

## **Muslingeopdræt i landbaserede anlæg som virkemiddel til accelereret forbedring af miljøtilstanden i Limfjorden, forslag til udredning af muligheder og begrænsninger.**

I forbindelse med Kystvandrådets arbejde har der gentagne gange været drøftet etablering af flere opdrætsanlæg for muslinger, enten flere anlæg til konsummuslinger "linemuslinger" eller "smartfarms" til dyrkning af muslinger til biomasse og/eller dyrefoder.

Teorien bag sådanne anlægs virkning på miljøtilstanden er, at der i den protein, der dannes ved muslingernes optag af frafiltrerede alger, findes en givet procentdel kvælstof, der fraføres fjordvandet ved høst af muslingerne.

Der har i Kystvandrådet ikke været større tilslutning til disse forslag, grundet bekymringer om skader på fjordbunden som følge af muslingeekskremer og fordi sådanne anlæg optager meget plads på fjordoverfladen. Ligeledes er den miljømæssige effekt (reduceret klorofylindhold/forbedret sigtedybde) udenfor selve anlægsområdet meget beskeden.

I forbindelse med gennemførelse af Den Grønne Trepert må der forventes udtaget store landbrugsarealer af dyrkningsarealet og der vil derfor opstå store – ofte kystnære – arealer, der kan komme i spil til anden anvendelse.

Vi foreslår derfor, at der som en del af Kystvandrådets arbejde igangsættes et udredningsarbejde (et *feasibility study*), der har til formål at afdække om sådanne anlæg kan være teknisk og økonomisk gennemførlige.

Et helt bærende element i sådanne anlæg skal være, at det afledte vand altid skal have et indhold af næringsstoffer og organisk stof (NPO) der er lavere, end i det fjordvand der tages ind til anlægget. Ligeledes er det essentielt, at der ikke må ske fodring (ud over fjordvandets algeindhold) og medicinering af muslingerne i anlægget.

I det følgende er der på skematisk form opstillet en ikke-udtømmende liste over forhold der kan indgå i en sådan udredning.

Listen tager udgangspunkt i et anlæg, hvor fjordvand indpumpes i store (jord)bassiner på land. I bassinerne findes et passende materiale, hvorpå muslingerne kan hæfte sig fast og vokse sig store og høstmodne.

Anlægget er forsynet med slamudtagning m.m. som det bl.a. kendes fra "von Nordenskjöld"-spildevandsrensning, som der har været et mindre antal af i DK.

Efter passage af anlægget tilbageføres vandet til fjorden.

| Emne der bør indgå i studiet    | Bemærkninger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Placering af anlæg              | <p>Anlæg bør placeres kystnært og i relativ lav højde over havniveau for at reducere energiforbruget til indpumpning af fjordvand, men dog højt nok til at afløbet kan ske ved gravitation.</p> <p>Ved kystnær placering i områder uden grundvandsinteresser kan det muligvis undgås at etablere omkostningstunge og sårbare membraner i bassinerne. På nogle arealer skal der givetvis etableres kunststof- eller lermembraner.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Egnede substrat for muslingerne | <p>Det bør undersøges hvilke materialer der er bedst egnede for muslingernes fasthæftelse og for nemmest adgang til høst af muslingerne.</p> <p>Det kan overvejes om der er mulighed for at vækstsustratet kan produceres ud fra kasserede vindmøllevinge i glasfiber og dermed også medvirke til at løse et eksisterende affaldsproblem.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Indtag af fjordvand             | <p>Vandindtag skal ske i - eller nær – vandoverfladen, hvor algekoncentrationen må forventes at være højest. Det bør dog overvejes at skabe mulighed for at vandindtag kan ske fra dybere vandlag i meget varme perioder, hvis det vurderes, at temperaturen kan blive for høj for muslingerne i anlægget.</p> <p>Der er tale om meget store vandmængder, så vandindtaget skal være indrettet med henblik på at undgå, at pelagiske fisk suges med og omkommer.</p> <p>Indpumpning af vand vil kræve meget energi til drift af pumper. Det bør derfor indgå i studiet, at der kan etableres elproducerende vindmøller direkte i egen installation til drift af pumperne (med mulighed for at afsætte overskud til elnettet – dette er muligt). Derved kan energiomkostningen reduceres og brug af vedvarende energi vil medvirke til, at de producerede muslinger vil have et meget lavt CO<sub>2</sub>-aftryk.</p> <p>Det bør belyses hvor lang tid muslinger kan være uden frisk vandforsyning, med henblik på at vurdere, om man alene kan basere indpumpningen på egenproduceret el og acceptere perioder uden indpumpning. I givet fald kan der sandsynligvis ske en stor økonomisk besparelse på tilslutningsafgiften til elnettet.</p> <p>Tilsvarende kan belyses, om der ved anlæg uden egenproduktion af el alene kan ske indpumpning, når der er et højt bidrag af vedvarende energi i elnettet (og dermed også lave elpriser).</p> |

| Emne der bør indgå i studiet                     | Bemærkninger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Håndtering af muslingeekskremerter               | <p>Anlægget skal være indrettet så muslingernes ekskremerter kan fjernes fra anlægget (i stil med bundfældning/udpumpning af slam fra spildevandsrensplanlæg). Derved skabes en hidtil ukendt biomasse – ”muslingeegylle” - der givetvis vil være interessant for biogasbranchen.</p> <p>Muslingeegyllen skal værdisættes under hensyntagen til dets forventede metanpotentiale og værdien skal indgå i de økonomiske beregninger.</p> <p>Det skal udredes, om saltindholdet i muslingeegyllen har betydning for hvor stor en procentdel, der kan tilføres et biogasanlæg, uden at hæmme den biologiske aktivitet i reaktortankene på biogasanlægget.</p> <p>Muslingeegyllen antages at have et lavt tørstofindhold. Etablering af slamafvandingsanlæg (såsom skruepresser) bør indgå i studiet, for at reducere omkostning og miljøbelastning ved at transportere store vandmængder til biogasanlæg.</p> <p>I den forbindelse er det meget vigtigt at håndtering af det oftest meget næringsstofholdige rejeckt vand fra slamafvandingen også indgår i studiet. Det kan overvejes om rejeckt vandet kan tilbageføres til indløbet i anlægget, eventuelt først efter at have passeret et algedyrkningsbassin.</p> |
| Anvendelse af de dyrkede muslinger               | <p>Studiet bør regne på mindst to scenarier – et hvor der produceres muslinger til konsum og et andet hvor der produceres ”blå biomasse” (altså til dyrefoder eller biogasproduktion).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tilbageførsel af det indpumpede vand til fjorden | <p>Som nævnt indledningsvist er det en forudsætning, at det tilbageførte vand altid er renere (på nærmere beskrevne parametre) end det indpumpede. Til dokumentation heraf skal anlægget være udstyret med prøveudtagningsmuligheder i ind- og udløb.</p> <p>Det skal vurderes om der er behov for efterklaringsbassiner.</p> <p>Det afledte vand skal passere en iltningstrappe, så det sikres at det er iltmættet inden tilbageføring til fjorden.</p> <p>Udledningen i fjorden skal ske ved eller nær bunden for at tilføre ilt til bundvandet og så tilpas langt væk fra indtaget, at recirkulering forebygges.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Forhold omkring is-påvirkning                    | <p>Det bør vurderes om der er behov for tiltag i forbindelse med isdannelser på bassinerne.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



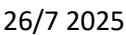
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |  <p>Rester af anlæggets vandindtag 12. feb. 2025, ved ekstremt lavvande (-80 cm)</p>                                                                                                                                                    |
| Barrierer for landbaserede anlæg | <p>Studiet skal beskrive de barrierer, der kan være for etablering af landbaserede anlæg som beskrevet og anvise løsningsforslag til imødegåelse af sådanne barrierer.</p> <p>Det kan være Natura2000, kystbeskyttelseslinjer, fredninger, forhold på søterritoriet (i forbindelse med vandindtag, rørledninger m.v.).</p> |

I det følgende vises et tænkt eksempel på en mulig placering af et anlæg som beskrevet. Det skal understreges, at det alene er et tænkt eksempel på et anlæg. Det vides ikke, om arealerne kommer til at blive udtaget af landbrugsdrift, og lodsejerne er ikke på nogen måder inddraget i skrivende stund.

Mellem Nordfjends og Lundø ligger et lavtliggende afvandet areal, der er beskyttet af dæmninger mod hhv Skive Fjord/Bådsgård Vig og Lovns bredning. Arealet holdes afvandet vha. pumper og dræn. Arealet har i nyere tid (for ca. 25 -30 år siden) været oversvømmet af fjordvand i forbindelse med dæmningsbrud.

Det ses, at der teoretisk kan etableres to bassiner på hhv. ca. 24 og ca. 57 hektar ved at doze jorden op i f.eks. 3,5 – 4 m høje dæmninger. Derved kan skabes et anlæg der kan rumme ca. 2,8 millioner m<sup>3</sup> vand. Hvis det antages at vandet skal udskiftes hvert 3. døgn er der behov for at indpumpe ikke mindre end 39.000 m<sup>3</sup> i timen. Der er således tale om særdeles store vandmængder, der skal indpumpes, hvorfor det er vigtigt, at der anvendes vedvarende energi. Til sammenligning indpumpedes 10.000 m<sup>3</sup>/time ved fortyndingsanlægget for saltbrine ved Virksund under udskylning af gaskavernerne i 1980-erne.

Fjordvand kan indpumpes fra Skive Fjord (til venstre i billedet) og afledes til Lovns Bredning øverst til højre i billedet.



Medlem af Kystvandrådet for Hjarbæk Sjøgtelaug

# Ansøgning om forsøgsprojekt vedr. reetablering af stenrev

Fjordklyngen ønsker at reetablere stenrevet ud for Ulbjerg Klint i Lovns Bredning, Limfjorden.

