



Datum
19 augustus 2025

Versie
1.1

Pilot Natte teelt bij de boer

Tussenrapportage 2019 - 2025



Inhoud

Inhoud	3
Contact	3
Voorwoord	5
1 Samenvatting	7
2 Inleiding	9
3 Inrichting en monitoring	10
3.1 Plangebied: de Korremof	10
3.2 Samenwerkingspartners en financiering	11
3.3 Aanleg en beheer	12
3.3.1 Aanleg	13
3.3.2 Waterbeheer	15
3.3.3 Teeltbeheer	16
3.4 Monitoring	18
4 Resultaten	21
4.1 Waterbeheer	21
4.2 Bodemdaling	24
4.3 Water- en bodemkwaliteit	25
4.4 Broeikasgasemissies	28
4.5 Biodiversiteit	31
4.6 Teelt en oogst	32
4.7 De keten	35
5 Communicatie	38
6 Discussie, conclusies en aanbevelingen	39
7 Literatuur	42
8 Bijlagen	45

Contact

Heeft u vragen over de proef dan kunt u contact opnemen met:

T. Pelsma – Projectleider 'Natte teelt bij de boer' en adviseur aanpak veenweiden
e-mail: tim.pelsma@waternet.nl

J. Klaassen – Trainee pilots veenweide
e-mail: jelmer.klaassen@waternet.nl

W. Kemp – Uitvoerende boer
e-mail: hetveldhoen@ziggo.nl

Voorwoord

Als dagelijks bestuurder van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht zoek ik altijd de verbinding tussen beleid en praktisch opgedane kennis. Dat vind ik van groot belang. In het veenweidegebied zie je die verbinding heel goed terug: hier werken agrariërs elke dag met het water en de bodem, én staan zij samen met het waterschap voor grote maatschappelijke opgaven zoals bodemdaling en omgaan met klimaatverandering. Het beperken van de bodemdaling in veenweide en daarmee broeikasgasemissies is voor mij een van de grootste opgaven voor de komende jaren.

Omdat de klimaatdoelen in 2030 naderen, is nu het moment om de kennis die we in pilots hebben opgedaan om te zetten in acties. Zo komen we dichterbij onze doelen. Tegelijkertijd krijgen melkveehouders nieuw toekomstperspectief, van oudsher de belangrijkste economische activiteit in dit gebied. Dit perspectief wordt ook ingegeven door nieuwe vormen van landbouw op veengronden die te nat zijn voor gewone veehouderij.

In dit rapport leest u hoe we met partners zoals melkveehouder Wilko Kemp en de provincie Noord-Holland zoeken naar toekomstbestendige oplossingen. Natte teelten zoals lisdodde, riet en veenmos bieden niet alleen kansen om de veenafbraak te stoppen en broeikasgasuitstoot te verminderen, maar ook om een ander verdienmodel voor boeren mogelijk te maken.

De pilot in Ankeveen is inmiddels uitgegroeid tot een van de meest leerzame en succesvolle natte landbouwprojecten in Nederland. Ik ben daar trots op. We hebben veel stappen in het ontwikkelen van deze nieuwe landbouwworm gezet en de resultaten zijn bemoedigend, maar we zijn er nog niet. Verdere ontwikkeling van de keten en het verdienmodel voor de boer zijn cruciaal voor brede toepassing.

Deze tussenrapportage laat zien wat we hebben geleerd. De kennis en ervaringen die we in Ankeveen hebben opgedaan, geven richting aan beleid én praktijk. Ze brengen ons dichterbij een toekomst waarin natte landbouw perspectief biedt voor boeren én voor het veen. Veel leesplezier!

Arjan van Rijn

Dagelijks bestuurder
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht



Toen ik in 2018 door Tim Pelsma en Marjolijn Reerink van Waternet/waterschap AGV werd benaderd voor een mogelijke proef met natte landbouw, dacht ik aan de 'Korremof' als een optie. Onze familie boert al heel lang op deze gronden, en ons eigendom is op een gegeven moment overgegaan naar de provincie Noord-Holland vanwege een mogelijke overgang naar natuur. Sindsdien pacht ik de grond van de provincie. In de toekomst zou het natte natuur kunnen worden.

Toen bleek dat ook de provincie graag wilde meewerken aan de proef, gingen voor mij de lichten op groen. Omdat het waterschap al enige tijd aangeeft niet meer met de peilen mee te willen zakken met de bodem, moet je als boer gaan nadenken over nattere omstandigheden. Het verbouwen van natte gewassen zoals lisdodde, riet of veenmos vond ik daarom vanaf het begin interessant.

In 2019 werden de eerste velden aangelegd. In het begin werd ik door collega's wel een beetje vreemd aangekeken. Maar na een jaar of twee draaide dat bij en kreeg ik meer serieuze belangstelling. En nu – na zes jaar – zijn er meer boeren die aan natte landbouw doen, en ben ik zelf ook bezig met een forse uitbreiding van lisdodde!

Ik ben blij dat we de pilot hebben opgezet, en met de samenwerking die daardoor is ontstaan. We hebben veel geleerd, en ik ben blij dat dit rapport met de geleerde lessen er nu ligt.

Wilko Kemp
Biologisch veehouder te Kortenhoef



1 Samenvatting

Om bodemdaling en broeikasgasuitstoot in veenweidegebieden te beperken, heeft Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) besloten om vanaf 2030 niet langer automatisch de waterpeilen te verlagen. Hierdoor zullen deze gebieden geleidelijk vernatten, wat druk zet op het huidige landgebruik. In dit kader is AGV een onderzoek gestart naar paludicultuur: het telen van gewassen bij hoge grondwaterstanden. Deze vorm van natte teelt kan bodemdaling tegengaan, de uitstoot van broeikasgassen verminderen en op termijn een duurzaam verdienmodel bieden voor boeren in veenweidegebieden. Sinds 2019 loopt in Ankeveen een langjarige pilot op circa één hectare (moerige) veengrond, in samenwerking met biologische (melk)veehouder Wilko Kemp en de provincie Noord-Holland. Op zeven omdijkte proefvakken wordt geëxperimenteerd met de teelt van grote en kleine lisdodde, riet en veenmos bij een grondwaterstand rond of boven het maaiveld. De pilot heeft vier **hoofddoelen**: inzicht verkrijgen in de effecten van natte teelten op broeikasgasuitstoot en waterhuishouding, het afremmen van bodemdaling, praktische ervaring opdoen met deze teelten, en het enthousiasmeren van boeren via demonstratie en kennisdeling.

Na zes jaar is deze pilot uitgegroeid tot één van de succesvolste natte landbouwprojecten in Nederland en zijn we veel te weten gekomen. Zowel grote als kleine **lisdodde** sloegen aan in deze pilot. Zo leidt het zaaien van lisdodde tot goede oogsten en is dat vele malen goedkoper dan aanplanten. De (winter)oogst nam jaarlijks toe tot wel 25 ton versgewicht per hectare aan lisdodde in 2025. De lisdoddeoogst werd voornamelijk verkocht als inblaasisolatie. De oogst van 2025 wordt gebruikt voor de renovatie van het Waternet-gebouw in Leiduin. Naast het waterbeheer speelt de bodem (goede balans van voedingsstoffen, pH > 5 en niet-afplaggen) een grote rol in de teelt van lisdodde. De **veenmosteelt** is waarschijnlijk niet aangeslagen als gevolg van het waterbeheer bij de geselecteerde veenmossoorten; de combinatie van een fluctuerend peil (als resultaat van onregelmatige hoogteverdeling in het vak) en de toevoer van nutriëntrijk water. **Riet** sloeg in de eerste jaren matig aan en het vak werd gedomineerd door andere soorten, met name lisdodde en grote egelskop. Na 2023 ging riet beter groeien, zodat in maart 2025 voor het eerst riet oogst kon worden.

Door optimalisatie van het **waterbeheer** over de jaren heen is de watertoevoer vanuit de sloot bijna gehalveerd (in 2024 was het 1.074 – 1.424 mm per proefvak, in totaal 7.329 m³), zonder dat dit ten koste ging van de opbrengst. Een aanzienlijk deel van de toevoer bleef overstorten. Hiermee rekening houdend was de watervraag voor toevoer vanuit de sloot in 2024 1.015 mm (ruim 10x de watervraag van grasland in veenweide). Een deel van deze watervraag wordt verklaard door de extra gewasverdamping van lisdodde (5-15% meer dan de referentiegewasverdamping). Een belangrijkere factor voor de extra watervraag is de lokale wegzijging en in mindere mate de lek die ontstaat bij het opzetten van het water tot boven het maaiveld. Er is hier vrij veel wegzijging: volgens een waterbalans voor een van de proefvakken is de wegzijging en/of lek 6 mm/dag in het groeiseizoen. Op locaties met minder wegzijging, zal de watervraag aanzienlijk kleiner kunnen zijn zonder nadeel voor de teelt. Vanwege de ligging in het natte gedeelte van een polder met veel doorspoeling was de benodigde watervraag van de proef op peilvakniveau minder relevant.

De grondwaterstand bij de natte teelten blijft rond of net onder het maaiveld, ook in de zomer, terwijl grondwaterstanden in het referentie-grasland uitzakken tot zo'n 50 cm onder maaiveld. Er is dan ook minder tot geen **bodemdaling** waargenomen in de onderzoekspercelen, vergeleken met het omliggende grasland. Er zijn zelfs tekenen van lichte bodemophoging in de proefvakken met natte teelt. Lisdodde en riet verminderen de CO₂-emissies vergeleken met het lokale referentie-grasland en vertonen zelfs netto opslag (-11 t.o.v. 10 ton CO₂ per hectare per jaar). Wel is er een verhoogde uitstoot van methaan (250 – 305 kg CH₄ per hectare per jaar). Al met al leidt de aanleg van deze natte teelten tot een besparing van 14 ton CO₂-equivalenten per hectare per jaar ten opzichte van het grasland dat het eerst was. Daarnaast kan met de afgevoerde (januari 2025) oogst ca 3,7 ton koolstof (equivalent van 12,8 ton CO₂) als vezels worden afgevoerd. Indien deze vezels in bouwmaterialen worden verwerkt (voor 50 jaar), is de klimaatwinst dus nog aanzienlijk hoger dan alleen de verminderde veenaafbraak van de bodem. Dit effect is extra relevant doordat lisdodde chemische isolatiematerialen vervangt, zoals nu al gebeurt

bij o.a. Dijkstra Draisma, wat fossiele grondstoffen bespaart. Hoewel de absolute besparing beperkt is (isolatie bestaat voor ca. 80% uit lucht), draagt het bij aan de geboekte klimaatwinst.

Hoewel de nutriëntenconcentraties in de proefvakken soms hoog zijn, blijken de effecten op de **waterkwaliteit** in de omliggende sloten beperkt of zelfs nihil. Waarschijnlijk nemen de gewassen en de bodem een groot deel van de nutriënten op voordat het water het vak verlaat. Meer dan 85% van de nutriënten wordt uit de bodem gehaald, mede doordat niet is afgeplagd. Dankzij de ruime nutriëntenvoorraad kan de teelt voorlopig worden voortgezet zonder bijbemesting.

Ook draagt de natte teelt bij aan meer **biodiversiteit** op landschapsniveau. Daarbij verschuift de biodiversiteit van aan (drooggelegd) veenweidegrasland gebonden soorten (zoals grassen & kruiden, emelten en wormen) naar soorten die meer bij moerasvegetatie horen (zoals moerasplanten, libellen en waterkevers). Het aantal aanwezige soorten van de rode lijst is na aanleg van de proefvakken opgelopen tot 9 en er zijn geen rode lijst soorten verdwenen die waargenomen waren voor de aanleg.

De opgedane kennis en ervaring is breed gedeeld met nationale onderzoeksprogramma's, agrariërs, de keten (partijen die iets doen met of maken van het gewas) en geïnteresseerden. In 2021 zijn de nationale onderzoeksprogramma's VIP-NL en NOBV bij de pilot aangehaakt, respectievelijk voor onderzoek naar ketenontwikkeling en broeikasgasemissies. De proef loopt naar verwachting nog door tot eind 2027, waarna een eindrapportage zal verschijnen. De resultaten tot nu toe zijn echter zo veelomvattend en leerzaam dat een tussenrapportage gerechtvaardigd is.

Kosten van de teelt kunnen gedrukt worden door mechanisatie. Dat proces is goeddeels doorlopen. Inmiddels is geleerd hoe in één werkgang met één machinist gemaaid, verkleind en verzameld kan worden met een specifiek type maaaimachine voor wetlands (loglogic met softtracks), waarbij de teelt niet wordt beschadigd. Wel vindt er enige rijschade plaats op plekken waar de machine draait, maar door het bodemtype (dun veenpakket op zandgrond) op deze locatie kon er met deze methode goed gemaaid worden. Kosten kunnen met name nog verder verlaagd worden als meerdere teeltlocaties dezelfde machine(s) in eigendom nemen of leasen en de logistiek gezamenlijk uitvoeren. De financiële opbrengst van de oogst kan en moet hoger worden als de tussenketen (duurzaam drogen, op kwaliteit brengen, in opslag houden, et cetera) verdere schaalgrootte krijgt, liefst in joint-venture met de teler. Daarmee kan ook een constante aanvoer van een constante kwaliteit worden gerealiseerd. Voor lisdodde lijkt stapeling van opbrengsten mogelijk door de 'sigaren' en het stuifmeel separaat te oogsten en te vermarkten.

Naar verwachting kan lisdodde een rendabele teelt worden, maar de verdere uitwerking van ecosysteemdienstmarkten en een hoogwaardige **keten** zijn daarbij van groot belang omdat de (economische) opbrengsten uit biomassa op dit moment onvoldoende zijn. Als de vraag naar lisdodde toeneemt, kan de prijs stijgen en wordt de teelt makkelijker rendabel. Zonder verwaarding van ecosysteemdiensten bijvoorbeeld met koolstof-, waterzuivering- of biodiversiteits-credits, én verrekening van maatschappelijke kosten zoals bodemdaling en stikstofvervuiling bij traditionele melkveehouderij, blijft de (gedeeltelijke) overstap naar nattere landbouwmethoden voor boeren onaantrekkelijk. Voor de overheid ligt een belangrijke rol om regelgeving aan te passen en om nieuwe ketens rond natte teelten aan te jagen, bijvoorbeeld door zelf 'launching customer' te zijn, zoals in dit project.

2 Inleiding

Veenweidegebieden zijn van oudsher ontwaterd ten behoeve van weidebehoud en voedselproductie. Als veenbodem droogvalt komt er zuurstof bij het veen. Hierdoor oxideert het veen en zal het (uiteindelijk) verdwijnen. Daarbij komen significante hoeveelheden aan broeikasgassen vrij en daalt de bodem tot wel enkele centimeters per jaar. De daling zelf leidt tot stijgende kosten voor waterbeheerders en grondeigenaren in het landelijk gebied. Om de bodemdaling en broeikasgasuitstoot in de veenweidegebieden te remmen heeft het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) besloten om vanaf 2030 niet meer automatisch de waterpeilen te verlagen (Waterschap AGV, 2019). AGV draagt hiermee bij aan de gestelde doelen in het [Klimaatakkoord](#). De veenweiden zullen in toenemende mate vernatten. Het huidige landgebruik komt daarmee onder druk te staan. De '[Strategie bodemdaling](#)' en het actieprogramma '[Aanpak veenweide](#)' beschrijven onder andere hoe AGV (vernattings)maatregelen tegen bodemdaling onderzoekt. Zo onderzoekt AGV de mogelijkheden van paludicultuur, het telen van gewassen bij hoge grondwaterstanden. In Ankeveen onderzoekt AGV de teelt van grote en kleine lisdodde, riet en veenmos bij grondwaterstanden rond of boven het maaiveld. Dit alternatieve landgebruik vermindert theoretisch de broeikasgasuitstoot vanuit veen, stopt de bodemdaling (STOWA, 2023) en kan voor de landbouw in veenweidegebieden een toekomstbestendig verdienmodel bieden.

Ondanks eerder onderzoek naar natte landbouw door het Veenweide Innovatiecentrum (VIC) in Zegveld en Better Wetter in Friesland bestaan er nog veel onbeantwoorde vragen rond thema's zoals de broeikasgasuitstoot, watervraag, waterkwaliteit en het verdienmodel van de boer. Daarom is AGV, samen met een biologische melkveehouder en de provincie Noord-Holland, in Ankeveen een langjarige pilot (2019 - 2026) naar natte landbouw gestart.

De **doelen** van deze pilot zijn: (1) inzicht verkrijgen in het effect van natte teelt op broeikasgasemissies en het watersysteem in het veenweidegebied, (2) het remmen van bodemdaling, (3) ervaring opdoen met de praktische aspecten van natte teelt – van de teelt tot de keten, en (4) boeren interesseren voor deze nieuwe vorm van landbouw via demonstratie en communicatie.

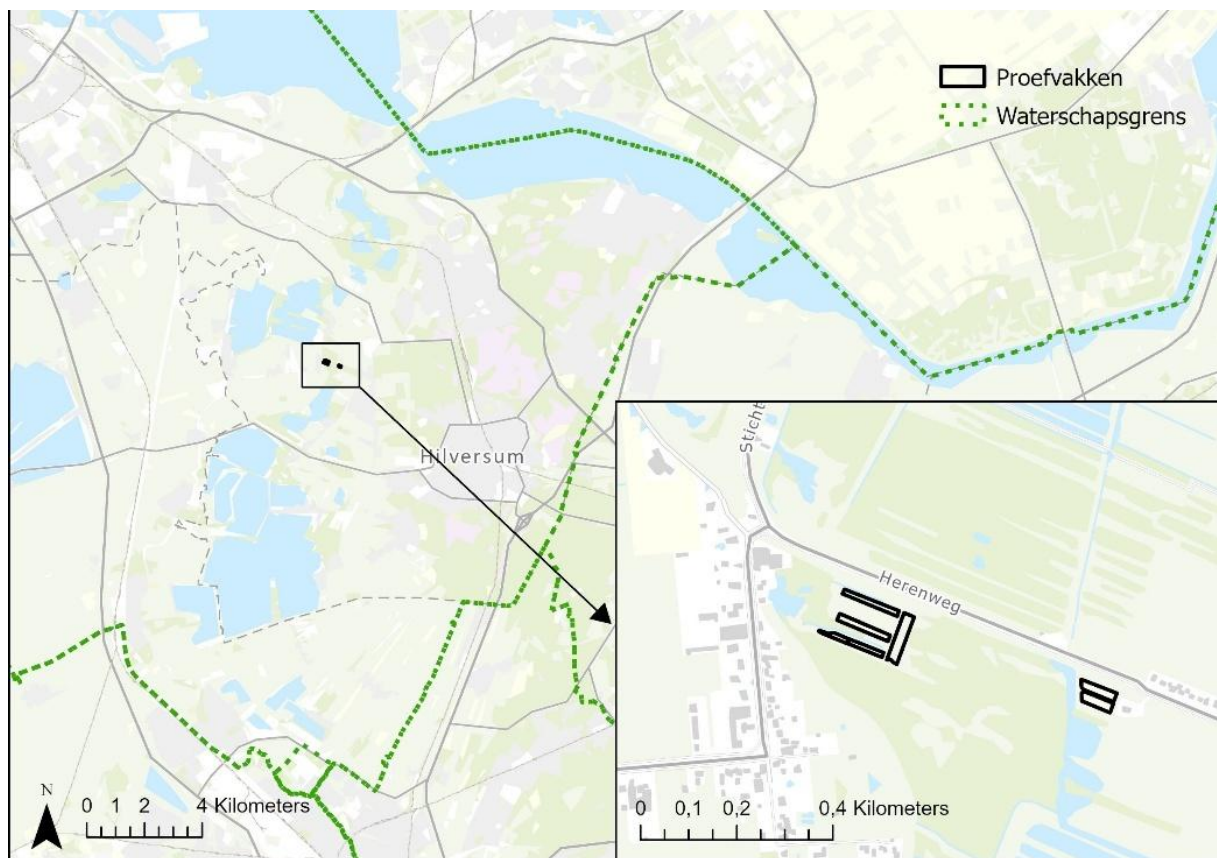
In 2019 zijn meerdere proefvelden ingericht met veenmos, riet en kleine en grote lisdodde. De originele opzet is in 2021 uitgebreid met een extra lisdoddeveld. In 2021 zijn ook de nationale onderzoeksprogramma's VIP-NL en NOBV aangehaakt en hebben onderzoek verricht naar respectievelijk de keten rond natte teelt en de broeikasgasemissies. VIP-NL en het NOBV hebben uitgebreide rapporten over respectievelijk de keten rond natte teelt en de broeikasgasemissies. In deze rapportage zal daar regelmatig naar verwezen worden. De rapporten van VIP-NL en NOBV worden hier niet uitgebreid behandeld. Deze zijn te vinden op de sites van [VIP-NL](#) en [NOBV](#).

De proef loopt naar verwachting nog door tot eind 2027, waarna een eindrapportage zal verschijnen. De resultaten tot nu toe zijn echter zo veelomvattend en leerzaam dat een tussenrapportage gerechtvaardigd was. Deze tussenrapportage met een beschrijving van de natte landbouw-proef en de bevindingen en ervaringen die hier zijn opgedaan ligt voor u. De focus ligt op de effecten van natte teelt op het watersysteem, de door AGV gemeten broeikasgasuitstoot, en de praktische inzichten in de teelt, oogst en keten van de verschillende gewassen. Dit rapport geeft eerst een omschrijving van hoe de pilot is opgestart, ingericht en gemonitord (H2). Daarna worden de gevonden resultaten beschreven (H3), de communicatie uitgelicht (H4), en tenslotte worden de leerpunten, discussie, en aanbevelingen naar aanleiding van de pilot 'Natte teelt bij de boer' gegeven (H5).

3 Inrichting en monitoring

3.1 Plangebied: de Korremof

De Korremof bestaat uit twee locaties (Figuur 1). Beide locaties zijn onderdeel van de polder Kortenhoef en zijn gelegen aan de Herenweg in Ankeveen in de provincie Noord-Holland. Het ligt op het overgangsgebied tussen de hogere zandgronden bij Hilversum en het Vechtplassen-gebied. Beide locaties zijn overwegend nat en liggen op een veenpakket van 0,5 – 2 meter. Het westelijke gedeelte ligt in Habitatrichtlijngebied en Vogelrichtlijngebied, het oostelijke gedeelte in Vogelrichtlijngebied. Voor de middeleeuwse ontginningen heeft in dit gebied een veenlaag van holocene ouderdom gelegen, waarschijnlijk puur hoogveen. Deze (hoog)veenlaag is door ontginning voor turfwinning en oxidatie nagenoeg verdwenen. Veenrestanten zijn aanwezig in de lagere delen van de zandondergrond. Dit onderliggende zandlandschap bestaat uit een dekzandlandschap (lage duinen) uit de laatste ijstijd. De turfwinning is deels natte turfwinning geweest, waarbij petgaten zijn gegraven. Deze petgaten zijn deels weer opgevuld door recente veenvorming. Daarnaast hebben boeren in het verleden vaak zand en puin opgebracht om de bodem te verstevigen. Het voorkomen van veenbodems en het veentype is daardoor zeer onregelmatig en de bodemeigenschappen zijn zeer heterogeen in het gebied. In de Korremof bestaat een groot deel van de bodem uit moerige bodems (zie Bijlage 1 t/m 5 voor een overzicht van de geologische boringen). Dit zijn bodems waar de organische laag te dun is om als veenbodem te classificeren, maar wel met een hoog koolstofgehalte in de bovenste 120 cm, vergelijkbaar met de meeste veenbodems. Desondanks is onderzoek op dit type veenlandschap van groot belang. Het beslaat grote delen van Nederland, op de overgang van laagveen naar de hogere zandgronden. Uit onderzoek van het NOBV blijkt dat moerige bodems een emissie per hectare hebben die vergelijkbaar is met matig ontwaterde (drooglegging < 45 cm) veenweide.



Figuur 1. Pilotgebied: locatie van de proefvakken langs de Herenweg, Ankeveen.

De pilotgebieden liggen in peilvak 29-10 met een vast peil van -1.51 m NAP (mediane drooglegging = 66 cm). Aanvoer van oppervlaktewater vindt plaats vanuit peilvak 29-11, met name uit het noordwesten via de ringsloot Bierkade-Korremof (Bijlage 6). Het oppervlaktewater wordt afgevoerd via een stuw naar de Horstermeerpolder. Tot 2019 werd IJmeer-water gebruikt om zout in de Horstermeerpolder te verdunnen en om Ankeveen en Kortenhoef van voldoende zoet water te voorzien. Dit doorspoelen is in 2019 volledig gestopt. De proeflocaties liggen van nature in het nattere gedeelte van polder Kortenhoef. De westelijke locatie was een perceel dat bestond uit een grasvegetatie met enkele verruigde en vernatte zones langs watergangen en werd beweid door schapen (Figuur 2). De originele vegetatie in de proefvelden was eenvormig en bestond voornamelijk uit grassen. Direct naast het plangebied liggen nattere zones met o.a. zegge en pitrus. Nabij de proefvelden liggen diverse watergangen. De oorspronkelijke drooglegging van de westelijke locatie was 30 tot 45 cm en de grondwaterstand varieerde van plasdras in winter tot maximaal 45 cm $-mv$. De oostelijke locatie betrof een grasweide met een eenvormige grasvegetatie (Figuur 2). Ten zuiden van de oostelijke proefvelden ligt een smalle beschaduwde watergang. Ten westen van de oostelijke proefvelden ligt een brede waterpartij met een flauw aflopende oever, een zanderige waterbodem en zeer rijke onderwaterbegroeiing. De oorspronkelijke drooglegging van de oostelijke locatie was 40 tot 60 cm en de grondwaterstand varieerde van plasdras in winter tot maximaal 65 cm $-mv$.



Figuur 2. Impressies van de westelijke locatie (boven) en de oostelijke locatie (onder) vóór de start van de pilot.

3.2 Samenwerkingspartners en financiering

Door middel van veldbezoeken, gesprekken en het verkrijgen van financiering is biologische boer Wilko Kemp gevonden om als landbouwer en mede-initiatiefnemer in te stappen. Met Kemp zijn duidelijke afspraken gemaakt over de taken, verantwoordelijkheden en opbrengstverdelingen. Al met al levert Kemp uren en kennis en voert beheer- en ambassadeurstaken uit. Ook is Kemp toegetreden tot de kennisexpeditie Natte Teelt van het nationaal Kennisprogramma Bodemdaling. Met Kemp heeft AGV vooraf een afspraak gemaakt over de vergoeding en omvang van te vergoeden uren. Ook de geldelijke opbrengst uit de oogst is voor Kemp. Andere betrokken partijen zijn uitgelicht in Tabel 1.

AGV was de andere initiatiefnemer en belangrijkste financier. Het opzetten en beheren van de pilot werd financieel voornamelijk ondersteund vanuit het "Onderzoek en Innovatie"-budget van Waternet, maar ook deels via budget van het waterschap. Hieronder is gespecificeerd wat de werkelijke kosten waren van de verschillende onderdelen van de proef. Daarnaast verzorgde AGV ook de projectleiding en droeg zorg voor de primaire communicatie. AGV ging een overeenkomst met boer Kemp aan voor 5 jaar, met de mogelijkheid tot 1 jaar verlenging. Oorspronkelijk diende het westelijke perceel in 2026 als natuur aan de provincie te worden overgedragen, maar werd in 2025 verlengd tot eind 2027.

Tabel 1. De partijen en de rol waarin ze betrokken waren bij het project.

