

---

## SLUTRAPPORT

GUDP-projekt 2019-2022

# T-rex

Terrænnær redox og retentionskortlægning til differentieret målrettet virkemiddelsindsats indenfor ID15 oplande

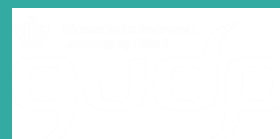
---



19. JUNI 2022

---

Af Helle Møller Holm  
SEGES Innovation P/S



---

# 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 fødevarerhvervet, 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](mailto:gudp@lbst.dk)

**Web:** [www.gudp.dk](http://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

# T-rex

## Terrænnær redox og retentionskortlægning til differentieret målrettet virkemiddelsindsats indenfor ID15 oplande

### FAKTA OM PROJEKTET

---

- Projektperiode: 1. januar 2019 – 31. december 2022
- Projektdeltagere: SEGES Innovation, GEUS, AU GeoScience, Ejlskov
- Bevilling fra GUDP: 10 mio.

### Projektleder: Helle Møller Holm

### FORMÅL

---

T-Rex projektet vil udvikle ny teknologi, metode og operationelle modeller til terrænnær redox- og retentionskortlægning til differentiering af marker i kvælstofretentionsklasser indenfor delvandoplande (ID15 oplande). Projektet vil samtidig demonstrere, hvordan kortlægningen af kvælstofretention på markskala kan anvendes til en differentieret, målrettet placering af virkemidler, med det formål at opnå en mere miljøeffektiv og omkostningseffektiv virkemiddelsindsats.

### PROJEKTETS RELEVANS

---

Udledning af næringsstoffer fra marker er barriere for en bæredygtig vækst i fødevareproduktionen. Med Fødevarer- og Landbrugspakkens aftale om en målrettet kvælstofregulering vil indsatsen fra 2019 målrettes Danmarks mere end 3.000 oplande på ca. 1.500 ha (ID15-oplande).

Den målrettede regulering tager afsæt i viden om kvælstoftransport og omsætning i landskabet. De store variationer i den naturlige kvælstofomsætning (retention) udnyttes til at målrette indsatsen mellem ID15 oplande. Den målrettede indsats skal gøre det billigere for landbruget at nå de krævede reduktioner i kvælstofudledningen.

Det fulde miljø-økonomiske potentiale realiseres dog ikke ved en indsats på ID15-skala, da kvælstofretention indenfor ID15-oplande kan variere fra <20 til 100% grundet forskelle i de hydrologiske og geokemiske forhold. For ID15-oplande med en gennemsnitlig N-retention >60% vil det således være forbundet med meget store økonomiske konsekvenser at nå fastsatte N-reduktionskrav, da der ved virkemiddelsindsatsen kun opnås en realisering af <40% af virkemidlets effekt. Manglende viden om den rumlige variation i N-retentionen indenfor ID15-oplande betyder en generel overimplementering af indsatsen med store økonomiske konsekvenser for landbruget. Dette fremgår af den miljøøkonomiske analyse af Norsminde Fjordoplandet, hvor målopfyldelsen i 2027 kun kan opnås ved braklægning af ca. 50% af landbrugsarealet.

Variation i N-retention mellem marker kan i stort omfang tilskrives variationer i drænttransport, kvælstofretention terrænnært i rodzonen samt i grundvand, og kvælstofomsætning i den ripariske zone.

---

Den eksisterende retentionskortlægning tager ikke højde for en differentiering af den terrænnære kvælstofretention i rodzonen, da denne endnu ikke er kortlagt. Begrænsningen i forhold til implementering af denne nye viden indenfor ID15-oplandeskala er imidlertid relateret til begrænsninger i kortlægningen af variationer i den rumlige hydro-geologi og koblingen med topografi og drængeometri, samt kortlægning af N-retentionen i rodzonen over/mellem dræn. En fremtidig differentieret målrettet kvælstofindsats på markniveau fordrer således, at der udvikles metoder til kortlægning af den rumlige kvælstofretention til differentiering af marker i N-retentions-klasser indenfor ID15-oplande.