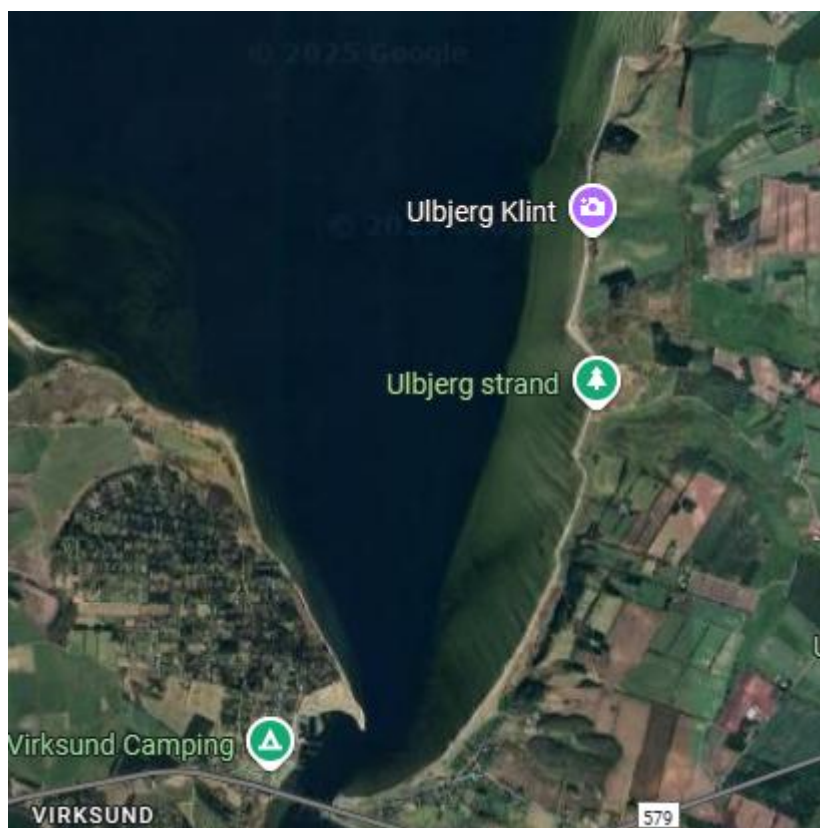
## Kystvandrådets bidrag

Kystvandrådets hjælp ønskes til at klarlægge følgende vedrørende projektet:

- Den optimale udformning af et stenrev i Lovns Bredning.
- Det reetablerede stenrevs effekter på vandmiljøet i Lovns Bredning, herunder en reduktionseffekt på kvælstof og fosfor samt en bedring af iltforholdene.
- Det reetablerede stenrevs forventede positive effekt på fiskeynglens overlevelse i fjorden ved at reducere prædationstrykket gennem habitatforbedringer.
- Hvorvidt det reetablerede stenrev kan have en positiv effekt på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området.
- Hvorvidt ved reetablerede stenrev kan være med til at fremme biodiversiteten i området, såvel ved kolonisering af nye arter som ved at fremme forekomsten af de arter, der er i forvejen.

Til afklaring af disse punkter behøves teknisk ekspertise.

Vi ansøger derfor om optagelse af dette projekt som forsøgsprojekt i Kystvandrådet.



Ulbjerg Klints beliggenhed i det sydøstlige hjørne af Lovns Bredning samt den korte afstand til Virksunddæmningen i bunden af Lovns Bredning. Kystlinjen ud mod Lovns Bredning, hvor Ulbjerg Klint befinder sig, er en del af Fjordklyngens område.

## Hvem er Fjordklyngen?

Fjordklyngen er en meget stærk sammenslutning af 6 landsbyer: Skals, Låstrup, Nr. Rind, Skringstrup, Ulbjerg og Sundstrup. Fjordklyngen har eksisteret i 10 år og har sat et tydeligt fingeraftryk både i og udenfor Fjordklyngens område.

### Lokal forankring:

Oplandet til Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning består for en stor dels vedkommende af landbrug, og vedtagelsen af den grønne trepartsaftale i 2024 får stor betydning for landbrugene i området i form af omlægning af landbrugsjord, reduktion af kvælstofudledning, udtagning af landbrugsjorder m.m.

For den enkelte landmand kan det godt føles som om, at erhvervet bliver gjort til syndebuk i en sag, hvor andre udefrakommende parter overtager styringen og trækker begrænsninger ned over hovedet på den enkelte.

En reetablering af stenrevet ud for Ulbjerg Klint vil som supplerende virkemiddel have flere positive effekter på fjordens tilstand, blandt andet ved at øge biodiversiteten, holde på kvælstof og fosfor, øge iltproduktionen lokalt og ved at virke som gemmested for fisk og fiskeyngel, og dermed bidrage til at nedsætte prædationstrykket på disse fra sæler og skarver.

Stenrevet skal genetableres ved hjælp af marksten, som bliver leveret af lokale landmænd, der dermed bliver positivt involveret i processen med at bringe fjorden tilbage til god økologisk tilstand.

Projektet skal udføres som et synligt og tilgængeligt fingeraftryk, der er lokalt forankret. Det skal udformes som en lokal indsats til forbedring af tilstanden i Lovns Bredning, som Fjordklyngens beboere har en andel i og føler ejerskab for.

## Historiske data og stenfiskeri

Ulbjerg Klint er en ca. 30 meter høj randmoræne bestående af aflejringer af sand, ler og sten fra istiden. Gennem tiden har bølgerne under hårdt vejr eroderet klinten, der således gradvis er styrtet ned og har efterladt de store sten på fjordbunden, der udgør stenrevet ud for Ulbjerg Klint.

Imidlertid har der i tidens løb været en del aktiviteter i området, som med stor sandsynlighed har haft konsekvenser for fjordbunden.

Stenfiskeri har med sikkerhed foregået i Limfjorden. Men datagrundlaget for mængden af opfiskede sten er meget usikkert frem til 1990, hvor indberetningerne fra stenfiskerne blev overført til Danmarks Statistik. Stenfiskerne skulle føre en stenfiskertoldbog, der angav mængder af opfiskede sten. Denne blev forelagt det lokale toldkontor til kontrol, men der er bevaret meget få af disse stenfiskertoldbøger.

De oplysninger om steder, hvor der er fisket sten i Limfjorden, kan ikke nødvendigvis garanteres at være dækkende for alt stenfiskeri i Limfjorden. (Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning, 2024).

Der har været drevet muslingefiskeri med håndskrabere på det lave vand mellem Sundstrup og Ulbjerg Klint (L. Andersen-Farmer, H. Korsgaard, J. Østergaard, "Virksund med Limfjorden som bagtæppe"), og ålefiskeri med bundtrawl på lavere vand – et grundtrawl, der blev trukket ind over stenet og hård sandbund – har været praktiseret (L. Andersen-Farmer, H. Korsgaard, J. Østergaard, "Virksund med Limfjorden som bagtæppe").

I perioden op til 1966, da Virksunddæmningen blev bygget, blev store mængder materiale til opfyldning af dæmningen suget op ud for Ulbjerg Klint. Anton Christensen, der er nabo til klinten, var barn dengang og husker sandsugerne, der sejlede frem og tilbage. Han husker også hans forældre snakke om, at sandsugerne efterhånden kom noget tæt på klinten, og da han legede meget derude, blev han advaret om at gå for langt ud, da forældrene var bange for, at han skulle falde i hullerne.

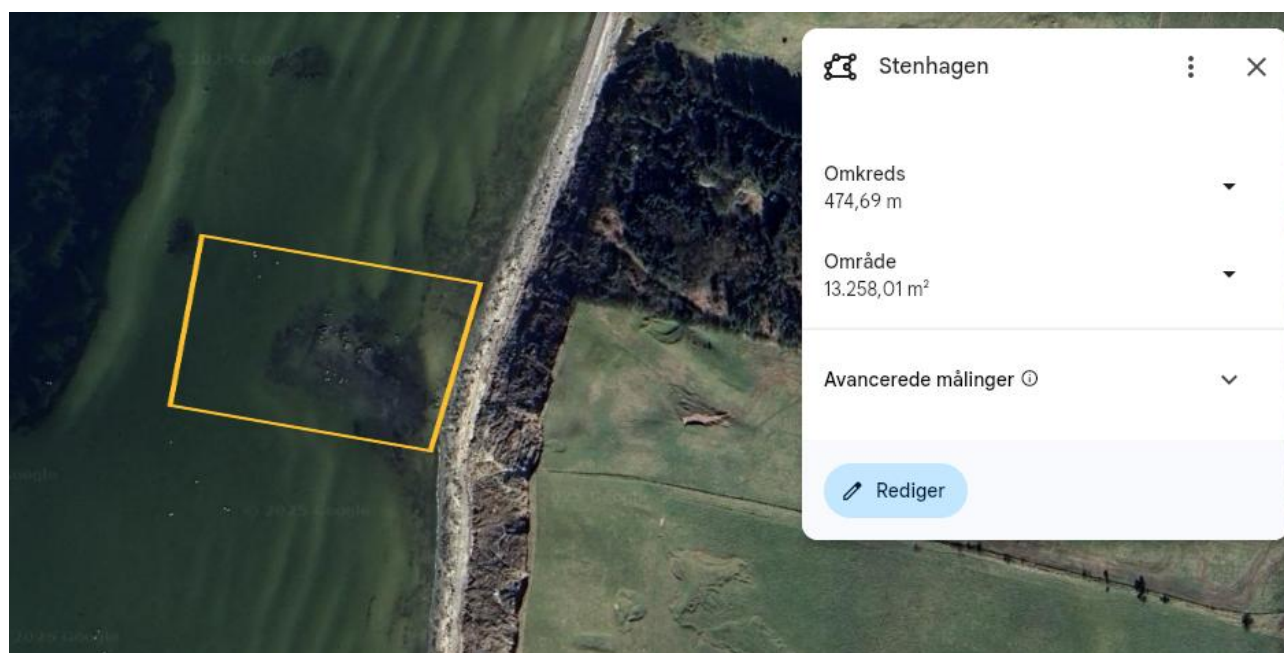
Da havnen i Skive senere hen skulle udvides, blev der givet tilladelse til, at materiale derfra blev fragtet til Lovns Bredning og fyldt i hullet (Kilde: Kjeld Møller, lokal fisker). Og i 1999, da der blev foretaget en uddybelse af havnen i Virksund, blev 6500 m<sup>3</sup> materiale klappet ned lige syd for Ulbjerg Klint (L. Andersen-Farmer, H. Korsgaard, J. Østergaard, "Virksund med Limfjorden som bagtæppe").

## Beskrivelse af projektområdet og vandmiljøforhold:

Projektområdet er et område på ca. 1,3 hektar beliggende ud for Ulbjerg Klint (Figur 1). Her er en ansamling af sten på fjordbunden, som stammer fra moræneaflejringerne i klinten, men som på grund af erosion af klinten nu ligger i vandet.

