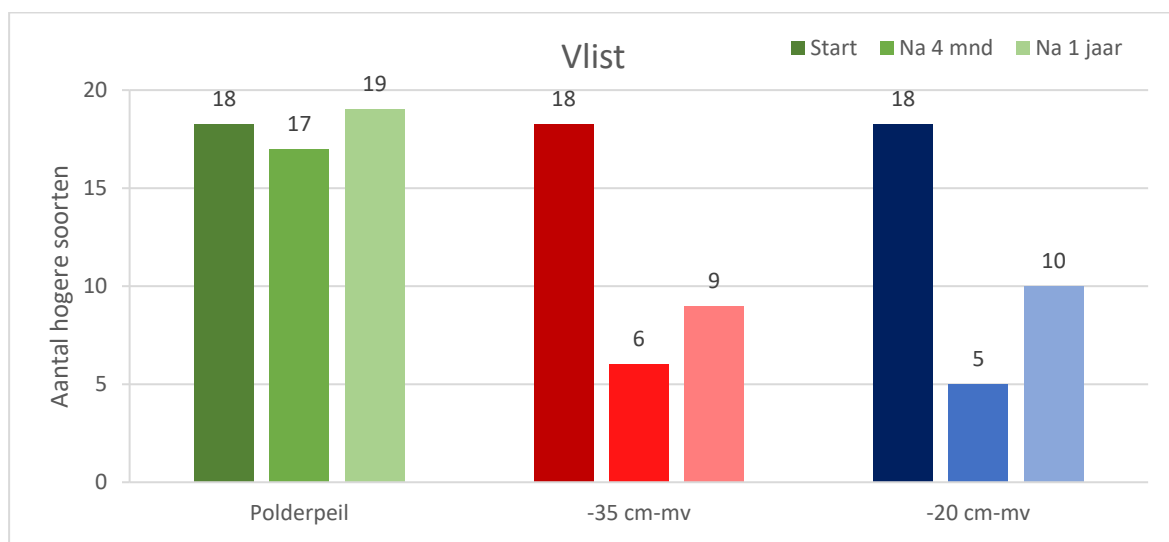
soort in augustus grotendeels bovengronds is afgestorven. Ook in het opvolgende voorjaar (april 2023) waren geen wijzigingen in het soortenspectrum opgetreden. Hoewel er verschillen van enkele wel of niet aangetroffen soorten waren zal dit voornamelijk een waarnemers effect zijn geweest. Geconcludeerd wordt dat er in de referentie vakken een ongewijzigde situatie aanwezig was gedurende de onderzoeksperiode.

In de vakken waar het peil werd opgezet naar 35cm drooglegging daalde het aantal aangetroffen soorten van 21 naar 8 soorten in vier maanden tijd. De meest talrijke soort in de geïnundeerde oever betrof liesgras.

Op het talud wat veel open bodem vertoonde als gevolg van erosie en afkalving groeide soorten als hondsdraf en kruipende boterbloem in. Op een aantal plaatsen vestigde zich waterpeper en varkensgras. Karakteristieke pioniers van open voedselrijke bodems, die het vermogen hebben vanaf drogere randen naar nattere locaties uit te groeien.

In de vakken die waren ingesteld op een drooglegging van 20cm zakte het aantal soorten van 22 naar 7 in de periode april 2022 – augustus 2022. In april 2023 werden vervolgens 11 soorten aangetroffen. De situatie was vergelijkbaar met de vakken van 35cm drooglegging met een dominante rand liesgras. Enkele soorten die in augustus niet meer waren teruggevonden bleken op de minst geïnundeerde delen zich licht te herstellen. Het waren overwegend de soorten wolfspoot, watermunt en moeras walstro. De oevers zijn in de winter uitgemaaid, waardoor er in het vroege voorjaar licht en lucht de niet geïnundeerde bodemdelen kon bereiken en kansen bood aan genoemde soorten. Later in het seizoen werden deze weer overgroeid door het liesgras.

In **Vlist** was weliswaar een matig brede oeverzone aanwezig, maar was de overgang tussen aangrenzend maaiveld en de oever vrij steil. Hierdoor was er slechts een beperkte menging van soorten die droge en natte omstandigheden prefereren. Op deze locatie werden kleinere aantallen/lagere dichtheden van de drogere soorten in de oeverzone aangetroffen dan in Den Hoek. Op de eerste 2m van het perceel was het aantal soorten iets hoger bij Vlist dan bij Den Hoek. Het totaal aantal waargenomen soorten op de oever was bij Vlist vergelijkbaar met Den Hoek. Een samenvatting van het aantal gevonden hogere planten in de oevers is opgenomen Figuur 3-21.



Figuur 3-21 Samenvatting aantal soorten hogere planten in oeverzone locatie Vlist bij polderpeil, en slootpeil verhoogd tot 35cm-mv e 20cm-mv, aan de start van het experiment, na 4 maanden en na 1 jaar.

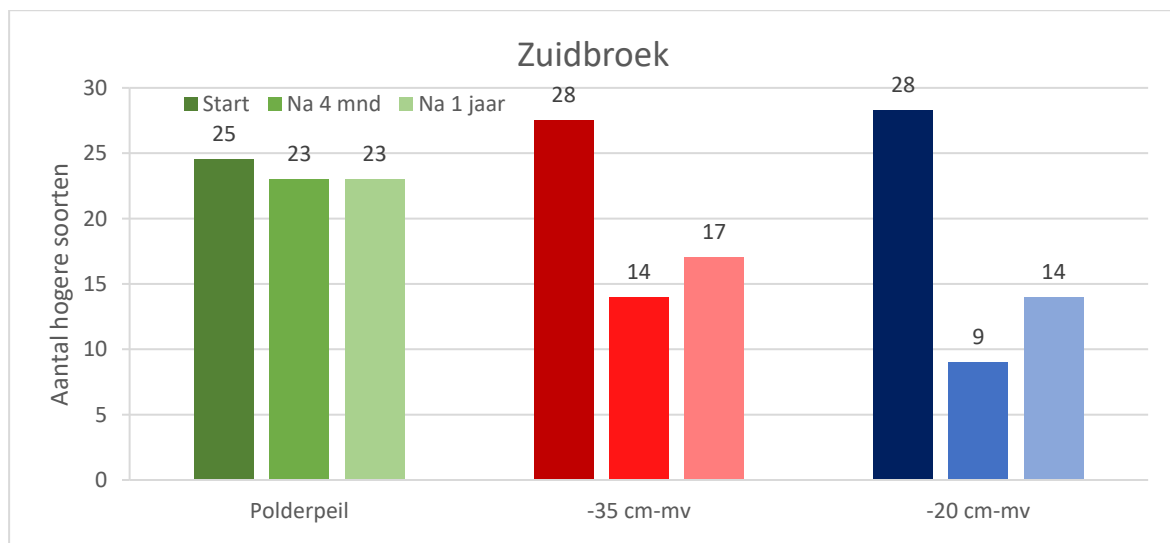
In de delen waar het peil is opgezet naar een drooglegging van 35cm bleven in Vlist-redelijke oppervlakte niet geïnundeerde delen aanwezig. Ondanks de ogenschijnlijk gunstige drooglegging daalde het aantal aangetroffen soorten ook in deze niet geïnundeerde delen sterk (van 18 naar 6 soorten). Dit werd

voornamelijk veroorzaakt door de sterke toename van liesgras en grote egelskop die een zodanig dichte stand verkregen dat er nauwelijks ruimte overbleef voor andere soorten. Alleen waterzuring, en kalmoes konden op enkele plaatsen de concurrentie aan. Van de zachtere kruiden bleek in dit gebied alleen watermunt verspreid zich te kunnen handhaven.

In april 2023 bleken enkele andere soorten ook een nieuwe poging te wagen. De oevers zijn in het najaar van 2022 uitgemaaid, waardoor er in het vroege voorjaar licht en lucht de bodem kon bereiken. Het aantal soorten planten steeg hierdoor naar negen, wat nog steeds een afname van 50% betreft ten opzichte van de nulmeting. Soorten die terug wisten te komen waren moeraswalstro en watermunt.

Op de delen waar het waterpeil naar 20cm drooglegging was opgezet werd een vergelijkbare ontwikkeling vastgesteld als bij 35cm. Het aantal soorten liep in vier maanden tijd terug van 18 naar vijf. In april 2023 was het aantal soorten terug op tien soorten, maar ook hier was de afname aan soorten in één jaar hoog. Een opmerkelijke soort die ten opzichte van de nulmeting toenam was de moerasspirea.

In Zuidbroek waren de oevers in de uitgangssituatie het meest soortenrijk van de drie locaties. Hier hebben de oevers ook een ruime variatie in standplaatsfactoren door de grote breedte / beschikbare oppervlakte en een ruime variatie aan hoogte gradiënten als gevolg van vertrapping door drinkend vee. Naast de grootste soortenrijkdom op de oevers was ook de soortenrijkdom op de eerste 2m van het perceel het grootst in Zuidbroek. Op deze percelen is er een flauwe gradiënt van nat naar droog waardoor er een wisselwerking is tussen vegetatie in de oever en op het perceel. Een samenvatting van het aantal gevonden hogere planten in de oevers is opgenomen in Figuur 3-22.



Figuur 3-22 Samenvatting aantal soorten hogere planten in oeverzone locatie Zuidbroek bij polderpeil, en slootpeil verhogen tot 35cm-mv e 20cm-mv, aan de start van het experiment, na 4 maanden en na 1 jaar.

Ook in Zuidbroek werden in de referentie vlakken geen wijzigingen aangetroffen tijdens de opname momenten in 2022 en 2023. De soorten in de oever bleven stabiel, met kleine wijzigingen die vanuit gemiste soorten of minder zichtbare soorten in de nazomer zullen zijn ontstaan. Gedacht kan dan worden aan soorten als pinksterbloem en reukgras die in augustus lastiger waarneembaar zijn en moeraszoutgras die in april nog beperkt zichtbaar is.

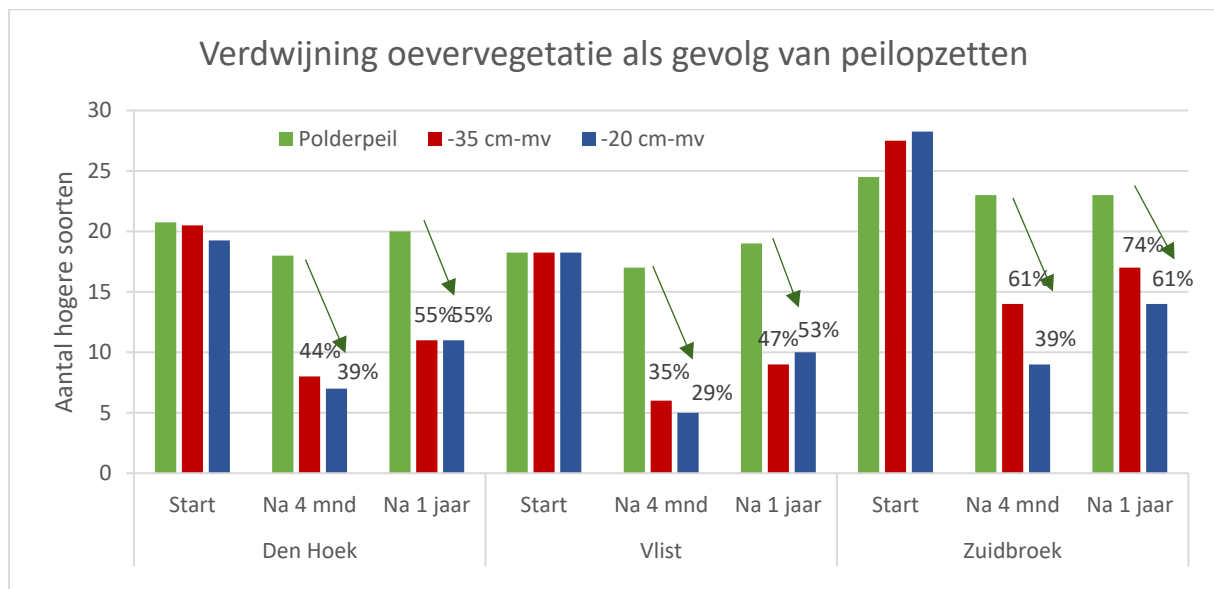
Bij een peilopzet naar 35cm drooglegging bleef in Zuidbroek een groter percentage karakteristieke oever kruiden standhouden dan in beide andere deelgebieden. Dit wordt toegeschreven aan de geringe peilopzet. Zuidbroek had bij aanvang een gemiddelde drooglegging van 40cm, waardoor slechts een peilopzet van circa 5cm is doorgevoerd in de variant naar 35cm drooglegging.

Als gevolg van de kleine mate van peilopzet werden grote delen van de oever wel natter, maar integrale inundatie bleef op veel plaatsen achterwegen. Het soortspectrum nam af van 28 naar 14 soorten tussen

april 2022 en augustus 2022. Dit werd voornamelijk veroorzaakt doordat liesgras en grote egelskop massaal profiteerde van de toegenomen bodemnathheid en een steviger concurrentiepositie inname. Afnemende soorten waren de laagste en minst krachtige kruiden als reukgras, moeraszoutgras, egelboterbloem, glikkruid, etc. In april 2023 werd weer een kleine toename van soorten gezien die voortkomt uit de geschoonde oever in het najaar van 2022 waardoor er (tijdelijk) licht en lucht in de vegetatie kwam. Later in 2023 werd vastgesteld dat het liesgras verder toenam in bezetting en de oever weer soortarmer werd door deze dominantie.