Partner	Rol	Contact(persoon)
Wilko Kemp	Pachter, mede-initiatiefnemer en beheerder	Wilko Kemp en familie
Waterschap AGV	Mede-initiatiefnemer, projectleiding en financier	Tim Pelsma
Provincie Noord-Holland	Grondeigenaar	Mieneke Zijlmans/opvolger
Bewoners	Omwonenden	Casper Keller
Dijkstra-Draisma	Afnemers product	https://www.bgdd.nl/
De Struunhoeve	Loonbedrijf	https://www.destruunhoeve.nl/
KWR	Onderzoek	https://www.kwrwater.nl/
Stichting Bargerveen	Onderzoek	https://stichting-bargerveen.nl/
Radboud Universiteit & Vrije Universiteit	Onderzoek	Quint van Giersbergen/ Veronique Boon
NOBV	Onderzoek naar broeikasgasemissies	https://www.nobveenweiden.nl/
VIPNL	Onderzoek naar verdienmodel natte teelt	https://vip-nl.nl/

Tabel 2 geeft een inschatting van de gemaakte kosten voor de aanleg, beheer en oogst van de natte teelt voor ongeveer 1 hectare. Ook gaat er veel tijd zitten in het waterbeheer. Per jaar kostte dit ongeveer 50 uur. De kosten en uren voor monitoring, onderzoek en demonstratie zijn weggelaten omdat die niet nodig zijn wanneer natte teelt een gangbare teelt wordt.

Tabel 2. Kosten van de voorbereiding, aanleg, inrichting en uitvoering zoals vergunningskosten of maaikosten per jaar voor 1 ha natte teelt. Maar exclusief specifiek aan de pilot verbonden kosten zoals onderzoek flora & fauna, peilbuizen, watermonsters en uren voor voorlichting en afstemming met tal van geïnteresseerde (onderzoeks)partijen, communicatie en reiskosten.

Jaar	Fase	Kosten	Soort kosten
2018	Verkenning	€ ~2.000,-	Uren voor zoeken geschikte locatie en uitdenken.
2018-2019	Vorbereiding	€ ~16.000,-	Uren voor plan van aanpak, opstellen noodzakelijke ontheffingen. Ook ecologisch vooronderzoek.
2019	Inrichting	€ ~43.000,-	Met name kosten aannemer, ook aanschaf pootmateriaal, materiaal voor waterbeheersing & pompen.
2019-2026	Uitvoering	€ ~13.000,- per jaar	Uren voor inzaaien/inplanten, waterbeheer, maaaien en afzet maaisel, overleg. Compensatie uren boer.
Totaal		Incidenteel 61.000 en jaarlijks 13.000	

3.3 Aanleg en beheer

Voor de inrichting van de pilot en de uitbreiding met een extra proefvak is vooronderzoek gedaan naar de mogelijkheden op de gronden voor natte teelten. Dit vooronderzoek bestond uit een quickscan ecologie. Dit onderzoek werd uitgevoerd door Stichting Waterproef. Dit onderzoek had als doel de werkzaamheden zorgvuldig uit te voeren zonder in strijd te zijn met de Wet natuurbescherming. Dit was met name belangrijk omdat het

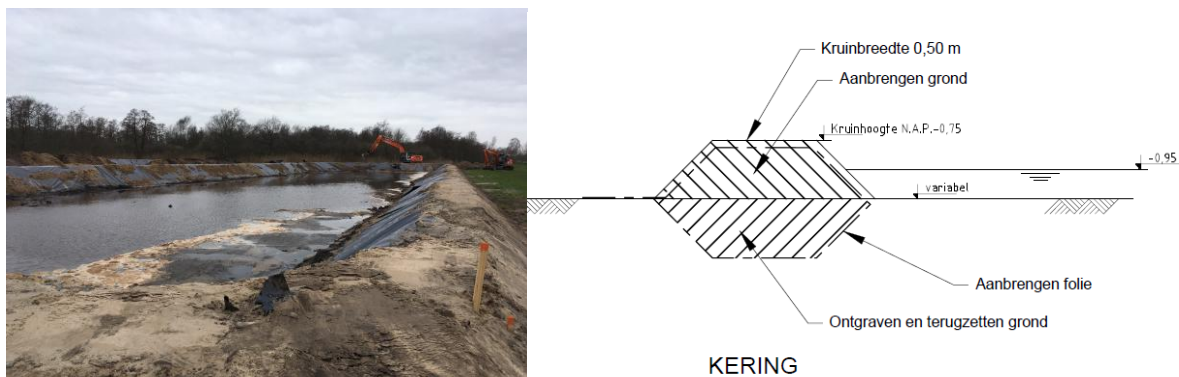
proefgebied in een Natura2000 gebied ligt. Beide toetsen gaven aan dat een ontheffing op basis van de Wet natuurbescherming niet nodig was. Wel waren er vergunningen vereist, namelijk een omgevingsvergunning van de gemeente en een watervergunning van het waterschap.

3.3.1 Aanleg

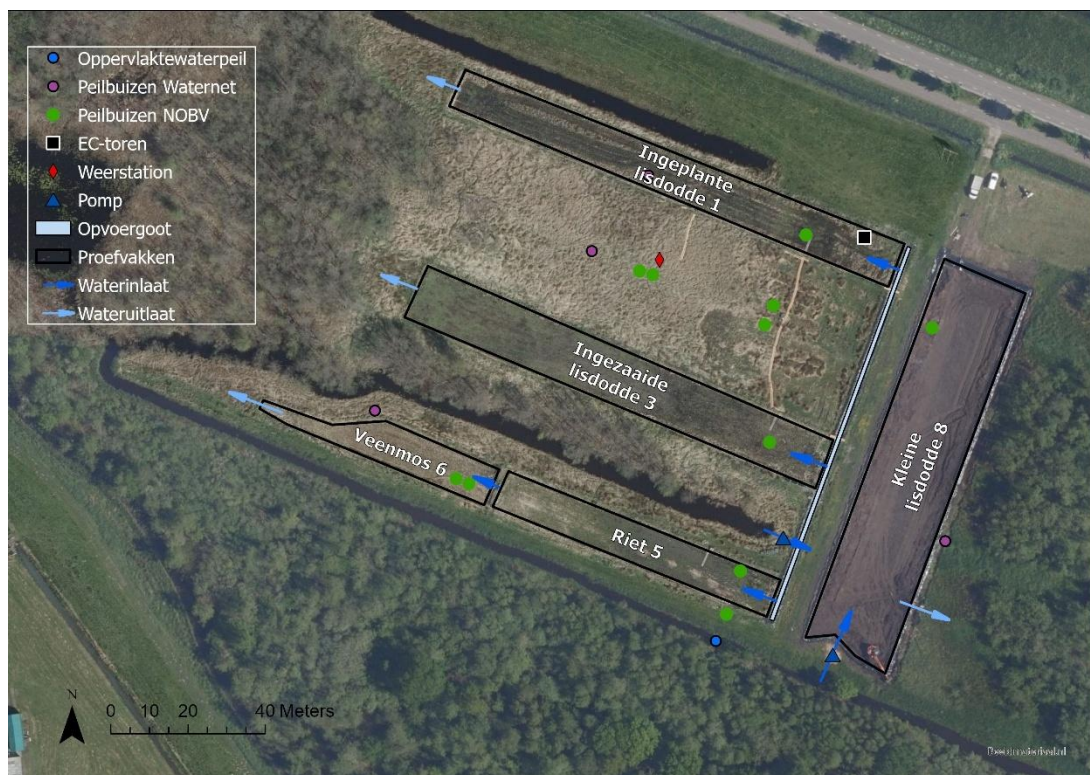
In de periode maart-juli 2019 werden zes proefvakken aangelegd (vier omdijkte bassins en twee baggerdepots) van in totaal ongeveer 7.000 m² gewasteelt (Figuur 4 en Figuur 5). Een grasstrook langs de riet- en veenmosvakken werd gebruikt als referentie, evenals een veld tussen de proefvakken met zegge en pitrus als vegetatie. In 2021 werd een nieuw omdijkt proefvak van 2.350 m² met kleine lisdodde aangelegd (Figuur 4).

Figuur 4 geeft een schematisch overzicht van de inrichting van het westelijke proefgebied met vijf proefvakken. De proefvakken werden omdijkt met keringen van 0,5 meter hoog (Figuur 3), voornamelijk opgebouwd uit zand van de aanleg van de baggerdepots (zie hieronder). De dijken waren voorzien van folie om de waterdichtheid te waarborgen. Het gras werd intact gelaten. Wel werd er bij elk vak een helling gemaakt voor maaimachines. Verder is er in de lisdodde- en rietvakken een steigertje aangelegd van waaruit metingen plaatsvonden.

Twee baggervakken zijn bedoeld om de mogelijkheden van natte teelt op (voedselrijke) bagger te onderzoeken. Voor de inrichting van de twee baggerdepots in het oostelijke proefgebied werd een terrein van ca. 2.750 m² vlak getrokken door de toplaag van zand af te graven (Figuur 5). Van het zand werd aan de westzijde een verhoogd onderhoudspad aangelegd (hoogte 80 cm), terwijl de overige zijden werden voorzien van kleine dijkes van maximaal 50 cm hoog en 50 cm breed om het water binnen het proefveld te houden (Figuur 3). Ook hier werd er folie aangebracht. De bagger die werd aangebracht kwam uit de nabijgelegen polder Stichts Ankeveen.



Figuur 3. Foto van de aanleg van een baggerdepot (links) en een schematische weergave van de dijkes in het westelijke proefgebied (rechts).



Figuur 4. Opzet van de westelijke locatie in de Korremof. Proefvakken zijn genummerd.



Figuur 5. Opzet van de oostelijke locatie in de Korremof. In deze proefvakken is minder intensief gemonitord.

3.3.2 Waterbeheer

Het oostelijke proefgebied met de twee baggervakken ligt aan oude zandwinputten. Een Poortman zonnepomp met een maximale capaciteit van 90 m³/dag pompt het water in één proefveld. Door middel van een peil regelende duiker kunnen de peilen in beide peilvakken op elkaar afgestemd worden. Aflaten van overtollig water is mogelijk door een stuw in beide proefvelden. Het inunderen en het op peil houden van de westelijke proefvakken (proefvakken 1, 3 en 5, Figuur 4) werd gedaan door middel van een mobiele Intechwa-100 (capaciteit van maximaal 125 m³/dag) zonnepomp (locatie aangegeven in Figuur 4). Deze pompt water uit het lokale watersysteem van de polder naar een aangelegde opvoergoot. Via inlaatsuizen per proefvak kon handmatig gestuurd worden op de inlaat per proefvak (Figuur 6). In principe wordt er gestuurd op een waterstand van 15 tot 20 cm boven maaiveld tussen 1 maart en 1 oktober, maar verschillende gewassen en teeltmethodes behoefden andere waterpeilen (zie Kader Waterbeheer). In de winter wordt niet gepompt. Ruim voor de oogst wordt zo nodig het water per proefvak afgelaten via handschuifafsluiters op het maaiveld. Daardoor staat er geen water in de vakken vanaf de oogst (doorgaans januari) tot maart. Bij de uitbreiding met kleine lisdodde in 2021 is een 230 V pomp met een tijd klok geïnstalleerd om het waterpeil te regelen. Hierbij wordt geprobeerd het waterpeil rond de 17 cm boven maaiveld te houden. Een overlaat laat een teveel aan water uitstromen boven een maximum peil van ca. 22 cm.



Figuur 6. Inlaatsluis voor proefvak 5 met riet.

Waterbeheer:

- **Veenmos**
Veenmos was het meest kwetsbaar qua waterbeheer, omdat zowel uitdroging (grondwaterstanden meer dan 5 cm onder maaiveld) als inundatie (meer dan 5 cm water boven maaiveld) voorkomen moesten worden. De inlaat was daarom in principe dicht en de uitlaat kwam tot afstroom als er 5 cm op het maaiveld staat. Dit vak werd bij voorkeur door neerslag gevoed. Als de grondwaterstand meer dan 5 cm onder het maaiveld stond, werd water ingelaten vanuit het proefvak met aangeplant riet.
- **Riet**
Na aanplant werd het waterpeil verhoogd tot 20-25 cm, zodat de rietstengels nog net boven water uitstaken. De aflaat werd alleen geactiveerd als het waterpeil boven de 30 cm dreigde te komen. Na 2 jaar werd droogval toegestaan om methaanemissies te reduceren en fosfor te binden.
- **Kleine en grote lisdodde**
Na aanplant werd het waterpeil bij zowel de ingezaaide als de aangeplante lisdodde verhoogd tot ongeveer 25 cm. Wel werd bij zaaien het waterpeil langzamer opgevoerd. Ook hier werd na 2 jaar droogval toegestaan om methaanemissies te reduceren en om fosfor mogelijk minder beschikbaar te maken (Westendorp et al., 2012).

3.3.3 Teeltbeheer

Na de inrichting werden de proefvakken beplant en geïnundeerd volgens de hierboven beschreven waterbeheerprincipes. In de proefvakken zijn grote lisdodde (*Typha latifolia*), kleine lisdodde (*T. angustifolia*), riet (*Phragmites australis*), en gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*) geplant of ingezaaid. Dit zijn alternatieve landbouwgewassen die goed groeien onder natte omstandigheden en/of peilfluctuaties. Er is bewust voor variatie in gewas en methode gekozen om te kijken wat wel en niet werkt en ervaring op te doen. In

Tabel 3 is per proefvak omschreven welk type teelt onderzocht wordt en welke methode van beplanting is gebruikt. Tijdens de gehele periode werd niet bemest en werden geen gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Er werd bewust niet geplagd, omdat dit bodemdaling juist versnelt. Alleen in het vak met veenmos is een uitzondering gemaakt, omdat veenmos een voedselarme bodem nodig heeft. Daarnaast is in proefvak 8 licht afgeplagd om het maaiveld te egaliseren. Er werden geen bestrijdingsmiddelen gebruikt. De aangebrachte gewassen waren zoveel mogelijk gebiedseigen.

Veenmos werd betrokken uit natuurgebied Het Hol en betrof voornamelijk gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*). Het proefvak besloeg ca. 650 m² en is vanwege de lage nutriëntbehoefte van veenmos het enige proefvak dat is afgeplagd. Begin april 2019 werd 10 cm afgeplagd, waarna op 12 april circa 300 - 400 liter veenmos in losse plukjes werd verspreid. Deze aanplant was slechts deels succesvol: een deel van het veenmos verdroogde, terwijl een ander deel verdronk. Deze problemen werden veroorzaakt door een onregelmatig maaiveld. Ook was de dichtheid van het aangebrachte materiaal onvoldoende. Rond 20 april werd voor een tweede keer afgeplagd om oneffenheden in het maaiveld te corrigeren. Op 21 februari 2020 is opnieuw veenmos aangebracht in dit proefvak, ditmaal circa 200 liter. **Riet** kwam uit een sloot in de Horstermeerpolder op ca. 1 km afstand van het proefterrein en werd aangevoerd per shovel. Op 11 april 2019 is het riet met de hand uitgepoot op een dichtheid van ongeveer 3 tot 4 wortelstokken per vierkante meter. Met **lisdodde** zijn er drie proefvakken ingezaaid en één proefvak aangeplant. In twee lisdoddevelden is er op een laag bagger geteeld en in twee andere velden op gras dat onder water staat. Voor het planten zijn 2.250 potjes van 50% grote en 50% kleine lisdodde van ongeveer 50 cm hoog betrokken van waterplantenspecialist van der Werf uit Reeuwijk. Per vierkante meter zijn 2 plantjes ingeplant. Voor het inzaaien werden de sigaren van de grote lisdodde geoogst in januari 2019 uit de bronpopulatie in Ankeveen (400 meter ten noorden van de Korremof) en in Amsterdam-Zuidoost bij gemaal Bijlmer in 2020. Het inzaaien gebeurde met de 'natte pluizen'-methode (zie *Kader Inzaaimethode*). Dit proces werd zowel in mei als opnieuw in juni 2019 herhaald om de dichtheid van de grote lisdodde in vak 3 te vergroten. In juni 2020 is eenmalig doorgezaaid. In het baggervak werden de natte pluizen met een spuit ingezaaid (zie *Kader Inzaaimethode*). De uitbreiding in juni 2021 met kleine lisdodde was afkomstig van zowel eigen terrein als het proefterrein Zuidveen bij Assendelft en is volgens dezelfde 'natte pluizen'-methode ingezaaid.

Inzaaimethode:

De geoogste sigaren werden aan de lucht gedroogd op kranten en daarna koel en droog verpakt. In mei werden de sigaren gedurende 72 uur in water gelegd en dagelijks doorgeroerd. Vervolgens werd de pluizenpap in kleine propjes met een gieter en met de hand in een laagje water (5 cm diep, met gras dat nog boven water steekt) verspreid. In het baggervak werd een water-pluizen mengsel met een spuit verspreid.



Figuur 7. Links: zaaien van lisdodde met tank en spuit op baggervak, zomer 2019. Rechts: natte pluizen-methode.

Tabel 3. Zaaimethode per type teelt en het oppervlakte van elk proefvak.

Proefvak-nummer	Type teelt	Inzaai/inplant	Landbewerking	Opp. (m ²)	Methode
1	Grote en kleine lisdodde	Ingeplant	Op niet-geplagd gras.	1.357	Westelijke helft is ingeplant met grote lisdodde van kweker, oostelijke helft met kleine lisdodde. Ca. drie 50 cm hoge planten per m ² .
3	Grote lisdodde	Ingezaaid	Inundatieteelt op niet-geplagd gras.	1.595	Gezaaid (op gras in enkele cm water) met natte pluizen methode in mei en juni en meerdere jaren doorgezaaid.
5	Riet	Ingeplant	Inundatieteelt op niet-geplagde graszode.	767	Ingeplant uit lokale populatie.
6	Veenmos	n.v.t.	Afgeplagd en omdijkt vak, zonder eigen opp. water aanvoer.	487	Veenmos drie keer aangebracht, vak twee keer geplagd.
8	Kleine lisdodde	Ingezaaid	Grotendeels heel licht afgeplagd vak met dijkjes.	2.343	Ingezaaid met ca. 60 liter pluismengel van kleine lisdodde uit eigen project en van Zuidveen.
11	Grote lisdodde op bagger	Ingezaaid	Baggerdepot met bagger uit polder Stichts Ankeveen.	1.404	Grote lisdodde uit lokale bron nat met spuitinstallatie gezaaid op bagger met waterlaag.
12	Spontane teelt op bagger	n.v.t.	Baggerdepot met bagger uit polder Stichts Ankeveen.	1.382	Geen planten of zaden aangebracht.



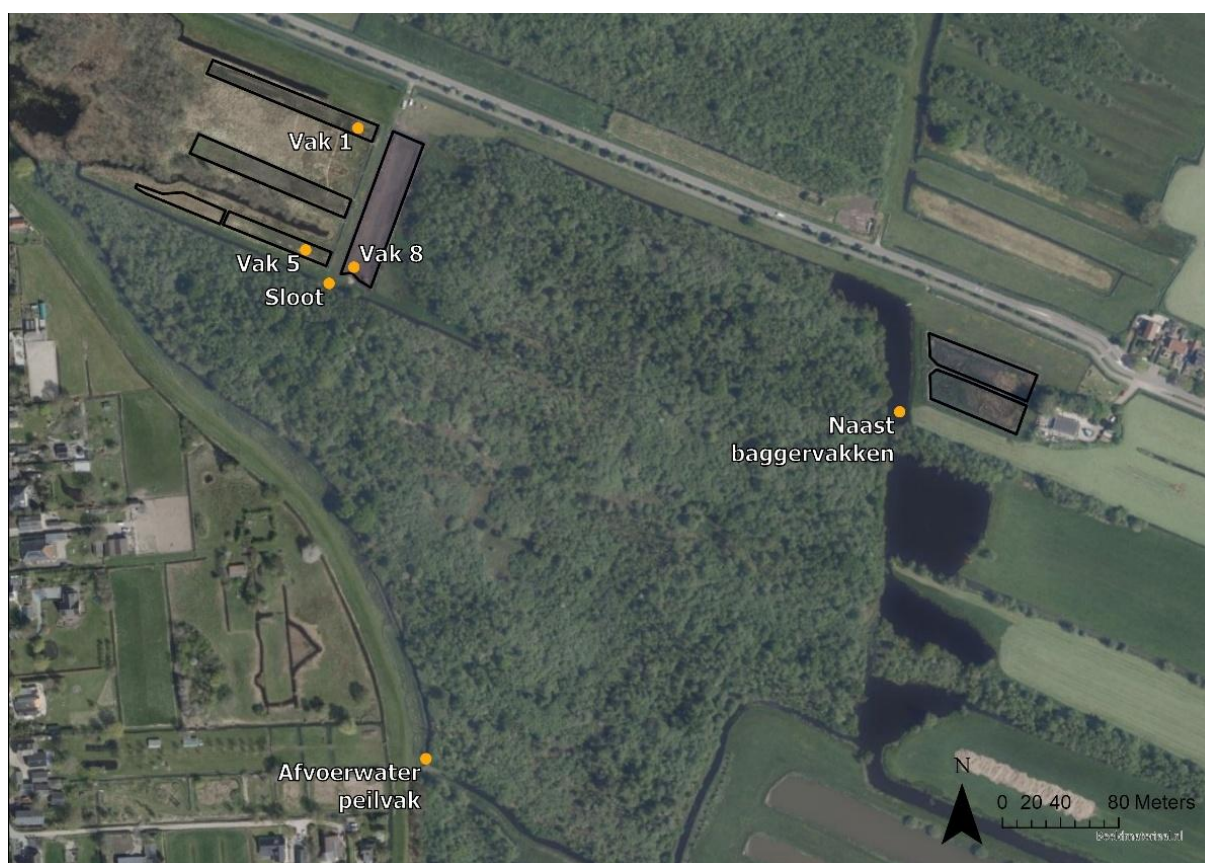
Figuur 8. Linksonder: Vak 5 (na aanleg van dijkjes, voor de inplant).
Linksonder: Lisdoddeveld in het eerste jaar.

Rechtsboven: Inplant van grote lisdodde.

Rechtsonder: Impressie van een oogst van lisdodde.

3.4 Monitoring

Gedurende de pilot vond monitoring plaats van de waterkwaliteit, broeikasgasemissie, waterbeheer (grondwaterstand, waterpeil en watertoevoer), biodiversiteit, bodemdaling, gewaseigenschappen, bodemkwaliteit en de oogst. Een overzicht van de locaties van de flowmeters en oppervlakte- en grondwaterpeilbuizen in het westelijke gedeelte is hierboven in Figuur 4 aangegeven. De **waterkwaliteit** is gemeten in zowel de proefvakken als omliggend oppervlaktewater (Figuur 4). Gedurende de gehele pilot werd maandelijks door Stichting Waterproef de volgende standaard parameterset gemeten: alle vormen van stikstof (N), totaal fosfaat (P), opgelost organisch koolstof (DOC), pH, chloride, sulfaat, temperatuur, geleidbaarheid en doorzicht. Op verzoek is de standaard meetprotocol aangevuld met arseen (vanwege de gevoeligheid van het gebied voor arseenverontreiniging) en met oplosbaar koolstof (vanwege de relatie tot de broeikasgasuitstoot). Figuur 9 laat de meetpunten in het oppervlaktewater zien. Vanuit het basismetnet bevond zich een meetpunt bij de stuw richting de Horstermeerpolder. Het meetpunt bij de sloot bij de proefvakken kan gezien worden als een beschrijving van het opgepompte water wat in de proefvakken wordt ingelaten. Op basis van een tussenevaluatie is het meetpunt bij de baggervakken in 2021 uit de monitoring gehaald en werden er in 2022 extra meetlocaties toegevoegd in de proefvakken zelf, namelijk in proefvak 1 met een gemixte aanplant van kleine en grote lisdodde, nabij de inlaat; in proefvak 5 met riet, eveneens nabij de inlaat; en in proefvak 8 met kleine lisdodde, nabij de inlaat én het uitstroomwerk.



Figuur 9. Locaties in en rond de Korremof waar waterkwaliteitsparameters zijn bemonsterd van maart 2019 t/m december 2025. De precieze tijdsperiode verschilt per meetlocatie.

Het volume aan **watertoevoer** dat de twee zonnepompen oppompen vanuit de sloot naar de proefvakken is gemeten met elektromagnetische flowmeters. Deze flowmeters werken op basis van elektromagnetische inductie en geven één puls per gemeten en geregistreerde 10 liter water. Deze data komt op een telemetrische IOT-logger binnen. De grondwaterstanden in de zes vakken werden tot 2021 met de hand gemeten gedurende plaatselijke peilinspecties. Vanaf 2021 werd vanuit het NOBV de peilregistratie uitgevoerd via Ellitrack peilbuizen met loggers,

die in elk proefvak en in het omliggende grasland zijn geplaatst (Figuur 4). Ook waren er vanuit AGV vijf grondwaterpeilbuizen en één oppervlaktewaterpeilbuis in het proefgebied die vanaf 2019 de waterstanden continue meten (Figuur 4). Met het aanhaken van het NOBV is er vanaf de zomer van 2021 een weerstation geïnstalleerd in het westelijke gedeelte van de proeflocatie (Figuur 4). Deze neerslagdata is aangevuld met neerslaggegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-station in Weesp (Bijlage 7). Aan de hand van de gemeten watertoevoer, neerslag en waterstanden en geschatte stuwstanden, wegzijging en verdamping is een [waterbalans](#) gemaakt om de watervraag van elk proefvak te berekenen. Dit diende als input voor een 'bakjes'-model per proefvak in Excel, waarbij de proefvakken als open water-'bakje' zijn bekeken. Hierdoor is de waterbalans iets minder nauwkeurig als de waterpeilen onder het maaiveld komen, maar deze methode volgde het gemeten waterpeil het beste.

Kytalyk Carbon Cycle Research VOF is gevraagd om op deze locatie aan de [broeikasgasemissies](#) (CO₂ en methaan (CH₄)) van de verschillende teelten te meten. Dit is gedaan met automatische kamers in de periode van april 2020 tot januari 2022. Voor een uitgebreide uitleg van de methode zie hieronder het inzetkader Kamermetingen broeikasgassen. Bijlage 8 laat de vijf meetlocaties zien van de meetapparatuur in de plots: op natte teelten (twee soorten lisdodde, riet en veenmos), grasland, en natuurlijke vegetaties (Pitrus, grassoorten en moeraszegge). In april 2021 is de gras-meetlocatie verplaatst naar een locatie waar minder schaduwwerking van bomen is en waar een grondwaterpeilbuis geplaatst is. Vanaf 2021 heeft NOBV deze pilot als nationale onderzoekslocatie aangewezen. Met behulp van een Eddy Covariance toren (EC-toren) zijn de broeikasgasemissies (methaan en koolstofdioxide) in het proefgebied vanaf 2 juli 2021 continu gemonitord (Figuur 4). Ook kon vanuit fluxen van H₂O, gemeten door de EC-toren, inschattingen gemaakt worden van de evapotranspiratie (de som van de verdamping van water op het oppervlak, uit de bodem, en uit de vegetatie). Het NOBV gaat hier in hun rapportages verder op in. De installatie van de EC-metingen staat in het noordoosten van veld 1 gepositioneerd, voor optimale metingen bij de overheersende windrichting vanuit het zuiden. Voor een uitgebreide analyse en interpretatie van die metingen wordt verwezen naar het [NOBV](#). De tot nu toe openbare resultaten daarvan worden op hoofdlijnen besproken.