For at fungere som fiskeyngelrev skal revet gå helt ind til land, fordi fiskeyngelen gemmer sig på lavt vand fra 0 til 50 cm. De bedste gemmesteder er de inderste tangplanter på lavt vand (Kilde: Jan Karnøe, Horsens og Omegns Sportsfiskerforening).

Stenhagen har tidligere været et spændende sted at snorkle, da der har været mange dyr og planter (Kilde: Kjeld Møller, fisker).



Figur 1. Nærbillede af Stenhagen ud for Ulbjerg Klint. Kilde: Google Earth

Revet ligger på ca. 0,75-1 meters dybde. Den lave vanddybde giver de bedste muligheder for fremtidig succesfuld vækst af flerårige tangplanter. I takt med implementering af vandområdeplanens indsatskrav til reduktion af næringsstoffer bliver realiseret, forventes det, at sigtedybde og iltforhold i området bliver forbedret.

**Bundforhold:** Bunden består af en fast sandbund. De inderste ca. 30 meter af området med mange sten i størrelsen op til ca. 15 cm og færre større sten. Der er en samling af meget store sten midt i området samt spredt på hele arealet. Det vurderes, at bunden har en god bæreevne og projektområdet vurderes som værende velegnet til udlægning af yderligere sten.

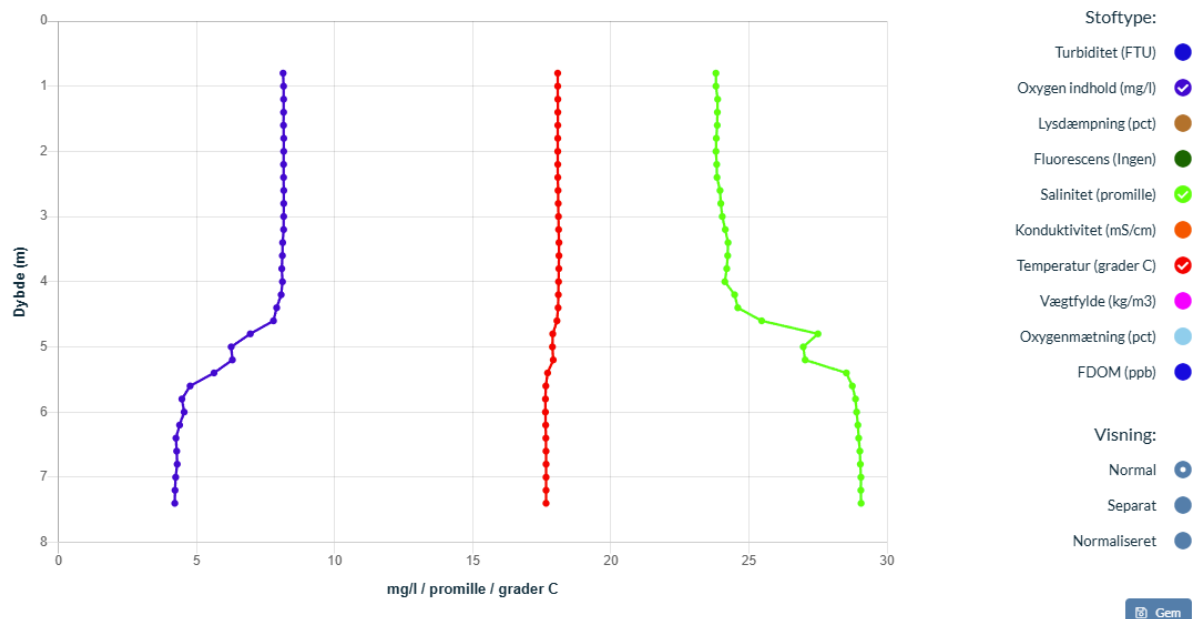
**Bølger og strøm:** I området er der regelmæssig og konstant vandstrømning. Sedimenttransport i projektområdet vurderes ikke at udgøre et problem i forhold til aflejringer omkring de sten, som planlægges udlagt, da der er en netto fraførsel af materiale fra området.

**Lysforhold:** Der er målt en sigtedybde på cirka 1 meter i september 2025.

**Plantevækst:** Hans Kurt Tougård og Tina Dahl fra Fjordklyngerådet har kigget efter makroalger i september 2025, hvilket var vanskeligt på grund af den ringe sigtedybde. Der blev hverken konstateret ålegræs eller makroalger på besigtigelsen.

Sigtedybde, temperaturforhold, iltforhold og næringsstoftilførsel varierer over året i Limfjorden, men erfaringsmæssigt er sigtedybde og iltforhold ringest i sensommeren. Den normale iltkoncentration i havet omkring Danmark er på 8-10 mg/L, men ved iltvind er koncentrationen helt nede på mellem 0 og 4 mg/L. Den nærmeste målestation findes ved Risgårde Bredning. Figur 2 viser en dybdeprofil fra den seneste måling her først i september. Heraf ses det, at iltindholdet er normalt på lav vanddybde, mens det nærmer sig iltvind på dybt vand. Turbiditeten, som er et mål for, hvor uklart havvandet er, er derimod langt over 0, som er krystalklart vand.

#### ^ Grafvisning



Figur 2. Dybdeprofil fra den seneste måling fra målestationen ved Risgårde Bredning.

## Hovedformålet med reetablering af stenrevet

Hovedformålet med at reetablere stenrevet er at give mulighed for gemmesteder til fiskeyngel samt større fisk (Ørred, ål, sild, torsk, skrubber mm.), så de kan undgå prædatorer (sæler og skarver).

Vandløbene, der tilløber Limfjorden, er blandt de mest produktive ørredvandløb i landet. Havørrederne gyder typisk et stykke oppe i vandløbssystemerne, da æggene kræver gode iltforhold i bundsubstratet, hvilket ofte findes heroppe (Crisp, 2000). Efter at være kommet frem fra gydegruset, lever fiskene typisk 1-3 år i vandløbet, indtil de med en størrelse på 8-25 cm smoltificerer og vandrer ud i havet i løbet af foråret.

Fiskeyngelens vandring fra åerne og ud i havet er truet af prædatorer som sæler og skarver, der antageligvis er forøget i fjorden de seneste årtier (Hoffmann og Dolmer 1999; Andersen et al. 2007), samtidig med andre forhold som især iltsvind og dårlig miljøkvalitet. I en undersøgelse af havørredfiskeynglens migration i Limfjorden (DTU Aqua rapport nr. 324-2017) var den observerede overlevelse af fiskeyngel fra Simested Å, der vandrede gennem Limfjorden til udmundingen til Kattegat, på 18%, hvilket ligger et stykke fra Mariager Fjord, hvor 53 % af smoltene overlevede turen ud af fjorden, mens 79% af smoltene overlevede turen fra mærkningsstedet i åen og ud gennem Randers Fjord. Generelt var den samlede dødelighed i Limfjorden dermed høj sammenlignet med andre danske fjorde.

I takt med, at implementering af vandområdeplanens indsatskrav til reduktion af næringsstoffer bliver realiseret, kan man forvente, at forhold som iltsvind og dårlig miljøkvalitet i fjorden bliver bragt i bedring, men det vil være på den lidt længere bane. Forbedringer af havørredbestanden vurderes i første omgang at kunne målrettes mod sikring af smoltens overlevelse i fjorden, hvilket vil sige at prædationstrykket reduceres enten gennem reducere af bestandene af prædatorer eller gennem habitatforbedringer, der forbedrer smoltens muligheder for at skjule sig i dagtimerne (DTU Aqua rapport nr. 324-2017).

Ved at reetablere stenrevet ud for Ulbjerg Klint forventer Fjordklyngen, at en reduktion af prædationstrykket kan opnås, så postsmoltene har bedre mulighed for at skjule sig der.

## Øvrige formål med reetablering af stenrevet

Det reetablerede stenrev forventes at kunne indgå som formidlingsrev i undervisningen i naturfag på Fjordklyngeskolen og Ulbjerg Friskole såvel som på Skals Efterskole og andre skoler i området. Ligeledes forventes det at forbedre de rekreative muligheder i området. Da revet placeres på lavt vand i nærheden af kysten, vil det være nemt at svømme ud og snorkle hen over revet.

På den lidt længere bane er det Fjordklyngens forventning og forhåbning, at det reetablerede stenrev vil kunne bidrage til en øget iltproduktion fra makroalger på revet, der vil kunne medvirke til at ilte bundvandet og dermed mindske frigivelsen af kvælstof og fosfor fra sedimentet, som det sker i situationer med iltsvind på nuværende tidspunkt. Men i en undersøgelse (Limfjordsrådet, 2021), hvor der blev regnet på en storstilet reetablering af stenrev i Løgstør bredning, viste resultaterne, at iltproduktionen fra revene under de nuværende lysforhold er så begrænset, at stenrev stort set ikke påvirker næringsstofkredsløbet i bredningen. Kvælstof-reduktionspotentialet bør dog undersøges nærmere.

Det er ligeledes Fjordklyngens forventning, at det reetablerede stenrev vil bidrage positivt til biodiversiteten i området. I et lignende forsøg med etablering af stenrev i Limfjorden ved Aalborg begyndte makroalger at kolonisere stenene efter fire til fem måneder (Kilde: Erik Haar Nielsen).

Vi har kendskab til, at Bøstrup Strand Grundejerforening har planer om at etablere et lignende stenrev ved kysten ud for Virksund. Dette ligger godt i tråd med Biodiversitetsrådets anbefaling om at skabe en rumlig og funktionel sammenhæng mellem flere rev, som sikrer udveksling af arter imellem revene (Biodiversitetsrådets årsrapport 2023).

## Revets udformning

Det nuværende stenrev udbygges og forstærkes med marksten i størrelsen fra 15 cm og op. Stenene placeres som en kombination af spredte sten og sten i klynger, som det også er tilfældet i det nuværende rev.