## HOVEDRESULTATER

---

Der er i projektet udarbejdet et mere differentieret kvælstofretentionskort for Skjern Å oplandet i 100m opløsning. Dette er gjort ved at skaffe ny viden omkring drænfraktionen og de styrende faktorer for den og bruge grundvandsmodellering og maskinlæring. Det nye retentionskort har mulighed for at give værdier for drænfraktionen på månedsbasis og dermed kunne bruges i videre arbejde, til undersøgelse af tidslighed i udvaskningen af kvælstof.

Der er lavet miljømæssige og økonomiske beregninger på baggrund af det nye retentionskort. Beregningerne viser, at en kortlægning af kvælstofretentionen med høj opløsning kan øge potentialet for at forbedre omkostningseffektiviteten ved en målrettet kvælstofindsats. Potentialet i målretning af kvælstofindsatser vil variere meget fra vandopland til vandopland afhængig af især variationen i kvælstofretentionen inden for oplandet. I det undersøgte pilotområde er variationen i kvælstofretention forholdsvis lille. Potentialet i målretning afhænger også af indsatsbehovet. Jo større indsatsbehov jo større potentiale. Endelig vil potentialet også afhænge af arealanvendelsen i oplandet. Jo færre billige virkemidler – som f.eks. efterafgrøder uden sædskifteændring, der er plads til – jo større økonomisk potentiale. I det aktuelle pilotområde, der har sandet jord, er der som udgangspunkt plads til mange efterafgrøder uden sædskifteændring, fordi der dyrkes mange vårafgrøder. I et vandopland med lerjord og en høj andel af vintersæd vil det økonomiske potentiale i målretning være større.

Arbejdet i projektet med et retentionskort på 100m opløsning vil lede til en begrænset påvirkning af miljøet fra kvælstof og antageligt også fosfor. Yderligere vil målretning af virkemidler på baggrund af 100m kortet give en bedre økonomi for lodsejere, da der skal bruges mindre areal for at opnå samme miljømæssige effekt.

I projektet er der også arbejdet med at undersøge muligheden for at kortlægge arealer hydro-redox-regime med en redoxprobe. Denne kortlægning skulle sammenholdes med viden om terrænnær geologi og give en identifikation af redoxgrænsen i den umættede zone. Dette har ikke været muligt, men resultaterne er nye og det er vigtig viden at dele.

## PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

---

Projektet har været ramt af udskiftning i persongruppen. De ledende kræfter, der skrev projektet, Charlotte Kjærgaard og Anker Lajer Højberg, forlod begge projektet med udgangen af 2020 pga jobskifte. Ligeledes har ledende personer fra AU GeoScience skiftet job, og det har gjort, at der har været meget opsamling undervejs. I AP1 har de oplevet tekniske udfordringer med deres udstyr i stenet jord.

---

En af projektets hypoteser var at lave en algoritme for markers hydro-redox-regime. Tanken var at redox-målinger fra skulle kobles sammen med den terrænnære geofysiske kortlægning, og der ud fra de resultater skulle kunne opstilles en sammenhæng mellem jordens vandmætning, redoxgrænsen og geologien, således man kunne fremskrive redox-forholdene og finde midlertidige perioder, hvor redoxgrænsen ligger meget terrænnært. Det var ikke muligt at kortlægge den meget terrænnære redoxgrænse, enten fordi den ikke er der, eller fordi den ikke kan måles, og derfor var det ikke muligt at gå videre med sammenhængen til de geofysiske målinger.

## KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

---

I projektet er der blevet udviklet et nyt retentionskort på 100m opløsning sammenlignet med det nuværende kort med en gennemsnitlig opløsning på 15 km<sup>2</sup>. Kortet er udviklet for et pilotopland, hvor der efterfølgende er blevet lavet scenarieberegninger som viser, hvor meget mindre areal der skal braklægges for at mindske den landbrugsbetingende udledning med 50%. Beregningerne viser, at der skal bruges halvt så meget plads til at opnå den samme effekt på at minimere næringsstofoverskuddet af kvælstof. På samme tid skal landbruget bruge færre ressourcer på at opnå den ønskede miljøeffekt. Scenarieberegningerne viser, at landbrugets økonomi kun falder med 24% sammenlignet med 50% hvis miljøtiltagene sker på det nuværende kort og altså ikke medtager den differentiering i retentionen som er vist på projektets kort. Vejen hertil er skabt ved at arbejde med forståelsen for drænfraktioneringen og få den afstemt med målte drænoplande.