De dominantie van liesgras was in nog grotere mate aanwezig na de peilopzet naar 20cm drooglegging op de locatie Zuidbroek. Ook hier werden aanvankelijk 28 soorten planten in de oever aangetroffen. Na de peilopzet verminderde dit in vier maanden tijd naar 9 soorten. Dit werd volledig veroorzaakt doordat circa 80% van het oorspronkelijk geschikte oevervegetatie inundeerde, waardoor er voor een groot aantal soorten geen leefgebied meer aanwezig was. De geïnundeerde zone werd volledig ingenomen door liesgras. De soorten die zich wisten te handhaven werden hier vrijwel alleen aangetroffen op de smalle overgebleven overgang tussenland en water. De afname aan habitat van karakteristieke oeverplanten bedroeg circa 70%. Ook in Zuidbroek nam in het voorjaar van 2023 het soortenspectrum weer licht toe. Naast oeverplanten die zich in het nieuwe/opgeschoven natte oeverdeel vestigde trad er ook ingroei van kruiden als kruipende boterbloem, veldzuring, witte klaver etc. op vanuit het aangrenzende graslanddeel. Toename van oeversoorten op de smalle nieuwe overgang van land naar water betrof hier vooral waternavel en gewone waterbies.

Uitsluitend in de vakken met een peilverhoging naar 20cm en meer dan in de andere deelgebieden werden losgeraakte pollen liesgras drijvend in de sloot aangetroffen. Ook trad hier meer troebeling in de waterschijf op. Zoals in paragraaf 3.2.4 opgemerkt ontstond een drijvende strook van waterplanten doordat de grond onder wortelzone erodeerde. Na enige tijd worden dan de polvormige soorten achterloops en breken los.



Figuur 3-23 Het aantal hogere soorten planten dat is waargenomen op de oevers voor peilopzetten (april/ mei) en 4 maanden na peilopzetten (augustus 2022) en 1 jaar na peilopzetten (mei 2023) voor de drie locaties waarbij onderscheid is gemaakt in de behandeling polderpeil (referentie), slootpeil opzetten tot een drooglegging van 35cm-mv en tot 20cm-mv.

Samenvattend neemt binnen 4 maanden na peilopzetten het aantal soorten op de oever in alle locaties sterk af. De grassen en kruiden verdwijnen en de 'hardere' oeversoorten worden dominant. Eén jaar na peilopzetten is er op alle locaties een herstel zichtbaar waarbij 50% tot 74% van de oorspronkelijke

soorten aanwezig zijn. In den Hoek en Vlist het effect op de oevervegetatie bij een peilopzet naar 35cm drooglegging nagenoeg gelijk aan een peilopzet tot 20cm. Er zijn hier 5 tot 8 soorten uit de oorspronkelijke soortenrijke vegetatie van rond de 20 soorten teruggevonden na 4 maanden, wat zich herstelt naar ongeveer 10 soorten na 1 jaar.

Ondanks dat verwacht mag worden dat het aantal soorten zich herstelt is het oppervlakte fysieke habitat door inundatie en afkalving en erosie verloren gegaan. In Den Hoek blijft na inundatie een oever met 1:1,5 profiel over waardoor het gehele habitat voor planten van vochtige oevervegetaties is verdwenen. In Zuidbroek en Vlist, komt als gevolg van slootpeil opzetten een groot deel van de oever onder water te staan en blijft slechts een smalle strook oorspronkelijke oever over; minder dan 30 cm bij peilopzet tot 20 cm-mv en minder dan 50cm bij peilopzet tot 35 cm-mv. In Zuidbroek blijkt dat bij een geringe peilopzet van slechts 5cm een groter aandeel van het soortenspectrum behouden omdat de uitbreiding van het inundatie/ wateroppervlak in het oeverdeel beperkt is. Toch is bij slechts 5cm peilopzet na 4 maanden de afname aan soorten bijna 40% en na 1 jaar nog 25%. Naast de afname in soortenrijkdom wordt liesgras in toenemende mate dominant. Het is onduidelijk of de overgebleven lage kruidachtige voldoende krachtig zijn om in de komende jaren hun plek vast te houden ten opzichte van het dominante liesgras.

Een groot deel van het oorspronkelijke habitat, met een drooglegging die passend is voor de oorspronkelijke kruidenrijke vegetatie, gaat dus verloren door opzetten van het slootwaterpeil. De afname in vegetatie en stabiliteit van de oevers was in het veld zichtbaar en voelbaar. Een impressie van het effect op de oevers is getoond in Figuur 3-24. Kort na peilopzetten waren drijvende pollen in de sloot te zien. Gedurende het seizoen waren emissies van gasbellen langs de oever zichtbaar.



Figuur 3-24 Impressie van het effect van het opzetten van slootwaterpeil op de oevers op de drie onderzochte locaties.

3.3.2 Biodiversiteit greppels

Bij de start van de pilot is naast de oevervegetatie ook de vegetatie in zone van circa 2 meter langs de greppels beoordeeld. Tijdens de opname werd vastgesteld dat de vorm van de greppels verschilt tussen de drie locaties (Figuur 3-25). De te inunderen greppel op de locaties den Hoek en Zuidbroek had een accoladevormig profiel, wat inhoudt dat er aangrenzend aan de greppel een verlaagd maaiveld aanwezig is of de greppel centraal is gelegen in een perceel met een meer of mindere mate van holligging. De omvang van dit accoladeprofiel was in combinatie met de mate van holligging zichtbaar het grootste op locatie Zuidbroek wat tot een effectzone van lokaal meer dan 3 meter aan weerszijde

van de greppel leidde. Op de locatie in den Hoek was eveneens een accolade profiel aanwezig, echter hier was de effectzone kleiner met circa 1,0 tot 1,5 meter aan weerszijde van de greppel.

Op de locatie in Vlist was nauwelijks sprake van buiten de greppel tredend water na de inundatie. Dit komt voort uit de vrij gelijkmatig hoogteligging en een trapeziumvormig greppelprofiel. Tijdens de langdurig droge periode in de zomer van 2022 was de effectzone op de groei en frisheid van het gras hier goed zichtbaar (middelste foto Figuur 3-25).



Figuur 3-25 Foto's en ingetekende vorm van de greppels en de breedte van de effectzone op het perceel op de drie locaties.

De vegetatie was in alle gevallen in de uitgangssituatie voornamelijk gras dominant in een strook van circa 2 meter langs de greppel. In deze strook was in Den Hoek en Zuidbroek ook enige mate van zwarte bodem aanwezig door de afwezigheid van vegetatie. Dit is het gevolg van langdurig stagnerend water op de laagste delen en een minder effectieve greppelafwatering dan in Vlist westzijde. Het stagnerende water in de voorafgaande jaren heeft geleid tot een hogere dichtheid van de grassoorten geknikte vossenstaart en straatgras. De bezetting met kruiden was hier groter dan in de centrale perceeldelen, maar was nog steeds zeer beperkt met een bedekking kleiner dan 5%. De aanwezige kruiden waren overwegend tredplanten en planten die snel vestigen nadat de bodem geïnundeerd is geweest als: varkensgras, paarse dovenetel, waterpeper, vogelmuur, pinksterbloem en gewone hoornbloem. Op de locatie in Vlist was het grasbestand direct langs de greppel vrijwel gelijk aan de meer centrale perceeldelen. Het water treedt hier niet buiten de smalle strakke greppel.

In Zuidbroek is het effect van actieve greppelinfiltratie op de biodiversiteit in de greppel het grootste, wat voortkomt uit de grote holligging langs de greppel. Bij de accoladevormig greppels die worden geïnundeerd is de belangrijkste verandering een afname van productiegrassen en een toename van soorten als geknikte vossenstaart en gestreepte witbol. Op delen waar de vegetatie is verdwenen na langdurig inundatie vestigt zich na het droogvallen regelmatig straatgras en varkensgras. Op veel delen neemt waterpeper toe en op kale bodems zien we kruipende boterbloem, veldzuring en lokaal pinksterbloem toenemen.

In Vlist waar de greppel een trapeziumvormig profiel heeft is er vrijwel geen effect van actieve greppelinfiltratie op de vegetatie waarneembaar.

Naast vegetatie zijn ook waarnemingen aan fauna gedaan. In Vlist werd de greppel met actieve greppelinfiltratie gebruikt door juveniele groene kikkers vanaf juli 2022. In het voorjaar en de zomer van 2023 werden zowel groene kikkers als heikikkers vaker langs zowel de greppel als in de geïnundeerde oeverzone aangetroffen dan in het voorgaande jaar. Voor amfibieën lijkt de maatregel hier positief te werken.

Op de beide andere locaties zijn geen (jonge) kikkers waargenomen in de geïnundeerde greppels. In het eerste jaar zijn de greppels pas geïnundeerd na de paar, ei en aquatisch larvale periode van amfibieën. Het is mogelijk dat in de volgende jaren deze greppels ook gebruikt zullen worden door amfibieën tijdens de voortplantingsperiode.

In de nazomer en het najaar van 2022 en 2023 werd op vrijwel alle geïnundeerde greppels foerageren door steltlopers vastgesteld. De meest talrijk soort was de watersnip die in de doortrek periode (augustus- september) tijdens alle bezoeken met meerdere exemplaren werd aangetroffen. Incidenteel werden Kievit, oeverloper en witgat foeragerend op de inundatie greppel waargenomen.

In het voorjaar werden de geïnundeerde greppels niet gebruikt door weidevogels als vestigingshabitat of door kuikens van weidevogels. Geen van de pilot locaties was echter gelegen in deelgebieden met een hoge weidevogelstand. In zowel Zuidbroek als Vlist waren zelfs in het geheel geen weidevogels nabij de pilotlocaties aanwezig.

Vanuit de ecologie zijn verschillende kansen en knelpunten te benoemen:

knelpunt

- afname foerageergebied van weidevogelkuikens door inunderen van grote delen van de oevers en de hieruit voortkomende afname van bloeiende kruiden in de periode april-mei
- ruigere en structuurrijke oevers bevorderen inloop van bodempredatoren voor weidevogels onder dekking van de vegetatie;
- afkalven / eroderen oevers na peilopzet waardoor oppervlak voor insectenhabitat verloren gaat
- meer bagger en methaan verslechtert de waterkwaliteit (doorzicht, zuurstofgehalte, baggeraanwas) waardoor leefgebied voor aquatische fauna verslechterd
- lastig voor agrariërs om aan ANLb doelstellingen voor oeverbeheersoorten te kunnen voldoen

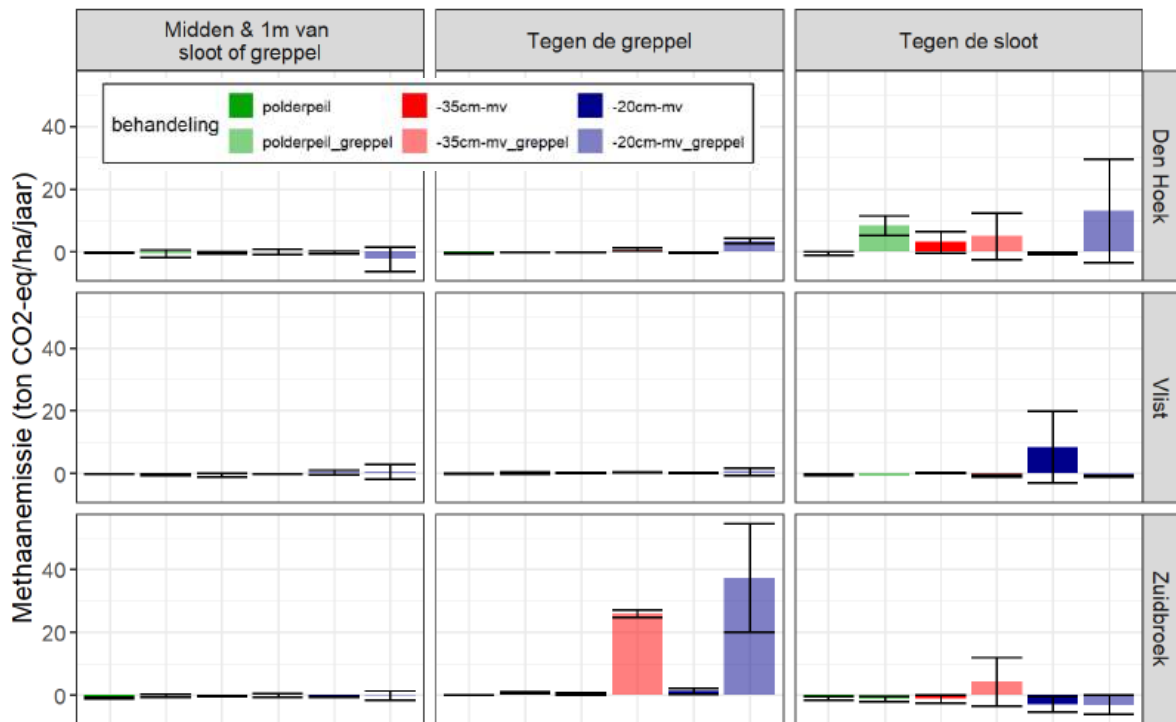
kansen

- meer beschut leefgebied voor aquatische fauna als vis- & amfibieënbroed, libellen larven en andere waterinsecten, waterslakken, etc. in de 'verdrongen oeverzone'.
- inunderende greppels kunnen voortplanting habitat voor amfibieën opleveren;
- hardere oeverplanten kunnen erosie van slootkanten beperken;
- extra potentieel broedbiotoop voor watervogels in de inunderende oeverzones.
- Inunderende greppels kunnen als plas-dras bij weidevogel vestiging en bij steltloper doortrek in het najaar fungeren;

