

Højvandsmuren – LeMur – blev bygget i 2014 og sikrer mod højvande op til 210 cm over daglig vande.

Foto: Michael Holm Christensen.

#### Forfatterne



Kurt Nielsen er bestyrelsesmedlem i Klimatorium og fhv. prodekan ved Aarhus Universitet indenfor teknologi og naturvidenskab med fokus på rådgivning og forskning til myndigheder og virksomheder – primært i relation til vandmiljø, natur, klimaændringer, fødevarer og landbrug. kni@au.dk



Sebastian Mernild er bestyrelsesmedlem i Klimatorium, professor og leder af SDU Climate Cluster. Hovedforfatter ved FN's Klimapanel (IPCC), 6. hovedrapport. Fhv. prorektor SDU.



Lars Nørgaard Holmegaard er direktør for Klimatorium og direktør for Lemvig Vand. Medlem af bestyrelserne for DANVA, Det Nationale Netværk for Klimatilpasning (DNNK), Danish Water Forum (DWF), styregruppen for Erhvervsfyrtårn for Vandteknologi, og formand for styregruppen for det nyetablerede Forsynings LCA.



# STORE VANDMÆNGDER KRÆVER NYE LØSNINGER

**Klimaforandringerne medfører stadig større udfordringer, ikke mindst i form af store og intense mængder nedbør og risiko for stormfloder.**

**Innovationscentret Klimatorium i Lemvig er blevet centrum for udvikling og afprøvning af nye bæredygtige metoder til at håndtere de store vandmængder og dermed undgå oversvømmelser.**

**L**emvig, med sin ikoniske højvandsmur, der blev færdiggjort i 2014 og sikrer mod højvande op til 210 cm over daglig vande, er et levende eksempel på nødvendigheden af at tilpasse sig stigende vandstande og stormfloder. Men Lemvig har ikke kun fokuseret på at sikre sig mod de eksisterende klimaudfordringer. Byen huser også *Klimatorium*, der siden åbningen i 2020 har været en katalysator for

udviklingen af innovative løsninger på klimatilpasning og bæredygtig vandhåndtering.

Klimatorium er et unikt innovationscenter, der samler forskere, virksomheder og myndigheder om at udvikle og afprøve løsninger på de vand- og klimaudfordringer, vi står overfor. Her udvikles og testes løsninger til håndtering af oversvømmelser, regnvand og højt grundvand, samtidig med at

naturbaserede løsninger udnyttes for at fremme biodiversitet og styrke samfundets modstandsdygtighed overfor klimaforandringer.

Klimatorium arbejder tæt sammen med universiteter, fonde, kommuner og virksomheder for at udvikle løsninger, der kan implementeres i virkeligheden, og Klimatorium fungerer samtidigt som en formidlingsplatform for viden om klimatilpasning.



## Om Klimatorium

Klimatorium blev bygget som opfølgning på det 6-årige EU-projektet Coast2Coast og er efterfølgende videreudviklet via dels projekter i regi af Erhvervsfyrårnet for vandteknologi med udgangspunkt i Midtjyllands Erhvervsushus, dels gennem eksterne EU-projekter.

Formålet med Klimatorium er at understøtte udviklingen af bæredygtige klimaløsninger, og fundamentet for dette arbejde er et tæt samarbejde mellem forskning, erhvervsliv, myndigheder og borgere – vi kalder det Quadruple Helix-modellen.

Klimatorium har hurtigt etableret stærke partnerskaber både nationalt og internationalt. I Danmark samarbejder vi med Aalborg Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Syddansk Universitet, Aarhus Universitet og

VIA University College. Og med over 110 samarbejdende små og mellemstore virksomheder fungerer Klimatorium i dag som en platform for test og videreudvikling af nye teknologier, samtidig med at vi samarbejder med større aktører som Grundfos om at teste og demonstrere ny teknologi.

Klimatorium deltager desuden i en lang række EU-projekter og har fået en ny status som såkaldt EU Climate Pact-institution, hvor både direktøren og bæredygtighedschefen fungerer som EU Climate Pact-ambassadører. Denne anerkendelse og vores brede netværk gør Klimatorium til en global aktør indenfor innovative klimaløsninger – og faktisk også til en inspirationskilde i udlandet, hvor særligt institutioner i New Zealand og Holland ønsker at etablere et "Klimatorium" i deres lande.

Klimatorium blev bygget i 2020 og har vundet internationale arkitekturpriser. Arkitekterne er 3xN. Foto: Adam Mørk

## Verdens største Living Lab i Lemvig

Med stigende vandstande, intensiveret nedbør og ændrede vejrforhold er behovet for udvikling af effektive og bæredygtige klimatilpasningsløsninger blevet mere presserende end nogensinde. Klimatorium spiller en central rolle i denne udvikling og har etableret sig som et fyrtårn for bæredygtige løsninger, der kan imødekomme de stigende krav til klimatilpasning. For at understøtte den teknologiske udvikling på vand- og klimaområdet er det afgørende at kunne teste og demonstrere løsninger i realistiske omgivelser.