Voor een kwalitatieve analyse van de [biodiversiteit](#) in het proefgebied zijn vanuit AGV meerdere bureau- en veldstudies uitgevoerd. Ook het onderzoeksprogramma VIP-NL heeft veel onderzoek verricht naar biodiversiteit bij natte teelt, waaronder op deze locatie. Daarvoor verwijzen wij naar de [rapportages](#) van VIP-NL en deze resultaten zullen hier niet worden behandeld. Voor de aanleg van de proef is in september 2018 een verkennend vegetatieonderzoek in meerdere delen binnen het gebied gedaan. In 2020 is de vegetatie op vier kleinere representatieve velden gemonitord. In 2025 is er middels een veldinventarisatie gekeken naar de botanische waarden van het gebied. Bij deze vegetatieopnames zijn alle plantensoorten middels (meerdere) transecten per proefvak geïnventariseerd. Indien de vegetatiestructuur een heterogene verdeling per proefvak had, werd aanvullend een dekkingspercentage per soort ingeschat. Daarnaast is de aanwezige macrofauna op 3 aangewezen locaties in 6 verschillende proefvakken in september 2019 met een schepnet tweemaal bemonsterd aan de hand van het macrofauna protocol van Stichting Waterproef. Tenslotte is via de Nationale Databank Flora en Fauna gekeken naar waarnemingen in de proefvakken en de directe omgeving (circa <50 m) van 13 januari 2015 tot 13 januari 2025 van soorten die staan op de Rode Lijst en/of in de bijlage van de Vogel- of Habitatrichtlijn. Er is gekozen voor deze tijdsperiode om zowel voor als na de aanleg van de proef een langjarig beeld te vormen van waarnemingen in het proefgebied.

Om [bodemdaling](#) (of veenopbouw) in het proefgebied te bepalen, zijn hoogtegegevens verzameld op twee momenten. De eerste meting vond plaats in september 2018, voorafgaand aan de inrichting van het gebied. Deze hoogtemetingen zijn uitgevoerd met dGPS in een raster van punten met behulp van een steunstation. In maart 2025 zijn op exact dezelfde wijze opnieuw hoogtemetingen uitgevoerd. Door het vergelijken van beide datasets is het hoogteverschil per meetpunt berekend over een periode van zes jaar. Belangrijk is om hierbij op te merken dat vanwege het verschil in jaargetijde van de beide metingen de natuurlijke variatie van het maaiveld van veenbodems de metingen verstoort. Door locaties binnen het proefgebied te vergelijken geeft het verschil per meetpunt toch inzicht in mogelijke veranderingen van het maaiveld door bodemdaling of veenvorming, rekening houdend met effecten van inrichting, zoals afplaggen en het aanleggen van dijken.

Kamermetingen broeikasgassen:

De vier kamers bestonden uit transparante acrylaat cilinders van 35 cm doorsnede en 50 cm hoogte, voorzien van een ventilator voor luchtcirculatie en temperatuurcorrectie. Het scharnierende deksel werd bediend door een elektrisch aangedreven lineaire actuator. De kamers werden aangestuurd via een control box met een Raspberry Pi-computer, die tevens fungeerde als datalogger. Een circulatiepomp en magneetkleppen regelden de gastoevoer naar de gasanalyzer, die CH_4 , CO_2 en H_2O meet met een frequentie van 1 meting per seconde. Het systeem registreerde ook bodemtemperaturen en luchtdruk. De sluitijd van de kamers was 150 seconden, met 1 minuut doorspoeltijd tussen openen en sluiten. Het systeem was ontworpen voor minimaal stroomverbruik en kon grotendeels op zonne-energie draaien. De gebruikte gasanalyzer was een Los Gatos Microportable Greenhouse Gas Analyzer M-GGA-918, met OA-ICOS-technologie. De kamers konden met luchtdichte verlengstukken tot 2 meter worden verhoogd om verstoring van de vegetatie te vermijden, en werden op een houten frame of in de grond geplaatst afhankelijk van de ondergrond. Elke meting werd visueel gecontroleerd op verstoringen, rekening houdend met de effecten van lichtsterkte en ebullitie-emissie, oftewel gasbellen. De fluxen werden berekend met lineaire regressie en gecontroleerd met de integratie-methode. De CH_4 -meting omvatte een ebullitie-index, die de invloed van gasbellen aangaf. Metingen met ebullitie werden als geldig beschouwd, omdat gasbellen een integraal onderdeel van het systeem vormen.

De kamerset werd voor 3 tot 7 dagen boven de verschillende vegetatietypen ingezet (Figuur 10). De metingen geven daarmee een nauwkeurig beeld van de dagelijkse variatie in de netto-uitwisseling van het ecosysteem met de atmosfeer. Van deze data is de nachtelijke CO_2 -emissie (ecosysteem-respiratie), netto ecosysteemuitwisseling (NEE) en de 24-uurs CH_4 -flux berekend. De metingen gaven geen direct antwoord op veenoxidatie, maar de ecosysteem-respiratie (R_{eco}) benadert dit, aangezien het ook de oxidatie van andere organische stoffen in de bodem omvat.



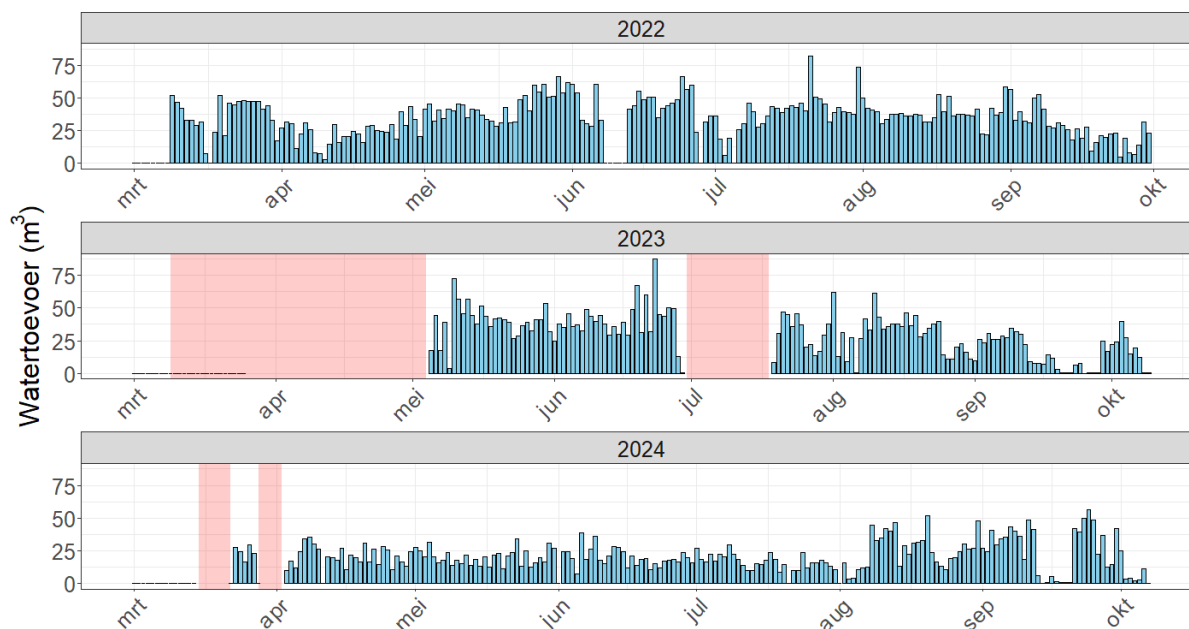
Figuur 10. Voorbeeld van de metingen aan broeikasgasemissies met behulp van automatische kamers (24 april 2021).

4 Resultaten

4.1 Waterbeheer

Per dag wordt er vanuit het aangrenzende peilvak (29-11; zp -0,6 en wp -0,7 m NAP) van 2019 t/m 2025 in het zomerhalfjaar gemiddeld 1.322 kubieke meter water aangevoerd naar het peilvak waarin de Korremof ligt (peilvak 29-10; -1,51 m NAP vast peil, 66 cm mediane drooglegging). De maximale dagelijkse toevoer ligt elk jaar rond de 4.000 kuub (i.e., 3.700 tot 4.170 kuub), maar in 2024 was dit met 2.965 kuub minder (Bijlage 9). Het slootpeil is gedurende de gehele looptijd van de pilot gemonitord (Bijlage 10). Hieruit blijkt dat het peil op zijn laagst (-1,73 m NAP) 20 cm uitzakte gedurende een korte periode midden juni 2023. Dit bleek te komen door een combinatie van een grote watervraag, een verstopte aanvoer en een te lage klepstand bij het overstortpunt naar de Horstermeer. Ook in midden augustus 2024 was het slootpeil ruim 15 cm lager dan gemiddeld. In het extreem droge jaar 2022 zakte het slootpeil 10 cm uit. De wateraanvoer in droge periodes blijkt dus kwetsbaar voor storingen in het watersysteem.

Vanuit de sloot in de Korremof wordt dan weer gedurende de groeiperiode (Bijlage 11) water aangevoerd naar de proefvakken met behulp van pompen. Figuur 11 laat het totale watervolume per dag zien wat in 2022 en 2023 vanuit de sloot is opgepompt naar vakken 1, 3 en 5 met een totaaloppervlakte van 3.719 m². Op sommige dagen was dit tot wel boven de 80 kubieke meter water, zoals in juli 2022 (82,27 m³) of juni 2023 (87,41 m³). In 2024 lag de maximale gepompte hoeveelheid op 1 dag lager, namelijk 56,51 kubieke meter water. Een overzicht van de totale watertoevoer per jaar is weergegeven in Tabel 4. Er is in deze vakken in 2022 relatief veel water toegediend. In 2024 lag de totale aanvoer echter duidelijk lager. Dit was het gevolg van aangepast waterbeheer op basis van eerdere ervaringen, gecombineerd met een natter voorjaar. Ook technische factoren, zoals de staat van de accu, vlotterafslag (een vlotter bewaakt het peil in de opvoergoot) en een andere waterverdeling richting het rietvak, speelden mogelijk een rol. In 2023 was de flowmeter in 2 periodes disfunctioneel, waardoor er op maand- en jaarbasis weinig te zeggen valt. In augustus 2024 werden de accu's vervangen, wat een groter dagvolume tot gevolg had, ondanks het afnemend aantal zonuren.



Figuur 11. Opgepompte water (in m³ per dag) wat in proefvakken 1, 3 en 5 werd ingelaten in 2022, 2023 en 2024 tussen 1 maart en 31 oktober. Lichtrode vlakken geven periodes aan waarvan geen metingen beschikbaar waren; nulwaarden kunnen zowel het gevolg zijn van ontbrekende data als van afwezigheid van toevoer (storingen).

Een tweede pomp bracht water vanuit de sloot naar proefvak 8 (2.343 m²) (Bijlage 12). Het gemeten debiet van deze pomp was 3.888 liter per uur. De inlaat van de pomp werd geregeld door een tijdschema, dat ingesteld kon worden op 0, 3, 6, 12 of 24 uur per dag. Wanneer de pomp 24 uur per dag actief was, werd het maximale toevoervolume per dag vastgesteld op 93,31 m³. Alle wijzigingen in het waterbeheer werden nauwkeurig geregistreerd. Tabel 4 geeft de jaarlijkse totalen aan watertoevoer weer. Vak 8 kende een andere aansturingwijze

dan de andere vakken: doordat deze pomp niet automatisch afsloeg bij een hoog waterpeil, was de toevoer vaak groter dan nodig. In 2024 is onder andere hier beter op gestuurd, waardoor het totaal aangevoerde volume ook hier flink daalde. Door de overmatige watertoevoer en de inrichting van het vak vond hier overstort plaats, welke verderop wordt uitgewerkt.

Tabel 4. De totale jaarlijkse watertoevoer van de twee pompen (in m³ en in mm). In 2023 was de flowmeter in de pomp naar proefvakken 1, 3 en 5 gedurende meerdere lange periodes disfunctioneel.

Jaar	Pomp 1, 3 en 5 (m³)	Pomp 1, 3 en 5 (mm)	Pomp 8 (m³)	Pomp 8 (mm)
2022	7.152	1.923	5.622	2.399
2023	n.b.	n.b.	6.135	2.618
2024	3.993	1.074	3.336	1.424

Het maximale volume dat beide pompen samen op één dag uit de sloot konden pompen, bedroeg 145 m³ op 9 maart 2022. Normaal gesproken is de aanvoer naar het peilvak veel groter dan de maximale vraag van de twee pompen (Bijlage 9). Hierdoor zakt het slootpeil doorgaans nauwelijks door de watervraag van de natte teeltproef. Maart, april en mei 2022 waren de enige maanden tijdens de proef waarin een aanzienlijk deel van de peilvaktoevoer werd opgepompt in de proefvakken. In deze periode daalde ook het slootpeil, doordat er nauwelijks water naar het peilvak werd aangevoerd. Al met al lijkt de watervraag van natte teelten op peilvakniveau klein te zijn. Daarbij moet worden opgemerkt dat deze locatie hydrologisch gunstig was, vanwege de doorspoeling van dit specifieke peilvak. Omdat een deel van het ingepompte water via de bodem terugstroomt naar het peilvak, is de netto onttrekking altijd kleiner dan het ingepompte volume, met als neveneffect dat de ontwatering van het omliggende land mogelijk verslechtert en er bij regenval plassen kunnen ontstaan.

Voor proefvak 8 is een [waterbalans](#) opgesteld om meer inzicht te krijgen in de watervraag en de verschillende aan- en afvoerposten op perceelsniveau. Het gemeten waterpeil kwam goed overeen met het berekende peil, dat is afgeleid uit de toevoer, overstorthoogtes, neerslag en geschatte wegzijging en verdamping (Bijlage 13). Voor de andere drie proefvakken (1, 3 en 5) is het in mindere mate gelukt een waterbalans op te stellen. Deze vakken werden namelijk alle drie met één gezamenlijke pomp bediend, waardoor het exacte aandeel van de toevoer per vak onbekend is. Hierdoor zijn berekeningen en inschattingen voor deze vakken minder nauwkeurig dan voor proefvak 8. Uit de waterbalans blijkt dat de overstort in 2022 en 2023 zeer hoog was (Bijlage 12), maar dankzij verbeterd waterbeheer en minder onnodige toevoer daalde deze overstort in 2024 met een factor twee tot drie (Figuur 12). Wanneer rekening wordt gehouden met de overstort, ligt de effectieve watervraag van de lisdoddeteelt voor toevoer vanuit de sloot tussen circa 1.015 en 1.590 mm per jaar in de periode 2022–2024 (Tabel 5). Dit komt globaal overeen met de gezamenlijke watertoevoer van proefvakken 1, 3 en 5, waar geen overstort plaats kon vinden (1.074 mm in 2024).

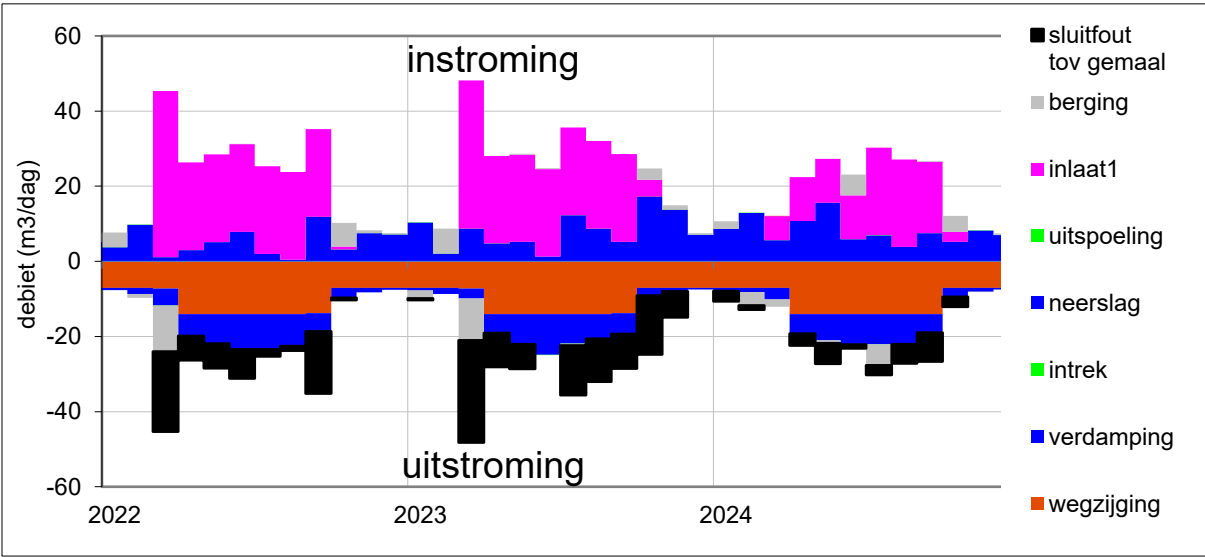
Tabel 5. Watertoevoer – overstort en de wegzijging in proefvak 8 op basis van de waterbalans, en neerslag(tekort) in het groeiseizoen per jaar op basis van een eerste inschatting van de gemeten verdamping (Van Giersbergen, persoonlijke communicatie, 12 juni 2025) en de neerslaggegevens.

Jaar	Watertoevoer – overstort (mm)	Neerslagtekort (mm)	Neerslag (mm)	Wegzijging (mm)
2022	1.590	~ 140	451	1.362
2023	1.329	~ 135	595	1.278
2024	1.015	~ -175	749	1.242

Voor de groeiseizoenen is het neerslagtekort berekend op basis van neerslag- en verdampingsmetingen van de EC-toren (Tabel 5). Belangrijk is om te vermelden dat deze data een eerste inschatting is en dat het gebaseerd is op de footprint van de EC-toren waar ook velden met pitrus, rietgras en zegge onder vallen. Een nadere analyse hiernaar wordt uitgevoerd door onderzoekers van het NOBV (Van Giersbergen, persoonlijke communicatie, 12 juni 2025). De gemeten verdamping binnen de footprint van de EC-toren varieerde op het eerste oog tussen circa 560 en 590 mm per groeiseizoen, waarbij de totale jaarlijkse verdamping tussen circa 620 en 700 mm lag. De extra verdamping door lisdodde ligt daarmee iets hoger dan de gemiddelde referentiegewasverdamping (ongeveer 600 mm totaal per jaar in De Bilt). In 2024 leidde het extreem natte weer zelfs tot een neerslagoverschot tijdens het groeiseizoen.

Uit de waterbalans blijkt dat wegzijging en/of lek de belangrijkste factor is in de extra watervraag. Een wegzijging van 6 mm per dag tijdens het groeiseizoen en 3 mm per dag daarbuiten verklaart in de waterbalans de gemeten

waterpeilen goed. Een wegzijging van 6 mm/dag is veel, maar kan zeker voorkomen bij natte gebieden in de nabijheid van een droogmakerij zoals hier het geval is. Daarbij is in Polder Kortenhoef de deklaag zeer klein, met daardoor weinig weerstand in verticale richting. In deze situatie met natte teelt ontstaat er (theoretisch, er kunnen storende slecht doorlatende lagen aanwezig zijn in de proefvakken) een sterk verhang tussen de grondwaterstand en de diepere stijghoogte. De kleine weerstand en het grote verhang resulteert in een sterke wegzijgingssituatie, met als gevolg deze sterke watervraag vanuit de bodem. Deze verhoogde wegzijging in het groeiseizoen — dat ruim 200 dagen duurt — zorgt voor een geschat verlies van 1.240 tot 1.360 mm (Tabel 5). Hier komt, afhankelijk van de weersomstandigheden, het neerslagtekort nog bovenop. Ter vergelijking: in veenweidegebieden bedraagt de watervraag per perceel gemiddeld circa 120 mm per jaar, afhankelijk van factoren als doorlatendheid, weersomstandigheden en drooglegging. Dit betekent dat de watervraag van natte teelten op perceelsniveau ongeveer tien keer hoger kan liggen dan die van conventioneel landgebruik. Dat is te beschouwen als een maximum. Er zijn mogelijkheden om deze watervraag substantieel te beperken, zoals tijdelijke droogval, een dunnere waterschijf in de teeltvakken, en minder pompen bij koel weer.

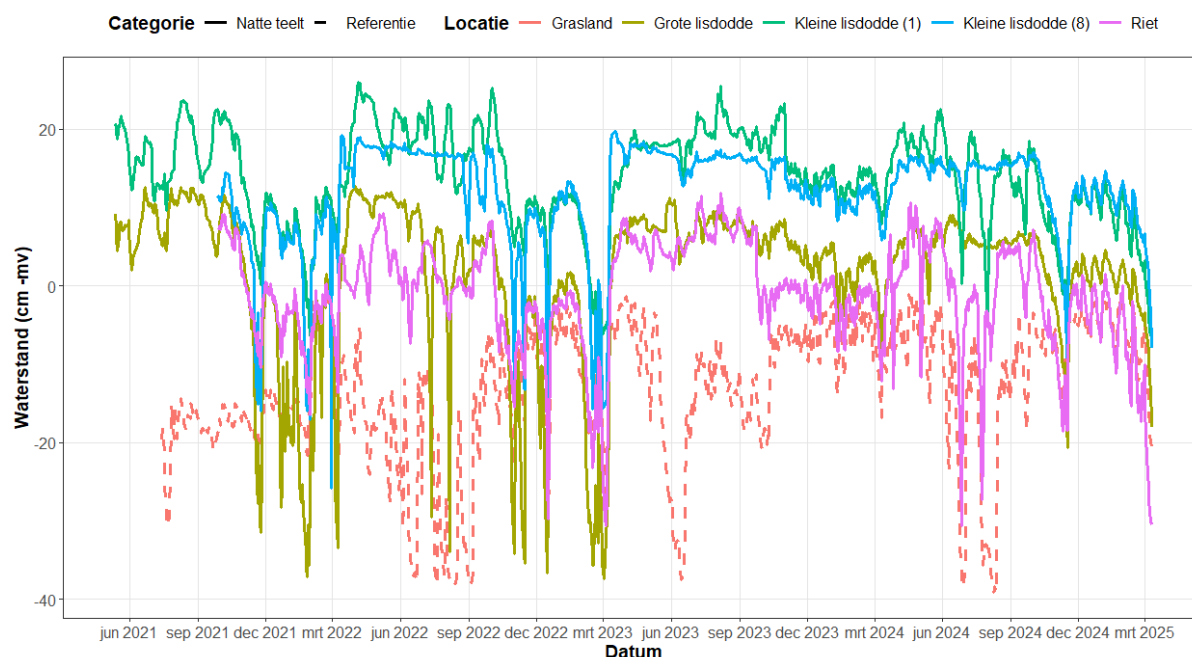


Figuur 12. Waterbalans van proefvak 8, waarbij ‘sluitfout tov gemaal’ de overstort en onverklaarbaar verlies weergeeft. De berging is het ingeschatte watervolume dat in de bodem geborgen kon worden. De inlaat en neerslag zijn gemeten, terwijl de wegzijging en verdamping onderbouwd zijn geschat.

Onderstaande grafiek (Figuur 13) geeft de peilen in alle vakken weer. In de vakken met natte teelt staan de waterstanden in de winter lager dan in de zomer, behalve in de extreem natte winter van 2023-2024. In de zomer varieert de waterstand in de vakken met kleine lisdodde rond de 20 cm inundatie, terwijl bij grote lisdodde en riet het water in het groeiseizoen rond de 10 cm diep staat. De grondwaterstand in het grasland ligt in de winter net onder het maaiveld, maar de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zakt in de zomer in tegenstelling tot de natte teelten uit tot tussen de 20 tot 40 cm onder maaiveld (Tabel 6). Ook zijn aanpassingen in waterbeheer (verhoging of verlaging van proefvak-specifieke toevoer) duidelijk terug te zien als grote veranderingen in waterpeil, terwijl het effect van neerslag minder sterk is. Zo is bijvoorbeeld duidelijk het droogval experiment in juli 2024 terug te zien in de waterstanden van proefvak 1 (Bijlage 14). Wat de droogval van de proefvakken mogelijk betekent voor de methaanemissies of de gewasverdamping wordt nader geanalyseerd door het NOBV.

Tabel 6. Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) (in cm -mv) per jaar per locatie, gemeten door ellitrack-peilbuizen. Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is te vinden in Bijlage 15.

Jaar	Grasland	Grote lisdodde	Kleine lisdodde (1)	Kleine lisdodde (8)	Riet	Riet/gras	Veenmos	Zegge
2021	-30,66	-37,07	-4,47	-19,65	-14,64	-29,41	-29,47	-25,73
2022	-38,24	-37,29	-5,84	-15,95	-30,45	-42,45	-49,61	-39,55
2023	-37,41	-6,85	8,37	6,02	-11,86	-44,24	-50,49	-42,92
2024	-39,06	-0,68	-2,04	9,82	-27,39	-43,81	-52,46	-43,11



Figuur 13. Gemeten waterstanden (cm -mv) in de proefvakken met grote lisdodde, kleine lisdodde (2 proefvakken) en riet en in het naastgelegen grasland als referentie.

Bijlage 16 toont de grondwaterstanden, gecorrigeerd voor de maaiveldhoogte, over tijd op verschillende locaties in het proefgebied, zoals gemeten door AGV. De grondwaterstand bij de natte teelten blijft rond of net onder het maaiveld, ook in de zomer. De peilbuizen buiten de natte teelt, namelijk in het zeggeveld en in het kleine lisdodde vak vóór de uitbreiding, laten zien dat de grondwaterstand in de zomer tot wel 50 – 75 cm uitzakt (Tabel 7). Na de aanleg van het extra proefvak 8 met kleine lisdodde in mei/juni 2021 laat deze peilbuis een GLG van 45 – 50 cm hoger zien. Opvallend is ook dat het proefvak met veenmos minder sterk reageert op veranderingen in neerslag of verdamping. Veenmos heeft de zelfregulerende capaciteit om water vast te houden. Omdat er echter nauwelijks veenmos opkwam in deze proef, is het waarschijnlijker dat de constante grondwaterstand in de peilbuis bij het veenmosvak komt door communicatie met de sloot, welke erg dicht bij de peilbuis ligt.

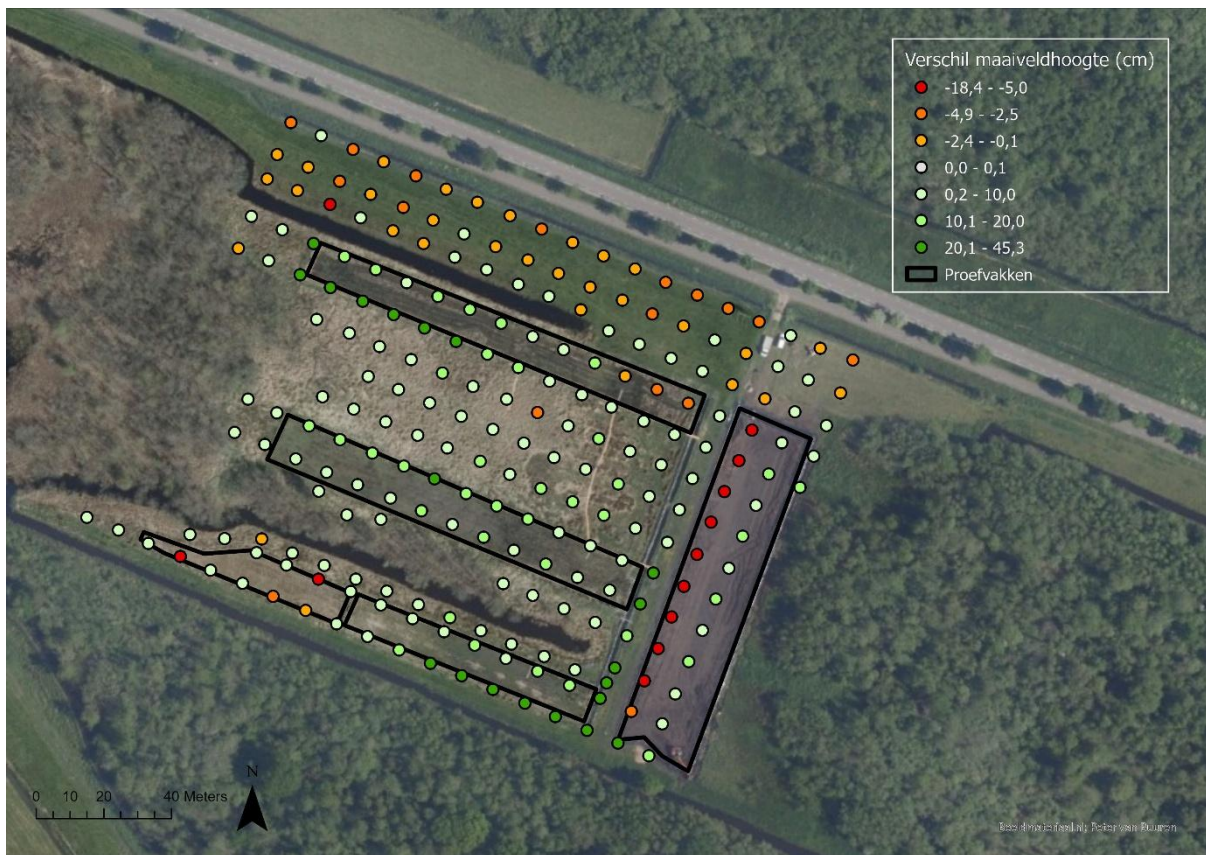
Tabel 7. Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) (in cm -mv) per jaar per locatie, gemeten door het grondwatermeetnet van AGV. Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is te vinden in Bijlage 17.