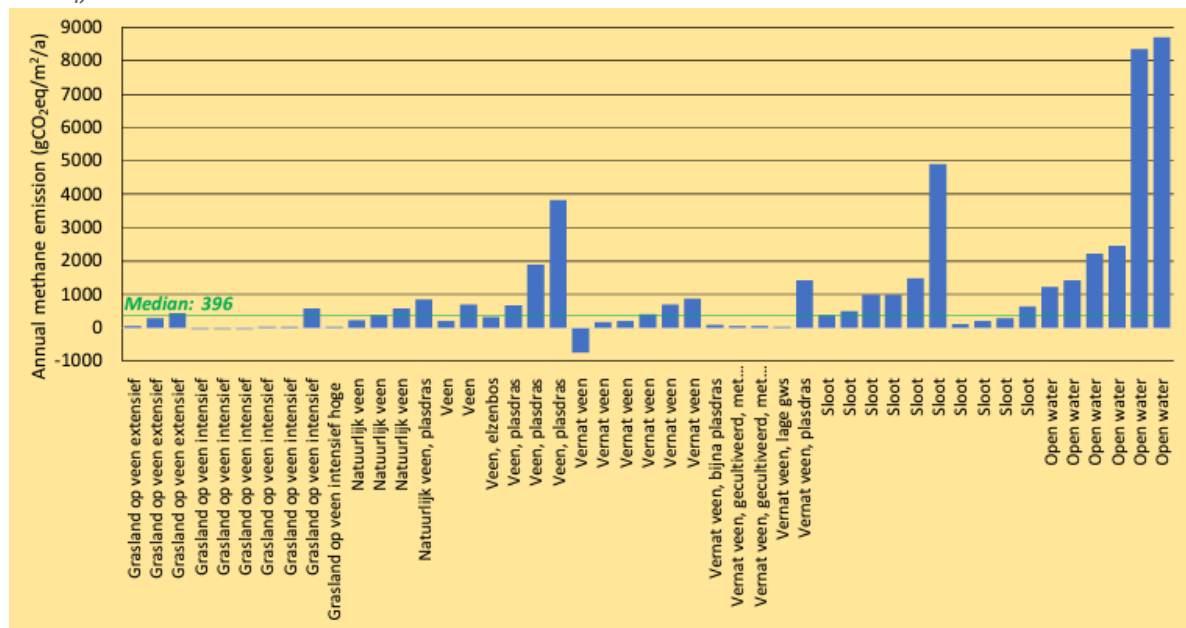
3.4 Invloed vernatten op methaanemissies

In de oever, greppel en perceel zijn methaan metingen uitgevoerd. Figuur 3-26 toont de gemeten methaanemissies omgerekend naar CO₂-equivalenten. Zoals verwacht mag worden zijn de methaanemissies het laagst in het midden van het perceel (links in Figuur 3-26). In de meeste gevallen was er midden op het perceel sprake van een negatieve emissie ofwel opname van methaan. Actieve greppelinfiltratie leidt in combinatie met slootpeil verhogen tot 35cm-mv en 20cm-mv tot verhoogde methaanemissies uit de greppelzone, vooral in Zuidbroek zijn hoge methaanemissies in de greppelzone gemeten. In Den Hoek en in mindere mate ook in Vlist leidt actieve greppelinfiltratie tot een kleine toename in de CH₄-emissies in de greppelzone. In Den Hoek, en in mindere mate in Vlist en Zuidbroek zorgt vernatting door slootpeil verhogen en actieve greppelinfiltratie voor verhoogde methaanemissies uit de oeverzone. De hoogste methaanemissies zijn gemeten in de brede accoladevormige greppelzone van Zuidbroek.

Het vastleggen van methaan, zoals gemeten in het midden van het perceel is sinds langere tijd een bekend fenomeen waarbij methaan geconsumeerd wordt door methanotrofe micro-organismen in de bodem onder zuurstofrijke omstandigheden (Lafleur, 2009; Reay et al., 2018). Methanogene micro-organismen produceren methaan onder zuurstofloze omstandigheden. Om organische moleculen af te breken hebben micro-organismen een elektronenacceptor nodig. De elektronenacceptor die het meest gunstig is, is zuurstof. Wanneer geen zuurstof de bodem kan binnendringen, wanneer deze bijvoorbeeld is verzadigd met water, gaan andere micro-organismen aan de slag om organische stof af te breken, in



Figuur 3-26 Methaanemissies gemeten in oktober 2023 voor locaties Den Hoek, Vlist en Zuidbroek, waarbij onderscheid is gemaakt tussen meetlocaties (i) in het midden van het perceel of 1m van de greppel/sloot; (ii) tegen de greppel; en (iii) tegen de sloot. Methaan-emissies zijn omgerekend naar CO₂-equivalenten (1kg methaan = 25 kg CO₂-eq).



Figuur 3-27 Variatie in methaanemissies zoals gerapporteerd door Jacobs et al., 2020 op basis van verschillende studies. Door de eenheid van g CO₂-eq/m²/jr te delen door 100 krijg je de methaanemissie uitgedrukt in ton CO₂-eq/ha/jaar.

volgorde van energetisch meest gunstige is dit zuurstof, nitraat, mangaan (IV), ijzer(III), sulfaat en als laatste CO₂. Als CO₂ wordt gebruikt voor de afbraak komt methaan vrij, dit wordt methanogenese genoemd. Als de omstandigheden zuurstofloos blijven, wordt op den duur methaan tot vlakbij het bodemoppervlak geproduceerd. Temperatuur speelt ook een belangrijke rol bij de productie van methaan, omdat temperatuur de snelheid beïnvloedt waarmee micro-organismen methaan kunnen produceren of consumeren (Abdalla et al., 2016; Lafleur, 2009; Reay et al., 2018).

De lokaal gemeten methaanemissies in de greppelzone in Zuidbroek (25 en 38 ton CO₂-eq/ha) zijn hoog tot vergelijkbaar met metingen op verschillende plasdras veenpercelen (Figuur 3-27, Jacobs et al., 2020). Omdat de methaanemissie langs de sloot/greppel en op het midden van het perceel sterk verschillen, is het lastig om een gemiddelde emissie voor het hele perceel te bepalen. Gemiddeld zou kunnen worden gesteld dat de gemeten emissies van dezelfde orde grootte zijn als de mediane methaan emissie 6.7 ton CO₂-eq/ha/jaar voor natte tot zeer natte graslanden op veen in Nederland, Duitsland en België (Jacobs et al., 2020). De variatie tussen de metingen was in die studie echter ook groot. Een relatief dunne aerobe laag met een (jaar of seizoens) gemiddelde dikte in de orde van 10-20 cm lijkt voldoende te zijn om de methaanemissie aanzienlijk te reduceren of te voorkomen (Höper et al. 2008).

De methaanemissie zijn eenmalig gemeten onder natte condities (vrijwel overal was de grondwaterstand ondieper dan 20 cm onder maaiveld ten tijde van de meting). De metingen vonden plaats in oktober. Het is dus goed mogelijk dat in de warmere zomermaanden de emissies hoger zijn op de locaties die dan nat zijn. Couwenberg et al. (2011) vonden een sterke toename in methaanemissies wanneer de gemiddelde grondwaterstand ondieper was dan 20cm onder maaiveld. In de situatie waar jaarrond de grondwaterstand ondieper is dan 20cm-mv zoals bij actieve greppelinfiltratie in de greppels in Zuidbroek het geval is, zal er jaarrond methaanemissies uit deze zone plaatsvinden.

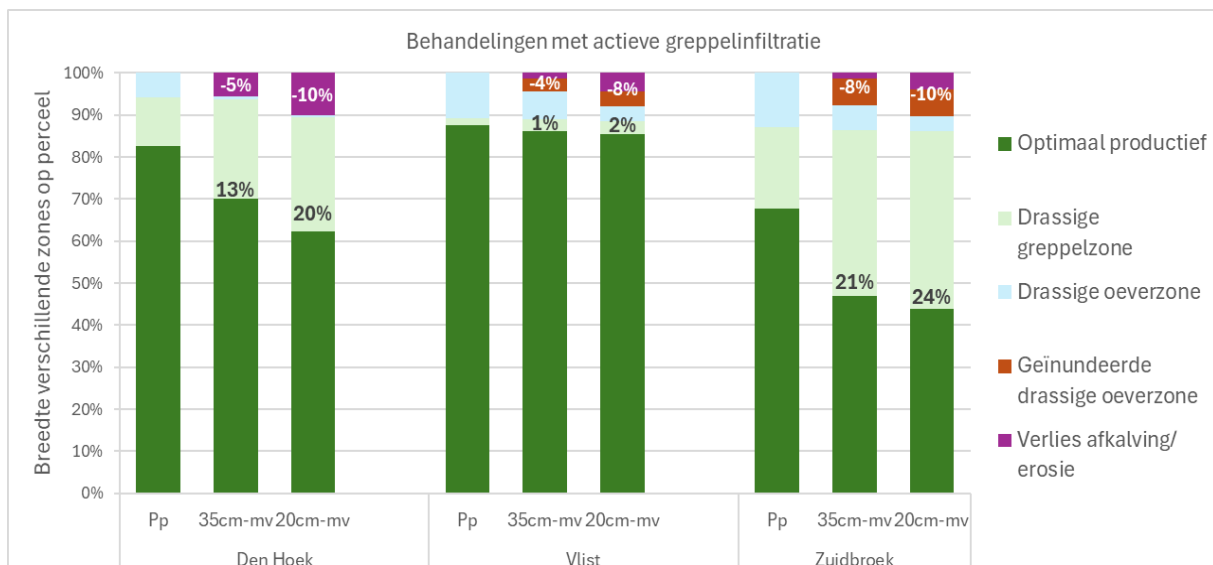
Een belangrijk punt van deze studie is dat de breedte van de vochtige en natte zones toeneemt bij vernattingsmaatregelen. Door opzetten slootpeil, wordt de sloot breder en schuift de oeverzone op richting het perceel. Een bredere zone wordt vochtiger. De vorm van de originele oever is belangrijk voor het oppervlak van het perceel dat door de maatregel wordt beïnvloed; een brede verzakte oever met flauw talud zal sterker worden beïnvloed dan een steilere oever. Hetzelfde geldt bij actieve greppelinfiltratie; waar het perceel enigszins hol ligt en de greppel een brede accoladevorm heeft, zal actieve greppelinfiltratie effect hebben op een veel bredere zone dan op smalle trapeziumvormige greppels.

4 Beleidsaanbevelingen

Streefwaarden wat betreft de te bereiken grondwaterstand zouden als leidraad moeten dienen en kunnen niet als harde eis worden opgegeven door de grote variatie in grondwaterstand in ruimte en tijd. Algemene doelen om de grondwaterstand in het veenweidegebied te verhogen kunnen alleen worden bereikt met maatwerk maatregelen per perceel.

Wanneer hogere slootpeilen en actieve greppelinfiltratie de grondwaterstand effectief verhogen heeft dit onherroepelijk effect op de agrarische gebruikswaarde van het perceel waarbij onderscheid moet worden gemaakt tussen het verloren gaan van agrarische gebruiksruijme door afkalving en inundatie en een verandering van agrarische gebruikswaarde door nattere/ vochtigere omstandigheden. Bij een slootpeil van 35cm-mv drooglegging ging gemiddeld op de drie locaties in de Krimpenerwaard 5% agrarisch land verloren voor productie (Figuur 4-1). Bij een drooglegging van 20cm-mv was dit 10%. Bij afkalving van oevers gaat door landverlies opbrengst en mestplaatsingsruimte verloren. Als gevolg van inundatie van de (verzakte) oeverzone gaat alleen opbrengst verloren.

