

Når hver en dråbe tæller

Forskningsprojektet REWARD har givet signifikante vandbesparelser hos Arla Foods Ingrediens.

Der er få ressourcer på vores planet, der er mere dyrebare end rent drikkevand. Vand er således et centralt emne i FN's verdensmål, og bæredygtighed i produktionssystemer – herunder også vandforbrug – vil være nøglen til succes for vores fødevarerindustri i fremtiden. I et netop afsluttet strategisk forskningsprojekt kaldet REWARD (REuse of WAtER in the food and bioprocessing inDUstry) har Institut for Fødevidenskab på Københavns Universitet (KU FOOD) i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet og Wageningen Universitet samt virksomhederne Arla Foods Ingredients (AFI), Novozymes, DHI, Tetra Pak Filtration Solutions, Alectia (nu en del af NIRAS) og LiqTech arbejdet på at bringe den nødvendige viden til at bringe dansk fødevarerproduktion tættere på 100% bæredygtighed – *closed factory* – hvor vandindtag mindkes eller helt elimineres ved at genbruge procesvandet.

REWARD har især fokuseret på at udvikle ny teknologi og viden, hvor procesvandet i fødevarer- og biotekvirksomheder genanvendes i lukkede kredsløb. I nogle tilfælde kan vand fra selve råvarerne anvendes til forskellige formål, og i andre tilfælde kan vand fra en proces genanvendes i samme eller i en anden proces i produktionen. Det stiller nogle skrappe målemæssige, fødevarerikkerhedsmæssige og logistiske krav, hvorfor en multidisciplinær indsats var påkrævet.

Sparer 1,5 mio. liter vand

REWARD har undersøgt genbrug af vand i et lukket, cirkulært system. Det sparer virksomhederne penge og hjælper samfundet med at skære ned på det samlede drikkevandsforbrug. AFI sparer fx op mod 1,5 millioner liter vand på årsbasis, som i stedet udvindes og oprenses fra valleproteinproduktionen. Dette svarer til, hvad der kan være i 600 olympiske svømmebassiner. Vand som tidligere udgjorde en betydelig miljøbyrde, er nu en uudnyttet ressource, der med fordel kan genbruges i produktionen. En udnyttelse af procesvand i fødevarerindustrien ved genanvendelse har betydelige økonomiske, miljømæssige og samfundsmæssige fordele.

REWARD har ved at benytte online, sensor-baserede fingeraftryk af procesvandstrømme og detaljeret viden om vandforsynings-management vist, at man kan udnytte mejeriernes procesvand på en langt mere intelligent måde.

Der er frembragt flere signifikante forskningsresultater i REWARD herunder:

- En ændring fra opskriftbaseret til målebaseret CIP-rengøring af procesanlæg kan give store besparelser.
- Selv på højtrykssiden af membraner, der jævnligt rengøres, kan der afsættes gærdannelser og fouling, som vil kompromittere effektiviteten.
- Det oprensede genbrugsvand fra valle er så rent, at det kan drikkes – dog indeholder det små mængder af næringsstoffer som fx urea og laktose. Genbrugsvandet har derfor en begrænset holdbarhed.
- Vand-management og brug af vand "fit for purpose" kan give store besparelser, men det kræver store investeringer.
- Online målinger af vandkvaliteten (og evt. berørte produkter) er afgørende for et pålideligt vandgenbrug.



AF SØREN BALLING ENGELSEN, Professor, Institut for Fødevidenskab, Københavns Universitet
 Frans van den Berg, Associate Professor, Institut for Fødevidenskab, Københavns Universitet
 KLAVS MARTIN SØRENSEN, Associate Professor, Institut for Fødevidenskab, Københavns Universitet
 NANNA VIREECK, Associate Professor, Institut for Fødevidenskab, Københavns Universitet

Projektinfo

Titel: REWARD (Reuse of water in the food and bioprocessing industries)

Projektleder: Professor Søren Balling Engelsen, KU FOOD

Deltagere: Københavns Universitet, Institut for Fødevidenskab (KU FOOD), Danmarks Tekniske Universitet (DTU Kemiteknik og DTU Nanotech), Wageningen Universitet, Arla Foods Ingredients, Novozymes, DHI, Tetra Pak Filtration Solutions, NIRAS (tidl. Alectia) og LiqTech

