

## Planteproduksjonsmodul for økt Ressursutnyttelse i kommersielle Settefiskanlegg (PReSet)

CIRiS-TN036-I1.1

29. oktober, 2020

### *Mer mat med mindre innsatsfaktorer*

Parallelt med behovet for mer mat øker forbrukere, politikere og industri sine forventninger og krav til bærekraft, blant annet gjennom økt ressursutnyttelse: Vi må produsere mer mat med mindre innsatsfaktorer. Den norske lakseproduksjonen er viktig for både matproduksjon og verdiskaping. Selv om lakseoppdrett er en ressurseffektiv måte å produsere mat på, fører utslippene likevel til tap av store mengder næringsstoffer. Kan avfallet - eller rettere sagt, restråstoffet - fra denne produksjonen benyttes til ny produksjon i stedet for å gå tapt og bidra til forurensning av fjordene?

Nofitech utvikler og selger settefisk- og postsmoltanlegg for oppdrettsnæringa. CIRiS ved NTNU Samfunnsforskning driver forskning og utvikling i grenselandet mellom biologi og teknologi, blant annet innenfor ressursutnyttelse og resirkulerende systemer. Sammen har de sett på muligheter for å produsere planter nedstrøms settefiskanlegg. En slik sammenkobling vil ikke påvirke settefiskanlegget, men kan samlet sett gi økt ressursutnyttelse og lavere utslipp ved at plantene bruker restråstoff fra fiskeproduksjonen.

### *Fra avfall i settefiskanlegg til gjødsel i veksthus*

Produksjonen av smolt, settefisken til lakseoppdrett, foregår på land. Det gjør det mulig å samle opp og utnytte avfallet. Mye forskning og utvikling har lagt til rette for bruk av slam fra slike anlegg. Men fortsatt blir luft og avrenningsvann sluppet ut. Lufta inneholder karbondioksid, og avrenningsvannet inneholder blant annet oppløst nitrogen og fosfor. Dette er noen av de viktigste innsatsfaktorene i plantedyrking. For eksempel agurk, tomat, salat og urter blir i dag ofte dyrket i veksthus med vannbaserte produksjonssystemer uten jord: Plantene forsynes med en næringsløsning som gjerne resirkuleres for å minimere utslipp. Karbondioksid blandes i lufta for å øke veksten.

Potensialene er store: I 2019 ble det produsert nærmere 400 millioner smolt i norske settefiskanlegg. Til dette ble det brukt om lag 40 millioner tonn fôr. Ser man for eksempel på nitrogen, fører denne produksjonen til et årlig utslipp av godt over 1 million tonn oppløst nitrogen. Dette er langt mer enn all nitrogen som brukes til grønnsaksproduksjon i norske veksthus. Gjenbruk av næringsstoffer har også et energi-potensial: Det er antatt at produksjonen av mineralgjødsel i dag står for over 1 % av verdens energiforbruk.

## *Plantefabrikk for kommersiell salatproduksjon*

Prosjektet overvåket produksjonen i et kommersielt settefiskanlegg gjennom flere måneder. Den kjemiske vannkvaliteten av avrenningsvannet ble detaljert analysert og tilgjengelige mengder av næringsstoffer i avrenningsvannet og karbondioksid i luftstrømmen fra anlegget ble vurdert. I utgangspunktet er det et misforhold mellom laksens krav til saltvann og plantenes krav til ferskvann. Saltkonsentrasjonene er imidlertid lave i den første delen av smoltens liv, og dette åpner for bruk av avrenningsvannet til dyrking av vanlige planter som i dag dyrkes kommersielt i veksthus.

Parallelt ble det utviklet et teoretisk produksjonskonsept for planter, eksemplifisert gjennom kommersiell salatproduksjon. Konseptet baserer seg på en plantefabrikk med LED-lys og resirkulering av vann og næring. I et slikt system kan produksjonen optimaliseres gjennom automatisk klimakontroll, plantene kan dyrkes i hyllesystem med flere nivåer og tilpasset belysning, og produksjonen fristilles fra årstider, jordsmonn og solforhold på utsiden av fabrikk.

Beregningene viser at avrenningsvann fra en påvekstavdeling i et normalt settefiskanlegg teoretisk sett kan forsyne en stor plantefabrikk (tilsvarende 20% av den nasjonale salatproduksjonen) med all nødvendig karbondioksid og oppløst nitrogen (nitrat). Avrenningsvannet dekker også plantefabrikken teoretiske forbruk av andre viktige innsatsfaktorer som fosfor, kalsium, svovel og magnesium. Derimot tilbyr settefiskanlegget for lite kalium, noe som illustrerer et behov for å tilsette ekstra næringsstoffer for å tilfredsstille plantenes vekstkrav. Utover resirkulering av næringsstoffer avdekket prosjektet muligheter for energiøkonomisering. En av hovedutfordringene til plantefabrikk er energibruken til kunstig belysning. Selv de mest moderne LED-pærene gir tap av energi til varme. I et sammenkoblet konsept kan imidlertid denne varmen benyttes til å varme opp inntaksvannet til settefiskanlegget og ytterligere forbedre både energibruk og økonomi.