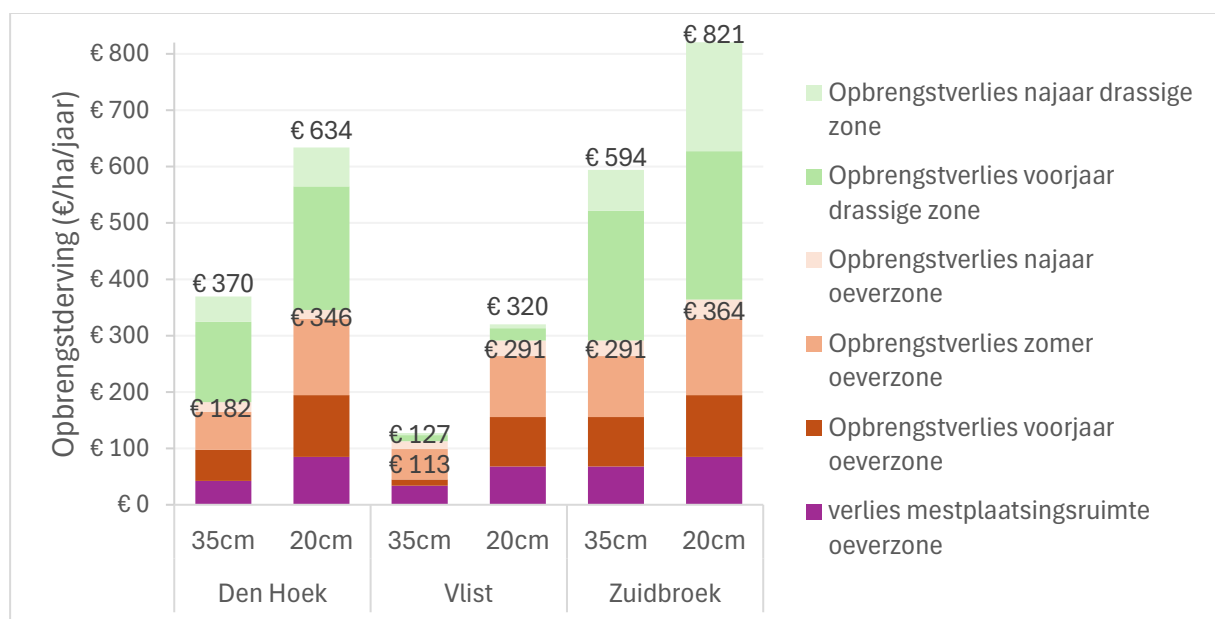
De verandering van agrarische gebruikswaarde door nattere/ vochtigere omstandigheden is afhankelijk van de morfologie van greppel en oever. Tot 24% van het perceel kan natter/ vochtiger worden door slootpeil verhogen in combinatie met actieve greppelinfiltratie. De (bruto) grasproductie gaat hierdoor naar verwachting in drogere zomers eerder omhoog dan omlaag. De draagkracht en gewaskwaliteit neemt echter af. Deze veranderende omstandigheden hebben gevolgen voor de netto grasproductie. Die zal lager worden naargelang de draagkracht verminderd. Gras zal in sommige gevallen wel kunnen groeien en niet meer geoogst kunnen worden. En als het al wel lukt zal de kwaliteit lager zijn. De betere productiegroessen houden niet van te natte omstandigheden.



Figuur 4-1 Relatieve breedte van verschillende zones binnen een perceel, waarbij onderscheid is gemaakt tussen optimaal agrarisch productief, drassige greppelzone, drassige oeverzone, Drassige oeverzone die is geïndeundeerd als gevolg van peilopzetten en afkalving. Zie tekst 3.2.5 voor nadere uitleg. De percentages verwijzen naar verlies agrarisch productiepotentieel (afkalving en inundatie) en naar toename areaal dat natter wordt door de maatregelen opzetten slootpeil en actieve greppelinfiltratie (verschil drassige greppelzone en oeverzone met de referentie).

Vernatting vraagt om agrarische management keuzes wat betreft het verder optimaliseren van gewaskeuze (gras/ kruiden), machinegebruik (lichtere machines en met gebruikmaking van drukwisselsystemen om bodemdruk te beperken), beweidingsdruk (minder GVE/ha/dag) en de ontsluiting via extra kavelpaden.

Om onder nattere omstandigheden te kunnen blijven boeren hebben agrariërs toekomstperspectief nodig. Dit is een verdienmodel dat niet allen is gebaseerd op melkopbrengst, maar waar maatschappelijke diensten onderdeel zijn van de beloningsstructuur. Dit is onder meer compensatie voor gemaakte kosten en gedeelde inkomsten. Op basis van de resultaten van de pilot is een grove inschatting gemaakt van de vergoeding per hectare. Bij een drooglegging van 35 cm-mv is dit gemiddeld 363 €/ha (bandbreedte: 127 tot 594 €/ha) en bij een drooglegging van 20 cm-mv gemiddeld 592 €/ha (bandbreedte 320 tot 821 €/ha). Bij Den Hoek en Zuidbroek is ongeveer 50% van de gedeelde inkomsten het gevolg van verlies van de oeverzone (5-10% van het perceeloppervlak) en de andere 50% door verlies draagkracht (13 tot 24% van het perceeloppervlak). De aanname is dat door verlies aan draagkracht het gras op het drassig geworden deel van het perceel niet geoogst kan worden in het voor- en najaar.



Figuur 4-2 Inschatting van de inkomstderving als gevolg van de vernattingsmaatregelen verhogen slootpeil en actieve greppelinfiltratie. Onderscheid is gemaakt tussen enerzijds verlies aan grasproductie en mestplaatsingsruimte als gevolg van het blijvend verloren gaan van de oeverzone (paars en oranje, en de som van deze posten is weergegeven in het onderste bedrag) en anderzijds het verlies aan draagkracht en de aanname dat op dit deel van het perceel het gewas niet geoogst zou kunnen worden (licht groen).

Met agrarisch natuurbeheer wordt met botanische weideranden gestuurd op een hoge terrestrische biodiversiteit van grassen en kruiden. Door hogere slootpeilen schuift de oeverzone op richting het (bemeste) perceel en verdringen grassen en kruiden. Wanneer slootpeilen hoger en meer flexibel worden, is sturing nodig op inundatietolerante soorten op en in de oever.

Voordat vernattingsmaatregelen grootschalig worden uitgerold moet er een concreet plan zijn wat betreft:

- Breed afwegingskader welke vernattingsmaatregel waar effectief is;
- Toekomstperspectief (onder meer compensatie) voor agrariërs;
- Begeleiding agrariër in de transitie van hun agrarisch bedrijfsvoering die nodig is om onder nattere omstandigheden te kunnen blijven boeren;
- Onderzoek naar methaanemissies om afwenteling te voorkomen waarbij maatregelen die CO₂ emissies beperken leiden tot verhoogde methaanemissies.

5 Conclusies

De vernattingsmaatregelen 'slootpeil verhogen' en 'actieve greppelinfiltratie' hebben een positief effect op het verhogen van de grondwaterstand en met name op het voorkomen van het uitzakken van de grondwaterstand in de droge zomerperiode. De effectiviteit van elk van beide maatregelen is echter sterk afhankelijk van de uitgangssituatie en kan niet los worden gezien van het verlies aan draagkracht van het perceel (inclusief greppel- en oeverzone), het verlies aan stabiliteit van de oever en het zichtbaar afkalven van de oever. Slootpeil verhogen leidt (tijdelijk?) tot een verlies aan biodiversiteit op de oever. De biodiversiteit op oeverzones waar jarenlang in is geïnvesteerd met agrarisch natuur en landschapsbeheer (ANLb) kan binnen enkele maanden verloren gaan. Daarnaast kunnen deze zones grotendeels inunderen of afkalven waardoor nieuwe delen van het, tot dan toe bemeste perceel, de nieuwe oeverzone worden. Dit vertraagt het herstel van de biodiversiteit en kan de waterkwaliteit beïnvloeden. Ook een beperkte of geleidelijke verhoging van het slootpeil had een negatief effect op biodiversiteit en agrarische gebruikswaarde van de oeverzone. Actieve greppelinfiltratie leidt echter tot greppelzones waar de biodiversiteit lokaal groter wordt en interessante biotopen ontstaan voor steltlopers en amfibieën. Het verhogen van de grondwaterstand heeft na 1 jaar geen tot een positief effect op de totale drogestofopbrengst. De voederwaarde neemt af door een hogere grondwaterstand. Pas wanneer de grondwaterstand gedurende het groeiseizoen langdurig tot minder dan 15cm onder maaiveld staat wordt de opbrengst op het perceel negatief beïnvloed. De breedte van het agrarisch productief areaal wordt kleiner door de vernattingsmaatregelen. Een deel gaat verloren door afkalving of inundatie van de oeverzone (tot 10% van het areaal) en een deel wordt natter/ vochtiger (tot 25% van het areaal) Op het deel van het areaal waar de grondwaterstand langdurig tot minder dan ongeveer 15cm onder maaiveld staat, neemt de methaanemissie lokaal sterk toe. De erosie van oevers en de extra aanwas van bagger in de sloot leidt naar verwachting ook tot hogere methaanemissies uit de sloot.

De conclusie van dit onderzoek is dat vernattingsmaatregelen in het agrarisch beheerde veenweide cultuurlandschap van de Krimpenerwaard effectief zijn voor het verhogen van de grondwaterstand en het beperken van de mate waarin de grondwaterstand in de zomermaanden uitzakt, maar dat de effectiviteit afhankelijk is van de lokale omstandigheden en dat tegelijkertijd deze maatregelen ook leiden tot (tijdelijke?) afwenteling op biodiversiteit en het blijvend verloren gaan van de agrarische gebruikswaarde van het perceel. Vernatting van het veenweide is geen duizend dingen doekje

Literatuur

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 25 november 2022, Brief Water en Bodem sturend, kenmerk, IENW/BSK-2022/283041

Holshof, Vellinga, Beuving (1994) Vertrapping en grasaanbod op veengrasland met een slechte draagkracht. (PR rapport 153) Proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij (PR), Lelystad.

Schils, R., van Dixhoorn, I., van Eekeren, N., Hoekstra, N., Holshof, G., Hoving, I., Zom, R. (2019). Bouwstenen Beweiding. Amazing Grazing.

Terlouw 2022, 20221117 GLB Pilot "Met agrarisch waterbeheer werken aan bodemdaling, klimaat waterkwaliteit en biodiversiteit"; (Jaar)rapportage onderdeel: "Ontwikkeling oevervegetatie bij peilopzet sloten Krimpenerwaard, 2022. Bui-TeGewoon, BTG.RAPP.2022/48

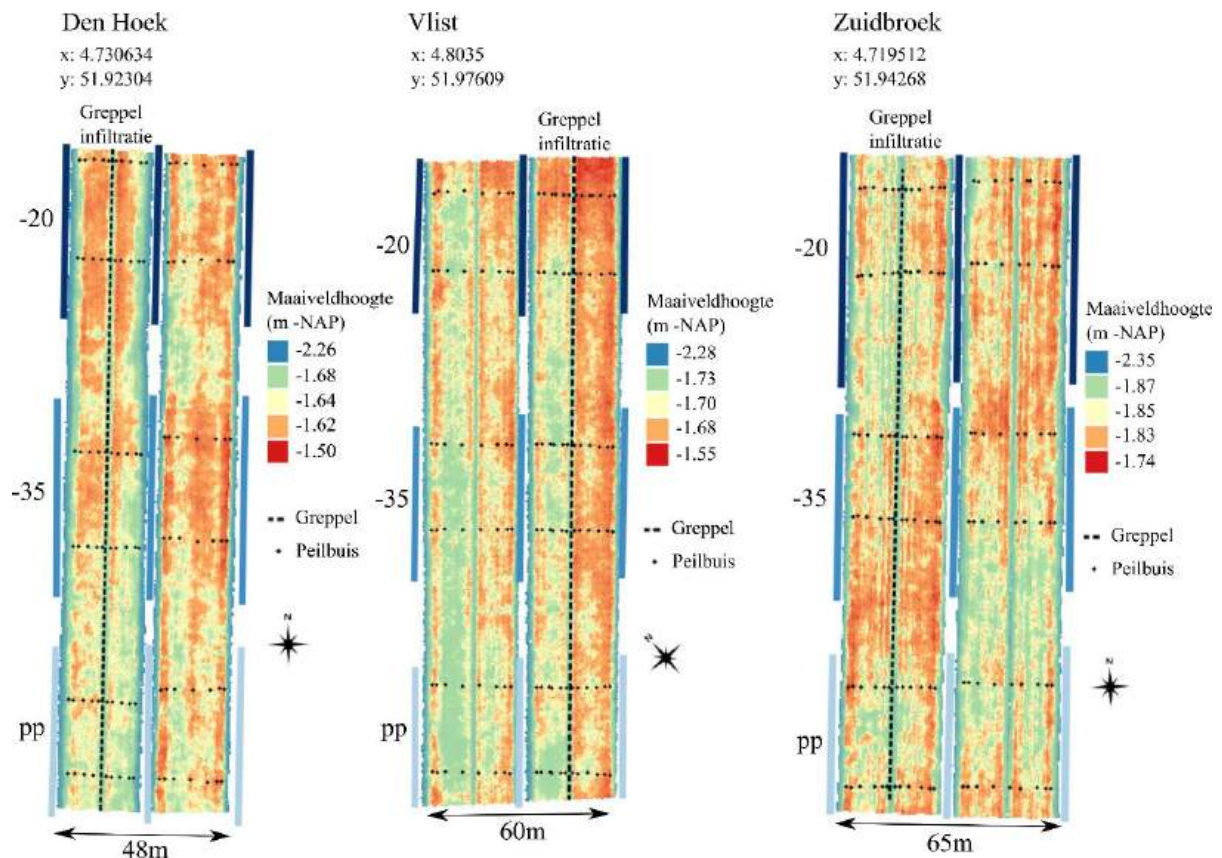
Terlouw 2023, 20231130 GLB Pilot "Met agrarisch waterbeheer werken aan bodemdaling, klimaat waterkwaliteit en biodiversiteit"; (Jaar)rapportage onderdeel: "Ontwikkeling oevervegetatie bij peilopzet sloten Krimpenerwaard, 2023. Bui-TeGewoon, BTG.RAPP.2023/61

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2020) Stop bodemdaling in veenweidegebieden, het groene hart als voorbeeld.