Jaar	Grote lisdodde	Kleine lisdodde (8)	Veenmos	Zeggeveld
2019	-39	-69	-34	-26,33
2020	-47,33	-76,67	-35,67	-45,67
2021	-29	-26	-38	-27
2022	-28,67	-28	-40	-58
2023	-28	-27	-41	-59
2024	-49,33	-29	-37	-53

4.2 Bodemdaling

Op basis van de ingemeten maaiveldhoogtes in 2018 en 2025 is in kaart gebracht waar de maaiveldhoogte veranderd is, mogelijk door **bodemdaling** of juist door veenvorming (Figuur 14). Daarnaast zijn de effecten van de inrichting ook duidelijk zichtbaar: afplaggen, het aanleggen van dijkes, en het vlaktrekken van het terrein zorgen lokaal voor forse hoogteverschillen. De meest grote stijging (donkergroen) of daling (rood) is duidelijk te koppelen aan dergelijke activiteiten. In het grasland lijkt sprake van lichte bodemdaling, welke waarschijnlijk onderschat is door het moment van meten (namelijk einde winter, veengrond is dan juist maximaal opgezwollen). In de zones met natte teelt en natuurlijk zeggeveld is juist een lichte ophoging van het maaiveld zichtbaar, mogelijk als gevolg

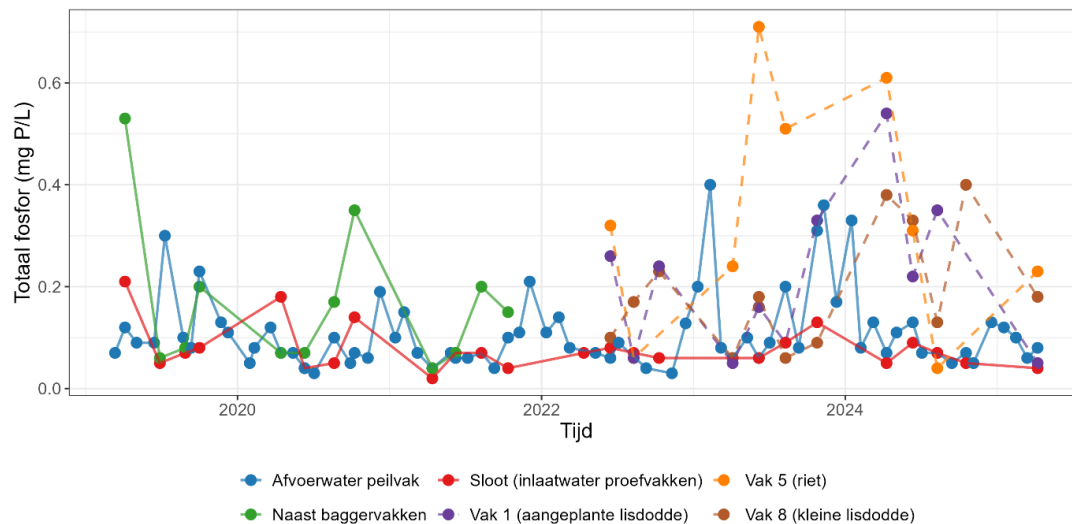
van het ophopende organische materiaal en beginnende veenvorming. Er is op het eerste oog dus een verschil te zien tussen de proefvakken met natte teelt en het naastgelegen grasland. De absolute waarden kunnen, ook vanwege de verschillende meetmomenten in het jaar, echter niet gebruikt worden om een inschatting te maken van de precieze snelheid van bodemdaling of veenvorming.



Figuur 14. Verskil in gemeten maaiveldhoogtes tussen 2018 en 2025 in het westelijke gedeelte van de proef. Negatieve (rode) waarden geven een daling van het maaiveld aan, terwijl positieve (groene) waarden wijzen op een stijging van de maaiveldhoogte.

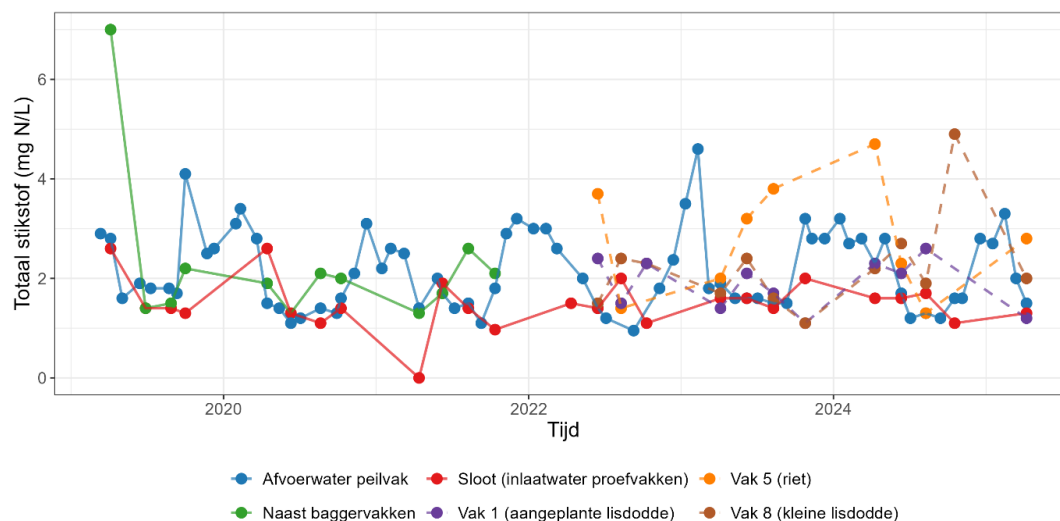
4.3 Water- en bodemkwaliteit

Vernatten van landbouwgrond kan leiden tot verhoogde fosfaatuitstroming naar het oppervlaktewater, wat een risico vormt voor de waterkwaliteit. Tegelijkertijd hebben gewassen zoals lisdodde en riet de potentie om bij te dragen aan verbetering van de waterkwaliteit door hun snelle opname van nutriënten zoals stikstof (N) en fosfor (P), en de afvoer daarvan via biomassa (Geurts et al., 2017, 2020; Pijlman et al., 2019; Vroom et al., 2018). Hoewel biomassa-oogst in de winter een duurzaam effect kan hebben op de waterkwaliteit en bruikbare biomassa oplevert (Meerburg et al., 2010), richt deze proef zich niet op waterzuivering. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de waterkwaliteit in de teeltvakken en in het omringende oppervlaktewater over tijd en wordt een link gelegd met de aan- en afvoer van water. De waterkwaliteit is op 6 locaties in en rond het proefgebied regelmatig gemonitord. Het inlaatwater uit de sloot is op basis van deze metingen eutroof, zoet en basisch. Voor **fosfor** was zichtbaar dat de lisdodde- en rietvakken hogere concentraties hadden dan de nabijgelegen sloot, terwijl de sloot over het algemeen iets lagere concentraties had dan het oppervlaktewater bij de aflat verderop in het peilvak (Figuur 15). Wel is in het oppervlaktewater naast de baggervakken in april 2019 waarschijnlijk het effect van de inrichting, met name de overstort van bagger, terug te zien. Begin 2023 werd een piek in fosforconcentraties gemeten in het vak met riet. In de natte winter van '23-'24 is in alle proefvakken een piek in fosforconcentraties gemeten. Een mogelijke verklaring voor de hoge waarden is inundatie door regenval buiten het reguliere zomer-inundatieseizoen, in een periode waarin de gewasopname van nutriënten nog beperkt of zelfs afwezig is. De concentraties in de sloot blijven echter redelijk constant. De proef brengt da ook geen duidelijke negatieve effecten op de waterkwaliteit van het omliggende oppervlaktewater met zich mee.



Figuur 15. Concentraties aan totaal fosfor (mg P/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omliggende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.

Ook voor **stikstof** bleek er aanvankelijk een negatief effect te volgen op de inrichting, met name weer bij de baggervakken. Daarnaast waren de stikstofconcentraties in de lisdodde- en rietvakken ook hoger dan in de sloot (Figuur 16). Het afvoerwater van het peilvak vertoonde winterpieken in totaal stikstof door uitspoeling van landbouwgrond. Het afvoerwater van het peilvak had in de winter ook opvallend hoge pieken aan ammonium- (NH_4) en nitraat- (NO_3) concentraties (Bijlage 18). In 2023 werd net als voor fosfor een piek geregistreerd in het vak met riet, en in de winter van 2024 voor alle proefvakken. Dit kan op dezelfde wijze als voor fosfor verklaard worden. Ook voor stikstof blijven de concentraties in de omliggende sloot, ondanks pieken in de proefvakken, constant en lijkt de natte teelt geen invloed te hebben op de waterkwaliteit in het omliggende oppervlaktewatersysteem.



Figuur 16. Concentraties aan totaal stikstof (mg N/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omliggende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.

In Bijlage 19 t/m 23 staan ook de trends van andere waterkwaliteitsparameters uitgebeeld. Sulfaat is enkel gemeten in het afvoerwater van het peilvak en is daarom niet meegenomen in de analyse. Voor opgelost organisch koolstof (na filtratie) was geen duidelijke trend zichtbaar over tijd of tussen locaties. Zowel de geleidbaarheid als de pH namen in 2024 aanzienlijk af ten opzichte van eerdere jaren, zowel in de sloot als in de proefvakken, waarschijnlijk door de extreme neerslag. Arseenconcentraties vertoonden zowel in de proefvakken als in het oppervlaktewater pieken tot 7,5 $\mu\text{g/L}$ in de zomer. De gemeten waarden van arseen komen in de buurt van de Europees bepaalde

maximaal aanvaardbare waarde van de concentratie voor oppervlaktewateren van 8 µg/L. Daarnaast komen de waardes nergens onder de aanbevolen kalenderjaargemiddelde waarde van 0,6 µg/L (Informatiepunt Leefomgeving, z.d.), maar de hoge arseenconcentraties zijn typisch voor het gebied in en rond de Horstermeerpolder. Aangenomen mag worden dat lisdodde ook het arseen gemakkelijk zal opnemen, hetgeen toepassing in de (vee)voedselketen kan beperken, zeker als blijkt dat lisdodde dat meer doet dan gras. De pieken in de zomer zijn te relateren aan de droogte. Chlorideconcentraties piekten op alle locaties eveneens in de zomer en vertoonden overal een scherpe daling in het voorjaar van 2024, wat overeenkomt met het extreme neerslagoverschot van dat jaar.

Vanuit de sloot worden externe vrachten van nutriënten ingelaten in de proefvakken (Bijlage 24 en 25) die samen met de beschikbare nutriënten in de bodem van invloed kunnen zijn op de groei van de gewassen. Op basis van de waterkwaliteitsmetingen in de aanvoersloot zijn de inkomende nutriëntvrachten bepaald. Belangrijk is dus op te merken dat dit een inschatting is op basis van kwartaalmetingen, maar een vergelijking met gemodelleerde nutriëntconcentraties in het peilvak geeft een vergelijkbaar beeld. Uit Tabel 8 kan geconcludeerd worden dat de totale hoeveelheid aan koolstof, fosfor en stikstof dat is ingelaten in proefvakken 1, 3, 5 en 8 over tijd vanwege een lagere watertoevoer daalt, terwijl de geoogste biomassa aan lisdodde elk jaar meer wordt.

Tabel 8. Totale hoeveelheid van organisch koolstof, stikstof en fosfor (in kg/jaar/hectare) wat via het inlaatwater is ingelaten in proefvakken 1, 3, 5 en 8 per jaar en de biomassa van de geoogste lisdodde (5.295 m²) in ton/ha/jaar.

Jaar	Opgelost organisch koolstof (kg C/ha/jaar)	Totaal stikstof (kg N/ha/jaar)	Totaal fosfor (kg P/ha/jaar)	Biomassa (ton/ha) lisdodde
2022	216,69	31,19	1,41	17,94
2023	208,28	23,82	1,1	23,46
2024	194,03	20,21	0,91	26,63

Als onderdeel van het VIP-NL onderzoek is er op deze locatie ook gekeken naar de bodemeigenschappen. De stikstof- en fosfaatconcentraties in het gebied waren in 2019 met name in de bovenlaag (<25 cm diepte) hoog, rond de 1.000-1.400 kg P-totaal per hectare en 10.250-17.570 kg N-totaal per hectare, afhankelijk van de locatie in het proefgebied (Tabel 11). Deze hoge concentraties zijn toe te schrijven aan het feit dat er op deze locatie niet is afgeplagd. Op basis van molaire verhoudingen lijkt de bodem in de proefvakken fosfor-gelimiteerd (molaire N:P-verhouding in de proefvakken > 18). Analyse van de nutriëntenafvoer bij winteroogst laat zien dat zowel lisdodde als riet aanzienlijke hoeveelheden stikstof (N) en fosfor (P) opnemen. Volgens onderzoek van het Louis Bolk Instituut (Bestman et al., 2019) bevat lisdodde bij winteroogst gemiddeld 1,2% N en 0,25% P, en riet 2% N en 0,2% P (op basis van droge stof). Om te bepalen waar de planten hun nutriënten vandaan halen, is gekeken naar de bijdrage van nutriënten uit het inlaatwater. Uit onderzoek van KWR blijkt dat lisdodde teelt een zuiveringsefficiëntie van 20% voor stikstof en 40% voor fosfor heeft (VIP-NL, 2025). Op basis daarvan kan geconcludeerd worden dat slechts een klein deel van de bij oogst afgevoerde nutriënten uit het inlaatwater afkomstig is (Tabel 9). Andersom betekent dit dat meer dan 85% van de stikstof en meer dan 93% van de fosfor die via oogst wordt afgevoerd, onttrokken is aan de bodem. De totale hoeveelheden N en P in de bodem veranderen echter maar beperkt (1,7 – 2,77% P en 0,54 – 1,29% N uitmijning in proefvakken 1 en 3 per jaar), gezien de grote voorraad aan nutriënten in de bouwvoor. Belangrijk is om op te merken dat deze percentages gebaseerd zijn op totale hoeveelheden aan fosfor en stikstof, terwijl op een bepaald moment slechts een klein gedeelte beschikbaar is voor de groei van planten. Via microbiële omzettingen kunnen deze totale hoeveelheden over tijd beschikbaar worden. VIP-NL heeft ook uitgebreid onderzoek gedaan naar de bodem- en gewaseigenschappen in het gebied. Op het moment van schrijven was deze data nog niet gepubliceerd.

Tabel 9. Per proefvak per oogstjaar het percentage van stikstof of fosfor in de geoogste biomassa wat uit het inlaatwater is opgenomen.

Jaar	Proefvak	% van N in oogst uit water	% van P in oogst uit water
2022	1	5,74	2,51
	3	5,01	2,22
	8	14,28	6,08
2023	1	3,44	1,49
	3	1,93	0,84
	8	10,81	4,87
2024	1	3,57	1,5
	3	2,85	1,2
	8	3,65	1,62

4.4 Broeikasgasemissies

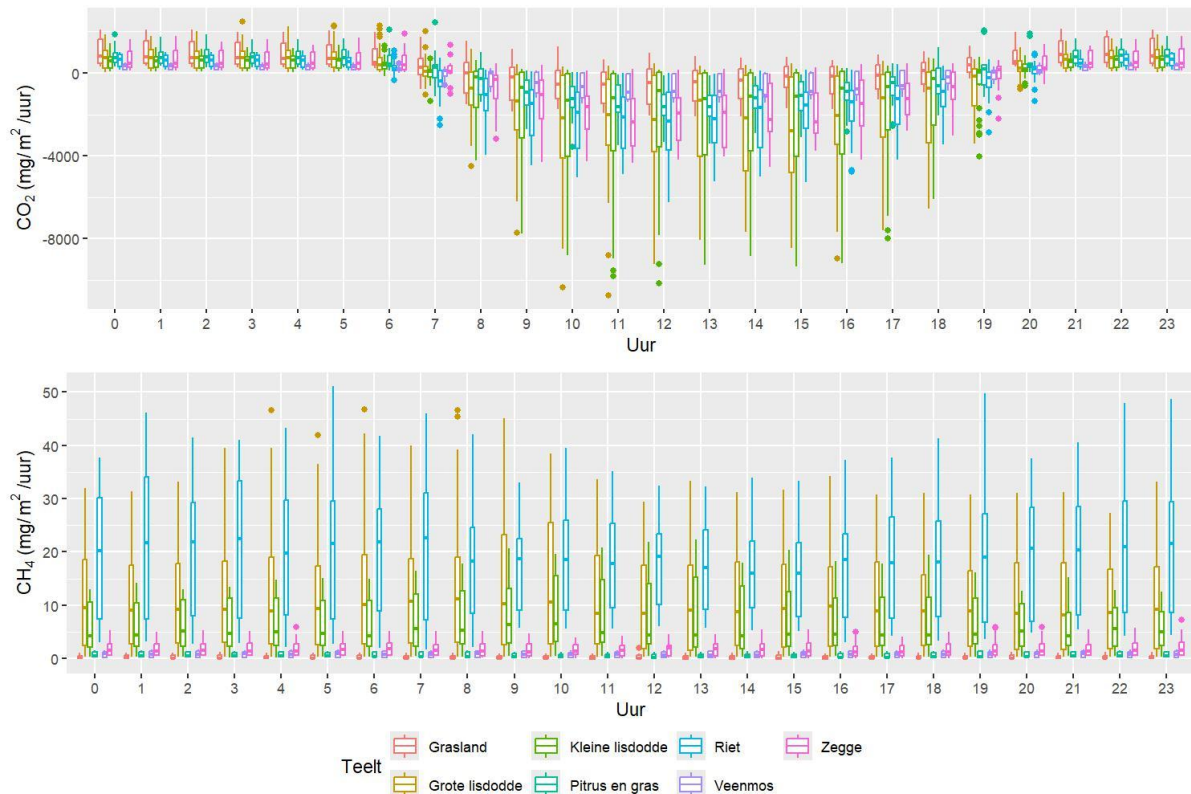
De broeikasgasemissies van verschillende teelten zijn gemeten en geanalyseerd door Kytalyk Carbon Cycle Research met behulp van kamermetingen. Deze metingen werden uitgevoerd gedurende verschillende periodes tussen mei 2020 en januari 2022. Negatieve waarden duiden op opname van broeikasgassen uit de atmosfeer door het ecosysteem, terwijl positieve waarden een flux naar de atmosfeer vertegenwoordigen. Kijkend naar de **CO₂**-fluxen van de verschillende teelten, vindt er overdag over het algemeen CO₂-opname plaats, terwijl 's nachts een beperkte hoeveelheid respiratie optreedt (Figuur 17). De minste CO₂-opname overdag wordt waargenomen bij grasland en veenmos. Grasland vertoont in zowel de zomer als de winter de meeste CO₂-respiratie gedurende de nacht, ook wel ecosysteemrespiratie (R_{eco}) genoemd (Tabel 10). Deze nachtelijke ecosysteemrespiratie benadert de CO₂-emissie door afbraak van organische stof zoals veen in de bodem en wordt sterk beïnvloed door factoren zoals de temperatuur en de biomassa van het ecosysteem.

Tabel 10. Gemiddelde ecosysteem respiratie (nachtelijke CO₂-flux in mg/m²) in gemeten nachten per halfjaar per teelt.

Teelt	Grasland	Grote lisdodde	Kleine lisdodde	Pitrus en gras	Riet	Veenmos	Zegge
Zomer	6.821	5.547	3.563	5.076	3.208	2.051	4.252
Winter	1.734	990	1.223	1.457	839	550	981
Jaargemiddeld	4.278	3.269	2.393	3.267	2.024	1.301	2.617

Methaanemissies zijn een belangrijk aandachtspunt bij natte teelt, omdat vernatting de uitstoot van dit broeikasgas kan verhogen. Hoge grondwaterstanden en zuurstofloze omstandigheden bevorderen methaanproductie door anaerobe afbraak van organisch materiaal (Buzacott et al., 2024b). Bovendien kunnen fluctuaties in het waterpeil, een veranderend landgebruik of stressfactoren de emissies tijdelijk doen veranderen (Buzacott et al., 2024b; van den Berg et al., 2024). Voor de methaanemissies in het proefgebied blijkt dat riet, grote lisdodde en kleine lisdodde aanzienlijk meer methaan uitstoten dan de andere landgebruiken, in die volgorde. Methaanemissies variëren sterk per gewas, in de tijd en per locatie: vooral vegetatie met efficiënte interne gastransportsystemen, zoals riet & grote lisdodde, draagt bij aan een verhoogde methaanuitstoot (tot 187 mg m⁻² d⁻¹) (Vroom et al., 2024). Kleine lisdodde kan de methaanvorming wat meer remmen door diepere wortelgroei en een hogere zuurstoftoevoer (van den Berg et al., 2024). De gemeten emissies van de "zegge" in het proefgebied liggen iets boven grasland, veenmos en pitrus. Van veenmos is bekend dat het methaanemissies, ondanks de hoge grondwaterstanden, verlaagt door symbiotische methanotrofen in de bladeren (Kip et al., 2010). Belangrijk is overigens wel om op te merken dat het veenmos in deze proef nooit een hoge bedekking bereikte en dat mogelijk ook andere vegetatie is gemeten. De verschillen tussen gewassen kunnen mogelijk ook deels worden toegeschreven aan verschillen in de bodem op die plekken. De methaanemissies vinden zowel overdag als 's nachts plaats, maar voor riet en de twee lisdoddesoorten is het duidelijk dat de CH₄-emissies worden gedreven door de fotosyntheseactiviteit van de plant: zodra de hoeveelheid licht en dus de zuurstoftoevoer in de bodem afneemt, neemt de CH₄-flux toe. Deels is dit ook te wijten aan de ebullitie-flux, die niet samenhangt met het transport van CH₄ door de plant zelf. Ook bij zegge, veenmos en

grasland zijn de CH_4 -fluxen overdag wat lager dan 's nachts. Het NOBV heeft op deze locatie ook gemeten aan methaanemissies, maar gebruikte daarvoor de Eddy covariance toren. Zij vonden op deze locatie geen dagelijks patroon in de methaanemissies, maar wel voor de paludicultuur-locatie in Zegveld (Buzacott et al., 2024b).

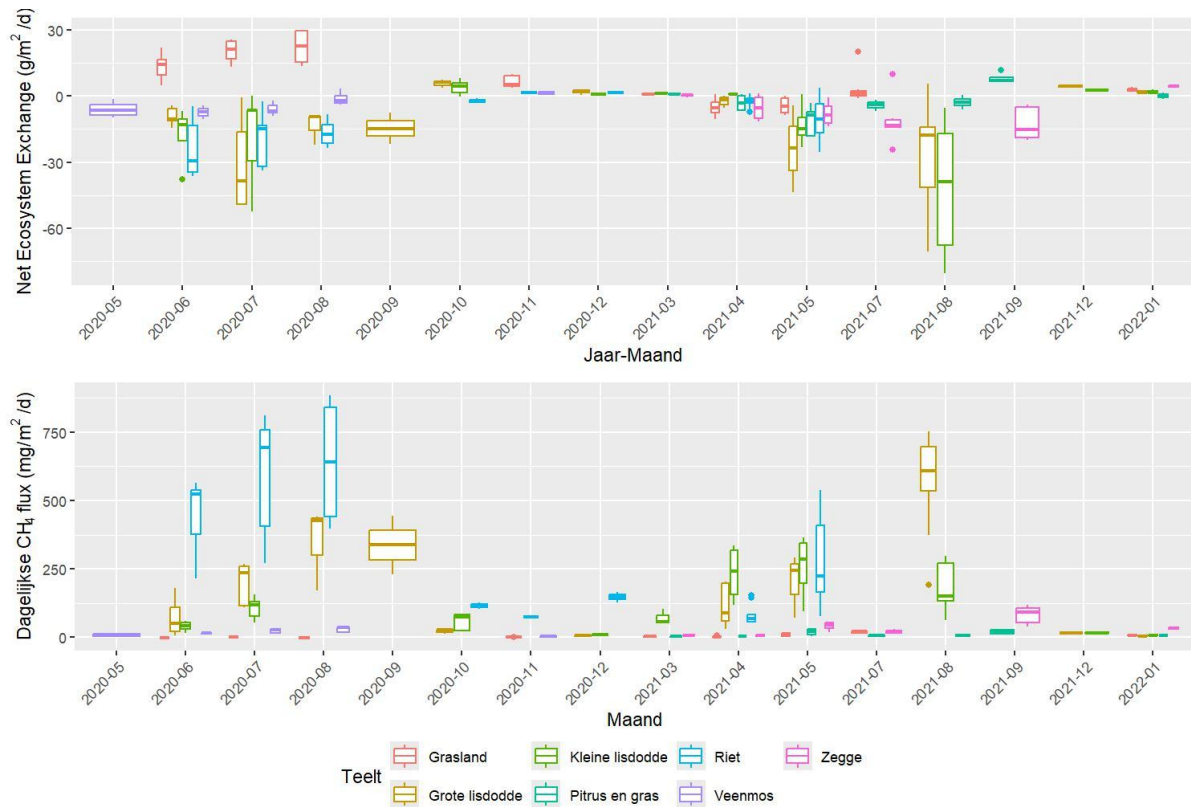


Figuur 17. Dagelijkse cyclus van CO_2 en CH_4 fluxen ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{uur}$) per teelt, gemeten met automatische kamers van mei 2020 tot januari 2022. CH_4 -metingen met ebullitie zijn hierin meegenomen, omdat ebullitie (methaanbelvorming) een integraal onderdeel van het systeem vormt.

