

SLUTRAPPORT
GUDP-projekt 2022-2025

FosLav

**Kompakte filtersystemer for fosfor i
drænvand fra høj- og lavbundsjord**



29. JULI 2026

Af Goswin Heckrath
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevareerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen.

GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen

Nyrupsgade 30, 1780 København V

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf. +45 33 95 80 00

Mail: gudp@lbst.dk

Web: www.gudp.dk

Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

FosLav

Kompakte filtersystemer for fosfor i drænvand fra høj- og lavbundsjord

FAKTA OM PROJEKTET

- Projektets journalnummer 34009-21-1968
- Projektperiode: 1. april 2022 – 31. december 2025
- Projektdeltagere: Aarhus Universitet, Københavns Universitet, DiaPure, WaterCare Filtration A/S, Bio-Aqua A/S, SEGES Innovation P/S
- Projektleder: Goswin Heckrath, Aarhus Universitet

FORMÅL

Vådlægning af kulstofrige lavbundslande er et centralt klimavirkemiddel, men kan samtidig øge frigivelsen af fosfor til søer, vandløb og fjorde. Dette kan i praksis hindre gennemførelse af lavbundsprojekter, selv hvor de ellers kunne reducere udledningen af drivhusgasser.

Formålet med FosLav var at udvikle og demonstrere kompakte filtersystemer, der kan fjerne fosfor fra drænvand og afstrømning fra både vådlagte lavbundslande og dræned, lerede højbundslande. Filtrene blev afprøvet i fuld skala under feltforhold for at dokumentere renseeffekt, driftssikkerhed, levetid og omkostninger. Målet var at skabe et fagligt grundlag for, at kompakte fosforfiltre på sigt kan anvendes som virkemiddel til at beskytte vandmiljøet og samtidig muliggøre flere klima-lavbundsprojekter.

PROJEKTETS RELEVANS

En høj fosfortilførsel er en væsentlig årsag til, at mange danske søer og fjorde ikke opfylder målene om god økologisk tilstand. Selv små mængder fosfor kan udløse kraftig algevækst og iltvind. Landbrugsarealer er en væsentlig kilde til fosfor i vandmiljøet, og særligt afstrømning fra kulstofrige lavbundslande og dræned lerlande bidrager til tabet.

Det er politisk besluttet at vådlægge store arealer med lavbundsland for at nedbringe udledningen af drivhusgasser. Når disse lande vandmættes, kan der frigives betydelige mængder jernbundet fosfor under iltfrie forhold, hvilket øger belastningen af vandmiljøet. Derfor er der behov for omkostningseffektive drænvirkemidler til reduktion af fosfortabet.

FosLav adresserer dette behov ved at udvikle kompakte, tankbaserede filtersystemer, der kan tilbageholde både partikelbundet og opløst fosfor og samtidig muliggør genanvendelsen af den opsamlede fosfor på landbrugsarealer.

HOVEDRESULTATER

FosLav etablerede og afprøvede kompakte fosforfiltre i fuld skala på tre lokaliteter: Vejrumbro (Jylland) og Løvenborg (Sjælland) på kulstofrige lavbundslande, og Fensholt (Jylland) på drænet, leret højbundsland. Et filtersystem består typisk af to enheder – et Watercare partikelfilter som forfilter, der fjerner partikelbundet fosfor, og et WaterCare Sorbentfilter med Diapure-sorbent som er et specialudviklet materiale, der binder opløst fosfor. Systemerne fylder kun omkring 50 kvadratmeter og kan i princippet flyttes mellem lokaliteter.

Projektets mest robuste resultater blev opnået ved Løvenborg, hvor filteret har været i kontinuerlig drift i halvandet år. Anlægget behandler jern- og fosforrigt vand fra et vådlagt lavbundsareal og er udstyret med en automatisk returskyllning, der fjerner fosforrigt okkerslam fra forfilteret. På grundlag af mere end 4.000 analyser viste anlægget en stabil tilbageholdelse på over 95 % af både fosfor og jern. Samtidig lå fosforkoncentrationen i udløbet normalt under 0,05 mg P/L, og dermed er koncentrationen under den tærskelværdi der forårsager eutrofiering. Høje koncentrationer af opløst organisk stof som det ses i lavbundslande reducerede ikke filterets fosforfjernelse nævneværdigt. Løvenborg-anlægget er teknisk enkelt at opskalere og er derfor projektets anbefalede referencedesign for kulstofrige lavbundslande. Fosfor opsamlet i såvel partikel som sorbentfilteret kan genanvendes og samtidigt øges filtrenes levetid.

På den lerede højbundsland ved Fensholt viste partikelfilteret en god evne til at tilbageholde partikelbundet fosfor, typisk omkring 60–70 %. Fjernelsen af opløst fosfor i sorbentfilteret var derimod påvirket af præferentiel vandstrømning igennem filtermaterialet eller tilstopning med fint sediment, hvilket reducerede effektiviteten. Projektet nåede ikke at demonstrere et fuldt driftsmodent design, men skabte grundlag for afgørende designforbedringer såsom automatiseret returskyllning af filtermaterialet.