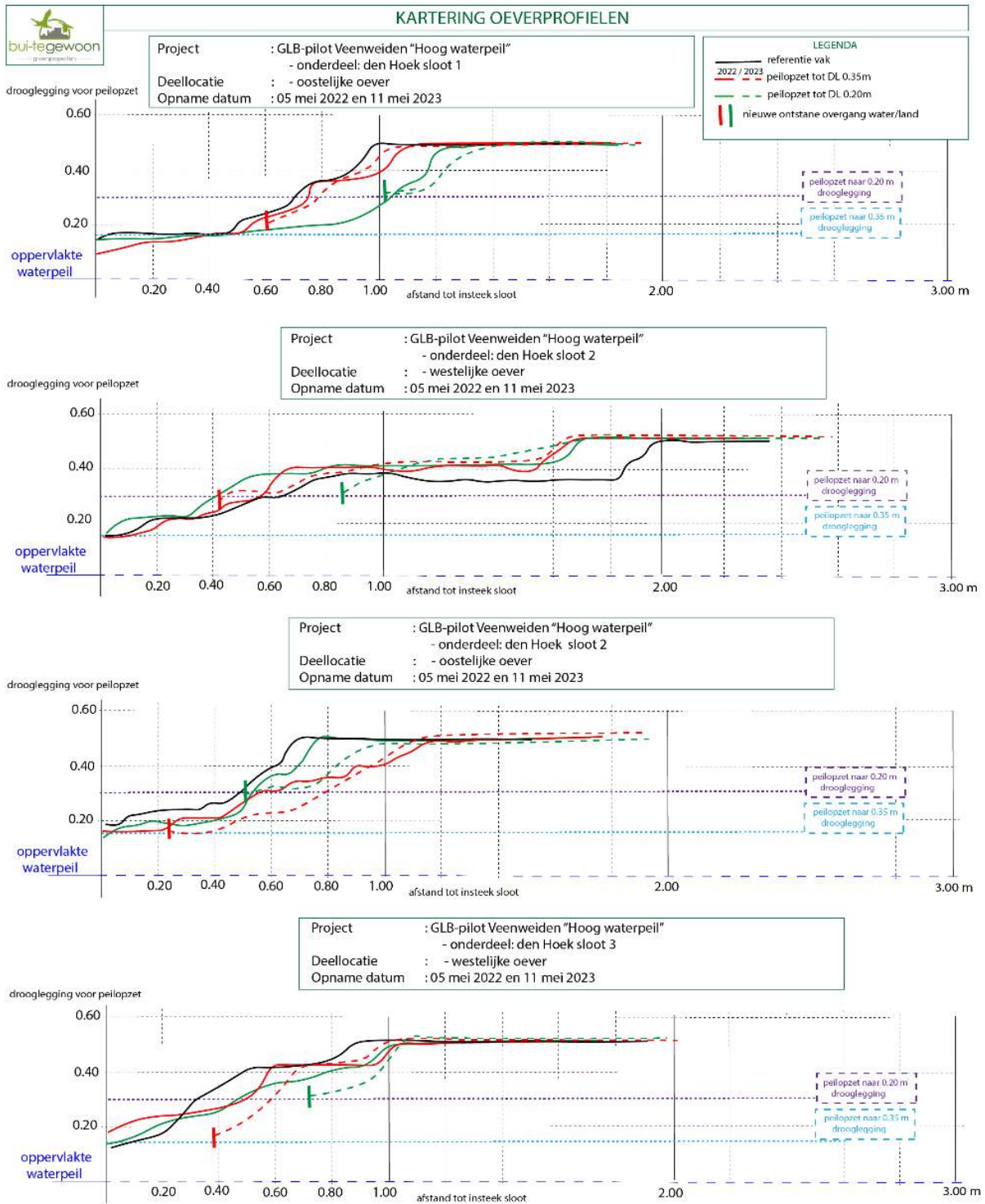
Couwenberg, J., A. Thiele, F. Tanneberger, J. Augustin, S. Bärtsch, D. Dubovik, N. Liashchynskaya, D. Michaelis, M. Minke, A. Skuratovich, and H. Joosten (2011). Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia*, 674, 67-89.

Jacobs, C. M. J., Kruijt, B., & Veraart, J. A. (2020). Mogelijke methaanuitstoot bij vernatting van natuurgebieden op organische bodems-Een beperkte literatuurstudie: Technische memo. Wageningen University & Research.

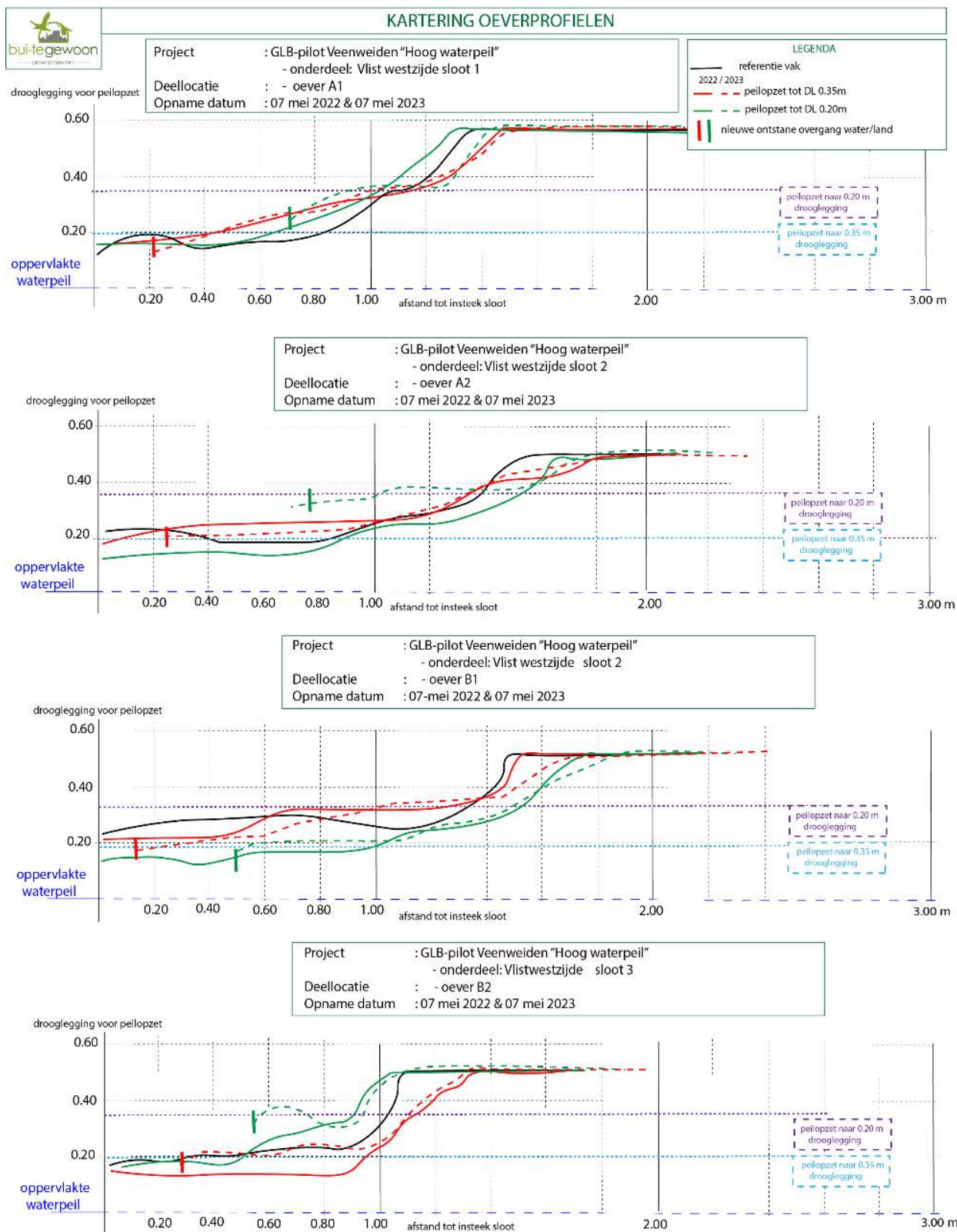
Bijlage I Details drie locaties



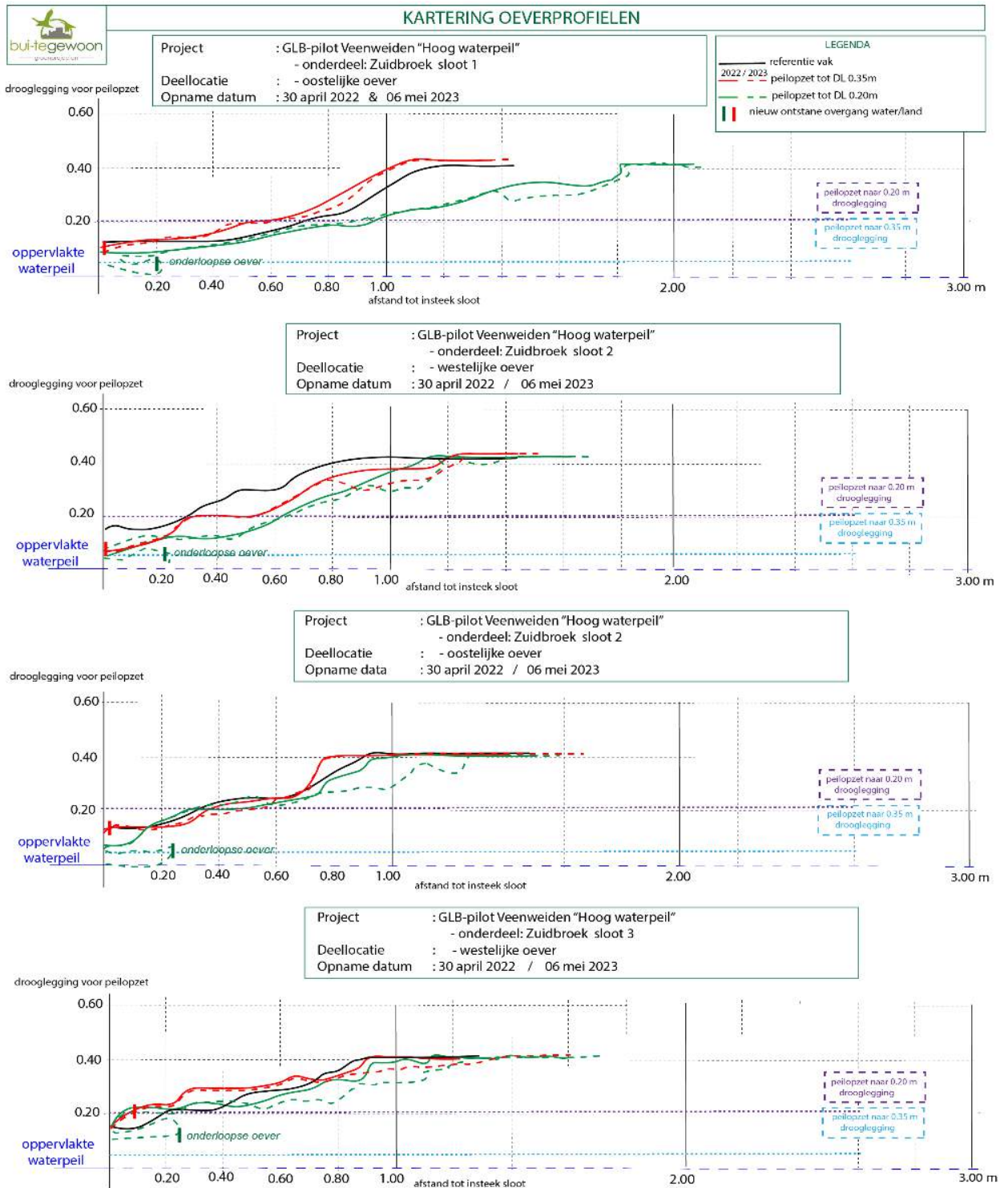
Figuur S1-1 Proefopzet. De getallen links van de percelen refereren naar de drooglegging (cm -mv). Op één van de twee percelen is een greppel aanwezig waar actief water in wordt gepompt wanneer nodig (perceel met greppelinfiltratie). Peilbuizen zijn geplaatst in raaien (2 raaien per behandeling, i.e. combinatie van greppelinfiltratie en drooglegging). Coördinaten geven het middelpunt van de percelen aan in een WSG1984 (epsg:4326) projectie.