Kijkend naar de maandelijkse uitstoot van methaan en CO_2 in de verschillende proefvakken, kunnen duidelijke seizoenspatronen worden herkend die komen door veranderende temperatuur, grondwaterstanden, fotosynthetisch potentieel en/of microbiële activiteit (Figuur 18). In het groeiseizoen vindt bij alle vegetaties, met name bij lisdodde en riet, netto dagelijkse CO_2 -opslag plaats. Alleen bij grasland vindt in de zomer netto uitstoot plaats door veenafbraak bij lage grondwaterstanden en hoge microbiële activiteit. Lisdodde velden namen in 2021 meer CO_2 op dan in 2020, wat samengaat met de hogere totale geoogste biomassa in 2021. In de winter blijven de positieve CO_2 -fluxen, oftewel uitstoot, gering en zijn ze voor alle vegetatietypen van vergelijkbare orde van grootte. Tijdens het groeiseizoen zijn de methaanemissies het hoogst bij riet en lisdodde. Dit patroon wordt ook waargenomen in andere systemen zoals paludicultuur, semi-natuur, meren, weilanden met waterinfiltratiesystemen (WIS), en natte graslanden, maar niet in conventionele weilanden (Buzacott et al., 2024b). De methaanuitstoot in het groeiseizoen is met name hoog aan het einde van het seizoen (augustus/september) vanwege de opbouw van worteluitscheidingen en plantaardig materiaal voor methanogenen in de zomer (Koebisch et al., 2013). EC-torenmetingen op proeflocatie Zegveld bevestigen een jaarlijkse cyclus waarbij de hoogste CO_2 -opname en methaanemissies van natte teelten in de lente en zomer plaatsvinden (Buzacott et al., 2024a). De verminderde CO_2 -emissie van de natte teelten ten opzichte van het grasland is waarschijnlijk toe te schrijven aan de waterstanden tot boven het maaiveld en aan het efficiënte groeipotentieel van deze gewassen.

Bij de locaties met riet en lisdodde wordt de meeste methaanuitstoot geregistreerd, terwijl het grasland nauwelijks methaanemissies vertoont gedurende het jaar. Dit is gerelateerd aan de waterstanden bij deze gewassen, waarbij het waterpeil van boven het maaiveld leidt tot meer methaanemissies (Figuur 18). EC-torenmetingen tonen aan dat alle wetlands methaan uitstoten, maar tegelijkertijd veel CO_2 opnemen. Op een tijdschaal van 100 jaar zijn dergelijke locaties een netto *sink* van broeikasgassen. Paludicultuur is ook een wetland, maar de methaanemissies zijn daar iets lager dan in beschermde wetlands, terwijl de CO_2 -opname vergelijkbaar is (Buzacott et al., 2024b). Vergelijking tussen paludicultuur-locaties laat zien dat deze proeflocatie minder methaan uitstoot dan paludicultuur

in Zegveld. Dit verschil kan worden toegeschreven aan verschillen in afplaggen, bodemtype, vegetatiesoorten, waterpeil, waterkwaliteit, en de hoeveelheid opgelost organisch koolstof in het irrigatiewater, die allen van invloed zijn op de emissies (Buzacott et al., 2024b). Op deze locatie zijn de jaarlijkse methaanemissies volgens Buzacott et al. (2024b) vastgesteld op 306 kg CH₄ per hectare in 2022 en 251 kg CH₄ per hectare in 2023. Op locatie Zegveld is dat hoger: respectievelijk 459 kg (2022) en 422 kg (2023) CH₄/ha/jr. Hoewel een hoger waterpeil doorgaans de methaanemissies verhoogt, biedt strategisch beheer kansen om deze effecten te beperken. Wisselende waterstanden en het afgraven van de toplaag kunnen bijvoorbeeld helpen om zuurstof in de wortelzone te brengen, wat methaanoxidatie stimuleert.



Figuur 18. Maandelijkse cyclus van dagelijkse fluxen van CO₂ (g/m²/dag), oftewel de Net Ecosystem Exchange, en CH₄ fluxen (mg/m²/dag) per teelt, gemeten met automatische kamers van mei 2020 tot januari 2022. CH₄-metingen met ebullitie zijn hierin meegenomen, omdat ze een integraal onderdeel van het systeem vormen.

Doordat EC-toren metingen gedaan door het NOBV continu zijn, kan met deze metingen een jaarlijkse balans voor deze proeflocatie worden opgesteld. Hieruit blijkt dat natte teelt met zijn hogere grondwaterstanden zorgt voor een vermindering van CO₂-uitstoot ten opzichte van referentiepercelen en zorgt soms zelfs voor netto CO₂-retentie (NOBV, pers.). In Ankeveen is in de periode 2021-2023 door het NOBV 7 ton CO₂-eq per hectare per jaar aan methaan gemeten en 11 ton CO₂-opname. Netto is dat -4 ton CO₂-eq per hectare per jaar. Vergeleken met de netto balans van het omliggende grasland van 10 ton CO₂-eq per hectare per jaar (Van Huissteden, 2021) zorgt de aanleg van natte teelt dus voor een besparing van **14 ton CO₂-eq per hectare** per jaar op deze locatie. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat lisdoddeteelt een efficiënte maatregel is om veenafbraak en netto broeikasgasemissies te verminderen. In deze netto balans zitten 2 posten nog niet verwerkt, wat de netto winst aan vermeden broeikasgasuitstoot verder vergroot: (1) de vermeden broeikasgassen van traditionele bouwmaterialen (zoals steenwol of beton); en (2) de opslag van CO₂ in bouwmaterialen voor 50 jaar of langer, waardoor CO₂ uit de korte cyclus gaat.

Zegveld:

In Zegveld fungeerde lisdoddeteelt met een waterstand rond het maaiveld in de zomer als een netto CO₂-opslag in twee gemeten jaren (rond de -18 ton CO₂ per ha per jaar), terwijl het omliggende grasland een netto bron was (rond de 17 ton CO₂ per ha per jaar). Ondanks hogere CH₄-emissies voor paludicultuur in beide jaren (tussen de 13 en 16,9 ton CO₂-eq per ha per jaar) in vergelijking met het omliggende grasland (rond de 7 t CO₂-eq per ha per jaar), toont de netto broeikasgasbalans (2021: -4,9 ± 1,5 ton CO₂-eq per ha per jaar; 2022: -2 ± 1,6 ton CO₂-eq per ha per jaar) aan dat lisdoddeteelt een effectieve strategie kan zijn om de broeikasgasemissies uit gedraineerde veengebieden te beperken (Buzacott et al., 2024a). Namelijk een beperking van de broeikasgasuitstoot van 17 - -3,5 = **20,5 ton CO₂-eq/ha/jaar**, ondanks een methaanemissie. Op deze locatie is echter wel de toplaag verwijderd, hetgeen de methaanemissies remt.

Natte teelten in het veenweidegebied kunnen de uitstoot van stikstofverbindingen zoals NH₃, NO_x en N₂O aanzienlijk verminderen, afhankelijk van het gewas, de teeltomstandigheden en het waterbeheer (Liu et al., 2023). Lachgas (N₂O), een krachtig broeikasgas, blijft bij een stabiel en hoog grondwaterpeil doorgaans beperkt door zuurstofarme omstandigheden die denitrificatie bevorderen. Fluctuaties in het waterpeil of lage grondwaterstanden kunnen echter hogere emissies veroorzaken, vooral bij stikstofrijke bodems, bemestingen, of verstoringen door werkzaamheden. Gewassen spelen hierbij ook een rol: grote lisdodde is effectief in het opnemen van stikstof en kan zo bijdragen aan lagere emissies (Thissen & Pijlman, 2022). Onder optimale omstandigheden zijn lachgasemissies verwaarloosbaar (enkele grammen N₂O per hectare per dag) (Tiemeyer et al., 2020; Vroom et al., 2018), maar waterpeilfluctuaties of intensieve landbouwpraktijken kunnen tijdelijke pieken veroorzaken.

4.5 Biodiversiteit

Natte teelten hebben een directe en indirecte impact op de leefomgeving van diverse planten- en diersoorten. Ze kunnen fungeren als verbindings- of bufferzones tussen natuurgebieden of als aanvullend foerageergebied voor moerasbewoners (STOWA, 2021a). Onder extensieve omstandigheden kan de teelt van lisdodde bovendien bijdragen aan het behoud van aquatische macrofauna, met soortenaantallen en aantallen individuen die vergelijkbaar zijn met die in natuurlijke lisdodde-velden (Martens et al., 2016). Zo gebruiken libellensoorten zowel grote als kleine lisdodde als habitat voor de afzetting van eieren en de ontwikkeling van larven. Als volwassenen gebruiken libellen lisdoddeplanten om te schuilen, foerageren en paren, mits het gebied niet droogvalt in de zomer (Mettrop, 2020). In het westelijke gedeelte van het proefgebied zijn op basis van eigen macrofaunaonderzoek in 2019 150 soorten gevonden. In 2025 zijn meerdere libelle- en juffersoorten gevonden, zoals de vroege glazenmaker en viervlek. Daarnaast kan lisdoddeteelt op vernatte veengronden leiden tot een grotere diversiteit aan (beschermde) planten, kleine zoogdieren, geleedpotigen en broedvogels, zelfs bij intensiever beheer (IPV, 2020; Martens et al., 2023; Mettrop, 2020). Indirecte gevolgen van natte teelten voor biodiversiteit zijn bijvoorbeeld natte teelt gebruiken als voortraject voor natuurontwikkeling via uitmijnen en de waterzuiverende functie voordat water wordt ingelaten in bijvoorbeeld natuurgebieden. Paludicultuur met lisdodde biedt dus kansen voor natuur-inclusieve landbouw. Echter, monoculturen op voormalig landbouwgrond bieden geen geschikt habitat voor kritieke en zeldzame soorten vanwege minder geschikte (a)biotische omstandigheden (Mettrop, 2020). Ook is zomeroogst nadeliger voor de biodiversiteit dan winteroogst, maar de effecten zijn soort-afhankelijk (Mettrop, 2020). Op deze locatie werd er geoogst in de winter. Het gebruiksdoel en het beheer van natte teelten spelen dus een cruciale rol voor het creëren van optimale omstandigheden.

De Korremof ligt gedeeltelijk in het [Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen](#), een reeks van laagveengebieden met verschillende typen moerasvegetaties. De westelijke deellocatie ligt volledig in het Natura 2000-gebied en is zowel Habitat- en Vogelrichtlijngebied, en het oostelijk perceel ligt alleen in Vogelrichtlijngebied. Zo ligt de Korremof midden in één van de brongebieden van de gevlekte witsnuitlibel (Vlinderstichting, 2019) en kwamen er voor de start van de pilot ongeveer 40 beschermde soorten voor in de omgeving van het plangebied (NDFF, 2019). Op basis van de vegetatiekartering uit 2018 bestond het westelijke perceel uit (bloemrijk) grasland met goed ontwikkelde grote zeggevegetatie met diverse moerasplanten in de natte delen. De lisdodde, riet en veenmosvakken zijn aangelegd op het drogere grasland deel. Het oostelijke perceel was tot het toevoegen van baggeravakken een soortenarm weiland. De vegetatieopname van het westelijke perceel in juni 2025 gaf inzicht in de veranderingen in vegetatie na het aanleggen van de percelen met natte landbouw. Aan de waargenomen soorten is te zien dat het een voedselrijk en (semi-)aquatisch systeem is. Proefvak 1 werd gekarakteriseerd door een dichte bedekking van kleine en grote lisdodde, met daartussen met name pitrus, grote waterweegbree, grote

egelskop, verschillende zeggesoorten en grote kattenstaart. De vegetatie vertoonde bovendien een duidelijke gradiënt van droog naar nat, met soorten als veldrus en boerenwormkruid aan de drogere randen, en oeverzegge, mattenbies en hoge cyperzegge richting de nattere delen. Proefvak 3 werd gedomineerd door grote lisdodde, met ook hier eenzelfde vegetatie als in proefvak 1 tussen de lisdodde. Opvallend was hier echter de grotere aanwezigheid van klein kroos op het wateroppervlak. In tegenstelling tot de proefvakken met lisdodde, is riet minder dominant in riet-proefvak 5. Hier valt op dat met name ook veel egelskop in het vak te vinden is. Ook kleine en grote lisdodde, kleine watereppe en klein kroos hebben zich in dit proefvak gevestigd. Proefvak 8 is ecologisch het interessantst. Ondanks de dominantie van kleine lisdodde is dit vak soortenrijker dan de andere proefvakken. De vegetatieontwikkeling in de proefvakken wordt onder andere beïnvloed door de nutriëntenbeschikbaarheid in bodem en water. Door het voormalige agrarische gebruik is de bodem voedselrijk, al neemt dit langzaam af door uitmijning van de bodem. Hierdoor zullen soorten die van schralere gronden houden in de toekomst vaker voor kunnen gaan komen. Minder voedselrijke condities zijn mogelijk ook de reden dat in proefvak 8 meer soorten te vinden zijn. Hier is namelijk lichtelijk afgeplagd en was de bodem waarschijnlijk al minder voedselrijk door opgebracht materiaal. Lokaal hoge stikstof- en fosfaatconcentraties in het water zouden de vegetatie en fauna ook kunnen beïnvloeden. Het deel van het perceel dat nog steeds grasland is, was bloemrijk, met soorten als kale jonker, zachte dravik, kruipende boterbloem, brunel, glanshaver en smalle weegbree. Mogelijk heeft het inzaaien van een inheems zaadmengsel van bedrijf Biodivers, bijgedragen aan de bloemrijkdom van de tussenliggende graslanden en vooral de omringende dijken.

Met betrekking tot de doelstellingen van dit Natura2000-gebied kunnen verschillende Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten gebruik maken van de proefvakken, maar ook beschermde soorten op de Rode Lijst profiteren mogelijk van de toegevoegde complexiteit in het landschap. In de laatste 10 jaar zijn er diverse waarnemingen gedaan in de omgeving van het proefgebied, hier verzameld aan de hand van de Nationale Databank Flora en Fauna en aangevuld met eigen waarnemingen in het proefgebied. Een belangrijke vondst betreft het eDNA van de endemische Noordse woelmuis, die profiteert van de aanwezigheid van zegge en riet in incidenteel overstromde ruigtevegetatie. Andere interessante waarnemingen betreffen Habitatrichtlijnsoorten zoals de gewone en ruige dwergvleermuis, en regelmatig geobserveerde ringslangen in en rond de natte teelten. Aangewezen Vogelrichtlijnsoorten die werden waargenomen: zingende rietzangers, snor, kleine karekiet en overvliegende purperreigers. Het vermoeden bestond dat kaal geoogste lisdoddevelden in de winter onvoldoende dekking zouden bieden voor moerasbroedvogels in het daaropvolgende voorjaar. Deze resultaten geven echter een ander beeld. De vegetatie ontwikkelt zich in het voorjaar blijkaar snel genoeg om toch als geschikt habitat te fungeren voor kleine moerasbroedvogels. Overige waarnemingen waren een broedende ransuil, roepende waterral, jagende havik, foeragerende ooievaars, paartjes roodborsttapuit, zomertortel en verscheidene algemenere zangvogels. Verder profiteren soorten als groene kikker, veenmol, vos en dwergmuis van dit leefgebied, en zijn het landelijk zeldzame gewoon veenreukgras nabij de proefvakken gevonden. In totaal zijn er na de aanleg 9 soorten die op de Rode Lijst staan gezien in en direct naast de proefvakken. Er zijn geen Rode Lijst-soorten die vóór de aanleg van de proef in het gebied zijn waargenomen en daarna niet meer zijn gezien. Op basis van al deze waarnemingen kan worden geconcludeerd dat natte teelten (zoals aangelegd in Ankeveen) vooral op landschapsschaal een meerwaarde hebben voor de biodiversiteit. Ze vormen een aanvullende habitat naast bestaande veenweidegebieden, waardoor ook soorten die meer van moerasachtige omstandigheden houden een plek in het landschap vinden. Daarbij speelt ook het beheer een belangrijke rol.

4.6 Teelt en oogst

Het groeiseizoen liep van eind februari/begin maart tot begin/midden oktober (Bijlage 12). Tabel 11 beschrijft de bodemeigenschappen van een aantal locaties in het proefgebied.

De teelt van **veenmos** mislukte in deze proef. Veenmos sloeg de eerste keer na aanbrengen (2019) helemaal niet aan en de tweede keer (2020) leidde ondanks een verbetering (afvlakken) ook niet tot een mogelijke oogst. Kijkend naar de kwaliteit van het inlaatwater, is het waarschijnlijk dat het eutrofe basische oppervlaktewater funest was voor (de ontwikkeling van) veenmos. Zeker bij zware regenval stroomde nutriëntrijk water naar het vak met veenmos, waardoor het regenwater werd weggeduwd en de gewenste omstandigheden verstoord raakten. Ook de hoeveelheid inlaatwater (met name te weinig) zorgde voor problemen in het veenmosvak. Verder was de bodem onvoldoende horizontaal waardoor een deel van het veenmos verdronk en een deel juist verdroogde. Nadat nogmaals was geplagd sloeg het aangebrachte veenmos beter aan, maar alleen *Sphagnum palustre* was aangebracht, niet de nutriënt-tolerante soort *S. squarrosum*. Tenslotte speelde ook concurrentie door russen mee.

De ontwikkeling van **riet** verliep ook niet voorspoedig. De dichtheden bleven lang onvoldoende. Pas na 6 groeiseizoenen kon in 2025 voor het eerst riet op enige schaal worden geoogst. Dit is gedaan met een rietmaaier van de Fa Roskam en de oogst was ongeveer 1.000 kg drooggewicht op een vak van 767 m². Deze oogst wordt aangeboden op de markt voor biobased bouwmaterialen. Naast riet bevat de oogst ook een fors percentage lisdodde en grote egelskop.

Tabel 11. Bodemeigenschappen in Ankeveen van verschillende dieptes, met per perceel het gemiddelde van de bovenste 25 cm in de bodem. Data van VIP-NL. Gemeten in april 2021.

Perceel	Fractie organische stof	Stikstof (mmol per g)	Fosfor (mmol per kg)	IJzer:fosfor ratio	Zwavel (mmol per kg)	Chloride (mmol per kg)
Zegge	0,81	2	42	1,95	277	209
Pitrus	0,57	1,2	39	8,1	94	84
Proefvak 1	0,21	0,44	20	8,55	45	54
Proefvak 3	0,11	0,31	16	4,18	23	39
Proefvak 5	0,24	0,63	27	7,8	51	51



Figuur 19. Dronefoto van het westelijk perceel (2 mei 2024).

Groeicondities grote en kleine lisdodde:

De teelt van grote en kleine lisdodde kent enkele belangrijke verschillen op basis van groeihoogte, pH-voorkeur, zouttolerantie, voedselrijkdom, waterdiepte en opbrengst. De grote lisdodde bereikt een hoogte van 1 tot 3 meter, terwijl de kleine lisdodde doorgaans 1 tot 2 meter wordt, met een maximum van 3 meter. Wat betreft pH-voorkeur groeit de grote lisdodde bij een pH van boven de 5,5, terwijl de kleine lisdodde een pH-bereik van 6 tot 8,5 verdraagt. Beide soorten gedijen het beste in zoet water, maar kunnen ook in licht brak water overleven, zij het met verminderde groei. Ze groeien goed in voedselrijke omstandigheden met hoge stikstofconcentraties in het oppervlaktewater (250 kg N/ha/jaar of hoger). De waterstand speelt een rol in hun groei: de grote lisdodde groeit bij een maximale waterdiepte van 50 cm, terwijl de kleine lisdodde tot 80 cm waterdiepte kan verdragen. Dit verschil in waterdiepte kan invloed hebben op de geschiktheid van bepaalde locaties voor de teelt. Bovendien kan met ‘diepte’ concurrentie van ongewenste soorten worden beperkt, al zal riet niet wegblijven. Ook in opbrengst zijn er variaties: onder gunstige omstandigheden produceert de grote lisdodde 10 tot 25 ton droge biomassa per hectare, terwijl de kleine lisdodde een opbrengst heeft van 6,5 tot 14 ton droge biomassa per hectare (Stichting Bargerveen, 2023). Daarnaast blijkt uit onderzoek van VIP-NL dat bodemvruchtbaarheid en waterpeil cruciale factoren zijn voor zowel de kieming als de begingroei van beide soorten. Grote lisdodde kiemt beduidend beter dan kleine lisdodde, waardoor bij kleine lisdodde een ruimere zaaizaadhoeveelheid nodig is om dezelfde gewasdichtheid te bereiken. De waterstand heeft eveneens een belangrijke invloed: grote lisdodde kiemt het beste bij een waterpeil van 0 cm, terwijl een oplopend waterpeil tot 10 cm de groei van jonge plantjes van beide soorten stimuleert en onkruid onderdrukt. Daarnaast spelen bodemeigenschappen zoals pH, fosfaatbeschikbaarheid en zoutgehalte een significante rol bij de kieming en groei, waarbij vaak betere resultaten werden behaald op niet-afgeplagde bodems (Thissen et al., 2024).

Tabel 12 geeft een samenvattend overzicht van de oogst en de bestemming van de **lisdodde**. In **februari 2020** zijn lisdodde en riet (vakken 1, 3 en 5) geoogst met een Piste Bully Klepel. De oogst was minimaal en is in het terrein achtergebleven. Toch is er gemaaid om een open structuur te behouden en de groei van lisdodde te bevorderen. De tweede oogst in **februari 2021** was uitgevoerd met een Loglogic Softrak (Robert Wellink) klepelmachine. 2.950 m² aan oogstoppervlak leverde 4 ton versgewicht op, wat als biocompost/basis voor potgrond(verspander) is verstuurd naar Texas Biogold in het Duitse Cloppenburg.

In **januari 2022** werd er gemaaid met een rietmaaimachine van firma Roskam uit Monnickendam. Deze rupsmachine snijdt en oogst de planten in hun geheel, zonder ze te klepelen. De lisdodden worden gebundeld, maar moeten handmatig worden verwerkt, waardoor er twee mensen op de maaimachine nodig zijn. In totaal werd 72 kubieke meter geoogst, wat resulteerde in 18 grote balen van elk 4 kubieke meter. De oogst, afkomstig van een terrein van 8.000 m², had na luchtdroging een gewicht van 5,4 ton, met een geschat versgewicht van circa 9 ton. De lisdodden werden ongesneden geoogst, waardoor verdere verkleining en droging op een andere locatie nodig was. Dit proces bleek echter niet erg kosteneffectief. De volledige oogst werd verkocht aan bouwfirmas Draaisma-Dijkstra uit Dokkum voor de isolatie van woningen.

In **november 2022** is er geoogst met hetzelfde type maaikop als in februari 2021, maar nu van de firma Hartstocht uit Abcoude. Deze machine heeft een hoogkiepende laadruimte, zodat ook bij overbrengen naar een vrachtwagen, geen contact is tussen oogst en de grond. De oogst is verkocht aan de firma Draaisma-Dijkstra uit Dokkum. Er werd ongeveer 3.300 m² geoogst (25% kleine lisdodde en 75% grote lisdodde) en dat leverde 7,5 ton versgewicht op. De machine van Hartstocht bleek geen schone moderne dieselmotor te hebben en kwam een beetje vermogen tekort voor het maaien. Verder verliep deze maaibeurt in november goed. Vroeger in de winter is er meer biomassa te oogsten, maar bevatten de planten ook meer makkelijk afbreekbare koolstofverbindingen en eiwitten, zodat makkelijker broei optreedt in het verzamelde maaisel. In **januari 2023** werd alsnog geoogst wat in november niet lukte. Ditmaal met de verbeterde Loglogic die eerder in 2021 was gebruikt. Van de resterende 4.775 m², waaronder de baggervakken, werd 4 ton vers gewicht afgevoerd en verkocht aan de Struunhoeve in Monnickendam voor droging en latere proefnemingen en deels ook aan Draaisma-Dijkstra. De totale oogst van het winterseizoen '22/'23 komt daarmee op 11,5 ton vers van 8.095 m². Het veenmos en riet werd dit jaar gemaaid, maar niet geoogst, om het veld open te maken.

In **januari 2024** is als maaimachine weer de Loglogic Softrak met hoogkieper gebruikt. Ditmaal is het volledige oppervlak van 8.095 m² aan lisdodde teelt geoogst. Hierbij zijn sigaararme en sigaarrijke stukken gescheiden geoogst. Dit leverde een versgewicht van 12,7 ton lisdodde op, waarvan slechts een klein deel uit de baggervakken vanwege de snel gestegen aanwezigheid van riet in die vakken. Dit jaar bracht, zonder de baggervakken, een opbrengst van 23,5 ton/ha versgewicht op. Het vochtpercentage lag rond de 55%. Hiervan is een deel verkocht aan Draaisma-Dijkstra voor toepassing als inblaasisolatie en een deel aan de Struunhoeve (voor ketenontwikkeling). Dit leverde €2.088 op.

De oogst van **januari 2025** was erg vergelijkbaar met 2024 met enkele duidelijke verschillen. Weer werd een Loglogic Softrak met hoogkieper gebruikt om 5.295 m² aan lisdodde in de proefvakken te oogsten. Dit leidde tot een oogst van 14,1 ton, waarbij met name de ingezaaide kleine lisdodde een goed jaar had. Wel was het vochtgehalte met 60-70% dit jaar vrij hoog, waardoor de totale biomassa aan droge stof ongeveer 4.920 kg bedroeg. Ook is 500 m² aan lisdodde in het baggervak gemaaid, maar dit leverde slechts 0,82 ton op. In totaal was dit het beste oogstjaar met een opbrengst van 25,7 ton vers materiaal/ha (drooggewicht ca. 9 ton/ha). De volledige oogst wordt na droging gebruikt als isolatie- en interieurmateriaal bij de renovatie van een Waternet-gebouw in Leiduin (drinkwaterlocatie bij Heemstede).

Tabel 12. Een samenvattend overzicht van de oogst(methode) en de bestemming van de lisdodde.

Jaar	Datum	Geoogst oppervlak (m ²)	Totale versgewicht	Grote lisdodde (ton/ha)	Kleine lisdodde (ton/ha)	Bestemming	Opbrengt in euro's (bruto)
2021	8 feb	2.950	4 ton	13,2	14,8	Texas Bio-Gold voor 'Terra Preta' potgrond	2.800 (subsidie)
2022	18 jan	8.095	9 ton	12,6	9,4	Draaisma-Dijkstra voor inblaasisolatie 8 woningen in Friesland	1.400
2022	10 nov	3.302	7,5 ton	24,2	19,5	Draaisma-Dijkstra voor inblaasisolatie woningen	1.500
2023	5 jan	4.775	4 ton	8,3	8,3	Idem + Struunhoeve Monnickendam voor drogen en proefneming	1.263
2024	19 + 20 jan	8.095	12,7 ton	17,9	13	Draaisma-Dijkstra voor inblaasisolatie én proefneming Struunhoeve	2.088
2025	9 jan	5.795	14,9 ton	24,2	27,2	Renovatie Waternet gebouw Leiduin	2.250

Op grond van de vijf oogsten kunnen we enige resultaten op een rij zetten. De timing van de oogst van lisdodde lijkt dus een belangrijke rol te spelen in de opbrengst en verwerking. Bij een vroege oogst in september is de opbrengst van droge stof doorgaans hoger dan bij een late oogst in februari. Echter, het vochtgehalte van de biomassa is in september ook hoger, wat leidt tot hogere kosten voor transport en droging. Omgerekend naar opbrengst per hectare per proefvak, varieerde de opbrengst in deze proef sterk tussen de proefvakken, van 5 tot 22 ton droge stof lisdodde per hectare. VIP-NL heeft onderzocht welke factoren de biomassa van lisdodde en riet beïnvloeden (Pijlman et al., 2023). Voor de groei en opbrengst van beide gewassen spelen diverse aspecten een rol, zoals de verstreken tijd sinds aanplant of inzaai, de mate van ganzenvraat, waterbeheer, het maaimoment, de beschikbaarheid van nutriënten in bodem en water, en de aanwezigheid van stoffen die de groei kunnen belemmeren. Hoge opbrengsten van meer dan 10 ton droge stof per hectare werden vooral gevonden op locaties met een goede balans in voedingsstoffen, een bodem-pH boven de 5, weinig tot geen afplagging en een lage concentratie aan oplosbare stoffen die de groei kunnen beperken. Op deze locaties bevatte het water minder stikstof, opgeloste organisch gebonden koolstof en chloride, terwijl ook de pH en de N/P-verhouding lager waren dan op locaties met een lagere opbrengst. Bij goed teeltmanagement en een voedselrijke wortelzone – dus zonder te plaggen – lijken winteropbrengsten van 8 tot 10 ton droge stof per hectare per jaar haalbaar. Dit geldt ook zonder bemesting, waarbij bemesting op waterverzadigde gronden überhaupt niet is toegestaan.