Perspektiverne for landmændene i at bruge resultaterne fra projektet er store, da de på samme tid kan spare overflødige kvælstofvirkemidler og samtidig skåne miljø ved at minimere næringsstofoverskuddet.

Frem mod 2024 skal der ske en forbedring af den nationale kvælstof-retentionskortlægning. En central indsats i denne forbindelse, er en forbedring af den geografiske opløsning af N-retentionen, der i det nuværende nationale retentionskort er opgjort på ID15 skala, dvs. for oplande med et middel areal på ca. 15 km<sup>2</sup>. Beregninger på en mindre skala øger vigtigheden af at kunne repræsentere de lokale forhold. I nogle tilfælde kan dette opnås gennem målinger. Det skønnes imidlertid, at ca. halvdelen af det danske landbrugsareal er drænet, og indsamling af data fra samtlige drænoplande er derfor ikke praktisk gennemførligt. Da drænstrømningen varierer meget både geografisk og tidsligt, og kan have afgørende betydning for transporten af kvælstof fra mark til overfladevandet, er det dog afgørende, at der i N-retentionskortlægningen opnås et troværdigt estimat af drænstrømningen. Udviklingen af drænfraktionskortet under T-Rex projektet, vil derfor indgå som et vigtigt grundlag for opdateringen af først DK-modellen og efterfølgende den nationale kvælstofmodel.

## FORMIDLING

---

Mahmood, H., & Frederiksen, R. R. (2021). Hydrogeological, topographical and drain factors controlling water table depth variation and potential nitrate reduction in subsurface drained clayey till area. Abstract fra EGU 2021: General Assembly , -. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5960>

Mahmood, H., & Frederiksen, R. R. (2021). Assessing the effect of shallow hydrogeology on water table depth variation and potential nitrate reduction in subsurface drained clayey till area. Abstract fra 15th

---

DWF Water Research Conference, 2021, Danmark. [https://pure.au.dk/portal/da/persons/hafsa-mahmood\(53eb4e84-a05d-4f65-b476-9b3cbbd4d20e\)/publications/assessing-the-effect-of-shallow-hydrogeology-on-water-table-depth-variation-and-potential-nitrate-reduction-in-subsurface-drained-clayey-till-area\(fff5c953-72d4-40cb-8278-a8ad605c8c11\).html](https://pure.au.dk/portal/da/persons/hafsa-mahmood(53eb4e84-a05d-4f65-b476-9b3cbbd4d20e)/publications/assessing-the-effect-of-shallow-hydrogeology-on-water-table-depth-variation-and-potential-nitrate-reduction-in-subsurface-drained-clayey-till-area(fff5c953-72d4-40cb-8278-a8ad605c8c11).html)

Schneider, R., Stisen, S., & Højberg, A. L. (2022). Hunting for information in streamflow signatures to improve modelled drainage. *Water (Switzerland)*, 14(1), [110]. <https://doi.org/10.3390/w14010110>

Schneider, R. J. M., Mahmood, H., Rumph Frederiksen, R., Højberg, A. L., & Stisen, S. (2022). Prediction of drain flow fraction at high spatial resolution by combining physically based models and machine learning. In *EGU General Assembly 2022* [3694] <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-3694>

Søren Kolind Hvid, Helle Møller Holm, Raphael J. M. Schneider & Simon Stisen: N-retention i høj opløsning øger potentialet i målretning af kvælstofindsatser. *Vand&Jord* nr 5 2022. <https://online.flippingbook.com/view/986505677/>

Ivan Yélamos Vela & Palle Ejlskov: Redoxkortlægning på markskala. *Vand&Jord* nr 5 2022. <https://online.flippingbook.com/view/986505677/>

Simon Stisen, Raphael J. M. Schneider, Hafsa Mahmood & Anker L. Højberg: Forbedret drænsimulering til kortlægning af kvælstofretention. *Vand&Jord* nr 5 2022. <https://online.flippingbook.com/view/986505677/>

Læs mere om GUDP's projekter på [www.gudp.dk](http://www.gudp.dk)