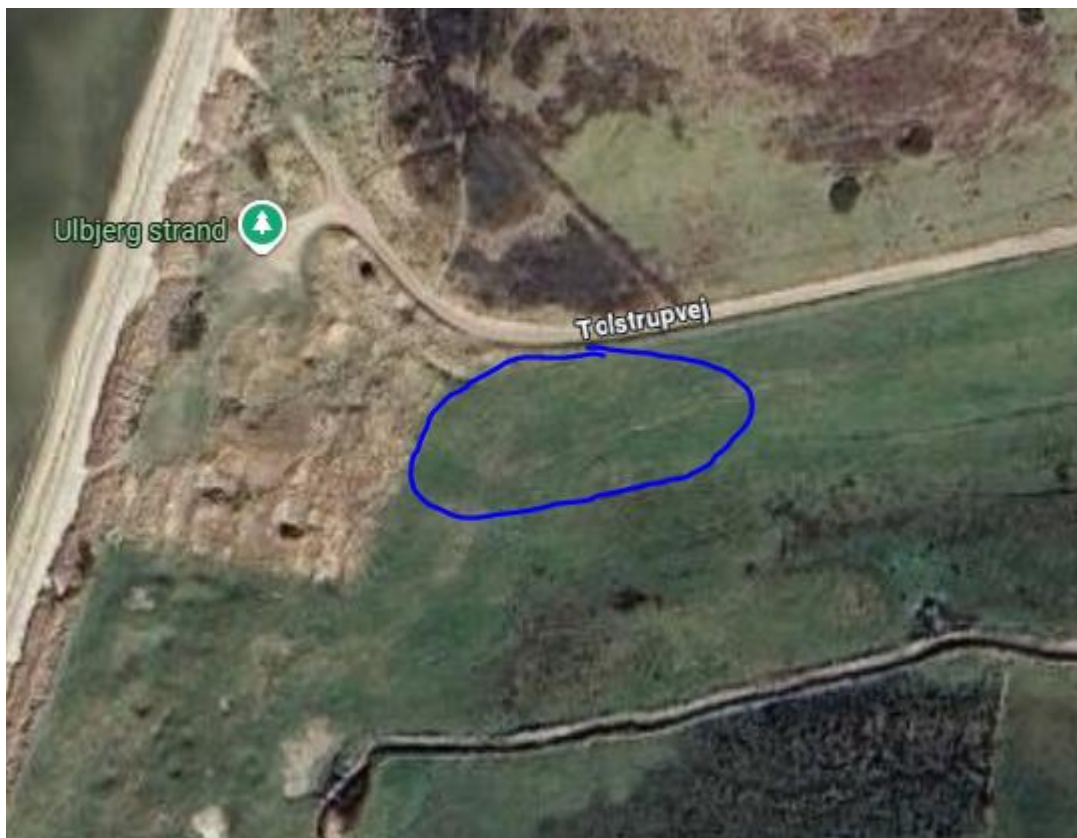
Der anvendes marksten fra lokale landmænd. Stenene indsamles via en kampagne målrettet alle landmænd i området, hvor de informeres om, at de har mulighed for at bidrage med marksten til forbedring af fjordens tilstand.

Det vil være kartoffelavlerne, der kan bidrage med den største mængde sten, da der hvert år i forbindelse med lægning af kartoflerne sker en maskinel rensning af marken for større sten. Da der er flere kartoffelavlere i området, og da der hvert forår samles en større mængde sten af markerne inden kartoffellægningen, er det realistisk at anlægge stenrevet udelukkende med marksten. Hos en enkelt kartoffelavleravler, som vi er sikre på vil levere, bliver der hvert år samlet 200 tons store marksten.

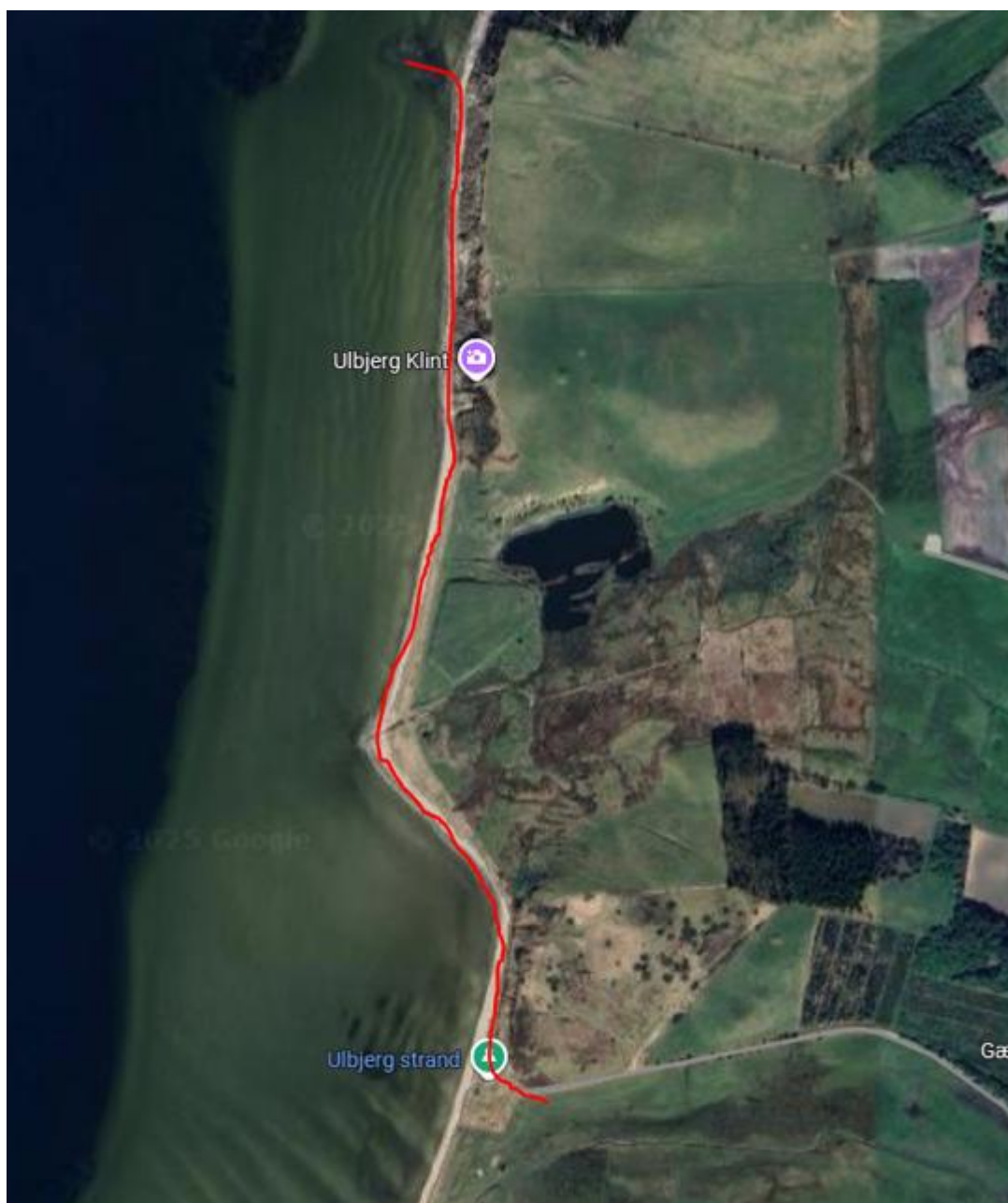
I alt udlægges 1.000 tons marksten i en tæthed på 20 tons/100 m<sup>2</sup>.

Den praktiske del med udlægningen sker i samarbejde med en lokal entreprenør.

Stenene afhentes med lastbil hos de enkelte landmænd. Det forventes, at der kan etableres et kortvarigt omlæsningsdepot til marksten for enden af Tolstrupvej (Figur 3), hvorfra stenene kan blive kørt ud til deres endelige placering med en gravemaskine på larvebånd (Figur 4).



Figur 3. Omlastningsområde.



Figur 4. Adgangsvej til stenrev fra omlastningsområde.

| Budget reetablering af stenrev                       | Enheder | Enhedspris  | Sum                |
|------------------------------------------------------|---------|-------------|--------------------|
| Teknisk forundersøgelse                              |         |             | 150.000 kr.        |
| Detailprojektering                                   |         |             | 150.000 kr.        |
| Udbud, fagtilsyn og projektledelse                   |         |             | 100.000 kr.        |
| Værdi af marksten                                    | 1.000   | ton 110 kr. | 110.000 kr.        |
| Læsning og tilkørsel af sten                         | 1.000   | ton 204 kr. | 204.000 kr.        |
| Læsning, transport og udlægning af sten ved stenrev. | 1.000   | ton 374 kr. | 374.000 kr.        |
| Opmåling og indberetning til Geodatastyrelsen        |         |             | 34.000 kr.         |
| Lovpligtig varslings ved Søfartsstyrelsen            |         |             | 8.000 kr.          |
| Opfølgning, afrapportering og presse                 |         |             | 20.000 kr.         |
| <b>Til finansiering</b>                              |         |             | <b>850.000 kr.</b> |

| Finansieringsplan                        |                    |
|------------------------------------------|--------------------|
| Kystvandrådet                            | 100.000 kr.        |
| Sparekassens fond                        | 100.000 kr.        |
| Donation af marksten fra lokale landmænd | 110.000 kr.        |
| Havnaturfonden                           | 300.000 kr.        |
| Andre fonde og tilskudsgivere            | 240.000 kr.        |
| <b>I alt</b>                             | <b>850.000 kr.</b> |

| Tidsplan                          |
|-----------------------------------|
| Arbejdet forventes udført i 2028. |

## Kabler og rørledninger

Der findes ingen menneskeskabte elementer (søkabler, spildevandsrør m.m.) i bunden i det angivne projektområde (Skippe.dk).

## Afstand til andre anlæg

Der findes ingen broer og fortøjningsanlæg i umiddelbar nærhed af projektområdet. De nærmeste slæbesteder findes i Sundstrup og Virksund havne, og stenrevet vurderes ikke til at være til gene for brugerne. Da projektanlægget ligger et godt stykke fra sejltredden, vurderes risikoen for påsejling og beskadigelse af skibe som minimal.

## Marinarkæologi og fortidsminder

På Lokalitet (kulturarv.dk) fremgår, at der er flere registrerede fortidsminder (gravhøje) på landjorden i nærheden af projektområdet, men ingen indenfor projektområdet.

Projektet vurderes til ikke at have negativ indflydelse på de registrerede fortidsminder på land.

## NOVANA-stationer

Det nationale marine overvågningsprogram (NOVANA) kan levere baggrundsdata m.h.t. lys, saltholdighed, ilt, vandtemperatur.