I Lemvig-området har Klimatorium skabt et af verdens største Living Labs for klimatilpasning, et test-

område fordelt på 508 km<sup>2</sup>, hvor virksomheder, forskere og innovatører kan afprøve og finjustere nye teknologier og metoder. Dette unikke testmiljø giver mulighed for at udvikle løsninger, der ikke blot er teoretisk effektive, men som også fungerer i den virkelige verden. Det handler om viden til forandring.

### Fra problemvand til ressource

I Klimatorium bliver der eksperimenteret med innovative løsninger til effektiv vandhåndtering, herunder forskellige løsninger til at håndtere regnvand lokalt – såkaldte LAR-løsninger (Lokal Afledning af Regnvand). Vand skal fremover i højere grad kunne opmagasineres i landskabet, så vi tager toppen af de største afstrømninger. Vi kan også etablere flere vandløb, som kan

aflede vand ved ekstrem nedbør, og vi etablerer sandfiltre og plantelaguner, der kan rense vandet, inden det ledes til vandløb. Dette adskiller sig markant fra de traditionelle kloaksystemer, som hurtigt kan blive overbelastet ved kraftig regn.

Klimatorium tager dog ikke kun højde for regnvand. Vi arbejder også på at tackle en af de største udfordringer, mange byer og landområder står overfor: Terrænnært grundvand, som kan medføre oversvømmelser i kældre og på marker. I stedet for at betragte dette som "problemvand", undersøger Klimatorium, hvordan det kan anvendes som ressource til industrielle formål, for eksempel i Power-to-X-anlæg, der spiller en central rolle i den grønne omstilling.



# Klimatorium

Verdens største Living Lab på 508 km<sup>2</sup>

Klimatorium Living Lab er opbygget som en del af Erhvervsfyrntårn for Vandteknologi, med fokus på vand uden for hegnet. Her bliver udfordringer kortlagt, vandteknologiske indsatser udviklet og nye vandteknologier testet og demonstreret.



## Etablering af Pyrolyseanlæg

Reducere PFAS og andre miljøfremmede stoffer i spildevandsslam



## Oprensning af miljøfremmede stoffer

Finde nye teknologier til at rense fx PFAS lokalt



## Fjernelse af makroplast

Test af løsninger, som fjerner makroplast fra vandvejene inden det bliver til mikroplast og når havet



## Rør af genanvendt plast

Udvikling og test af produkter med genanvendt plast til vandsektoren



## Sekundærvand til PTX

Alternative vand-ressourcer til Power-to-X anlæg



## Naturbaserede løsninger

Rensning af regn og spildevand med naturbaserede løsninger



## Terrænnært grundvand

Kortlægning af terrænnært grundvand via grundvandsloggere

**Klimatorium - Danmarks internationale Living Lab**  
Klimatorium bygger bro mellem myndigheder, civilsamfundet og uddannelses- og forskningsinstitutioner. Vi udvikler og demonstrerer virkelige løsninger på klimarelaterede udfordringer. Klimatorium arbejder lokalt, nationalt og internationalt.

## LAR Living Lab

Lokal afledning af regnvand - test af nye løsninger

## Brønde

Placering af brønde

## Spildevandsmåling

Opbygge teknologier, som kan undersøge spildevandsforurening lokalt



## Regnvandsloggere

Nye metoder til at undersøge nedbørsmængder lokalt

Kort over "Living Lab". Kortet angiver en række anlæg inden for et område på 508 km<sup>2</sup>. Grafik: Klimatorium

En datadrevet tilgang er afgørende for at optimere vandhåndteringen. I Klimatorium indsamler vi derfor realtidsdata om vandkredsløbet ved hjælp af avanceret teknologi som satellitdata og sensorer. Danmarks tætteste net af dataloggere (80 styk), som løbende registrerer grundvandsstanden, er således opsat i Living Lab sammen med 80 regnmålere. Data herfra giver mulighed for at forudse problemer som oversvømmelser samt pludselige hændelser som brud på vandrør. Der er et tæt samarbejde med private lodsejere om dette, hvor halvdelen af brønde med dataloggere efter aftale er placeret i private arealer, så de bedste data bliver indsamlet.

Data er også grundlaget for at udvikle realistiske modeller for hånd-

tering af regnvand og spildevand. Overblikket sikres via en GIS-plattform (GIS = Geografisk Informations System), hvor data om ledningsnet og andre relevante forsyningsoplysninger offentliggøres. Platformen bliver løbende opdateret med de nyeste satellitdata for at sikre præcise x, y, z-koordinater, som afspejler faktiske ændringer i terrænet. Det unikke er integrationen af z-dimensionen (højde over Dansk Normal Nul), hvilket gør ledningsdatabasen tredimensionel. I øjeblikket arbejdes der på at samle et omfattende datasæt, der præcist kortlægger forsyningsnettets tredimensionelle placering (x, y, z) således, at der etableres sammenhænge mellem de løbende opdaterede højdedata for overfladen og rørenes dybde under overfladen.