Figuur S1-2 Oeverprofielen voor peilopzet locatie Den Hoek

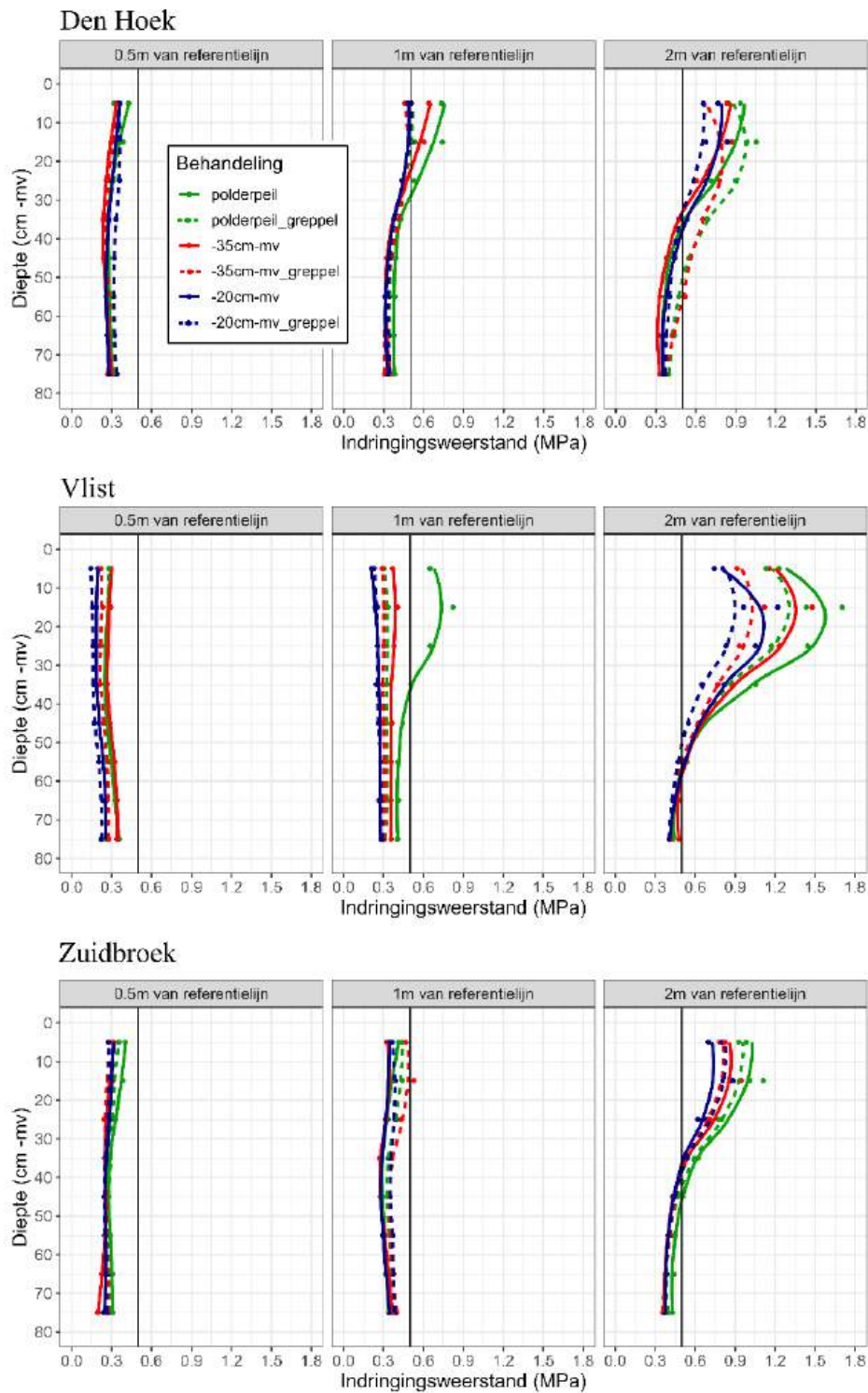


Figuur S1-3 Oeverprofielen voor peilopzet locatie Vlist westzijde



Figuur S1-4 Oeverprofielen voor peilopzet locatie Zuidbroek

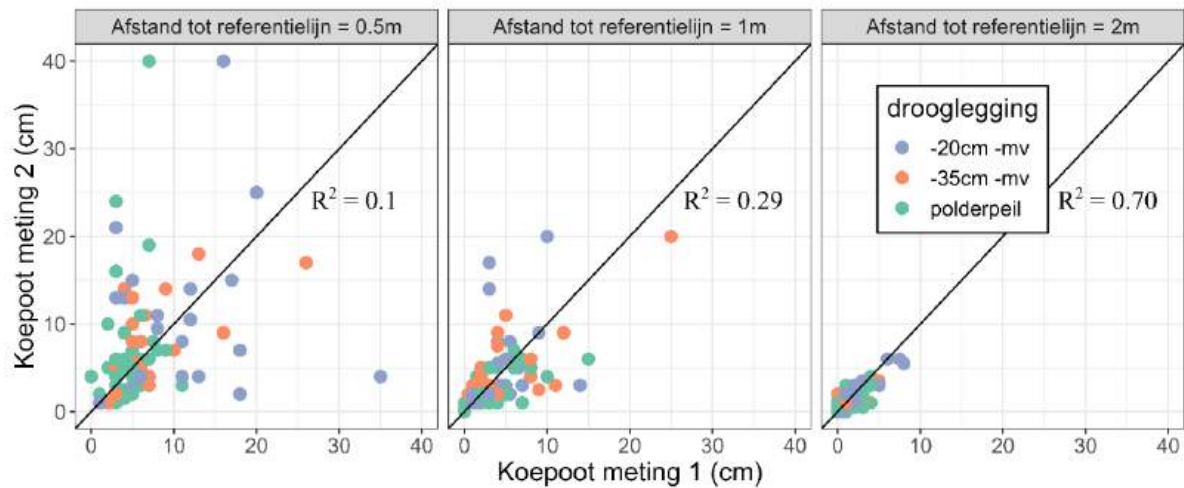
Bijlage II Draagkracht metingen juni 2022



Figuur S2-1 Indringingsweerstand van de oever (x-as) over de diepte (y-as) ten opzichte van maaiveld, als gemeten met de penetrometer in juni 2022 bij verschillende afstanden ten opzichte van de oorspronkelijke waterlijn (0.5, 1 en 2m van de referentielijn). De kleuren geven de verschillende behandelingen aan (combinatie van drooglegging en greppelinfiltratie). De verticale zwarte lijn geeft de gehanteerde streefwaarde aan voor beweiden (0.5MPa)

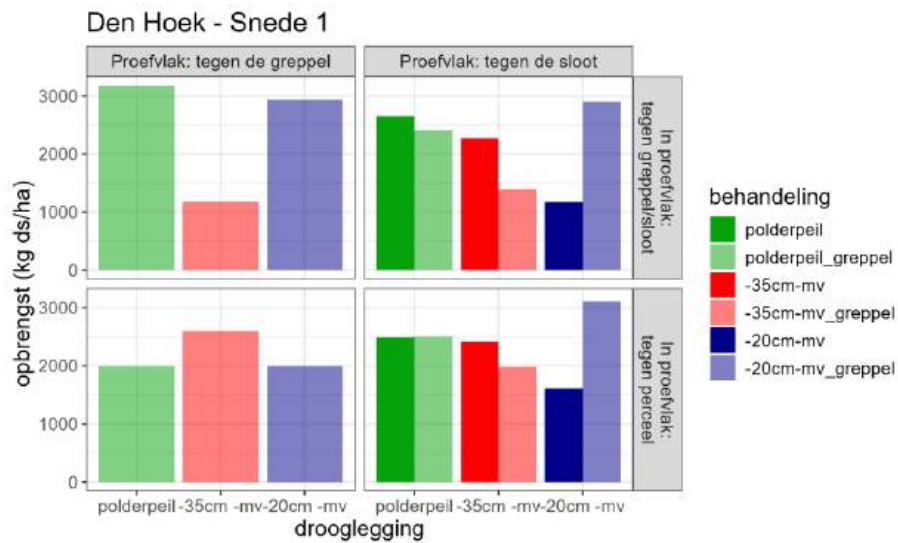
Bijlage III Koepootmethode

- Naast penetrometer is ook de koepootmethode onderzocht
- Methode blijkt onbetrouwbaar bij de afstanden 0.5m en 1m tot referentielijn. Bij 2m tot referentielijn is het beter, o.a. door lagere indringingsweerstand (stabiliteit is hoger).
- Aanbevolen wordt om koepootmethode niet meer toe te passen en alleen verder te gaan met penetrometer (die ook inzicht geeft in indringingsweerstand in diepere bodemlagen)

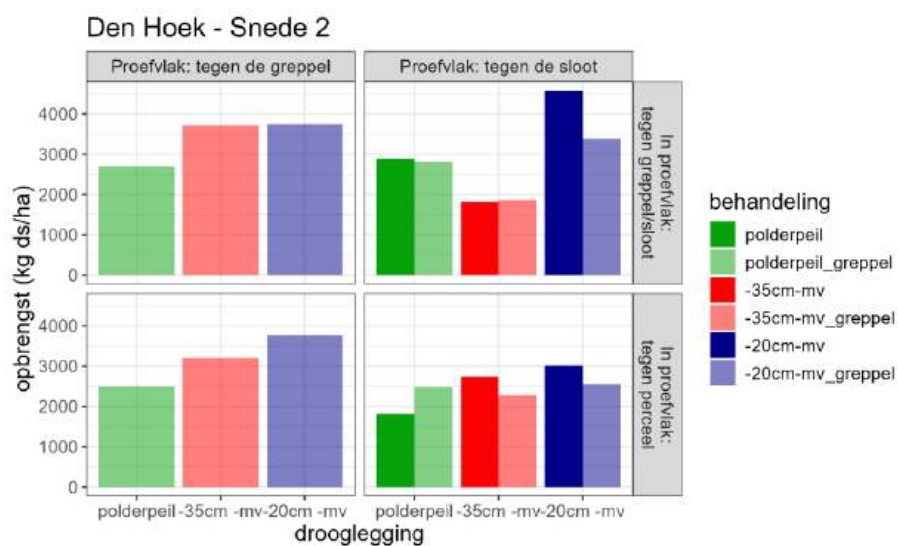


Figuur S3-1 Duplo metingen van de koepootmethode tegenover elkaar uitgezet bij verschillende afstanden tot de referentielijn. De zwarte lijn is de 1:1 lijn. Een methode is betrouwbaar als de punten op de 1:1 lijn liggen, wat wil zeggen dat de eerste meting precies dezelfde waarde geeft als de tweede meting

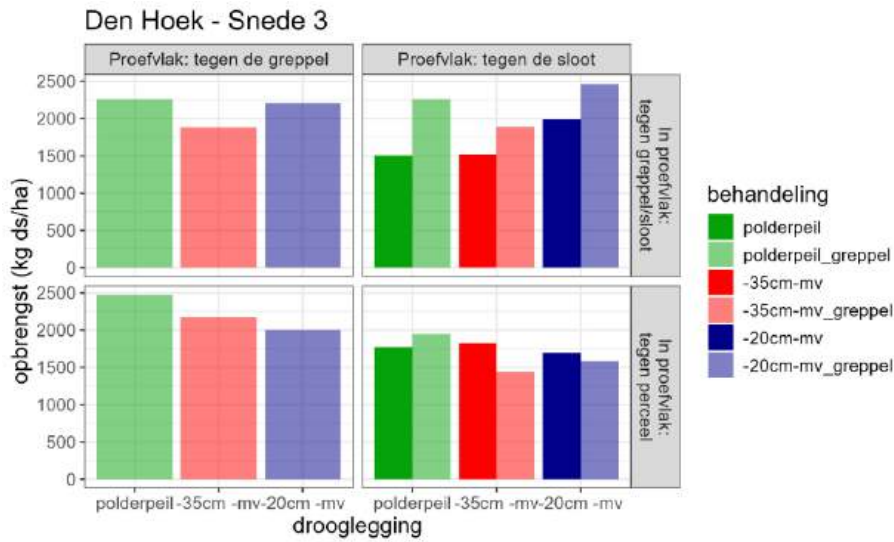
Bijlage IV Grasopbrengst



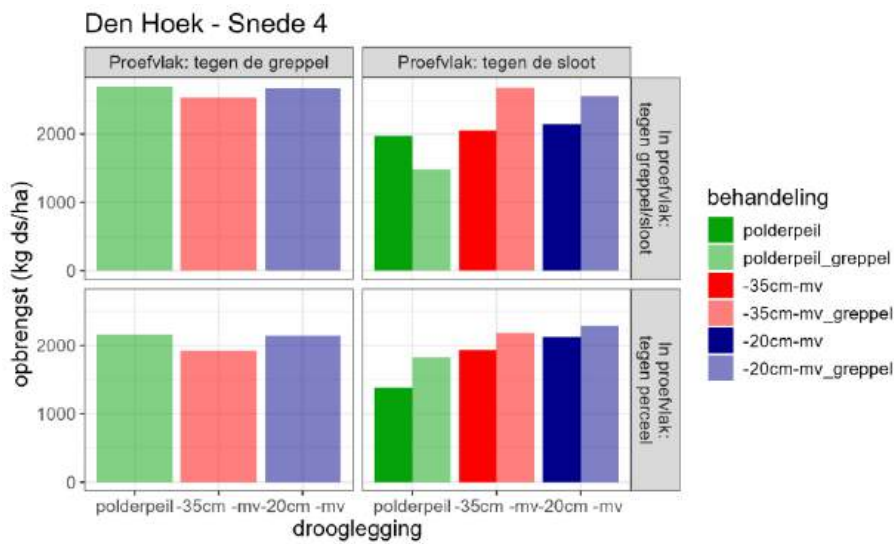
Figuur S4-1 Grasopbrengsten locatie Den Hoek, 1^e snede