Koolstofwinst bij toepassing lisdodde als bouw materiaal

9 ton droge stof staat gelijk aan circa 3,7 ton pure koolstof. Daarmee wordt circa 13 ton CO₂ uit de atmosfeer gehouden, vooropgesteld dat niets verloren gaat en de materialen 50 jaar in een gebouw worden toegepast.

4.7 De keten

Om de kosten laag te houden, is mechanisatie zeer belangrijk. De Loglogic-maaimachine met hoogkieger die in de laatste twee winters is gebruikt voldoet aan de eis dat maaien en verzamelen in één werkgang plaatsvinden. De hoogkieger kan tot 5,5 m³ aan geoogst materiaal in een gereedstaande container droppen, zonder dat maaisel op de grond komt. Het aantal messen (3, 6 of meer) bepaalt de grootte van de vezels. Hoewel na het drogen meestal nog een verkleinings- en zeefstap volgt, is het belangrijk dat de maaifractie al in het veld zoveel mogelijk wordt afgestemd op het beoogde eindproduct. Voor inblaasisolatie heeft het maximaal aantal messen de voorkeur. De in 2022 gebruikte machine bleek te weinig motorvermogen te hebben om goed toeren te behouden bij 6 messen. De gebruikte machines rijden op zachte rupsbanden, die geen schade geven bij rechttuit rijden. Hierdoor groeien planten goed terug. Belangrijk om te vermelden is dat de draagkracht van de bodem minder kan zijn op andere plekken in het veengebied. Op de plekken waar de machine moet draaien, ontstaan echter ook hier kuilen. Een

aanpassing die we direct hebben doorgevoerd is de machines heen en weer te laten rijden zonder te draaien. Op een enkel proefveld hebben we daarvoor de inrit verplaatst naar de kopse kant in plaats van aan de zijkant zodat onnodig draaien wordt vermeden. Dit aspect moet worden meegenomen tijdens de locatiekeuze en de inrichtingsplannen. Het oogsten van lisdodde met een rietmaaier, waarbij 2 mensen op de wagen nodig zijn, is niet geschikt gebleken. Weliswaar wordt de gehele lisdoddeplant geoogst (mooi voor high-end meubels), maar voor vrijwel alle toepassingen is verkleinen achteraf toch noodzakelijk. Ook zijn de kosten van de rietmaaimachine te hoog omdat per m² veel mensuren nodig zijn. Daar komt dan nog bij dat opslag en drogen van ongesneden lisdodde geen voordelen oplevert.

Sigaren:

De sigaren van lisdodde vormen vanuit technisch oogpunt geen bezwaar voor toepassing als inblaasisolatie, aangezien het pluis voldoende isolerende eigenschappen heeft. In de verwerking daarentegen — met name tijdens het drogen en verkleinen — leveren de pluizen aanzienlijke problemen op. Ze zorgen voor ongezonde stofvorming en leiden regelmatig tot verstoppingen in machines. Tegelijkertijd is het stuifmeel zeer waardevol, en kunnen los geoogste sigaren goed worden verkocht voor gebruik als kledingisolatie. Tot nu toe hebben wij geen specifieke aandacht besteed aan het apart oogsten van stuifmeel en/of sigaren, noch aan het doorontwikkelen van de teelt om de aanmaak van sigaren te verminderen of te voorkomen.

Gemiddeld over 2021-2025 (huur Loglogic met hoogkieger + machinist) komen de maaikosten in deze pilot uit op 0,53 euro (ex BTW) per m² lisdodde. Dat is 5300 euro per ha. Goed voor 25 ton versgewicht, wat tegen hooguit 250 euro per ton verkocht kan worden (dus ca. 6.000 euro). Deze kosten zijn nog te hoog voor opschaling, maar worden juist dóór de opschaling verder verlaagd. Denk aan gemeenschappelijk inkopen van een machine. De ketenkosten zijn ook duidelijker geworden en bestaan uit: vervoeren, drogen en opslaan. Daarna kan transport naar de eindafnemer plaatsvinden. Voor 1.000 kg versgewicht zijn de kosten voor vervoer en drogen ca. 80 euro voor vervoer (tot 50 km) en 300 euro voor het drogen (m.n. energie). Daarna komen voor het gedroogde product nog niet nader bepaalde kosten voor verpakken, opslag en vervoer naar de producent. Als je rekent dat de teler het maaien en vervoeren tot aan de drooginstallatie betaalt, zijn de kosten per 1.000 kg op een terrein van < 1 ha: 292 euro (212 voor het maaien en 80 voor vervoer). Dat betekent dat de 'marktprijs' van 250 euro per 1.000 kg voor de teler niet uit kan en dat aanzienlijk schaalvergroting (of een hogere basisprijs en extra inkomsten) nodig is om dat voor elkaar te krijgen.

Alleen in 2025 is riet op enige schaal geoogst, met behulp een rietmaaimachine die het riet tot hanteerbare baaltjes bindt met touw. De oogst vond plaats in maart, zodat het riet voldoende droog van het land kon worden gehaald. Dit heeft als voordeel dat er geen kosten zijn voor drogen. De balen zijn opgeslagen op pallets en afgedekt met zeil op een winderige plek in het terrein. Deze kwaliteit is bruikbaar voor de dakdekkerij (met name in de onderlaag). Op het moment van schrijven (zomer 2025) is het nog niet gelukt het riet (1.000 kg droog gewicht, met ook lisdodde en egelskop) te verkopen aan een dakdekker/riethandelaar. Vermoedelijk komt dit doordat de partij handmatig moet worden gesorteerd. Er is wel belangstelling vanuit 'Bouwtuin', een initiatief om biobased materiaal lokaal te verwerken in woningen. Zij zijn bereid de maaikosten als vergoeding te betalen. Hoewel het maaien per m² duurder is (in 2025 1,73 euro /m² op ons kleine veld), zijn de kosten in de rest van de keten laag. Er is geen droging of verkleining nodig, en opslag op het veld is mogelijk tot de herfst.

Mengsel van riet en lisdodde:

Een mengsel van riet en lisdodde kan goed worden toegepast als veen vervanger in potgrond. Dit spoor is tot nu toe niet verkend. Als een producent de maaiprijs ervoor wil betalen (minstens 53 cent per m²) is dit een goede optie voor velden die we nu niet kunnen afzetten. Er is geen nadroging vereist, hetgeen de keten goedkoop houdt.



Figuur 20. Overzicht van de oogstmethoden en -resultaten van 2021 tot 2025. Boven: links de Loglogic klepelmaaier met transport naar de laadruimte (februari 2021), waarbij ook de sigaren worden meegeoogst. Daarnaast de rietmaaier van Roskam in actie in januari 2022 (midden) en de bijbehorende oogst (rechts). Onder: de oogst met de Loglogic in januari 2023 (links), 2024 (midden) en 2025 (rechts).

5 Communicatie

In februari 2019 werden de bewoners geïnformeerd over de opkomende pilot door middel van een projectpagina, bewonersbrief, en informatieavond. Tijdens de bewonersavond zijn de bewoners geïnformeerd over bodemdaling, natte landbouw, de pilot en bijbehorend inrichtingsplan. Behalve de omwonenden waren ook gemeente, provincie en de peilbeheerder aanwezig. Tijdens de avond hebben de aanwezigen hun (digitale) adresgegevens achtergelaten om zo op de hoogte gehouden te worden van de pilot. In april 2019 werd er een nieuwsbericht en bericht op de [projectpagina](#) gepubliceerd over de eerste planten in de grond. Ook andere mijlpalen zijn gecommuniceerd via de kanalen van [Winnovatie](#) en Waternet. Op de locatie is een bouwboard neergezet met informatie over deze nieuwe manier van landgebruik (Figuur 22). Ook zijn geïnteresseerde boeren, beleidsmedewerkers, onderzoekers en bestuurders met behulp van bijeenkomsten op bijvoorbeeld oogstdagen geïnformeerd over de pilot en de mogelijkheden voor natte landbouw. Er was ook vanuit meerdere kranten en vakbladen veel aandacht voor deze pilot. Vlak na de start van de pilot werd 'Natte teelt bij de Boer' genomineerd voor de nationale Waterinnovatieprijs 2019 in de categorie 'voldoende water' (Figuur 21). De jury vond de pilot belangrijk en bemoedigend, helaas greep de pilot net naast de hoofdprijs.



Figuur 21. Waterinnovatieprijs 2019: Nominatie voor onze pilot.

Vanaf 2020 werd de locatie ook een officieel meetpunt van het Nationaal Onderzoek Broeikasgassen Veenweiden en iets later ook proeftuin in het VIP-NL programma onder het thema natte teelt. Met enige regelmaat zijn door Wilko Kemp of door medewerkers van het waterschap groepen rondgeleid (Figuur 22). Er zijn bezoekers uit België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Ierland, Burkina Faso en Polen geweest.



Figuur 22. Links: informatiebord om passanten te informeren over de proef.
Rechts: Rondleiding met Dr Sabine Wichmann (Univ. Greifswald) in 2019.

Op het gebied van communicatie en de eerste fase van het experiment mag de naam van Marjolijn Reerink (adviseur Ecologie bij Waternet) absoluut niet onvermeld blijven. Nog voordat de eerste spa de grond in ging, heeft Marjolijn al veel essentieel werk verricht. Zij was betrokken bij alle stappen vanaf het prille idee tot aan de daadwerkelijke aanleg: het technisch ontwerp (inclusief dijken, grondbalans, in- en uitlaatwerken en pompen), de contracten met de aannemer, het budget, de aanplant van wortelstokken riet en potjes lisdodde, én een belangrijk deel van de (omgevings)communicatie. Naast haar onvermoeibare inzet om het proefterrein ontworpen én vergund te krijgen, was 'Natte teelt bij Boer proef Ankeveen' ook het onderwerp van haar afstudeeronderzoek aan de Hogeschool Van Hall Larenstein. Dit onderzoek rondde zij in de zomer van 2019 succesvol af.

6 Discussie, conclusies en aanbevelingen

Deze pilot heeft waardevolle inzichten opgeleverd in de teelt van natte gewassen, in het bijzonder lisdodde. De teelt en oogst van lisdodde zijn succesvol gebleken, met hoge opbrengsten en belangrijke lessen over de omstandigheden die daarvoor nodig zijn. Zo is gebleken dat inzaaien goed werkt, mits het perceel vlak is, het waterniveau goed te sturen is (Stichting Bargerveen, 2023), er gezaaid wordt op een windluwe dag in mei en nogmaals in juni, er geen droogte dieper dan 10 cm onder maaiveld ontstaat, en de natte pluizen-methode wordt gebruikt. Een ander voorbeeld is het wel of niet afplaggen van de bodem. Door te oogsten in het winterseizoen en niet af te plaggen is er na 6 seizoenen (zonder bemesting) nog geen nutriëntentekort bereikt, wat op sommige andere proeflocaties in Nederland wel het geval was (Pijlman et al., 2023). Daarnaast bleek dat een goed gereguleerd waterpeil tot hoge opbrengsten leidde. Dit komt overeen met het onderzoek van Van Steenbeek et al. (2025), die zagen dat waterpeilfluctuaties negatief waren voor de opbrengst van grote en kleine lisdodde. Tenslotte zijn er stappen gezet in de oogstmethode voor lisdoddeteelt, alhoewel nog onbekend is wat het effect is van oogstmachines op de grondroering en broeikasgasemissies. Ook in deze proef was er op bepaalde plekken sprake van rijschade, maar dit kan op andere locaties in het veengebied meer of minder zijn. We beginnen al met al beter te begrijpen hoe lisdodde geteeld en geoogst kan worden.

Andere gewassen in deze proef kwamen niet tot nauwelijks op. Zo duurde het zes seizoenen voordat riet voor het eerst op enige schaal geoogst kon worden. Dit is mogelijk te verklaren doordat riet van nature beter gedijt op voedselarme bodems, terwijl de bodem in het proefgebied aantoonbaar voedselrijk is. Naast de lange opstarttijd blijkt ook dat riet zich niet spontaan vestigt in de lisdoddevelden. Op de baggervakken gebeurde dat verrassend genoeg wél. De oorspronkelijke verwachting was dat lisdodde goed zou aanslaan op een baggerdepot — wat ook bleek te kloppen — én dat bagger langdurig nutriënten zou afgeven. Dat laatste bleek niet het geval: al na drie jaar nam de groei van lisdodde af, waarna riet zich opvallend snel vestigde. Hieruit blijkt dat lisdodde in staat is om een baggerdepot effectief uit te mijnen. Dit opent de mogelijkheid voor een gefaseerde teelt: eerst lisdodde, gevolgd door riet.

De veenmosteelt in deze proef mislukte door een combinatie van factoren, zoals problemen met de kwaliteit en kwantiteit van het eutrofe, basische inlaatwater. Door de relatief hoge pH en bicarbonaatconcentratie is het opstarten van veenmosteelt op voormalige veenweiden in Nederland lastig (Temmink et al., 2025). Een stabiele, hoge grondwaterstand is cruciaal voor de vestiging van veenmos, omdat meer dan 25 cm -mv uitzakking problematisch kan zijn, hoewel andere veenmossoorten zoals *S. squarrosus* beter bestand zijn tegen fluctuaties (Quadra et al., 2025). Het is jammer dat de proef niet slaagde, want ook langdurige veenmosteelt kan aanzienlijke milieuwinst opleveren. Zo heeft een Duitse paludicultuurproef na tien jaar een organische laag van 30 cm opgebouwd, waarmee jaarlijks 2.600 kg koolstof, 56 kg stikstof, 3,2 kg fosfaat en 9 kg kalium per hectare per jaar wordt vastgelegd, en de broeikasgasemissie met 21 tot 27 ton CO₂-equivalent per hectare per jaar wordt gereduceerd (Temmink et al., 2025; Daun et al., 2023). Op een nabijgelegen proefterrein vindt wel een succesvolle veenmosteeltproef van VIP-NL plaats. De omstandigheden die deze proef wel tot een succes maken worden onderzocht.

Door optimalisatie van het waterbeheer over de jaren heen is de watervraag sterk verminderd, zonder dat dit ten koste ging van de opbrengst. Dit drukt ook de methaanvorming, wat gunstig is voor de totale uitstoot. De methaanuitstoot wordt mogelijk nog verder beperkt door droogval in de zomer, wat in 2024 en 2025 is uitgetoetst en wordt geanalyseerd door het NOBV. Door de inrichting is ook zo veel mogelijk voorkomen dat nutriëntrijk water is afgelaten op het omliggende oppervlaktewater. Een belangrijk resultaat is dat belasting van het omliggende water met voedingsstoffen als fosfor of stikstof niet is waargenomen. Wel bleef er een watervraag op perceelsniveau over van ongeveer 10x de watervraag van grasland. Uit onderzoek blijkt dat deze extra watervraag vooral in de toegenomen wegzijging en/of lek zit. De extra gewasverdamping van natte teelten ten opzichte van grasland verklaarde niet de hoge watervraag. In geval van relatief dunne veenpakketten, zoals op deze locatie, kan vernatting inderdaad een significant effect hebben op de wegzijgingsflux (STOWA, 2024). Dit verlies kan mogelijk beperkt worden door hogere grondwaterstanden in het omringende grasland en door slimme keuzes van de locatie van een

natte teelt in het landschap. Het zal interessant zijn om te zien hoe natte teelten op grotere schaal het watersysteem veranderen.

De transitie van grasland naar paludicultuur brengt voor de grondeigenaar praktische knelpunten met zich mee, zoals de inrichting en benodigde vergunningen. Hier heeft de grondeigenaar, net als wij, van kunnen leren. Bedrijfstechnische factoren voor de overstap van een agrariër naar een natte teelt zijn in het algemeen: voldoende kennis over aanleg of aanplant, opstarttermijn, terugkeerbaarheid naar andere teelt, benodigde aanpassingen aan het land en watersysteem, oogstmethodiek, mogelijke bemesting, certificaat, verkoopproces en gewasopbrengst inclusief onkruid, vraat of ziektes (STOWA, 2021b). Zo is er een behoorlijke investering nodig om een lisdoddeveld aan te leggen, voor deze pilot ca. 60.000 euro zonder de kosten voor onderzoek. De jaarlijkse kosten voor waterbeheer (uren) en (maai)beheer hebben we becijferd op 13.000 euro. De kosten per oppervlak worden wel aanzienlijk lager bij verder opschaling, terwijl de totale jaarlijkse kosten niet veel extra stijgen. Ook vraat door ganzen is een probleem waar meerdere proeflocaties tegenaan zijn gelopen, maar daar ondervond deze proef in de Korremof geen hinder van door de locatie tussen moerasbossen.

Andere belemmeringen voor commerciële teelt en opschalen voor landbouwtoepassingen van natte teelten zijn (Nationaal Kenniscentrum Bodemdaling, 2021): (1) een betrouwbare markt (aanbod en afzet) van voldoende grootte; (2) een gebrek aan kennis over teeltmethoden voor een permanente landbouwkundige teelt (nutriëntenvoorziening, waterbehoefte, etc.); en (3) het ontbreken van een gewascode die toegang geeft tot landbouwsubsidie die voor landbouwgewassen wel gangbaar is. Op Europees niveau is dit laatste inmiddels geregeld, waarbij natte teelt extra milieu-punten oplevert bij de ecoregeling van het GLB. In Nederland hebben lisdodde en riet ook een gewascode en naar verwachting zal vanaf 2026 natte teelt een minstens even hoge (basis)vergoeding vanuit GLB krijgen als gangbaar veenweide grasland en daarnaast een toeslag uit de Ecoregeling. Ook STOWA geeft aan dat regelgeving en vergoedingen een belangrijke rol moeten vervullen om natte teelten op te kunnen zetten en economisch rendabel te maken (STOWA, 2023).

Een betrouwbare markt van voldoende grootte is op dit moment het grootste knelpunt voor opschaling. Voor een betrouwbare markt moet er ingezet worden op de verdere uitwerking van ecosysteemdienst-markten, omdat de opbrengsten uit biomassa op dit moment onvoldoende zijn. Natte teelten hebben de potentie om meerdere diensten te leveren, maar “een productiedoelstelling botst in veel gevallen met – of op zijn minst vermindert – het optimaal leveren van overige ecosysteemdiensten” (Mettrop et al., 2024). Uit de broeikasgasmetingen blijkt een zeer forse reductie van 14 ton CO₂-equivalenten per hectare mogelijk, vergeleken met referentie-grasland, ondanks enige methaanvorming. Indien deze vezels in bouwmaterialen worden verwerkt (voor 50 jaar), is de klimaatwinst dus nog aanzienlijk hoger dan alleen de verminderde veenafbraak van de bodem. Dit effect is extra relevant doordat lisdodde chemische isolatiematerialen vervangt, zoals nu al gebeurt bij o.a. Dijkstra Draisma, wat fossiele grondstoffen bespaart. Hoewel de absolute besparing beperkt is (isolatie bestaat voor ca. 80% uit lucht), draagt het bij aan de geboekte klimaatwinst.

Qua mechanisme van methaanvorming en mogelijke gunstige terugkoppelingen, zijn er nog vraagtekens. Uit de kamermetingen hebben we aanwijzingen dat methaanproductie geremd wordt door fotosynthese. Mogelijk doordat lisdodde en riet zuurstof in de waterverzadigde bodem brengen en daarmee methanogenese afremmen. Uit metingen met de EC mast in hetzelfde terrein lijkt deze dagelijkse cyclus echter niet terug te zien. Dit is onverwacht en verdient nadere beschouwing. Ook zorgde de natte teelt in dit gebied voor diversiteit in habitat op landschapsschaal, wat ten gunste kwam aan de biodiversiteit en landschapsbeleving. Verder lijkt het dat natte teelt bodemdaling effectief kan remmen en mogelijk zelfs kan leiden tot maaiveldstijging, wat wijst op beginnende veenvorming. Uit deze proef blijkt dus dat natte teelt een kansrijke maatregel is om bodemdaling en broeikasgasuitstoot in het veenweidegebied tegen te gaan. Analyses naar de ecosysteemdiensten van verschillende landgebruiken op veengrond laten duidelijk het huidige probleem zien (De Jong et al., 2021; Liu et al., 2023). Zonder verwaarding van de voordelen, bijvoorbeeld met koolstofcredits, én verrekening van maatschappelijke kosten zoals broeikasgassen en stikstofvervuiling bij traditionele melkveehouderij, blijft de overstap naar nattere landbouwmethoden voor boeren onaantrekkelijk. Er zijn verschillende mogelijkheden om de ecosysteemdiensten die lisdodde levert te verwaarden: carbon credits bij vrijwillige vernatting, bereidheid van

overheden om voor ecosysteemdiensten te gaan betalen, of via subsidies. Voor de overheid ligt dus een belangrijk rol om nieuwe ketens rond natte teelten aan te jagen (STOWA, 2023), bijvoorbeeld door zelf 'launching customer' te zijn, zoals in dit project is gelukt: de geoogste lisdodde wordt als isolatiemateriaal gebruikt bij de renovatie van een Waternet-gebouw te Leiduin.

Bij het opschalen van natte landbouw is het daarnaast belangrijk om na te denken over de locatie en hoogte in het landschap, koppelkansen met waterberging, natuur of recreatie, en de inrichting. Vanwege de pilotschaal wordt voor teelten nog niet gekeken naar de meest ideale locatie. Pilots worden vaak uitgevoerd waar ruimte beschikbaar is. De haalbaarheid van natte teelten kan vergroot worden door te onderzoeken op welke locatie, met welke bodemtypen, specifieke teelten succesvol zijn. Dit kan ook het draagvlak vergroten (STOWA, 2021b) en gunstig zijn om de watervraag lager te houden. Zo zouden de laagste percelen in een polder, bufferzones van natuurgebieden of hoogwatervoorzieningen, of natuurontwikkelingsgebieden die uitgemijnd moeten worden en/of niet kunnen worden afgeplagd vanwege opbarstrisico's geschikte locaties kunnen zijn. Belangrijk om het uitlekken van fosfor naar omliggend water en methaan productie te beperken is wel dat de teeltbedden hydrologisch geïsoleerd worden van KRW water en - afhankelijk van definitieve onderzoeken - in de zomer enkele keren 1 week droog gezet te worden.

In deze rapportage hebben we weinig tot geen aandacht gegeven aan de ketenstappen na het maaien en drogen. Wat we wel hebben geleerd is dat teelt, wijze van oogsten en nabehandelen niet los gezien kunnen worden van het eindproduct. Wil natte teelt als concept slagen is, naast opschaling en een goede productprijs, vooral doorontwikkeling van de hele keten essentieel. Bij certificering van een eindproduct zoals inblaasisolatie, isolatie- of bouwplaten, mdf, potgrondvervanger, meubelpanelen etc. dient de teelt(wijze), maaiseizoen, wijze van maaien, drogen en opslag voorgeschreven te worden. Alleen dan kunnen goed afgestemde ketens worden gerealiseerd. Door ketens slim te combineren kunnen kosten nog aanzienlijk worden verlaagd, bijvoorbeeld specialisatie voor drogen, opslaan en op kwaliteit brengen van biobased materialen. Coöperatief werken in de keten lijkt onontkoombaar om risico's per ondernemer beheersbaar te houden.