Projektperiode: 01.01.14 – 30.09.18

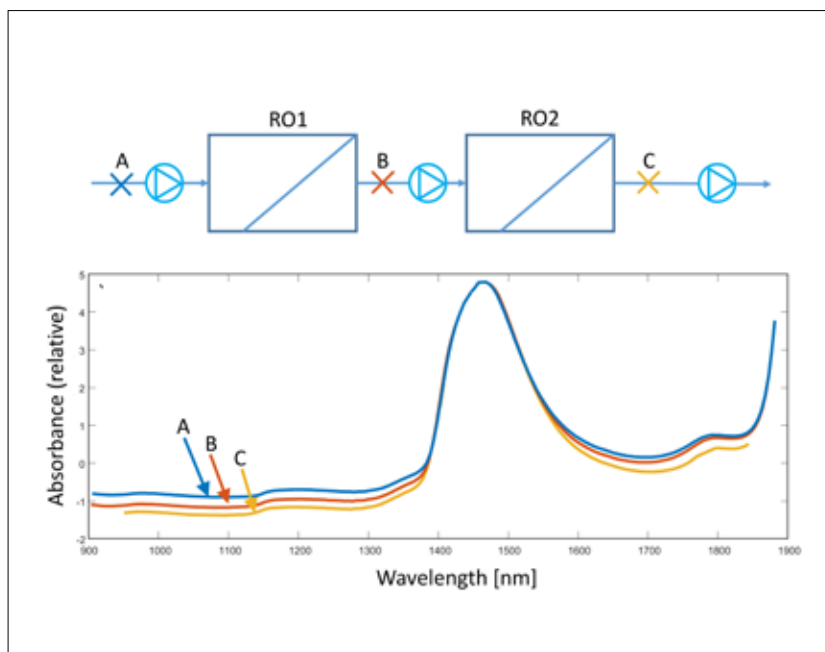
Hovedformål: (A) at udvikle og implementere nye højteknologiske sensorsystemer, der kan monitorere de kemiske og biologiske komponenter i procesvandstrømme og vandbehandlings effektivitet samt (B) at udvikle en ny fremgangsmåde til at optimere rensning af procesvand, der kan skabe et vidensbaseret pres mod at minimere vandforbrug og -spild.

Slutrapporten kan rekvireres hos MFFs sekretariat eller via www.mejeri.dk/forskning

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND



En nær-infrarød procesprobe indsat i en vandstrøm hos Arla Foods Ingredients (Foto: Klavs Martin Sørensen).



Nær-infrarøde spektre optaget på tre steder (A, B og C) i filtreringsprocessen. Selvom der er store forskelle på den kemiske sammensætning i de tre strømme, ser signalerne umiddelbart ens ud, og der skal bruges matematik for at bearbejde målingerne.

Lyset viser kvaliteten

Der blev udviklet en metode til at opsamle data fra måling på processtrømme af vand. I samarbejde med AFI designede forskerne et system, hvor fem optiske procesprober blev installeret i et system til omvendt osmose filtrering af procesvand. Med prober på alle ind- og udstrømme i processen kunne forskerne kortlægge, hvordan ændringer i en fødestrøm påvirker systemets effektivitet. Systemet blev installeret i et kørende produktionssystem for at få adgang til "virkelige" industridata.

Nær-infrarød spektroskopi (NIRS) spiller en stor rolle i fødevarerindustrien som et værktøj til kemisk analyse af kvaliteten af produkter, råvarer og processtrømme, men målinger på vand kan være en udfordring. Alligevel besluttede forskerne sig for at afprøve måleteknologien på vand og udviklede et system, hvor procesprober, der er designet til at overholde industriens strenge krav til hygiejne og rengøring, kan aflæses med stor hastighed. NIR-spektre fra de fem prober, der blev installeret i projektet hos AFI, blev målt hvert 5. sekund og herefter gemt i en database.

Hos AFI passerer der enorme mængder vand forbi disse sensorer, og hvis der ikke måles med en høj frekvens, kan man risikere at overse pludselige og vigtige ændringer i vandets kemi. NIRS kombinerer en relativ høj følsomhed med en meget høj måle-hastighed og har en lang række andre fordele.

Bl.a. kan lyset flyttes i optiske fibre, præcis som elektriske signaler i ledninger. Et enkelt spektrum giver et fingeraftryk af vandets kemiske sammensætning her og nu, men selv store ændringer i vandets sammensætning giver ikke de store ændringer i de målte spektre. Her bruger forskerne deres mangeårige erfaring i at udvikle matematiske modeller, der kan fortolke selv de mindste ændringer i spektrene.

Kunstig intelligens og machinelearning

Forskerne har ikke kun viden om vandets aktuelle sammensætning. Da alle data lagres i en database, kan ændringer, der har ledt op til en begivenhed, følges over tid og samtidig parallelt for alle vandstrømme, der fører til og fra systemet. Ved at kombinere alle disse data i en matematisk model bruger forskerne nu kunstig intelligens og *machine learning* til at lede efter sammenhænge og strukturer i data, der ikke ellers ville være synlige. Vi har optaget 75 millioner spektre over en tidsperiode på 1,5 år, hvilket har lært os at håndtere så store og komplekse datasæt. Forskerne jagter nu en såkaldt *early-warning* model om fx ikke helt rent vand. Det kan hjælpe operatørerne med at forudsige, at en begivenhed vil indtræde i fremtiden, hvis der ikke handles lige nu. Det kan fx være et membranskift eller en membranrensning. ●

Resumé

I REWARD har forskere brugt nærinfrarød spektroskopi til at måle kvalitet af procesvand. Den udviklede teknologi baner vejen for procesovervågning, hvor der kigges ud over de traditionelle procesparametre og direkte på den kemiske sammensætning og dermed kvalitet af procesvandet.