Data kan hentes på Danmarks Miljøportal. Jeg skal have assistance til det.

## Natura 2000-områder

Hele Lovns Bredning er udpeget som Natura 2000-område, og det betyder, at der i området skal sikres eller genoprettes en gunstig bevaringsstatus for de forskellige naturtyper og arter, som området er udpeget for.

I Naturstyrelsens Natura 2000-plan for 2022-2027 for Habitatområde nr. 30 står der om Lovns Bredning:

- De marine naturtyper sandbanker (1110), vadeblader (1140), laguner (1150), bugt (1160) og rev (1170) sikres en veludviklet fauna og bundvegetation.
- Området huser i træk- og vintertiden internationalt betydelige forekomster af sangsvane, hvinand og blishøne. Uforstyrrede raste- og overnatningsområder opretholdes og sikres i områdets lavvandede vandområder.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig hydrologi og drift/pleje, en lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder for arterne.
- Den økologiske integritet sikres derudover ved god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.

Etablering af et stenrev i Lovns Bredning i området omkring Ulbjerg Klint forventes at være i overensstemmelse med Natura 2000-planens målsætning for Habitatområde nr. 30 og projektet forventes ikke at medføre en negativ påvirkning af områdets udpegningsgrundlag. Projektet forventes at øge biodiversiteten i de marine naturtyper, fremme fødegrundlaget for internationalt beskyttede arter samt højne områdets økologiske integritet ved øget variation og forbedrede sprednings- og etableringsmuligheder for arterne..

## Sejlads og sejladsikkerhed

Projektområdet er placeret med baggrund i Geodatastyrelsens dybdekort, og stenene udlægges på vanddybder op til 1,0 m. Det forventes ikke, at projektet vil påvirke skibsfarten i Limfjorden, fordi projektområdet er placeret udenfor sejlrenden. I projektområdet vurderes det, at sejlads med sejlskibe og motorbåde overvejende foregår i sejlrenden udenfor det planlagte projektområde.

Stenrevet kommer ikke til at genere kajakroere og andre små sejlere. I forvejen går kajakroere ikke ind til land hvor stenrevet skal ligge, med derimod lidt syd for Klinten, hvor der ingen sten er. Kilde: Virksund Havkajakklub.

## Opmåling, når stenrev er etableret

Opmålingen skal laves professionelt og koster normalt 40.000-100.000 kroner.

## Monitorering

Der foretages en optælling af forskellige arter af planter og dyr samt vurdering af, hvor stort et areal, der er dækket af tang eller muslinger. Optællingen gentages 1 år efter etablering.

Fjordklyngens Naturformidling står for dette.

## ***Projekt til kystvandrådet***

**Titel:** Samskabelse og dokumentation af arealomlægningsscenarier med udgangspunkt i lokal behovskortlægning

**Udførende institution:** Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

**Projektansvarlig:** Lektor Martin Hvarregaard Thorsøe, med input fra Uffe Jørgensen, Mette Greve, Tommy Dalgaard og Morten Graversgaard, samt eksterne samarbejdspartnere (f.eks. Ausumgaard).

### Projektbeskrivelse

Ikraft af "Aftale om et Grønt Danmark" gennemføres en række arealomlægningsprojekter der udover en gavnlig effekt på miljø og biodiversitet, har store implikationer for erhverv og livet på landet. En succesfuld implementering forudsætter en proaktiv planlægning, der tager udgangspunkt i lokalsamfundenes multifaceterede ønsker og behov. Dette projekt søger at skabe et bedre grundlag for arealomlægning gennem en udvidet inddragelse af aktører med en bred tilknytning til området i udviklingen af arealplanlægning.

Projektet vil tage udgangspunkt i et case studie område beliggende i oplandet til den centrale del af Limfjorden og vil blive udvalgt i samarbejde med kystvandrådet, herunder de berørte kommuner. Studiet vil være struktureret omkring en ramme med tre horisonter (Three Horizons (Sharpe et al. 2016), der sigter mod at minimere konflikterne i beslutningstagning ifbm. omstillingsprocesser. Rammeværket brugers som udgangspunkt for at identificere behov (H1-udfordringer), skabe visioner (H2-ønskværdige fremtider) og udvikle planer (H3-veje). H1 gennemføres som en individuel interessant kortlægning, mens H2 og H3 gennemføres som en samskabende workshop imellem H2 og H3 gennemføres en grundig analyse der beskriver effekterne af forskellige scenarier i relevante dimensioner, protokollen er nærmere beskrevet nedenfor.

#### **1. Lokal behovskortlægning (H1)**

Den lokale behovskortlægning gennemføres som en face-to-face survey, der afdækker forskellige interessenters behov og perspektiver i relation til lokal arealomlægning i regi af Grøn Trepert. Analysen afdækker, de forskelligartede behov der findes i forskellige grupper af lokalsamfundet (benyttere, beskyttere, borgere og forvaltning) og hvordan disse gruppers potentielt berøres af ændringer i arealanvendelsen.

#### **2. Workshop 1: Kollaborativ scenarie udvikling og visioner (H2)**

Lokale interessenter samles til en scenarioudviklingsworkshop med udgangspunkt i H3 rammeværket (Sharpe et al. 2016). Workshoppenn samler lokale interessenter i en kollaborativ proces. Formålet er ikke at skabe lokal konsensus om den rigtige løsning, men i stedet at skildre 4-5 scenarier for transformation af området med udgangspunkt i målsætningerne i Grøn Trepert. Fokus er således rettet mod at beskrive forskellige måder målene kan nås, der kan danne grundlag for en vurdering af den konkrete miljøeffekt. I opsætningen af scenarierne tages der således udgangspunkt i et detaljeret

kortgrundlag over lokalområdet der som minimum inkluderer, historiske kort over areal anvendelsen, areal produktivitet, reduktionspotentiale og miljøparametre relevante i forhold til behovskortlægningen.

### **3. Scenare analyse**

Der opstilles en vurdering af miljøeffekten i forhold til miljøparametre der er relevante i forhold til lokalt identificerede behov (udover kulstof og kvælstofeffekt), herunder eksempelvis transport og timing af markoperationer, rekreativ betydning og effekt på biodiversitet. Analysen opsættes på baggrund af modeller der bruges ifbm. bla. myndighedsrådgivning.

### **4. Workshop 2: Udvikling af konkrete planlægningsstiltag (H3)**

De konkrete veje og handlinger, der skal sikre realiseringen af visionære løsninger fastlægges i form af strategier og handlingsplaner for implementeringen af løsninger i praksis. H3 resulterer i et roadmap som viser trinvis progression mod den ønskede fremtid, og koordination mellem interessenter for at sikre alignment af ressourcer, ansvar og timing.

### **5. Kommunikation og formidling af projektets erfaringer**

Projektets erfaringer vil blive opsamlet gennem løbende dialog med centrale interessenter, kommune(r), erhverv og civil samfundet og afslutningsvist kommunikeret ud i relevante fora.

Projektet sigter mod 1) at tilvejebringe et bedre grundlag for beslutningstagning med udgangspunkt i behov identificeret i lokalsamfundet, samt 2) at afprøve en prototype for beslutningstagning der tager udgangspunkt i lokale behov i kombination med dokumentation af miljøeffekter der er af lokal betydning.

### **Tidsplan**

2026: Gennemførelse af 1) Lokal behovskortlægning (H1) samt 2) Workshop 1: Kollaborativ scenarie udvikling og visioner (H2) og igangsætning af 3) scenarie analysen

2027: Færdiggørelse af 3) scenarie analysen, gennemførelse af 4) Workshop 2: Udvikling af konkrete planlægningsstiltag (H3) og 5) Kommunikation og formidling af projektets erfaringer

### **Budget**

1,2 million ~ 12 PM der fordeler sig med 6 i 2026 og 6 i 2027.

### **Referencer:**

Sharpe, B., Hodgson, A., Leicester, G., Lyon, A., & Fazey, I. (2016). Three horizons: a pathways practice for transformation. *Ecology and Society*, 21(2).

Att.: Anders H. Andersen

Teknik og Miljø  
Viborg Kommune  
Prinsens Alle 5  
8800 Viborg

Fremsendt på mail til [aa5@viborg.dk](mailto:aa5@viborg.dk)

19. september 2025

## **Landbrugets indspil til analyser og undersøgelser i forbindelse med arbejdet i kystvandrådet for Den centrale del af Limfjorden 2025-2027**

---

I forbindelse med den kommende periode for arbejdet i Kystvandrådet for den Centrale del af Limfjorden, ser landbrugets organisationer frem til et konstruktivt og dynamisk samarbejde. Et arbejde der bygger videre på de anbefalinger, rådet tidligere er kommet med, samtidig med at nye undersøgelser og viden fortsat afsøges og anvendes til gavn for den eksisterende mens også kommende vandområdeplaner. Naturligt skal Kystvandrådet understøtte den lokale trepart, men i høj grad også kvalificere de lokale forhold og presfaktorer, der i en mere målrettet indsats kan skabe en bedre økologisk tilstand i Limfjordens indre del.

Således ønsker man derfor også at fremhæve netop formålet med kystvandrådet, der har sin opstart før den lokale trepart, nemlig at Kystvandrådene i samarbejde med relevante kommuner har rollen at rådgive og bidrage med viden om lokale virkemidler og analyser, der kan understøtte den lokale indsats for sundere kystvand. Kystvandrådet skal således analysere kystvandets væsentligste udfordringer for at opnå målopfyldelse jf. EU's Vandrammedirektivet. At efterprøve konkrete forhold i vidensgrundlag for vandplaner lokalt – bl.a. ved forsøgsprojekter og ved at gennemføre lokalt forankrede analyser for at afdække, om der kan identificeres potentielle virkemidler og supplerende indsatser til målopfyldelse, som defineret i EU's vandrammedirektiv. Set på landsplan og set i forhold til det tidligere arbejde i rådet, står det tydeligt at den indre del af Limfjorden har særligt store udfordringer, og presfaktorerne er diverse og adskillige.

Landbruget står overfor en stor opgave med at reducere nærringstoffer, særligt i dette opland. En opgave man går konstruktivt ind i, og arbejder intensivt på at finde gode løsninger på, samtidig med at vi også sikre et stærkt og robust landbrug. Derfor er det også vigtigt at holde forvaltningsprincipper som proportionalitet for øje, og heraf anvendelse af det mindst indgribende tiltag, når det kommer til at finde gode løsninger på den høje jord. Det også afgørende for det lokale ejerskab og den kommende fremdrift, at der tages hånd om alle de presfaktorer, der skader vandmiljøet og livet under vand.