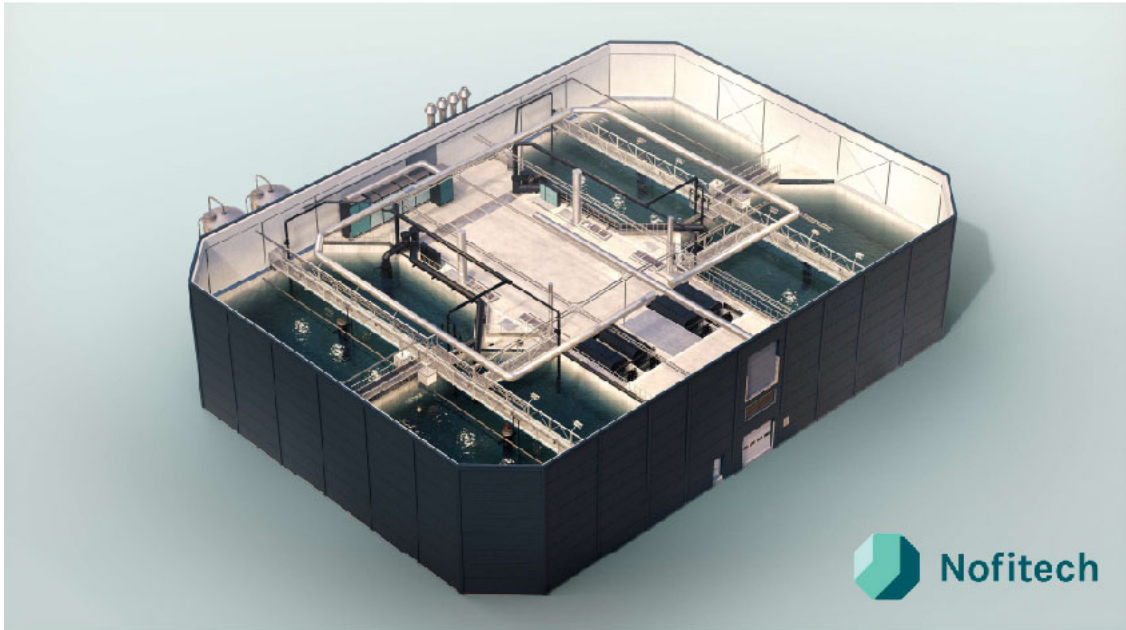
## *Salat og basilikum trives i vann fra settefiskanlegg*

Utover teoretiske betraktninger ble det gjennomført laboratorieforsøk der salat og basilikum ble dyrket på en kombinasjon av avrenningsvann fra settefiskanlegg og mineralgjødning (for å sikre tilstedeværelse av nødvendige næringsstoffer til plantene). I første omgang var spørsmålet om avrenningsvannet ville påvirke planteproduksjonen på en negativ måte. Gjennomførte laboratorieforsøk viste imidlertid at salat ikke bare vokste like bra ved tilsatt avrenningsvann, men faktisk økte opp mot 30% sammenlignet med referanseforsøk uten avrenningsvann.

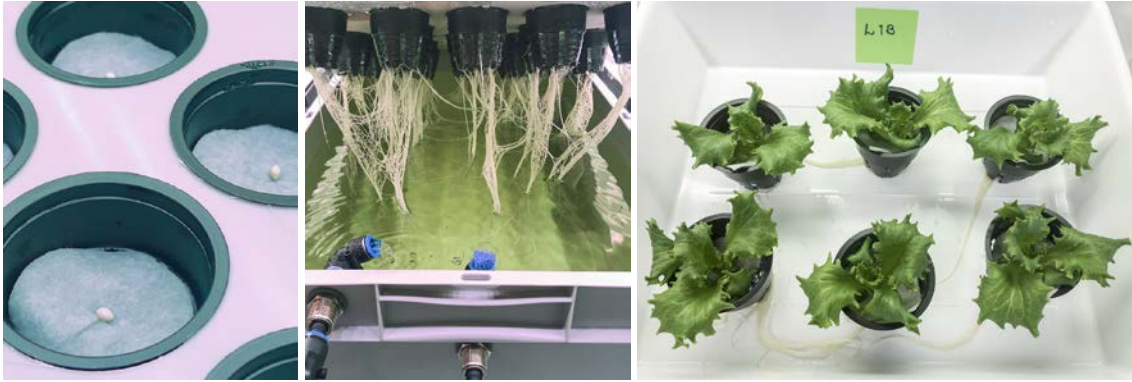
Hovedutfordringen knyttet til optimal ressursutnyttelse anses å være lave konsentrasjoner av næringsstoffer i avrenningsvannet fra settefiskanlegget. For å tilfredsstille plantenes næringskrav må derfor en plantemodul bruke store mengder avrenningsvann. Hvis utslipp av vann fra plantemodulen samtidig skal holdes på et minimalt nivå, vil plantenes vannopptak sette en begrensning for mengden næringsstoffer som kan utnyttes. Prosjektet har imidlertid identifisert muligheter for å optimalisere dette.

## *Suksesskriterier for ressursutnyttelse og økonomi setter retning videre*

Karakteriseringen av avrenningsvann og utvikling av et plantefabrikk-konsept har sammen med oppløftende laboratorieforsøk illustrert et potensial for økt ressursutnyttelse gjennom sammenkobling av fiske- og planteproduksjon i industriell skala. Suksesskriterier for ressursutnyttelse og økonomi har blitt identifisert og representerer viktige og til dels uforutsette årsaker og konsekvenser som nå kan danne grunnlaget for en mer målrettet forsknings og utviklingsaktivitet innenfor dette temaet.



**Figur 1: Resirkuleringsanlegg fra Nofitech. Et 45 x 33 meter stort anlegg inneholder fire tanker på 16 meter i diameter og er typisk dimensjonert for å føre opp til 3 tonn fôr per dag. Illustrasjon: Nofitech.**



**Figur 2: Laboratorieforsøk hos Senter for tverrfaglig forskning i rommet (CIRiS). Salat dyrkes i en vann og næringsløsning med og uten avrenningsvann fra et kommersielt settefiskanlegg. Alle foto: CIRiS, NTNU Samfunnsforskning.**