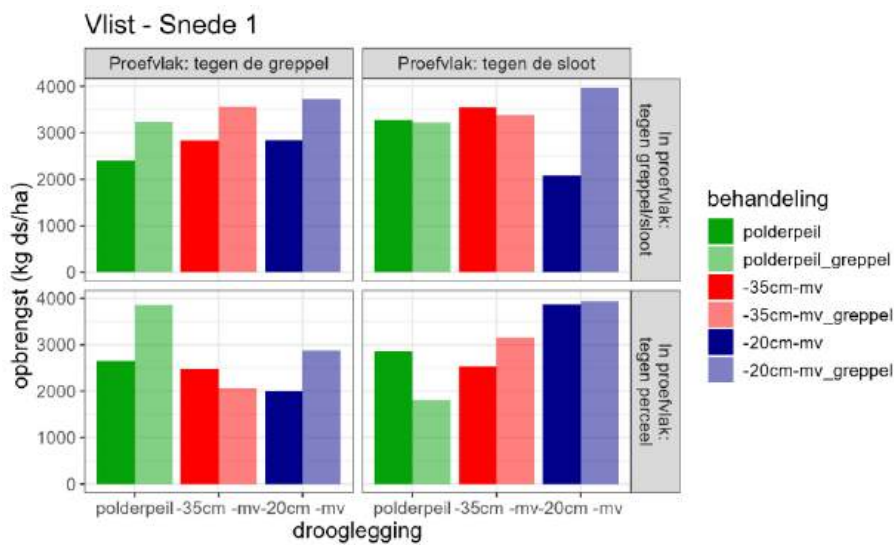
Figuur S4-2 Grasopbrengsten locatie Den Hoek, 2^e snede



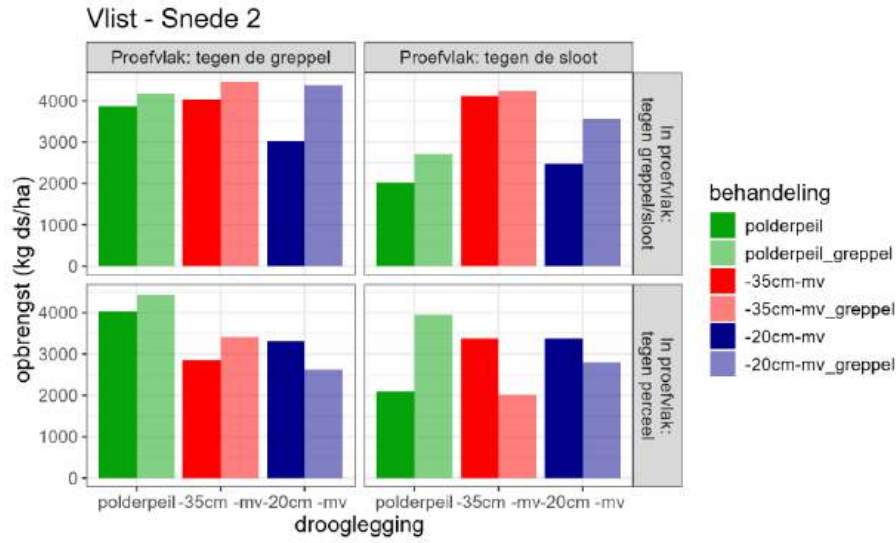
Figuur S4- 3 Grasopbrengsten locatie Den Hoek, 3^e snede



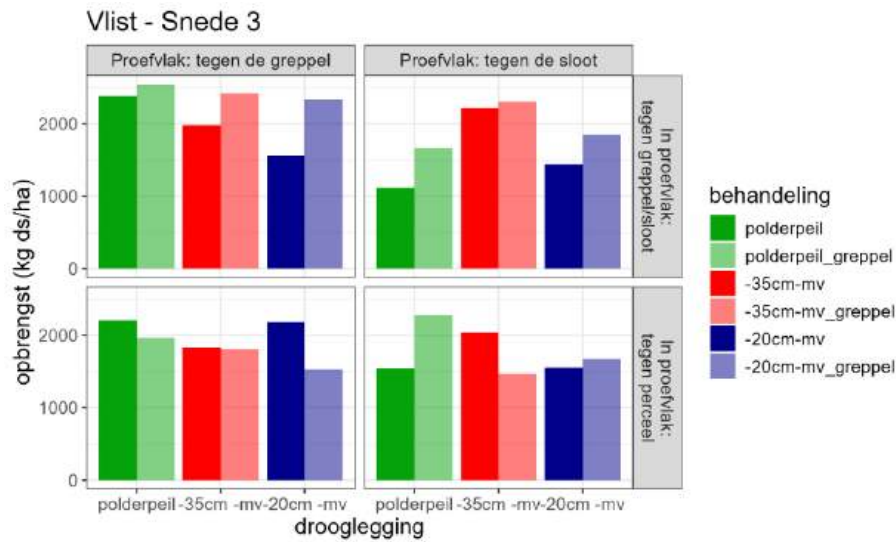
Figuur S4- 4 Grasopbrengsten locatie Den Hoek, 4^e snede



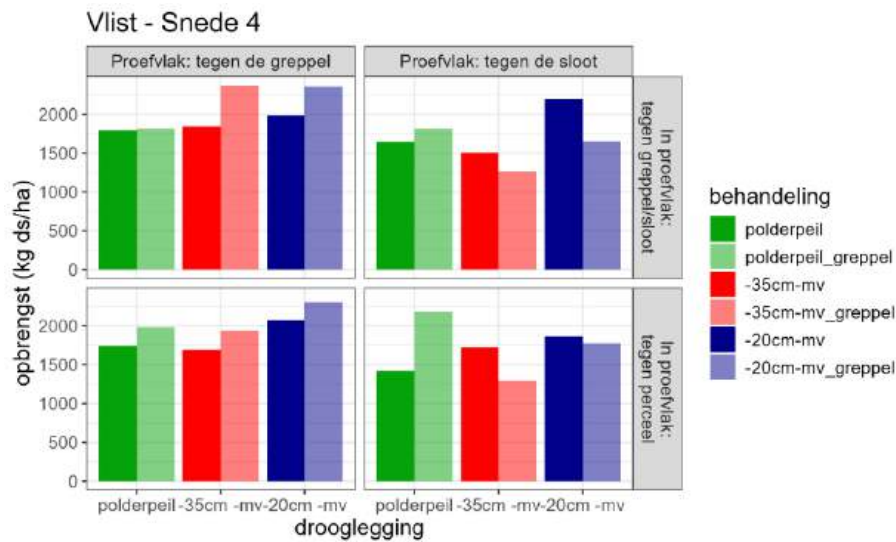
Figuur S4-5 Grasopbrengsten locatie Vlist, 1^e snede



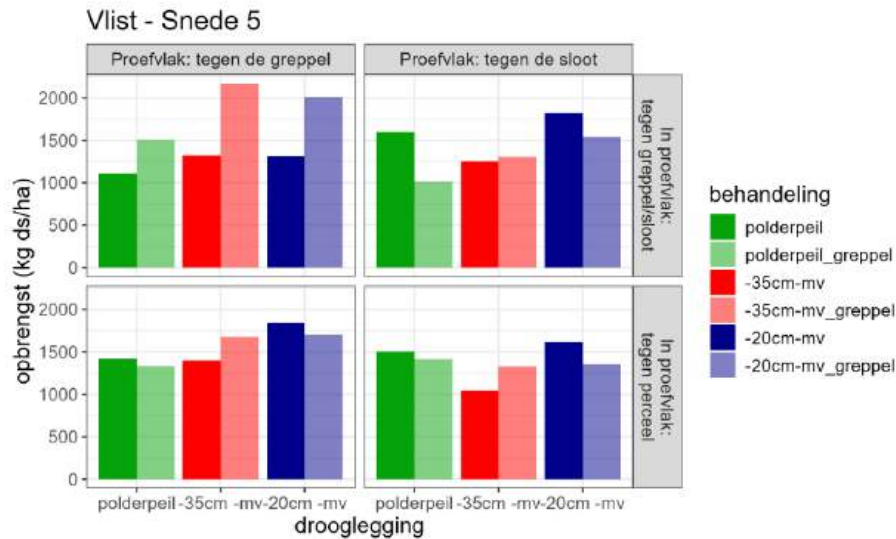
Figuur S4-6 Grasopbrengsten locatie Vlist, 2e snede



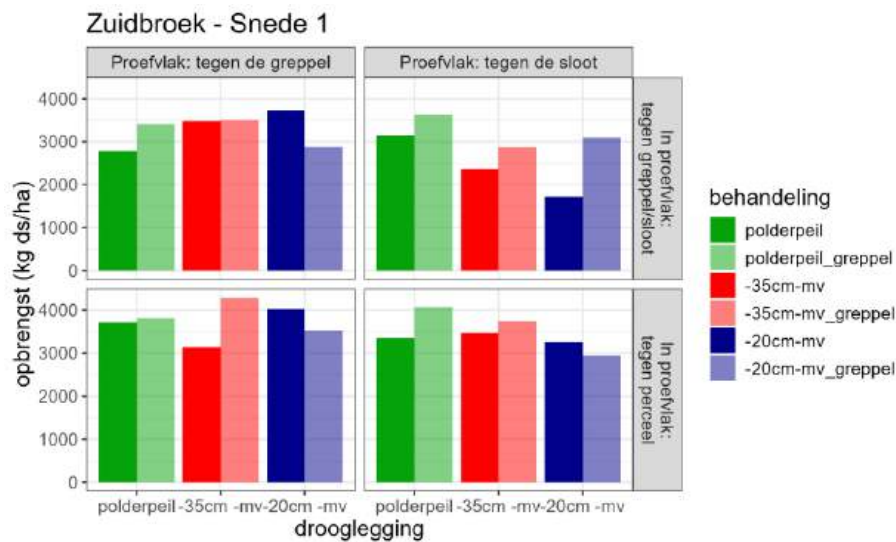
Figuur S4-7 Grasopbrengsten locatie Vlist, 3^e snede



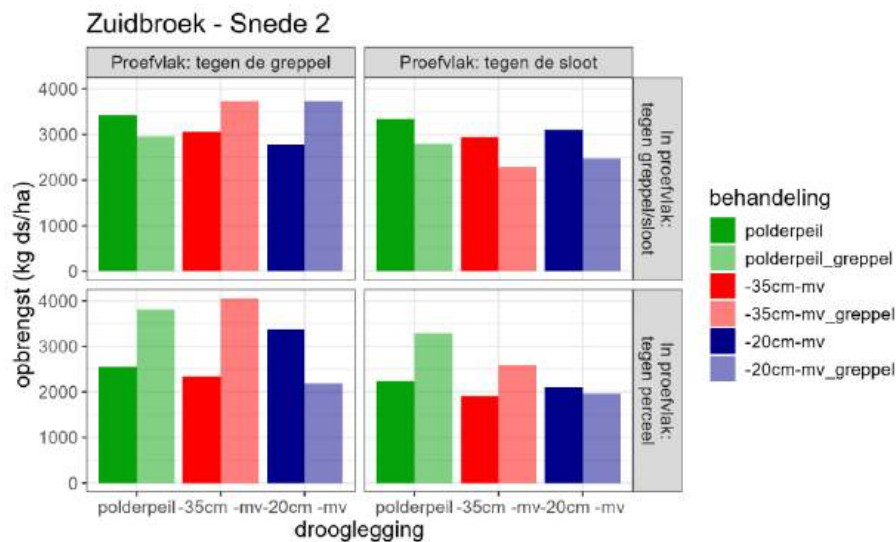
Figuur S4-8 Grasopbrengsten locatie Vlist, 4^e snede



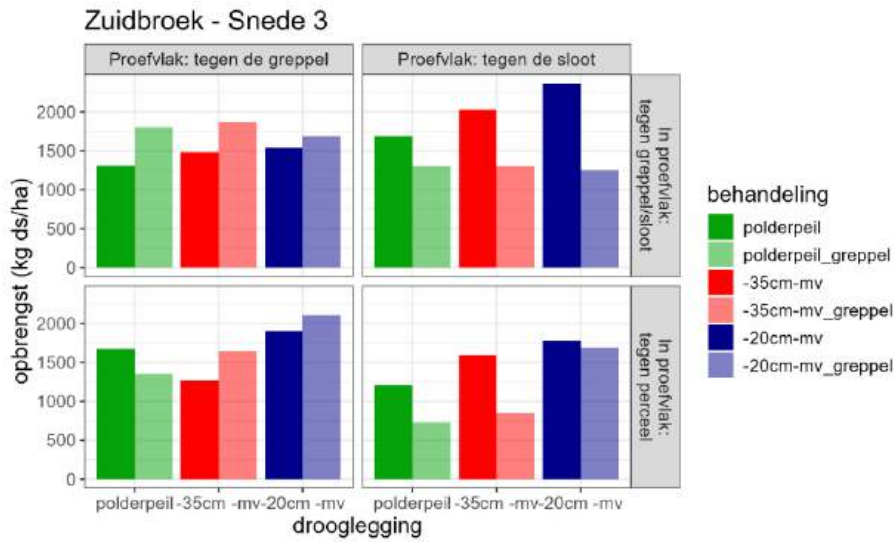
Figuur S4-9 Grasopbrengsten locatie Vlist, 5^e snede