7 Literatuur

- van den Berg, M., Gremmen, T. M., Vroom, R. J., van Huissteden, J., Boonman, J., van Huissteden, C. J., ... & van de Riet, B. P. (2024). A case study on topsoil removal and rewetting for paludiculture: effect on biogeochemistry and greenhouse gas emissions from *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, and *Azolla filiculoides*. *Biogeosciences*, 21(11), 2669-2690.
- Bestman, M., van Eekeren, N., Egas, Y., Geurts, J., van Houwelingen, K., Koornneef, A., Lenssinck, F., Pijlman, J., & Vroom, R. (2019). Eindrapportage Veen, Voer en Verder – Publieksversie (december 2015 t/m maart 2019). Louis Bolk Instituut.
- Buzacott, A. J., van den Berg, M., Kruijt, B., Pijlman, J., Fritz, C., Wintjen, P., & van der Velde, Y. (2024a). A Bayesian inference approach to determine experimental *Typha latifolia* paludiculture greenhouse gas exchange measured with eddy covariance. *Agricultural and Forest Meteorology*, 356, 110179.
- Buzacott, A. J., Kruijt, B., Bataille, L., van Giersbergen, Q., Heuts, T. S., Fritz, C., ... & van der Velde, Y. (2024b). Drivers and Annual Totals of Methane Emissions From Dutch Peatlands. *Global Change Biology*, 30(12), e17590.
- Daun, C., Huth, V., Gaudig, G., Günther, A., Krebs, M., & Jurasinski, G. (2023). Full-cycle greenhouse gas balance of a Sphagnum paludiculture site on former bog grassland in Germany. *Science of the Total Environment*, 877, 162943.
- Geurts, J., Fritz, C., Lamers, L., Grootjans, A., & Joosten, H. (2017). Paludicultuur houdt de polder schoon zuiveren van oppervlaktewater en uitmijnen van fosfaatrijke bodems met riet- en lisdoddeteelt. *H2O-Online*.
- Geurts, J. J., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B. K., Mandiola, S. R., ... & Fritz, C. (2020). Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. *Science of the Total Environment*, 747, 141102.
- Van Huissteden, J. (2021). *Rapportage broeikasgasmetingen natte teelten in Ankeveen – eerste meetjaar*. Kytalyk Carbon Cycle Research.
- Informatiepunt Leefomgeving (z.d.). Normering stoffen grondwater. <https://iplo.nl/thema/water/oppervlaktewater/kaderrichtlijn-water/grondwater-krw/normering-stoffen-grondwater/>
- Innovatieprogramma Veen (IPV) (2020). *Een gewaagd initiatief. Tussenrapportage Innovatieprogramma Veen 2017-2019*. [IPV-Tussenrapportage.pdf](https://www.ipv-veen.nl/wp-content/uploads/2020/12/IPV-Tussenrapportage.pdf)
- Kip, N., Van Winden, J. F., Pan, Y., Bodrossy, L., Reichart, G. J., Smolders, A. J., ... & Op den Camp, H. J. (2010). Global prevalence of methane oxidation by symbiotic bacteria in peat-moss ecosystems. *Nature Geoscience*, 3(9), 617-621.
- Koebisch, F., Glatzel, S., & Jurasinski, G. (2013). Vegetation controls methane emissions in a coastal brackish fen. *Wetlands Ecology and Management*, 21, 323-337.
- Liu, W., Fritz, C., van Belle, J., & Nonhebel, S. (2023). Production in peatlands: Comparing ecosystem services of different land use options following conventional farming. *Science of the Total Environment*, 875, 162534.
- Martens, S., BSc, Kenniswerkplaats Noordoost Friesland, Ecologisch onderzoeksbureau Altenburg & Wymenga, Vos, R., Mettrop, I., Van Belle, J., & Strijkstra, A. (2016). Biodiversiteit van aquatische macrofauna in Grote lisdodde standplaatsen in een laagveensysteem. In *Better Wetter, Onderzoeksrapport*. <https://betterwetter.nl/wp-content/uploads/2016/12/Biodiversiteit-van-aquatische-macrofauna.pdf>

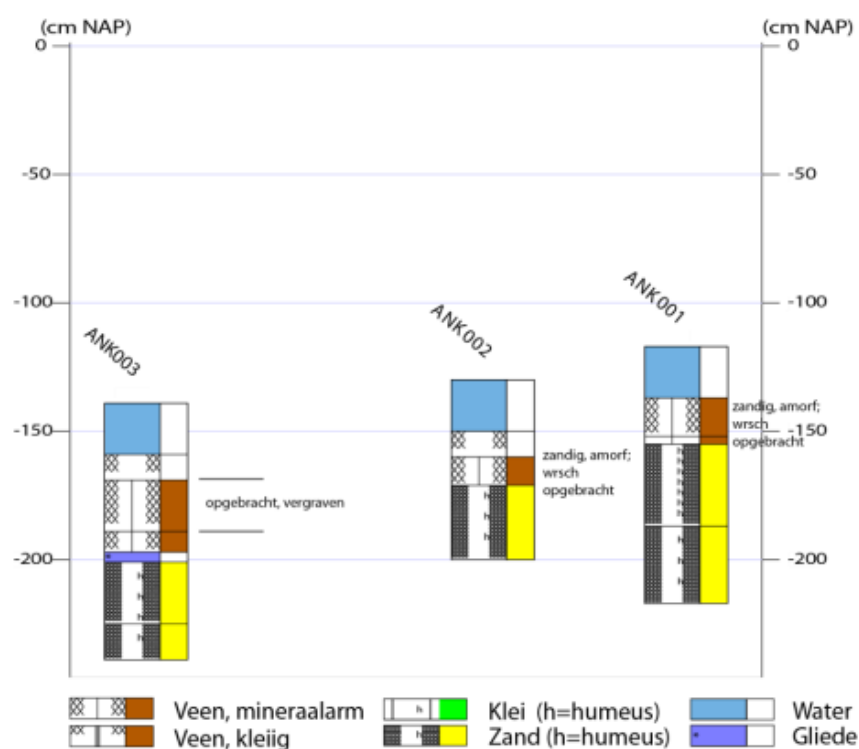
- Martens, H. R., Laage, K., Eickmanns, M., Drexler, A., Heinsohn, V., Wegner, N., ... & Tanneberger, F. (2023). Paludiculture can support biodiversity conservation in rewetted fen peatlands. *Scientific Reports*, 13(1), 18091.
- Meerburg, B. G., Vereijken, P. H., de Visser, W., Verhagen, J., Korevaar, H., Querner, E. P., ... & van der Werf, A. (2010). Surface water sanitation and biomass production in a large constructed wetland in the Netherlands. *Wetlands Ecology and Management*, 18, 463-470.
- Mettrop, I. (2020). Natte teelten en biodiversiteit. Een kennisoverzicht met speciale aandacht voor lisdodde- en veenmooiteelt. A&W rapport 20-118, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Mettrop, I., Pijlman, J., Geurts, J., De Buck, A., Fritz, C., Stichting Bargerveen, Altenburg & Wymenga, Louis Bolk Instituut, KWR, & Radboud Universiteit. (2024). Natuurgebaseerde oplossingen. In *Bodem: Vol. nummer 1*. <https://stichting-bargerveen.nl/wp-content/uploads/2024/02/Mettrop-et-al-2024-Natte-teelten-als-oplossingsrichting.pdf>
- Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling. (2021). *Factsheet Natte teelten*. <https://www.kbf.nl/kennisbank/factsheet-deelexpeditie-natte-teelten/>
- Pijlman, J., Geurts, J., Vroom, R., Bestman, M.W.P., Fritz, C., van Eekeren, N.J.M. (2019). The effects of harvest date and frequency on the yield, nutritional value and mineral content of the paludiculture crop cattail (*Typha latifolia* L.) in the first year after planting. *Mires and Peat*, 25, 1-19.
- Pijlman, J., de Stijter, J., Thissen, W., de Buck, A. (2023). Bodem en water belangrijk voor opbrengst natte teelten. *Vfocus*. september. p. 12-16.
- Quadra, G. R., Käärmelahti, S., van Dijk, G., Gaudig, G., Krebs, M., Prager, A., ... & Fritz, C. (2025). The effect of water table fluctuation on 12 Sphagnum species during establishment: implications for peatland restoration and paludiculture. *Restoration Ecology*, e14384.
- Stichting Bargerveen (2023). *Factsheet: Lisdodde zaaïen of aanplanten*. [Factsheet- zaaïen-en-planten.pdf](#)
- STOWA (2021a). *Biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied*. <https://www.stowa.nl/publicaties/biodiversiteit-bodem-en-waterkwaliteit-een-inventarisatie-van-de-haalbaarheid-van>
- STOWA (2021b). *Bedrijfsvoering. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied*. [Bedrijfsvoering. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied | STOWA](#)
- STOWA (2023). *Deltafact: Natte teelten*. <https://www.stowa.nl/deltafacts/ruimtelijke-adaptatie/adaptief-deltamanagement/natte-teelten>
- STOWA (2024). *Waterkwantiteit in het veen. Watervraag, watertekort en wateroverlast door waterinfiltratiemaatregelen en vernatting in het veenweidegebied*. https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%20024/STOWA_2024-41_waterkwantiteit-in-het-veen.pdf
- Temmink, R., Fritz, C., Koks, A.H.W., Smolders, A., Vroom, R., Käärmelahti, S., Krebs, M., Gaudig, G., Joosten, H., Lamers, L., & van Dijk, G. (2025). Veenmooiteelt, een springplank naar een duurzaam veenweidegebied?. *Landschap*. 41. 182- 191.
- Thissen, W., & Pijlman, J. (2022). *Emissies van lachgas bij natte teelten* (Report No. 2022-049 LbP; p. 32). STOWA/NOBV & Louis Bolk Instituut. <https://www.nobveenweiden.nl/wp-content/uploads/2024/03/2022-049-LbP-Literatuurstudie-lachgas-bij-natte-teelten-DEF.pdf>

- Thissen, W., de Stigter, J., de Buck, A., Pijlman, J., Egas, Y. (2024). Lisdodde zaaien: let op bodem en waterpeil. *Vfocus*. januari. p. 26-30.
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Borraz, E. A., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., ... & Drösler, M. (2020). A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. *Ecological Indicators*, 109, 105838.
- Van Steenbeek, K., Thissen, W., de Stigter, J., de Buck, A., Pijlman, J., Egas, Y., & Geurts, J. (2025). Lisdoddeproductie optimaliseren: soort en waterbeheer. *Vfocus*, maart. p. 26-30.
- VIP-NL (2025). Voortgangsrapportage VIP NL, Thema Natte Teelten op waterrijk veen, programmajaar 2024.
- Vroom, R. J., Xie, F., Geurts, J. J., Chojnowska, A., Smolders, A. J., Lamers, L. P., & Fritz, C. (2018). *Typha latifolia* paludiculture effectively improves water quality and reduces greenhouse gas emissions in rewetted peatlands. *Ecological engineering*, 124, 88-98.
- Vroom, R. J., Gremmen, T. M., Huissteden, J. V., Smolders, A. J., Kosten, S., Fritz, C., ... & Berg, M. V. D. (2024). Species-dependent methane emissions in a Dutch peatland during paludiculture establishment.
- Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (2018). Nota Peilbeheer 2019: Afwegingskader voor het nemen van peilbesluiten, het instellen van peilen en het handhaven daarvan. <https://www.agv.nl/siteassets/documenten/concept-nota-peilbeheer-2019.pdf>
- Westendorp, P. J., Loeb, R., Roskam, G., Lucassen, E. C. H. E. T., Thannhauser, M., Ebbens, F., Hut, H., & Smolders, A. J. P. (2012). Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel (STOWA-rapport 2012-38). STOWA.

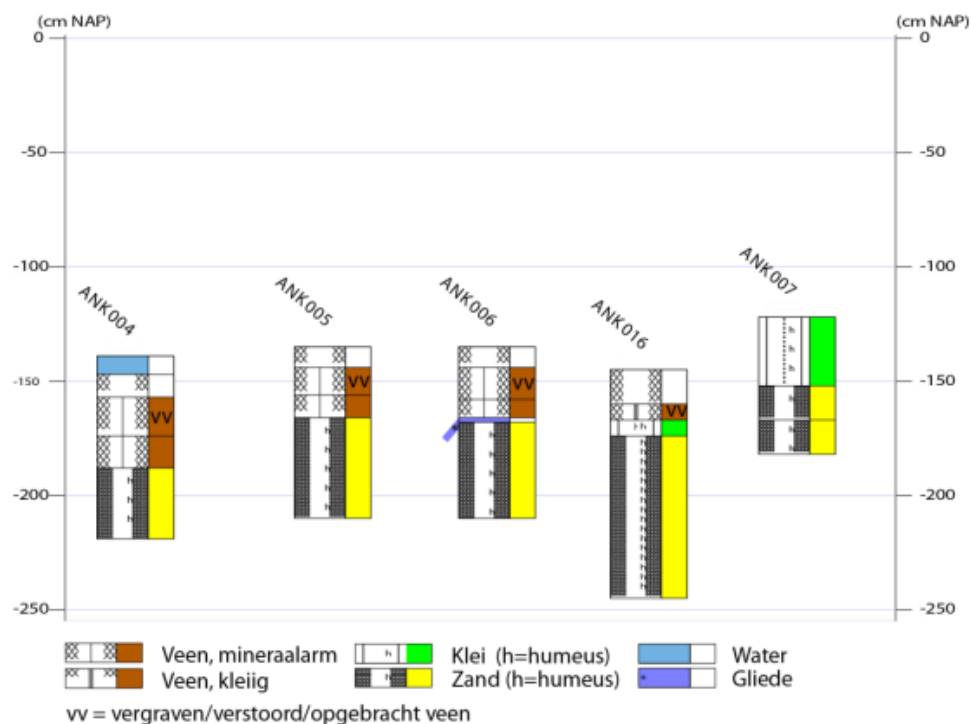
8 Bijlagen



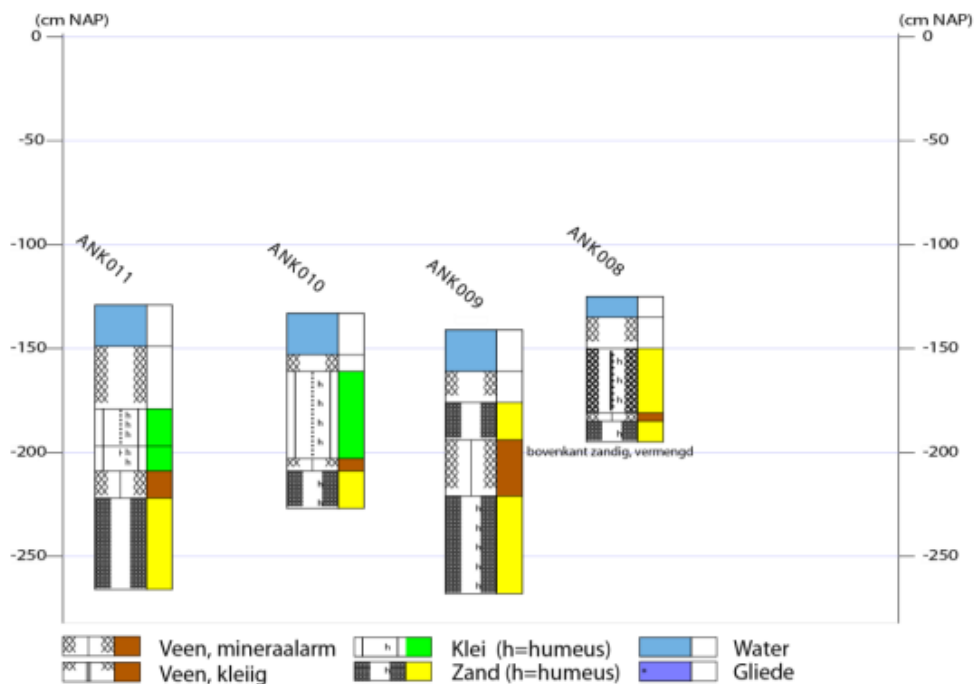
Bijlage 1. De locatie van de geologische boringen op verschillende locaties in Ankeveen, welke zijn gedaan door Deltares in opdracht van het NOBV op 14 april 2021. Zie Bijlage 16 tot 19 voor de resultaten van deze boringen.



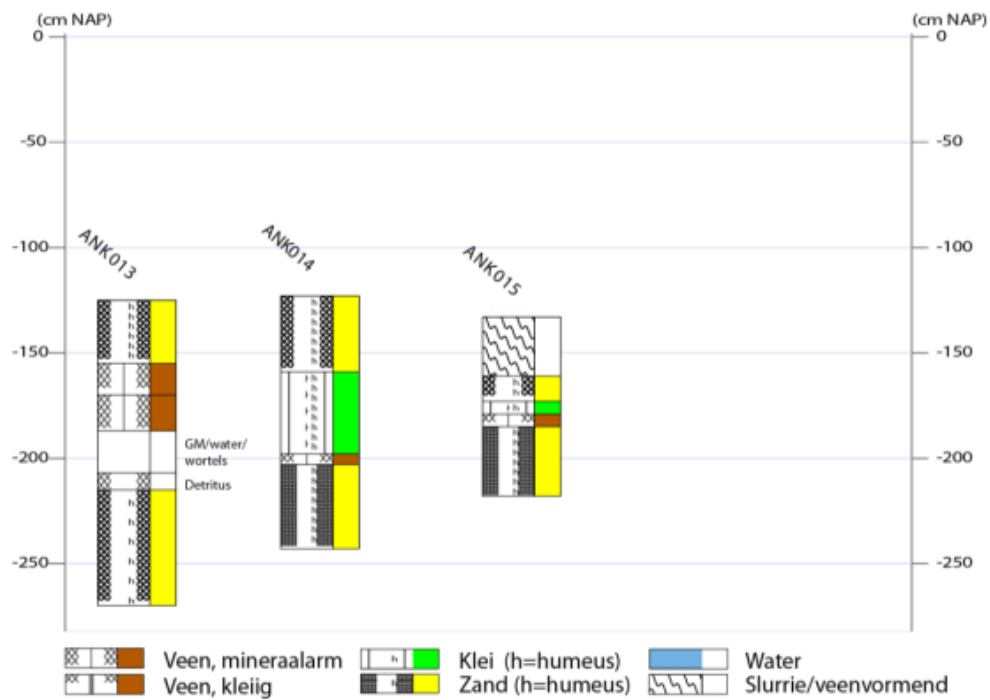
Bijlage 2. Geologische boringen op verschillende locaties in Ankeveen zijn gedaan door Deltares in opdracht van het NOBV op 14 april 2021. ANK001, ANK002 en ANK003 zijn monsterlocaties in proefvak 1, respectievelijk van oost naar west. Zie Bijlage 15 voor de precieze locatie van deze boringen.



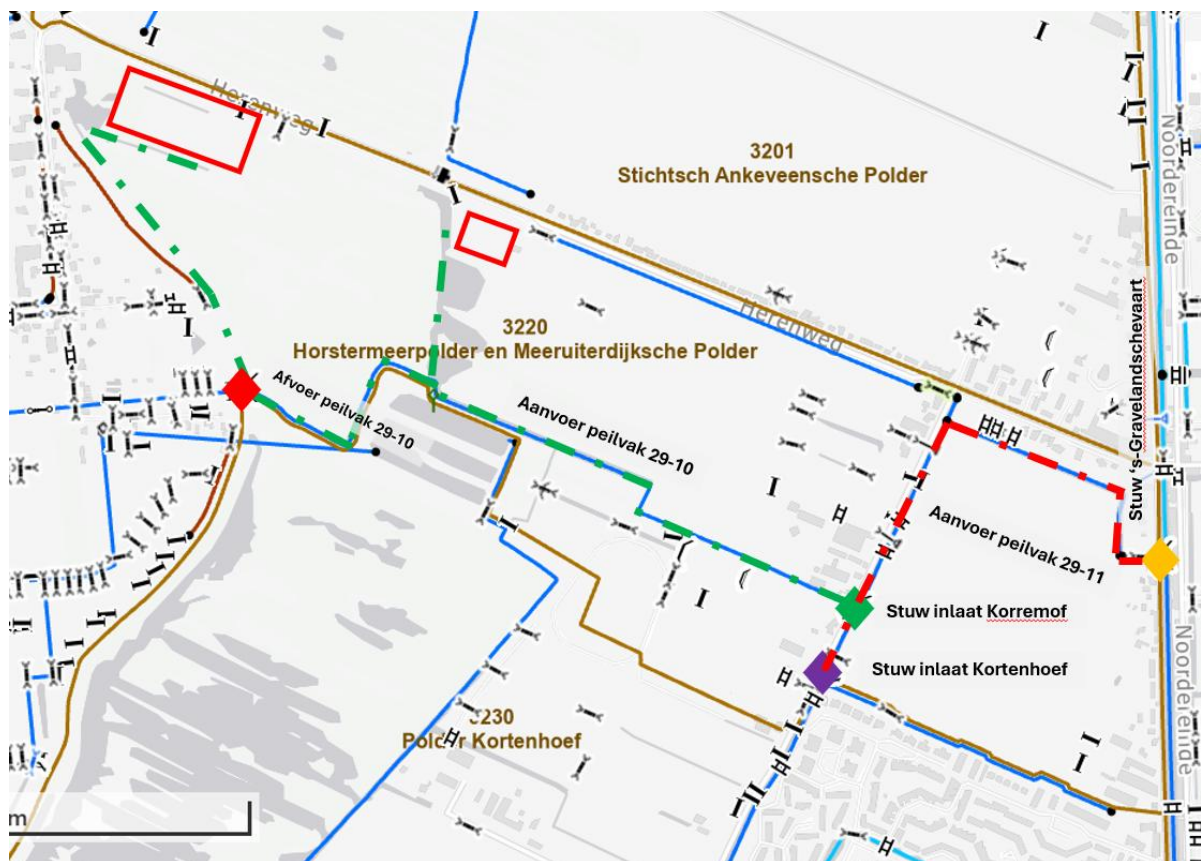
Bijlage 3. Geologische boringen op verschillende locaties in Ankeveen zijn gedaan door Deltares in opdracht van het NOBV op 14 april 2021. ANK004, ANK005 en ANK006 zijn monsterlocaties in het zeggeveld, respectievelijk van west naar oost. ANK007 is een monsterlocatie in proefvak 8 en ANK016 ligt tussen proefvak 1 en 3 maar naast het zeggeveld. Zie Bijlage 15 voor de precieze locatie van deze boringen.



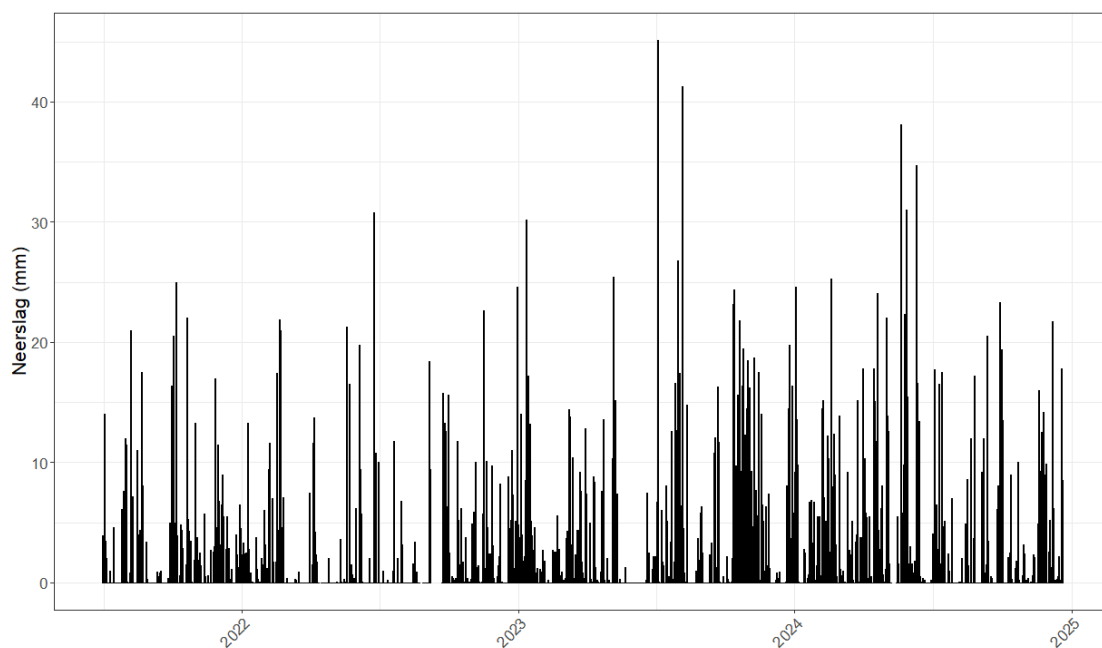
Bijlage 4. Geologische boringen op verschillende locaties in Ankeveen zijn gedaan door Deltares in opdracht van het NOBV op 14 april 2021. ANK008, ANK009, ANK010 en ANK011 zijn monsterlocaties in proefvak 3, respectievelijk van oost naar west. Zie Bijlage 15 voor de precieze locatie van deze boringen.



Bijlage 5. Geologische boringen op verschillende locaties in Ankeveen zijn gedaan door Deltares in opdracht van het NOBV op 14 april 2021. ANK013 is een monsterlocatie in het vak met veenmos, terwijl ANK014 en ANK015 geologische boringen zijn uit proefvak 5, respectievelijk van west naar oost. Zie Bijlage 15 voor de precieze locatie van deze boringen.



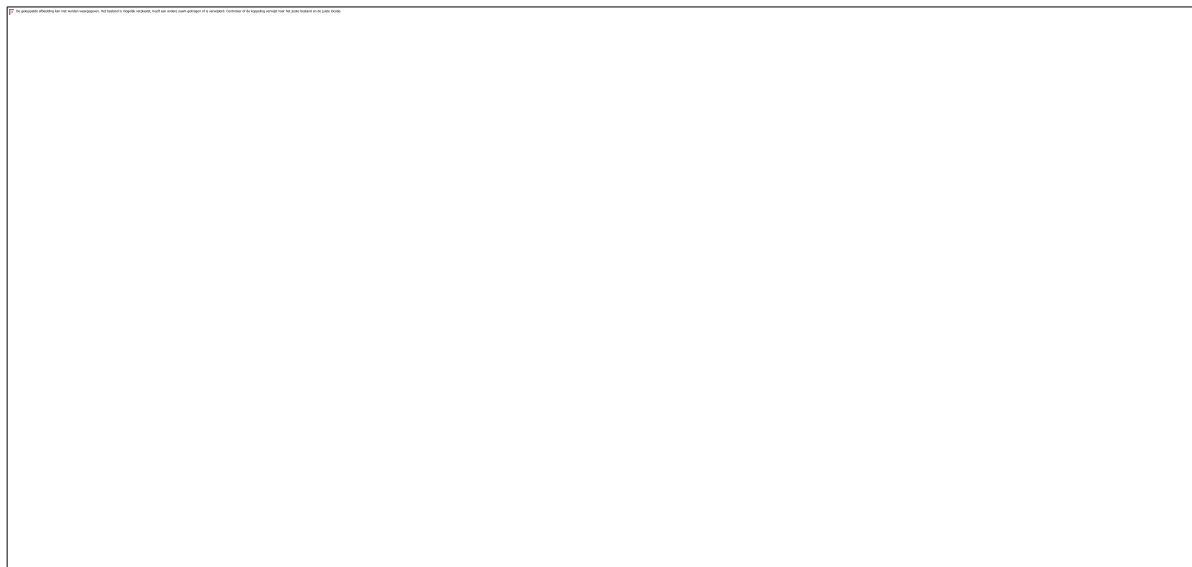
Bijlage 6. Overzicht van de wateraan- en afvoer in peilvak 29-10. De rode vakken geven het proefgebied aan.



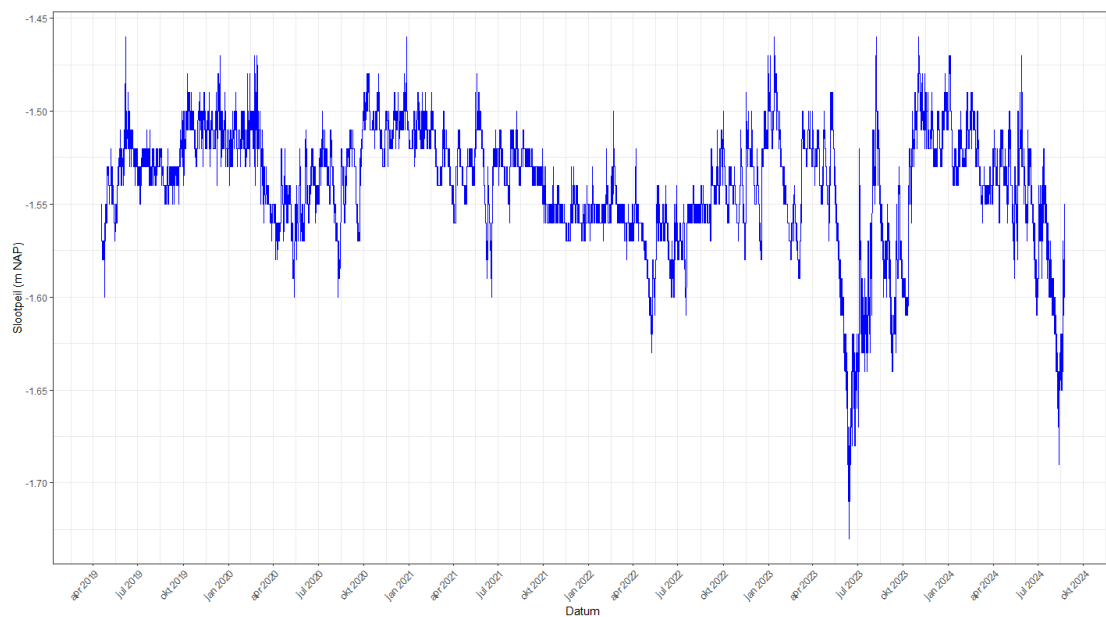
Bijlage 7. Dagelijkse neerslag (in mm) gemeten door het weerstation van het NOBV tussen 1 juli 2021 en 1 januari 2025, en aangevuld met KNMI-waardes van het neerslagstation in Weesp.



Bijlage 8. Locaties in het westelijke proefgebied waar in 2020 en 2021 broeikasgasmetingen via automatische kamers zijn gedaan door Kytalyk Carbon Cycle Research VOF. *Typha angustifolia* = kleine lisdodde; *Typha latifolia* = grote lisdodde; *Sphagnum* = veenmos; en *Phragmites* = riet.