Landbruget ønsker at bringe følgende temaer og konkrete undersøgelser i spil (ikke prioriteret rækkefølge):

### **1. Virksunddæmningens betydning for lagdeling af Hjarbæk fjord, i forbindelse med saltholdigheden (se vedhæftet notat)**

Statistiske analyser, udført af SEGES (ref1), for sammenhænge mellem tilførsel af kvælstof til Hjarbæk Fjord og klorofyl-a i fjorden, viser at der ikke er en direkte år til år kobling mellem kvælstoftilførsel og klorofylindhold. Dette understøttes af statistiske modeller udviklet af Aarhus Universitet (ref2). Dette betyder ikke, at kvælstof ikke påvirker fjorden negativt, men at den interne belastning – næringsstoffrigivelse fra sedimentet om sommeren, har en meget stor indflydelse på klorofylindholdet og

dermed på miljøtilstanden. Den interne belastning er koblet til lagdeling af vandsøjlen og iltvind. Den nuværende DHI model brugt i Vandområdeplanerne er en model som er sat op for hele Limfjorden og ikke specifikt for Hjarbæk Fjord. Det betyder at afgørende detaljer, som den præcise beskrivelse af lagdeling ikke er tilstrækkelig præcis. Dvs. iltvind og evt. ændringer af slusedrift kan ikke modelleres korrekt i modellens nuværende opsætning (ref1). Således bør der undersøges hvordan lagdelingen i Hjarbæk fjord forårsager iltvind i den lavbundede fjord, og dermed frigiver næringsstoffer fra den interne pulja.

**2. Fosfor – i relation til omregningsfaktorerne, samt øvrige og nye fosforvirkemidler (se vedhæftede notat)**

Både kvælstof og fosfor spiller en rolle for miljøtilstanden i kystvande og fjorde. Fosfor er i stort set alle danske fjorde begrænsende for væksten af alger i foråret marts- maj/juni, mens kvælstof typisk er begrænsende fra maj/juni og resten af sommeren. Der er også typisk et overlap mellem de to perioder, og der er forskel fra fjord til fjord, i hvor høj grad fosfor begrænser væksten af alger. Således ønskes der undersøgt fjordspecifikt betydningen af fosforbegrænsning. Samtidig synes der er at være omregningsfejl i forbindelse med omregningsfaktoren fra Thisted bredning, idet der tilsyneladende jf. seneste Novana-data er fosforbegrænsning gennem hele året, og således ikke noget kvælstof-problem. Ydermere bør der ses på hvilke nye fosforvirkemidler der kan reducere. Erfaring viser at hamp, har et højt optag af fosfor og kvælstof, samtidig med at afgrøden kan høste og anvendes i en række forskellige sammenhæng i grøn omstilling.

**3. Himmerland og Thy – undersøgelse af kvælstofforsinkelse (se vedhæftede notat)**

Himmerland- og Thyområdet – dvs. dele af bl.a. oplande til Mariager Fjord, Hjarbæk Fjord, Halkær Bredning indeholder kalk og salthorster ([saltadiapirer](#)) i undergrunden. Dette giver anledning til komplicerede strømningsforhold, da vandstrømme gennem kalkmagasiner og salthorster, som skyder op gennem undergrunden, er svære at modellere med den nuværende viden.

I Kystvandråd 2023 blev en såkaldt "sofaeffekt" defineret – dvs. tidsforsinkelsen, men forståelsen for strømningsveje er stadig uklare, hvilket betyder at en ret væsentlige elementer omkring den geografiske indsatsplanlægning for kvælstofvirkemidler på marken er uklar på nuværende tidspunkt. Dette gælder også for det nye retentionskort, som staten har fået udarbejdet. Grundlæggende mangler der reelle data, at støtte sig til, fordi området er så komplekst. I en bedre forståelse af vandets strømninger, herunder kombineret med hot-spotanalysens resultater, kan der prioriteres indsatser der er målrettet lokale forhold, i forhold til særligt sårbare og særligt robuste jorde.

**4. Analyse og screening af mulighederne for anvendelse af minivådområder og "små" vådområder/fast track vådområder i forbindelse med høj og god landbrugsjord.**

I forbindelse med de særligt høje indsatskrav for kvælstof, der er pålagt landbruget i den indre del af Limfjorden men også Thisted Bredning, bør der i relation den lokale trepart og en kommende dynamisk omlægningsplan, sikres kvælstofs effektivitet og proportionalitet, når der er tale om høj og god landbrugsjord. Således bør der laves en screening og undersøgelse af det reelle potentiale for etablering af minivådområder og fasttrack vådområder. Formålet er at understøtte omlægningsplanen og opretholde en robust produktion af fødevarer på høj jord. Frem til nu, er der kun lave meget begrænsede og overfladiske screeninger. Det er afgørende med et tæt samspil mellem udtagningskonsulenter og kommunale medarbejdere.

**5. Spildevand – Analyse af punktkildeudledninger i relation til hotspot og tidslighed**

Der ønskes lavet en analyse af hvorledes oplandets punktkildeudledninger påvirker vandmiljøtilstanden i Limfjorden. Det værende sig på henholdsvis kvælstof, fosfor, organisk materiale samt miljøfremmede stoffer. Herved opfordres der til at forsyningsselskaber inddrages med henblik på konstruktiv dialog og vidensdeling

om fremadrettede tiltag. Kontrol af eksisterende datakvalitet, efterlader ikke overvejelser omkring påvirkning af miljøtilstanden og mulighederne fremadrettet. I forbindelse med andre kystvandrårdsarbejder er man opmærksomme på tidslighed, dvs. specifikke årstidspåvirkninger i bestemte perioder af året, men også i forbindelse med udledning af rensset spildevand. Herudover er der en voksende bekymring for udledning af overfladevand fra separat-kloakerede oplande, særligt i områder med høj bebyggelse og belægning.

## **6. Analyse og overblik af tekniske anlægs påvirkning på miljøtilstanden.**

Forefindes der et overblik over antallet og omfanget af tekniske anlæg i relation til Limfjorden, samt vurdering af deres betydning for tilstanden i Limfjorden?

## **7. Marin naturgenopretning**

Kombination og etablering af virkemidler i forbindelse med marinnaturgenopretning er i stigende udvikling, med stadig flere positive resultater. I den forbindelse ønskes i forbindelse med Kystvandrårdsarbejdet en analyse af mulighederne for at anvende kombinerede løsninger med etablering af fx ålegræs, sandcapping og muslinger. Den centrale del af Limfjorden har forskellige potentialer og udfordringer. Ved at etablere en række kvalificerede forsøg, kan man vidensafdække potentialet for og understøttelse af reetablering af de marine økosystemer, parallelt med at nærringstofudvaskningen reduceres. Et fokus alene på næringsstofreduktioner fra oplandet, risikere at fejle eller forsinket at vores vandmiljø kommer i god økologisk tilstand. Erfaringer viser at man ved marin naturgenopretning, kan ændre en negativ feed-back mekanisme til en positiv feed-back, der er selvforstærkende lokalt.

### **Afrunding**

Ovenstående skal ses som et indspil til den drøftelse Kystvandrådet skal have i forbindelse med prioriteringer af kommende undersøgelser og analyser, der skal søges hjem for Kystvandrådets i perioden 2025-2027.

Landbruget ser frem til at uddybe ovenstående og drøfte mulighederne for at sammenhænge på tværs af undersøgelser skaber mening for det videre forløb, både i forbindelse med vandområdeplaner, lokale kommunale tiltag og lokal grøn trepart. Såfremt der er behov for uddybning eller supplerende forklaring, inden næste drøftelse, stiller vi os gerne til rådighed.

På vegne af et samlet landbrug og skovbrug omkring Limfjorden.

### **Med venlig hilsen**

Carl Christian Pedersen, Agillix

Jakob Gade, LandboForeningen Midtjylland

Lars Kristensen, Fjordland

Anders Ahrenfelt, Dansk Skovforening

## Indledende beskrivelse af potentiel undersøgelse af ændret slusedrift ved Virksunddæmningen

Forfatter: Flemming Gertz, SEGES Innovation

Citeres: Gertz F, 2025. Indledende beskrivelse af potentiel undersøgelse af ændret slusedrift ved Virksunddæmningen.

Teknisk notat fra SEGES Innovation.

### Indledning

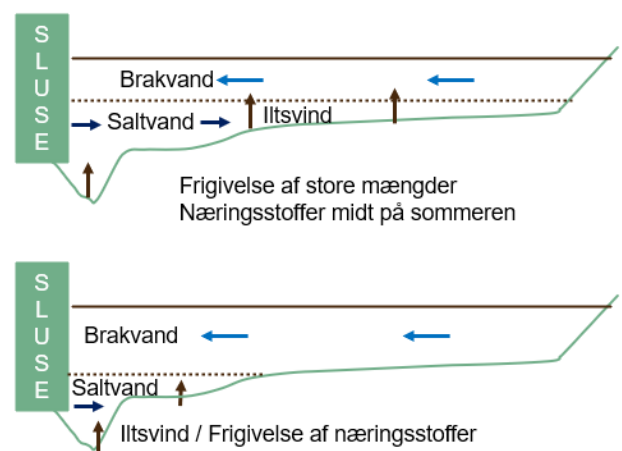
Statistiske analyser, udført af SEGES (ref1), for sammenhænge mellem tilførsel af kvælstof til Hjarbæk Fjord og klorofyl-a i fjorden, viser at der ikke er en direkte år til år kobling mellem kvælstoftilførsel og klorofylindhold. Dette understøttes af statistiske modeller udviklet af Aarhus Universitet (ref2). Dette betyder ikke, at kvælstof ikke påvirker fjorden negativt, men at den interne belastning – næringsstoffrigivelse fra sedimentet om sommeren, har en meget stor indflydelse på klorofylindholdet og dermed på miljøtilstanden. Den interne belastning er koblet til lagdeling af vandsøjlen og iltsvind. Den nuværende DHI model brugt i Vandområdeplanerne er en model som er sat op for hele Limfjorden og ikke specifikt for Hjarbæk Fjord. Det betyder at afgørende detaljer, som den præcise beskrivelse af lagdeling ikke er tilstrækkelig præcis. Dvs. iltsvindet og evt. ændringer af slusedrift kan ikke modelleres korrekt i modellens nuværende opsætning (ref1).