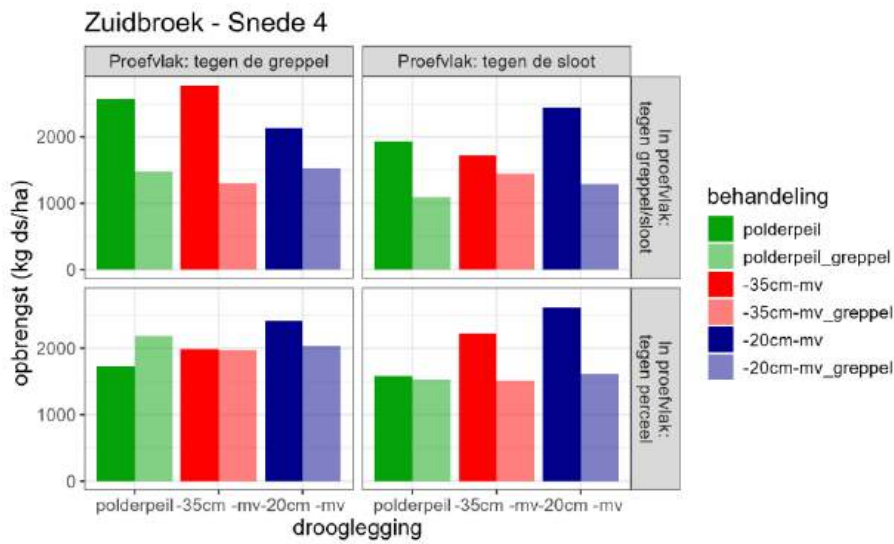
Figuur S4-10 Grasopbrengsten locatie Zuidbroek, 1^e snede



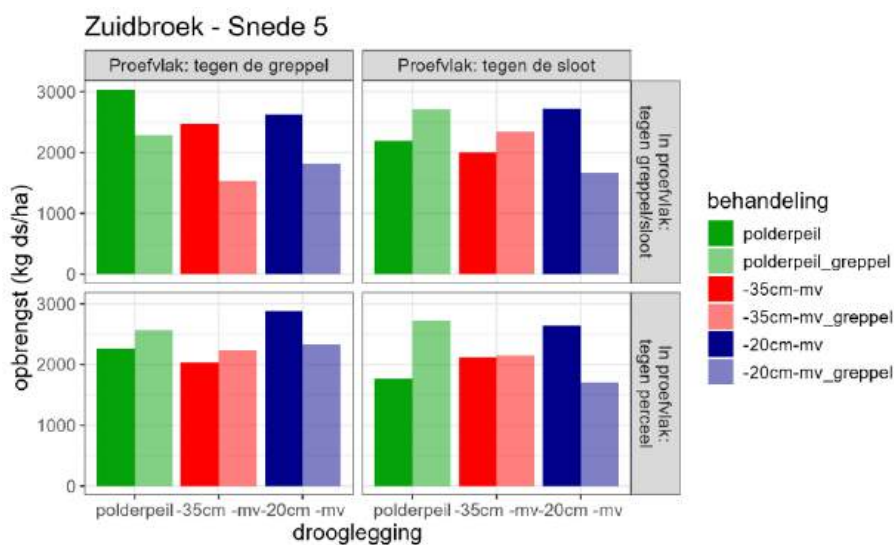
Figuur S4-11 Grasopbrengsten locatie Zuidbroek, 2^e snede



Figuur S4-12 Grasopbrengsten locatie Zuidbroek, 3^e snede

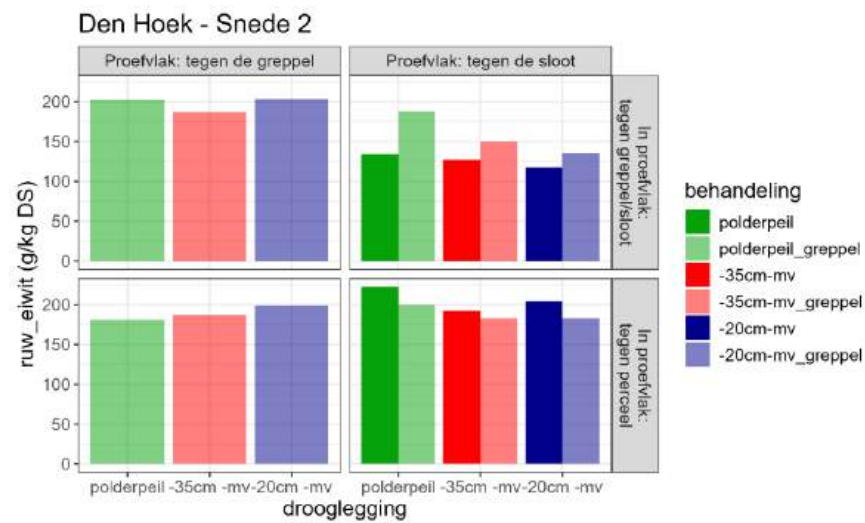


Figuur S4-13 Grasopbrengsten locatie Zuidbroek, 4^e snede

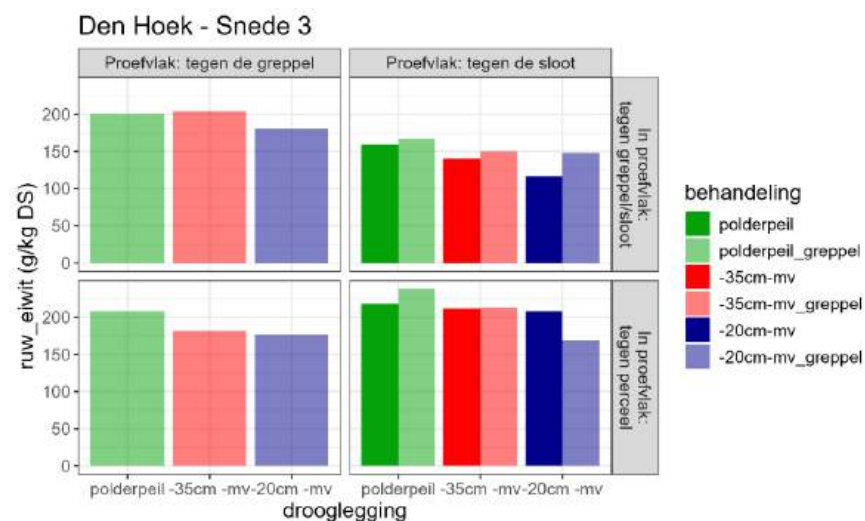


Figuur S4-14 Grasopbrengsten locatie Zuidbroek, 5^e snede

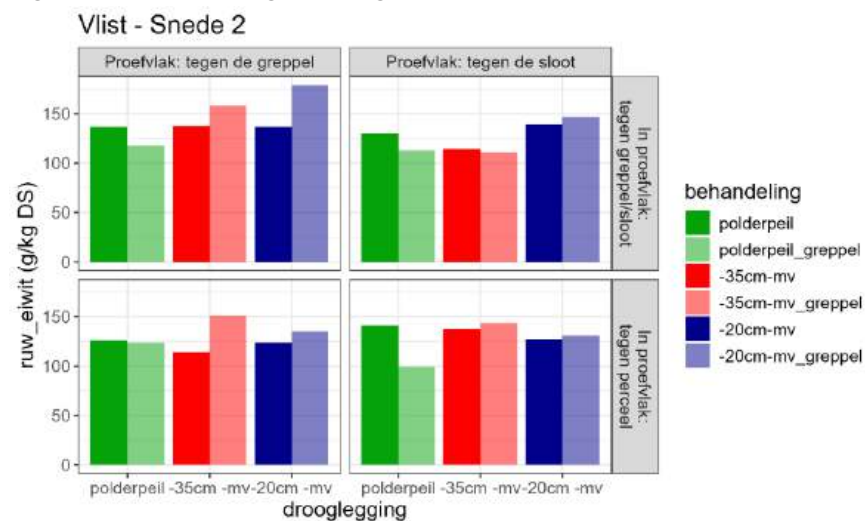
Bijlage V Ruw eiwitgehaltenes



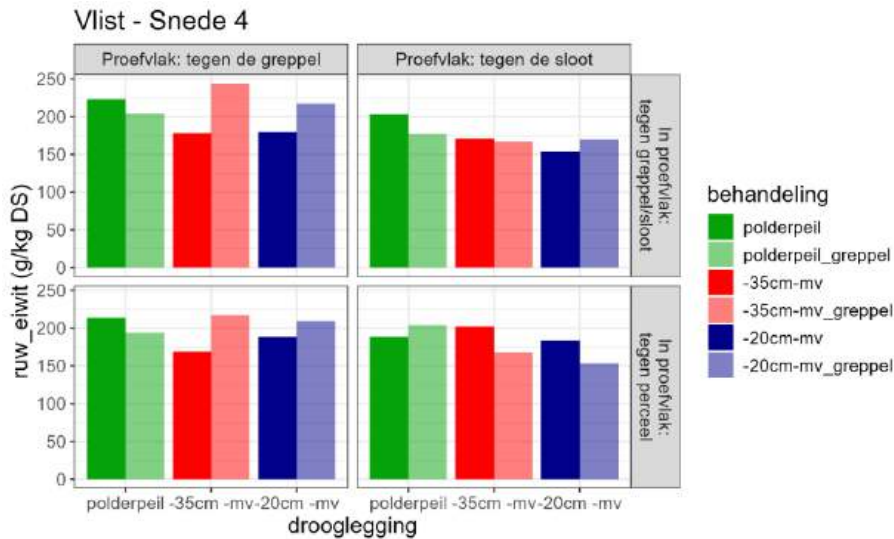
Figuur S5-1 Ruw eiwitgehaltenes gras locatie Den Hoek, 2^e snede



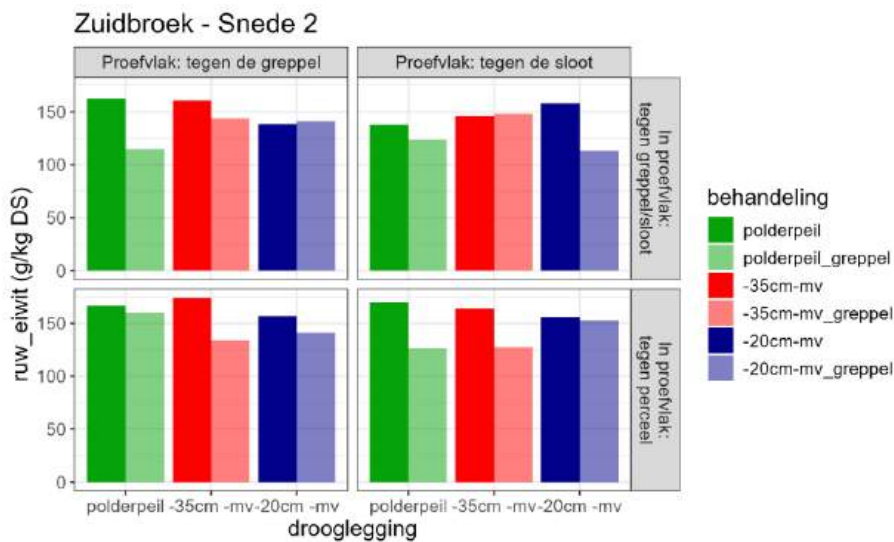
Figuur S5-2 Ruw eiwitgehaltenes gras locatie Den Hoek, 3^e snede



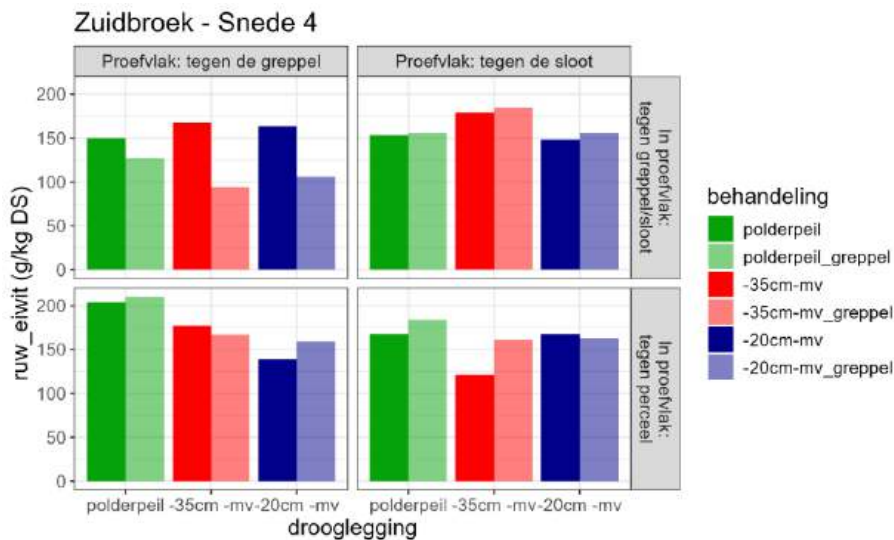
Figuur S5-3 Ruw eiwitgehaltenes gras locatie Vlist, 2^e snede



Figuur S5-4 Ruw eiwitgehalten gras locatie Vlist, 4^e snede



Figuur S5-5 Ruw eiwitgehalten gras locatie Zuidbroek, 2^e snede



Figuur S5-6 Ruw eiwitgehalten locatie Zuidbroek, 4^e snede



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen
tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: nmi@nmi-agro.nl
website: <https://www.nmi-agro.nl>