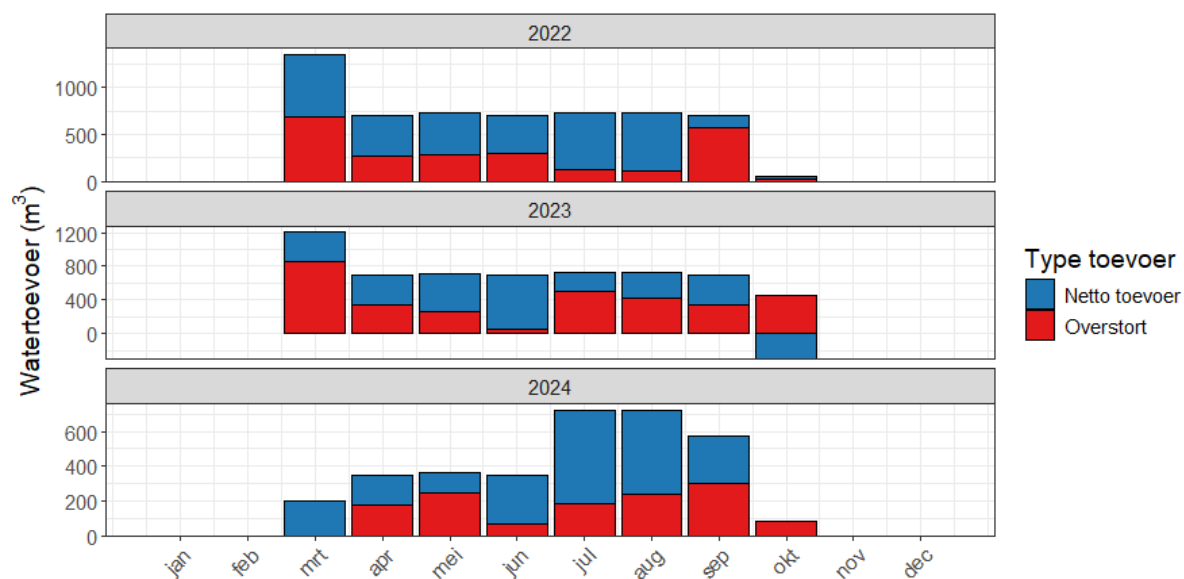
Bijlage 9. Dagelijks volume (m^3) van de inlaat en aflat van peilvak 29-10 en van het totale opgepompte water richting proefvakken 1, 3, 5 en 8.



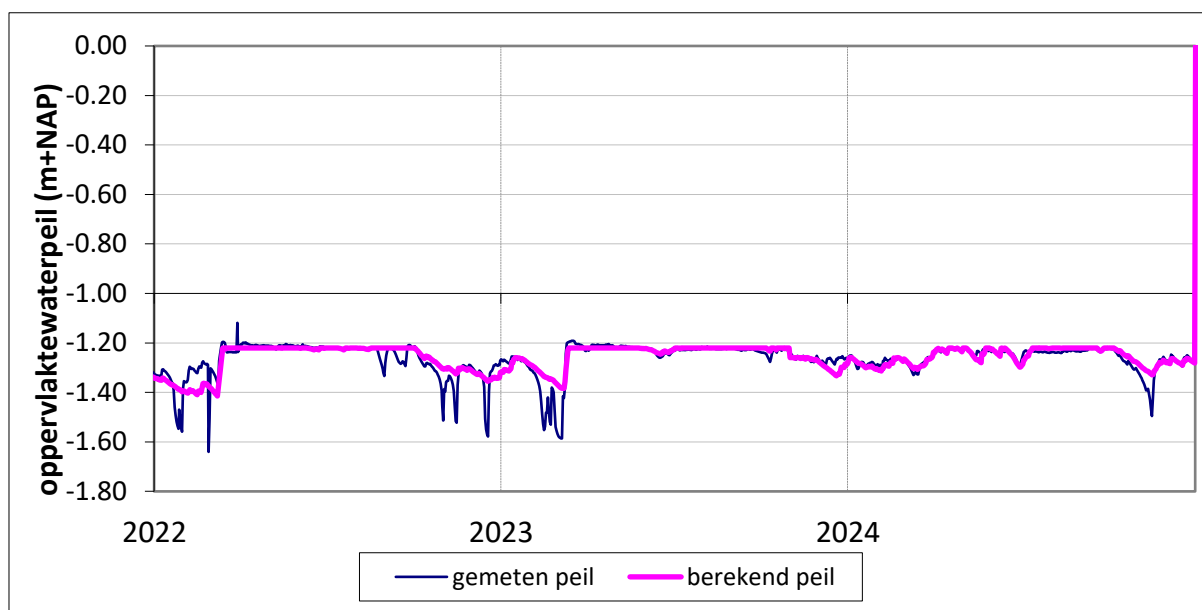
Bijlage 10. Slooppeil (in $-m$ NAP) over tijd.

Bijlage 11. Start en einde van elk groeiseizoen (o.b.v. aan- en uitzetten van de pomp).

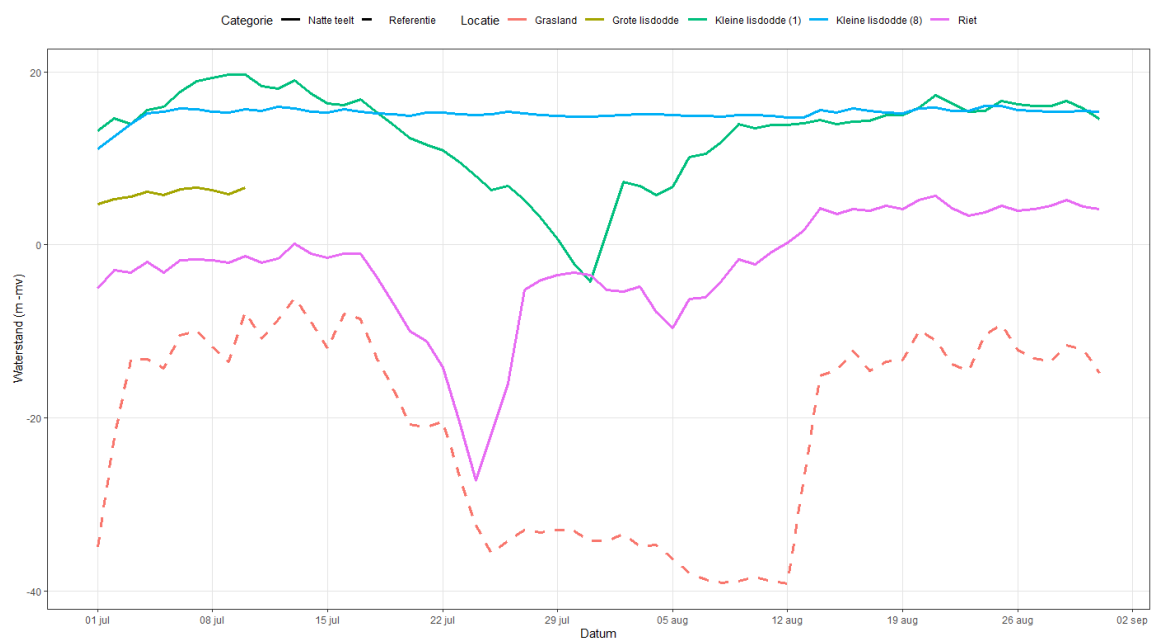
Jaar	Start	Einde
2021	26 februari	5 oktober
2022	9 maart	21 oktober
2023	9 maart	7 oktober
2024	15 maart	7 oktober



Bijlage 12. Opgepompte water (in m³ per maand) (in blauw) wat in proefvak 8 werd ingelaten in 2022, 2023 en 2024, waarvan de overstort (in rood) is aangegeven als deel van de totale toevoer. Bij een negatieve netto toevoer was de overstort groter dan de toevoer.



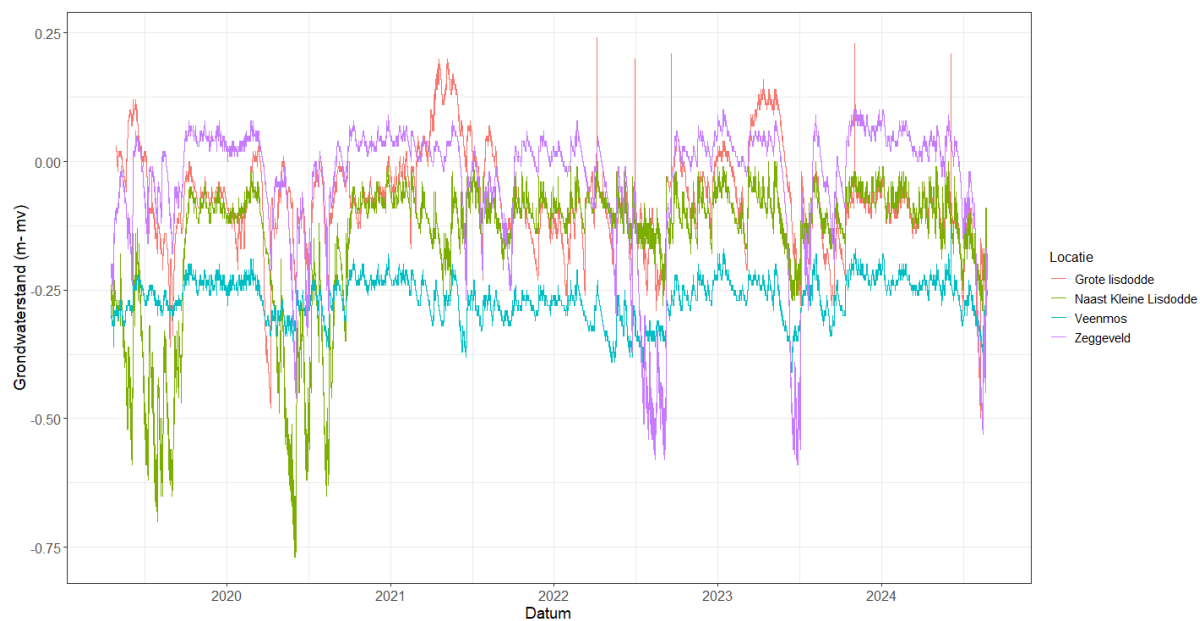
Bijlage 13. Gemeten versus berekende waterpeil (m NAP) in proefvak 8, op basis van de ellitrack-peilbuis resp. de opgestelde waterbalans.



Bijlage 14. Grondwaterstanden (m –mv) op de locaties gedurende het tweede droogvalexperiment dat liep van 22 tot 28 juli 2024. Voor de meetlocaties zie Figuur 4.

Bijlage 15. Gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) (in cm -mv) per jaar per locatie. Voor de meetlocaties zie Figuur 4.

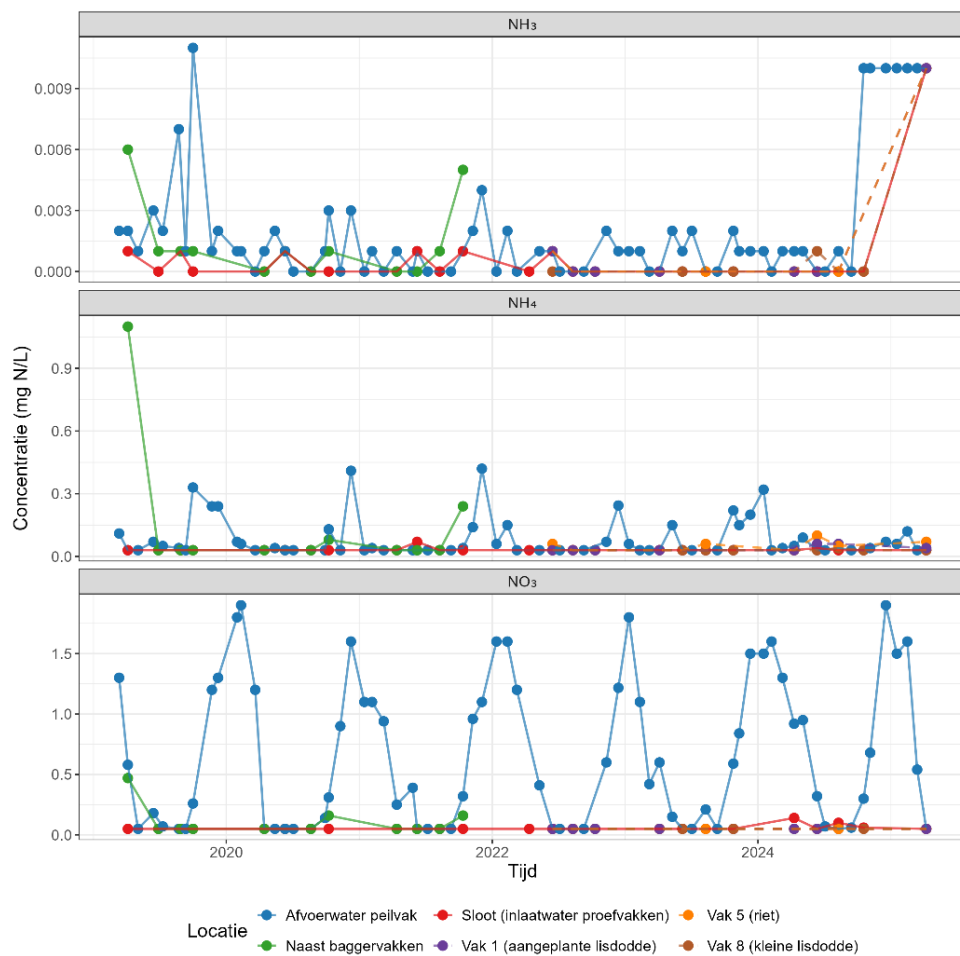
Jaar	Grasland	Grote lisdodde	Kleine lisdodde (1)	Kleine lisdodde (8)	Riet	Riet/gras	Veenmos	Zegge
2021	-14,1	7,67	16,6	17,1	1,65	-12,4	-26,3	-13,0
2022	-8	7,15	16,9	18,2	4,26	-4,19	-4,11	-3,85
2023	-6,82	2,02	15,1	12,4	-0,9	-6,54	-7,98	-7,42
2024	-10,9	5,84	16,7	14,5	2,53	-9,55	-9,09	-12,9



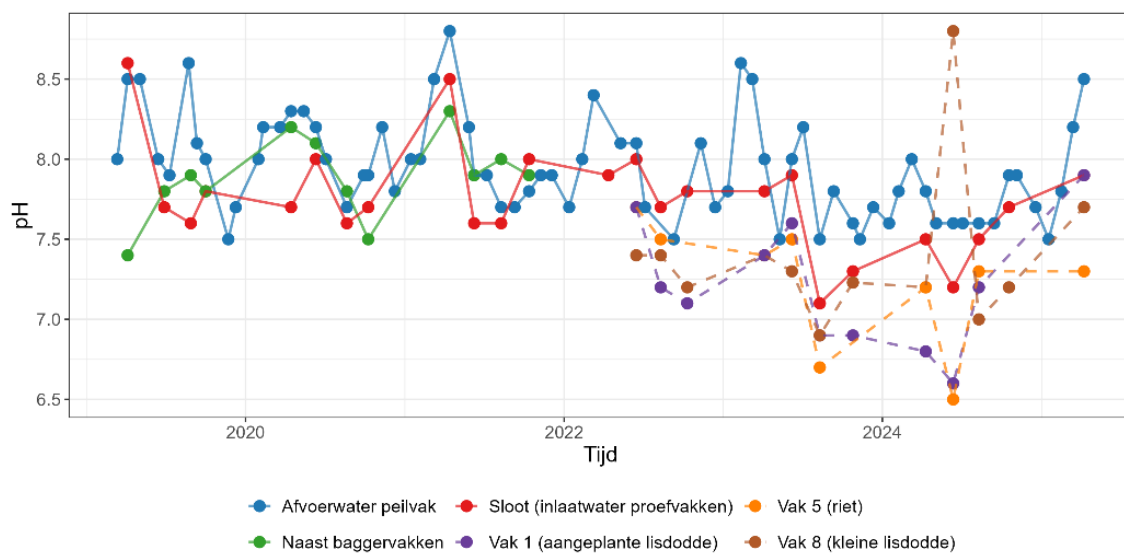
Bijlage 16. Grondwaterstanden (m – mv) op de locaties over tijd. Voor de meetlocaties zie Figuur 4.

Bijlage 17. Gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) (in cm -mv) per jaar per locatie. Voor de meetlocaties zie Figuur 4.

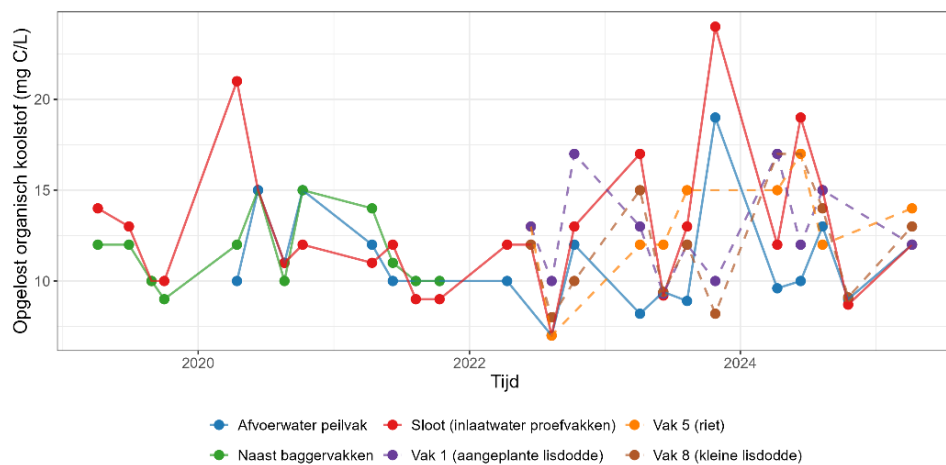
Jaar	Grote lisdodde	Kleine lisdodde	Veenmos	Zeggeveld
2019	-17	-12,25	-28,13	-0,5
2020	2,65	-11,67	-25,94	2,16
2021	0,65	-9,19	-29,57	-2,92
2022	2,79	-5,51	-24,74	3,68
2023	-3,01	-9,26	-24,06	2,85
2024	-11,67	-13,33	-26,42	0,42



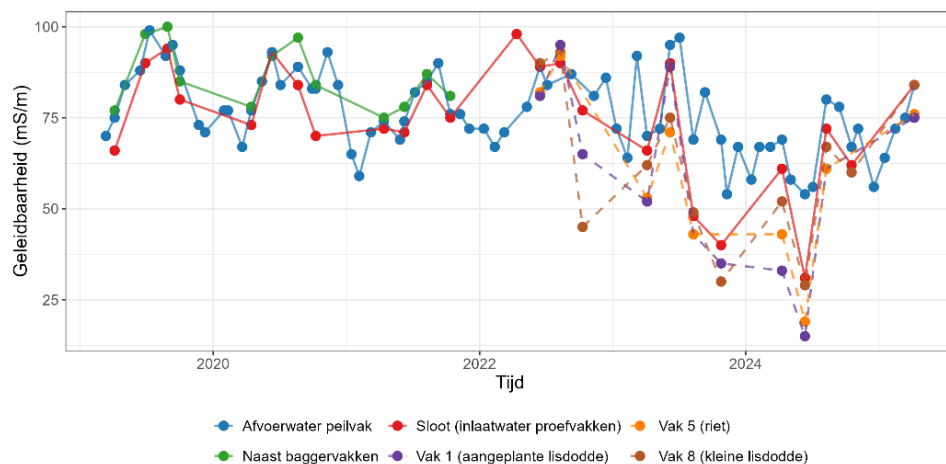
Bijlage 18. Concentraties aan ammoniak (NH_3), ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3) (in mg N/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



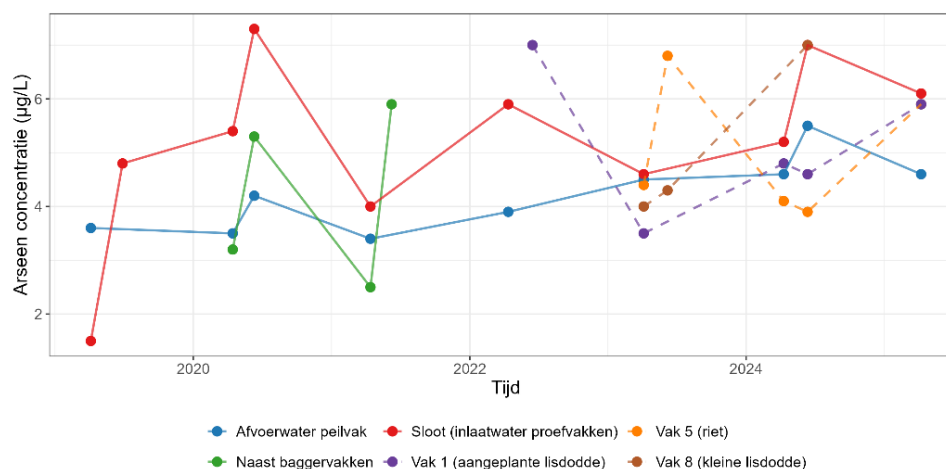
Bijlage 19. pH op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



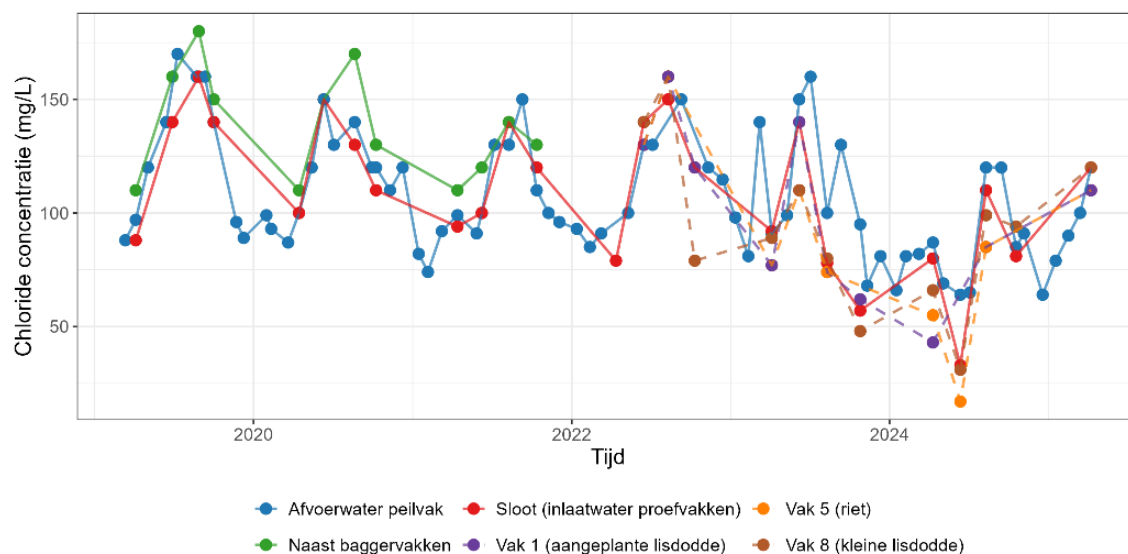
Bijlage 20. Concentraties aan opgelost organisch koolstof (mg C/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



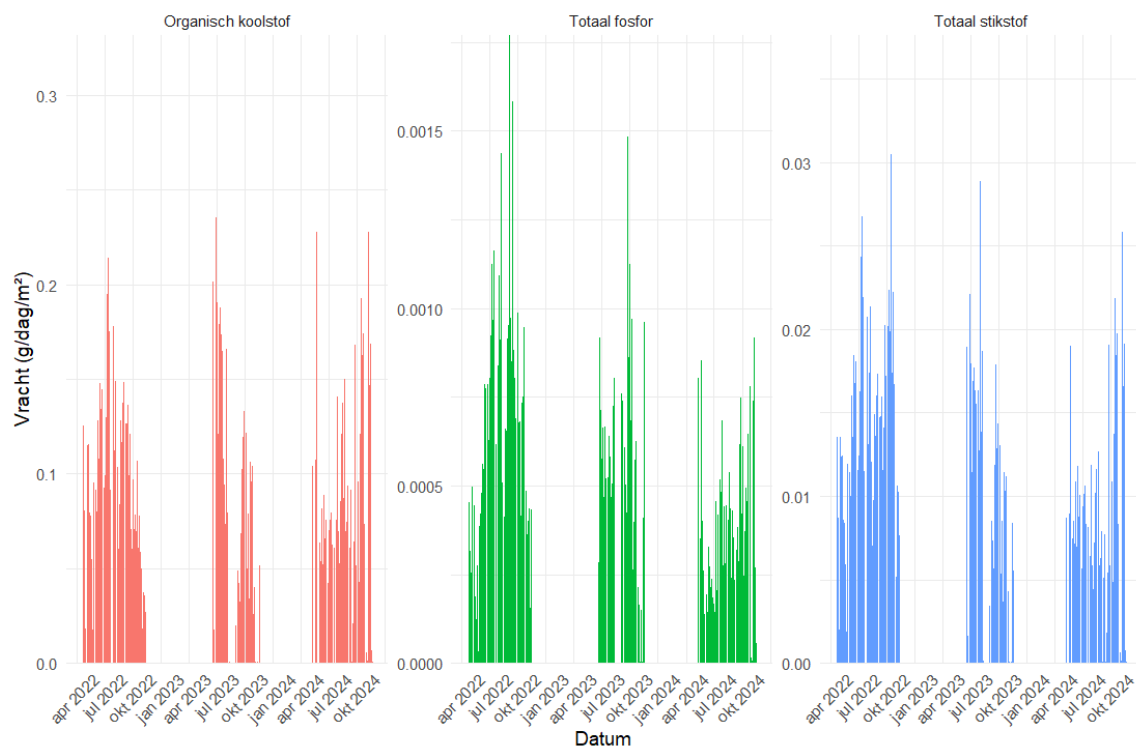
Bijlage 21. Geleidbaarheid (mS/m) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



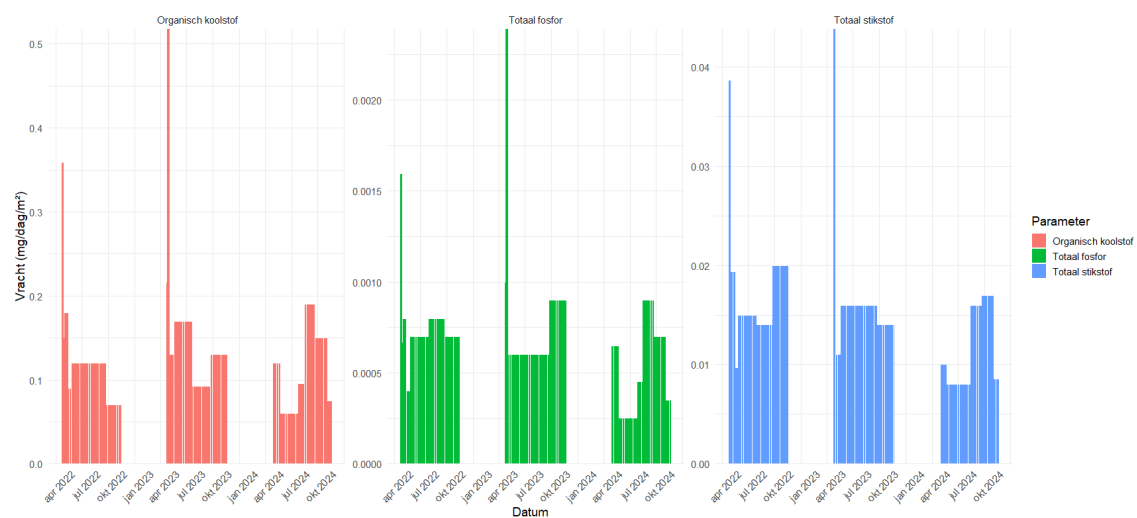
Bijlage 22. Arseen-concentraties (µg/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



Bijlage 23. Chloride-concentraties (mg/L) op de locaties in en rond het proefgebied over tijd. Doorgetrokken lijnen zijn verschillende meetlocaties in het omringende oppervlaktewater, terwijl de gestippelde lijnen meetlocaties in de verschillende proefvakken representeren.



Bijlage 24. Dagelijkse vrachten (g/dag/m²) aan organisch koolstof, totaal fosfor en totaal stikstof dat via de watertoevoer in de proefvakken 1, 3 en 5 wordt ingelaten.



Bijlage 25. Dagelijkse vrachten (mg/dag/m²) van organisch koolstof, totaal fosfor en totaal stikstof dat via de watertoevoer in proefvak 8 wordt ingelaten.