Projektets økonomiske beregninger viser, at kompakte fosforfiltre over en tiårig periode kan tilbageholde fosfor til en anslået omkostning på ca. 700–16.000 kr. pr. kg fosfor. Omkostningseffektiviteten er bedst, når filtrene placeres ved fosfor-hotspots med høje koncentrationer. Filtrene er dermed potentielt konkurrencedygtige med kendte fosforvirkemidler som biomassehøst, topjordsfjernelse, bufferzoner og minivådområder. Projektet har samlet løftet teknologien fra et tidligt udviklingsstadium til afprøvning under realistiske driftsforhold svarende til en udvikling fra TRL 4 til TRL 7.

PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Projektet blev gennemført som et tæt samarbejde mellem universiteter, virksomheder og rådgivere. Forløbet var overordnet planmæssigt, men med tekniske forsinkelser og tilpasninger, som er forventelige ved fuldskaudvikling under feltforhold.

En vigtig erfaring er, at filtermaterialets fosforbinding alene ikke afgør systemets effektivitet. Den hydrauliske udformning – dvs. hvordan vandet passerer gennem filteret – er mindst lige så vigtig. Laboratorieforsøg dokumenterede filtermaterialernes potentiale, men fuldskalaforsøgene viste, at præferentiel strømning og tilstopning med fine partikler kan begrænse effekten af sorbentfiltrene, og at en effektiv fjernelse af partikler i vandet derfor er kritisk for systemets effektivitet. Projektet demonstrerede også potentialet for at vedligeholde filterfunktionen ved automatiseret returskylning ved luftperkolation samt on-site regenerering af filtermaterialet, når bindingskapaciteten er opbrugt.

Der har været løbende dialog med en følgegruppe, relevante myndigheder, kommuner og andre interessenter. Dialogen har især tydeliggjort, at en fremtidig anvendelse som fosforvirkemiddel i landbruget vil kræve en støtteordning, der finansierer etablering såvel som drift og vedligehold.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

FosLav har vist, at kompakte fosforfiltre kan fjerne fosfor effektivt fra drænvand eller afstrømmende vand fra lavbundsarealer. Løsningen kan dermed bidrage til at beskytte sårbare vandområder og gøre flere klima-lavbundsprojekter mulige, hvor risikoen for fosforfrigivelse ellers er en barriere.

Filterløsningen til lavbundslande vurderes som teknisk moden og driftssikker i det demonstrerede design. Løsningen til drænet højbund har vist lovende resultater for partikelbundet fosfor, men kræver yderligere fuldskalatest før den kan anbefales som driftsklar løsning. Filtrene kræver typisk strømforsyning og periodisk vedligeholdelse. Til gengæld fjerner de fosfor permanent fra vandstrømmen og muliggør genanvendelse af den opsamlede fosfor. Derudover har filtrene særlige fordele for fosfor hotspots, hvor der er stramme pladskrav, og hvor udslip af fosforrigt drænvand til nedstrøms søer skal stoppes her og nu.

Den største barriere for bred anvendelse er ikke længere primært teknisk, men reguleringsmæssig og økonomisk. Kompakte fosforfiltre er endnu ikke godkendt som officielt virkemiddel, og nuværende støtteordninger dækker typisk ikke de løbende driftsudgifter. Projektgruppen anbefaler derfor en pilotordning, hvor kompakte fosforfiltre afprøves og valideres under forskellige hydrologiske og geokemiske forhold, og hvor både anlæg og drift finansieres. Dette vil kunne bane vejen for en tiltrængt udvidelse af virkemiddelkataloget for fosfor.

FORMIDLING

FosLav har kommunikeret projektets resultater bredt i fagmedier, på konferencer og via demonstrationsforanstaltninger. Videnskabelige publikationer er under udarbejdelse.

Liste med udvalgte publikationer:

Artikel på LandbrugsInfo, oprettet december 2021, opdateret december 2025:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/groent udviklings og demonstrationsprogram/groent udviklings og demonstrationsprogram-2025/108643/pm25108643ap3opdatfosforfilteetmuligt fremtidigtdrnavirkemiddel.ashx>

Vand & Jord 1; 2024:

<https://vand-og-jord.dk/filtersystem-til-tilbageholdelse-af-fosfor-i-draenvand/>

Faktaark om status for lavbundsprojekter og fosforproblematikken:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/promilleafgiftsfonden-for-landbrug/promilleafgiftsfonden-for-landbrug-2023/8643/pm 23 8643 ap4 statusopgoerelse lavbundsprojekter.ashx>

Faktaark om afværgeforanstaltninger mod fosfor:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/promilleafgiftsfonden-for-landbrug/promilleafgiftsfonden-for-landbrug-2024/108643/pm 23 8643 ap4 faktaark foslav oktober2024.ashx>

Faktaark om kompakte fosforfiltre på lavbundsjord:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/groent udviklings og demonstrationsprogram/groent udviklings og demonstrationsprogram-2025/108643/pm 25 108643 ap4 faktaark kompakte fosforfiltre paa lavbundsjord.ashx>

Faktaark om kompakt fosforfilter på leret højbundsjord:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/groent udviklings og demonstrationsprogram/groent udviklings og demonstrationsprogram-2025/108643/pm 25 108643 ap4 faktaark kompakte fosforfiltre paa leret hoejbundsjord.ashx>

Faktaark om sammenligning af forskellige fosforvirkemidler:

<https://projekt.seges.dk/-/media/segesinnovation/groent udviklings og demonstrationsprogram/groent udviklings og demonstrationsprogram-2025/108643/pm 25 108643 faktaark sammenligning af fosforvirkemidler.ashx>

Læs mere om GUDP's projekter på www.gudp.dk