### Hypotese

Den interne belastning vil kunne reduceres ved at minimere lagdeling og iltsvind, hvilket har et betydeligt potentiale til at forbedre tilstanden i fjorden og mindske behovet for reduktioner fra oplandet.

Indslusning af mindre vand fra Lovns Bredning fører til:

- Mindre omfattende og mindre udbredt iltsvind.
- Hvilket fører til mindre intern belastning (frigivelse af næringsstoffer midt på sommeren).
- Mindre indsatsbehov i oplandet.
- Bundplanter kan brede sig på dybere vand – dvs. bedre tilstand.
- Mindre saltholdighed i fjorden. Kan føre til flere myg.
- Kan føre til behov for ændre karakterisering af fjorden.



Skitse af ide med at mindske lagdeling i fjorden til kun at omfatte den dybe nordlige del af fjorden

## Forslag til undersøgelser

Det foreslås at undersøgelsen inddeles i 2 trin:

Trin 1: Målinger og sluseberegninger:

- Måling af salinitet/temperatur/ilt med sensorer (pr 15 min). 3 positioner
- Tilsyn af sensorer
- Vandprøver i top og bund på 3 positioner
- Opsætning af sluse/fjord model. Velprøvet model fra Ringkøbing / Nissum Fjord Simpel model, men videnskabelig publiceret. (Ref3)
- Konsekvensberegning for lagdeling, saltholdighed og iltsvind i fjorden ved ændret slusepraksis

Trin 2:

Beregning af ny biologisk tilstand og nyt indsatsbehov

- Ved opsætning af ny DHI fjordmodel som er specifikt lavet for Hjarbæk Fjord. Datainput for sluseændringer kommer via trin1.

## Økonomi

Det vurderes groft skønnet at trin1 vil koste 0,8 mio. kr. og trin2 vil koste 1 mio. kr.

## Referencer

Ref1. Gertz F, Thostrup L K, 2023. *Hjarbæk og Skive fjorde – Modelanvendelse og scenarietekster*. Teknisk notat fra SEGES Innovation

Ref2. Shetty N, Christensen JPA, Damgaard C & Timmermann K. 2021. *Modelling chlorophyll-a concentrations in Danish coastal waters using a Bayesian modelling approach*. Documentation report. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 62 pp. Scientific Report No. 469.

Ref3. Morten Holtegaard Nielsen, Bjarke Rasmussen, Flemming Gertz. 2005. *A simple model for water level and stratification in Ringkøbing Fjord, a shallow, artificial estuary*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 63 (2005) 235–248.

## Thisted Bredning – Behov for uddybende fosforundersøgelse

Forfatter: Flemming Gertz, SEGES Innovation

Citeres: Gertz F, 2025. Thisted Bredning – Behov for uddybende fosforundersøgelse. Teknisk notat fra SEGES Innovation.

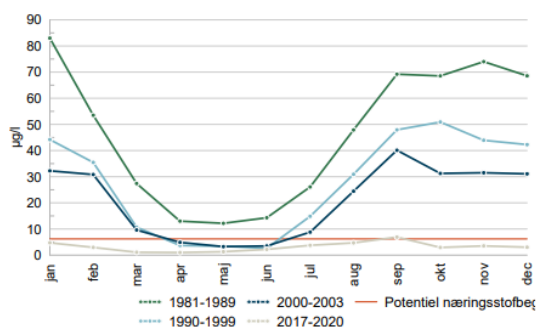
### Indledning

Både kvælstof og fosfor spiller en rolle for miljøtilstanden i kystvande og fjorde. Fosfor er i stort set alle danske fjorde begrænsende for væksten af alger i foråret marts- maj/juni, mens kvælstof typisk er begrænsende fra maj/juni og resten af sommeren. Der er også typisk et overlap mellem de to perioder, og der er forskel fra fjord til fjord, i hvor høj grad fosfor begrænser væksten af alger.

Staten har i vandområdeplaner 2021-2027 udfærdiget en omregningsfaktor for fosfor til kvælstof for hver enkelt fjord i Danmark, hvilket betyder, at man i mange fjorde kan få gavn af at reducere fosfor modsvaret af et mindsket kvælstofindsatsbehov. Omregningsfaktoren varierer fra, at tilførsel af 1 kg fosfor modsvarer op til tilførsel af knap 80 kg kvælstof, til at der ikke kan laves en omregning. For Thisted Bredning er denne faktor 1:3,8 svarende til at reduktion i 1 kg fosfor modsvarer 3,8 kg kvælstof. For Halkær Bredning er forholdet til eksempel 1:76.

En tidligere undersøgelse af koncentrationsniveauerne af fosfat i Thisted Bredning (ref1) gav anledning til forundring. Niveauerne var meget lave de senere år og burde umiddelbart indikere, at der er større potentiale for at reducere fosfor end den nuværende omregningsfaktor indikerer.

*"Koncentrationen af orthofosfat i Thisted Bredning er på de seneste målinger 2017-2019 faldet meget markant, især i vinterhalvåret, hvor koncentrationen er usædvanlig lav og det meste af tiden ikke overstiger 6 µg/l. Dette er usædvanligt lave niveauer og giver anledning til mistanke om, at der kan være fejl i data for fosfat på målingerne i Thisted Bredning"*



**Figur 5.7** Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen (µg/l) i topprøverne (dybde ≤ 1,5 meter) på månedsbasis for perioderne 1981-1989, 1990-1999, 2000-2003 og 2017-2020 ved st. 93760006 i Thisted Bredning. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er 6,2 µg/l.

Figur fra rapport

**Forslag til undersøgelser**

Det foreslås at kvaliteten af fosfat-analyserne i Thisted Bredning verificeres for kvalitet. Dette fx ved at kontakte SGAV for gennemgang af data.

Det foreslås at beregningskomplekset bag omregningsfaktor (fosfor til kvælstof) gennemgås kritisk med de institutioner som har udregnet den. Evt med involvering af 3. faglig part

**Økonomi**

Omkring 100.000 kr. (groft bud)

**Referencer**

Ref1. Flemming Gertz, Tobias Berthel Bendixen, Line Kolding Thostrup, Sebastian Piet Zacho, Marts 2022, RAPPORT LIMFJORDEN Fjord- og oplandsanalyse for Limfjorden Tilstandsbeskrivelse og udviklingstendenser

## Himmerland og Thy – Behov for uddybende undersøgelse af kvælstofforsinkelse

Forfatter: Flemming Gertz, SEGES Innovation

Citeres: Gertz F, 2025. Himmerland – Behov for uddybende undersøgelse af kvælstofforsinkelse. Teknisk notat fra SEGES Innovation.

### Indledning

Himmerland- og Thyområdet – dvs. dele af bl.a. oplande til Mariager Fjord, Hjarbæk Fjord, Hal-kær Bredning indeholder kalk og salthorster ([saltdiapirer](#)) i undergrunden. Dette giver anledning til komplicerede strømningsforhold, da vandstrømme gennem kalkmagasiner og salthorster, som skyder op gennem undergrunden, er svære at modellere med den nuværende viden.

Forholdene i undergrunden giver konkret anledning til lav denitrifikation – dvs. undergrunden fjerner i mindre grad kvælstof i dets vej til vandløb, sammenlignet med andre områder i Danmark, hvor der i højere grad er ler og sand i undergrunden. Det giver desuden anledning til en betragtelig (mange år) tidsforsinkelse i nitratudvaskning fra rodzonen ses i vandløb som mindsket nitratkoncentration. I Kystvandråd 2023 blev en såkaldt "sofæffekt" defineret – dvs. tidsforsinkelsen, men forståelsen for strømningsveje er stadig uklare, hvilket betyder at en ret væsentlige elementer omkring den geografiske indsatsplanlægning for kvælstofvirkemidler på marken er uklar på nuværende tidspunkt. Dette gælder også for det nye retentionskort, som staten har fået udarbejdet. Grundlæggende mangler der reelle data, at støtte sig til, fordi området er så komplekst.

### Forslag til undersøgelser

Det foreslås at dele analysen i 2 trin

Trin 1: Opsummering af studier. Dette er større undersøgelser og mindre specialestudier som summeres sammen. Med en sådan opsummering vil man kunne afdække viden og videnshuller, men ikke afklare kompleksiteten i området. Arbejdet vil lægge op til et større studie i trin 2.

Trin 2. Stort omfattende studie strækkende sig over 5-8 år, hvor der laves nye borer, målinger mv for at få tilstrækkelige data til, at kunne beskrive kompleksiteterne i området. (kalkmagasiner og salthorster) Nye beregninger udføres og en evt. indsats i oplandet vil bedre kunne målrettes. GEUS bør være central part i en sådan undersøgelse.

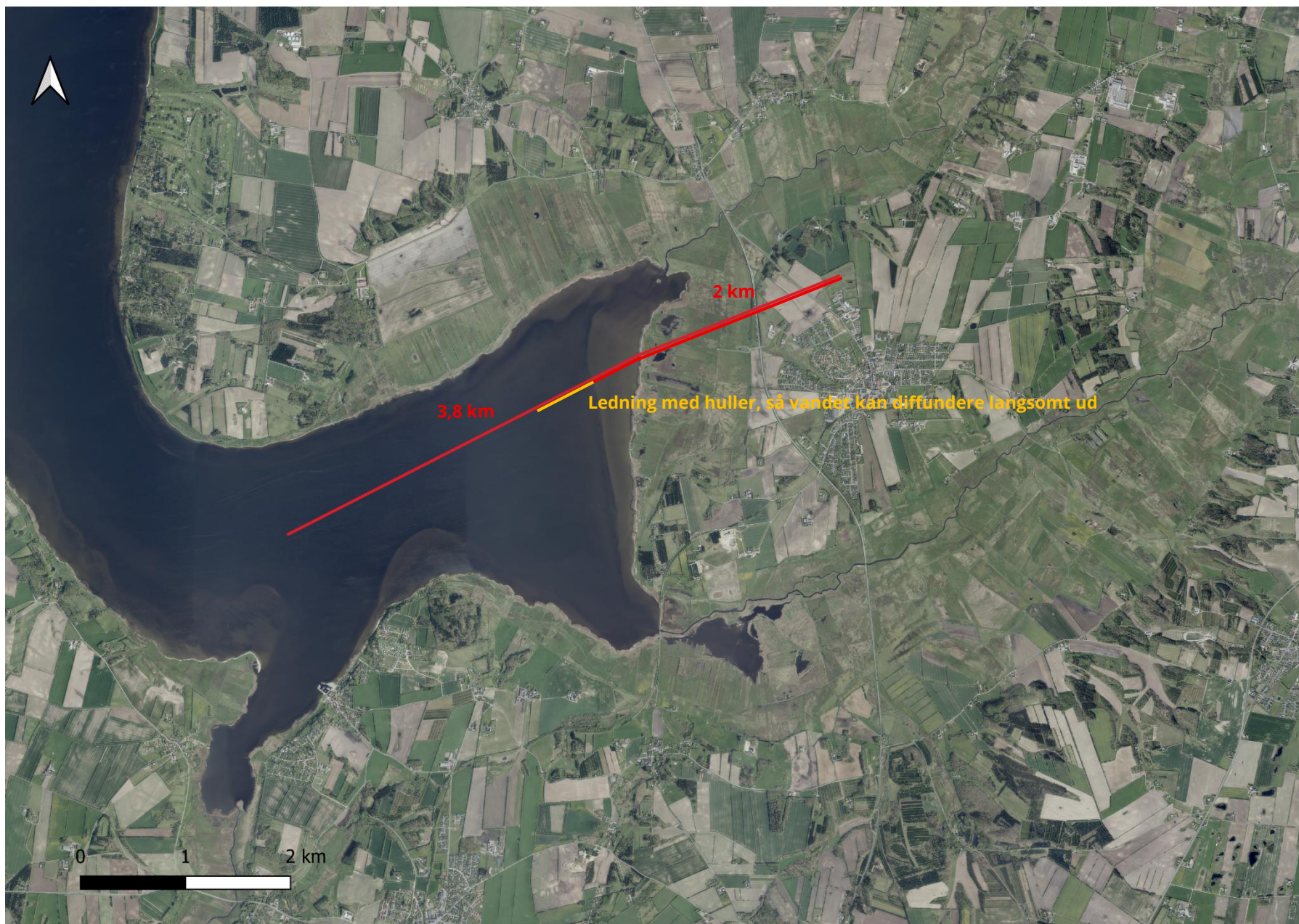
### Økonomi

Trin1: omkring 100.000-200.000 kr

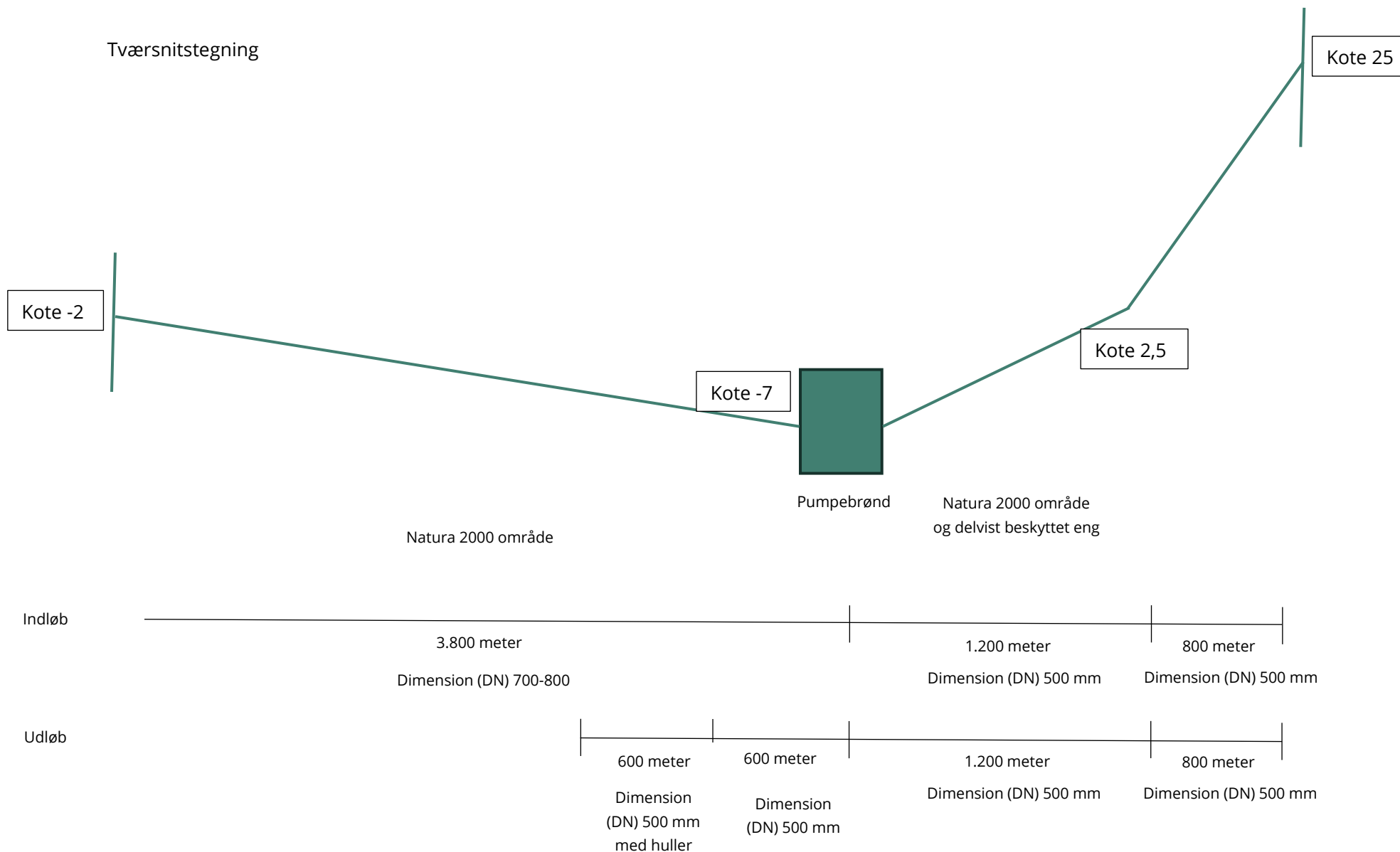
Trin2: 10-20 mio kr.

### Reference

Notatet er udarbejdet efter samtale med Anker Lajer Højberg Seniorforsker, Afdeling for Hydrologi, GEUS. SEGES er ansvarlig for notat.



# Tværsnitstegning



Der skal være én ledning til indløb og én ledning til udløb.  
 Udløbsledningen tænkes perforeret på den sidste del, så vandet ikke spules ud, men langsomt siver ud.  
 Forventer flow 1.000m<sup>3</sup>/h.

Det er bedste (meget hurtige bud på en løsning),  
 så optimeringer/korrektioner er velkomne.

|                          | Længde<br>meter | Enhedspris<br>kr./m | Omkostning<br>kr. |
|--------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>Indløb</b>            |                 |                     |                   |
| Ledning Hjarbælk Fjord   | 3.800           | 7.500               | 28.500.000        |
| Ledning eng              | 1.200           | 3.000               | 3.600.000         |
| Ledning bakke            | 800             | 3.000               | 2.400.000         |
| <b>Udløb</b>             |                 |                     |                   |
| Ledning Hjarbælk Fjord   | 1.000           | 7.500               | 7.500.000         |
| Ledning eng              | 1.200           | 3.000               | 3.600.000         |
| Ledning bakke            | 800             | 3.000               | 2.400.000         |
| <b>Pumpestation</b>      |                 |                     | 1.650.000         |
| <b>Sum ind- og udløb</b> |                 |                     | <b>49.650.000</b> |

#### Renseanlæg - Fosfor

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Tromlefilter               | 1.100.000  |
| Fosforrensningpumpestation | 800.000    |
| Fosforrensninganlæg        | 21.000.000 |
| Styring                    | 1.000.000  |

#### Renseanlæg - Kvælstof

22.800.000 Estimeret ud fra rens

#### Diverse (5%)

4.800.000

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| <b>I alt</b> | <b>101.150.000</b> |
|--------------|--------------------|

#### Fosforreduktion

0,0400 mg/l

|      |            |
|------|------------|
| Flow | 1.000 m³/h |
|------|------------|

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Årlig reduktion | 350 kg/år |
|-----------------|-----------|

#### Årlig drift og vedligehold

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Sorbent og pH-regulering | 300.000 kr./år |
|--------------------------|----------------|

#### Kvælstofreduktion

0,5000 mg/l

|      |            |
|------|------------|
| Flow | 1.000 m³/h |
|------|------------|

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Årlig reduktion | 4.380 kg/år |
|-----------------|-------------|

#### Kapitalomkostning - Fælles

|                       |       |                  |
|-----------------------|-------|------------------|
| Rente                 | 0,00% |                  |
| Afskrivning og renter | 20 år | 2.722.500 kr./år |

#### Kapitalomkostning - Fosfor

|                       |       |                  |
|-----------------------|-------|------------------|
| Rente                 | 0,00% |                  |
| Afskrivning og renter | 20 år | 1.195.000 kr./år |

|              |     |                  |
|--------------|-----|------------------|
| Andel fælles | 50% | 1.361.250 kr./år |
|--------------|-----|------------------|

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Enhedsomkostning - P</b> | <b>8.151 kr./kg P</b> |
|-----------------------------|-----------------------|

### Kapitalomkostning - Kvælstof

|                       |       |                  |
|-----------------------|-------|------------------|
| Rente                 | 0,00% |                  |
| Afskrivning og renter | 20 år | 1.140.000 kr./år |
| Andel fælles          | 50%   | 1.361.250 kr./år |

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>Enhedsomkostning - N</b> | <b>571 kr./kg N</b> |
|-----------------------------|---------------------|

## Hjarbæk fjord

|          | Indhold (vinter)* |      | Reduktion |
|----------|-------------------|------|-----------|
| Fosfor   | 0,1               | mg/l | 40%       |
| Kvælstof | 2                 | mg/l | 25%       |

\* <https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/7/5/7/>

## Forklaring

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
|  | Forudsætninger, som er relativt sikre |
|  | Forudsætninger, som er noget usikre   |
|  | Forudsætninger, som er meget usikre   |