Den løbende opdatering af højdedata gør det muligt at bygge Digitale Tvillinger (computermodeller), som kan bruges til at optimere service-, vedligeholdelses- og renoveringsprojekter. Derved undgår man ofte betydelige, uventede omkostninger for forsyningselskaberne, som i sidste ende rammer forbrugerne. Denne datadrevne tilgang vil skabe et solidt fundament for optimering af vandforvaltningen, hvilket er afgørende for fremtidens management i forsyningselskaberne.

## Regulatoriske sandkasser

For at fremme innovation blandt virksomheder arbejder Klimatorium i Living Lab'et på at etablere "regulatoriske sandkasser", der giver mulighed for i forsøgsøjemed at af-

DEN EUROPÆISKE UNION  
Den Europæiske Socialfond

DEN EUROPÆISKE UNION  
Den Europæiske Fond  
for Regionaludvikling

Finansieret som et led i EU's reaktion  
på COVID-19-pandemien

**Vi investerer i din fremtid**

**ERHVERVSFYRTÅRN**  
VANDTEKNOLOGI

le klimacenter  
der, virksomheder,  
gsinstitutioner for at  
ede udfordringer.  
g internationalt.

ab  
af  
felt

nd af genanvendt plast  
stgranulat i højeste kvalitet

ing  
r, der  
vand og  
t.

**Satellitreflektorer**  
18 radarreflektor registrerer  
i lokale landbevægelser

prøve banebrydende løsninger, der ikke overholder gældende regler og lovgivning. Eksempelvis er der nogle steder behov for en midlertidig udledningstilladelse for at kunne teste effekten af nye rensemetoder som plantelaguner eller rensning af spildevand med biokul.

En af de største hindringer for implementeringen af nye teknologier er ofte eksisterende regler og regulativer, der blev vedtaget før klimatilpasning og grøn omstilling blev en prioritet. Derfor er der et stort behov for udvikling på dette område.

Udviklingen af klimaomstillinger og vandteknologier kræver et tæt samarbejde på tværs af sektorer. Derfor inviterer Klimatorium virksomheder,

forskere og offentlige aktører til at deltage aktivt i arbejdet med at udvikle løsninger, der ikke kun skaber værdi for samfundet, men også fremmer vækst og effektivt adresserer de klimaudfordringer, vi står overfor.

### Bæredygtighed som drivkraft for effektiv klimatilpasning

Bæredygtighed er en central drivkraft i arbejdet med klimatilpasning. I Klimatorium kombinerer vi avanceret teknologi med bæredygtige materialer for at udvikle løsninger, der både adresserer klimaudfordringerne og reducerer CO<sub>2</sub>-aftrykket. Et konkret eksempel er samarbejdet med Plastix og andre plastvirksomheder om at udvikle regnvands- og spildevandsrør og andre produkter til vandsektoren af genbrugsplastik. En sådan løsning er både miljøvenlig og lever op til de nødvendige kvalitetsstandarder, samtidig med at den understøtter et mere effektivt og ressourcebesparende vandinfrastrukturnet.

Når vi arbejder med at integrere naturbaserede metoder som etablering af vådområder og nye vandløb samt decentral rensning af vand via plantelaguner i vandhåndteringen, er det også ud fra en bæredygtighedstankegang. Ved at inddrage naturen i vandhåndteringen hjælper dette nemlig ikke bare samfundet med at tilpasse sig de igangværende klimaændringer, det øger også biodiversiteten. Før vi kan implementere sådanne naturbaserede løsninger i større skala, er der imidlertid behov for at teste dem, og her spiller Klimatorium en vigtig rolle.

### Formidling og vidensdeling

Klimatorium er ikke kun et sted for innovation, men også en vigtig formidlingsplatform, hvor viden om klimatilpasning og bæredygtige løsninger deles med både den brede befolkning og professionelle aktører. Hvert år besøger omkring 35.000 mennesker Klimatorium, hvor de får mulighed for at opleve de nyeste klimaløsninger i praksis.

Nationale og internationale delelegationer kommer til Klimatorium for at få indblik i de løsninger, der bliver udviklet og afprøvet.

Formidling af viden om klimaudfordringer og løsninger er essentiel for at skabe samfundsforandringer. Klimatorium afholder årligt et klimatopmøde med deltagelse af centrale aktører fra både ind- og udland og arrangerer i forlængelse heraf et populært klimamøde for børn, som også streames til skoler i hele Danmark. Her får børn mulighed for at dele deres ideer om bæredygtighed og klima. Gennem initiativer som Global Youth Climate Summit engageres unge på tværs af landegrænser i arbejdet med løsninger på de globale klimaudfordringer.

### Historisk erfaring og fremtidens løsninger

Lemvig har en lang tradition for praktisk orienterede løsninger på vandhåndtering. Allerede i 1970'erne blev der som det første sted i verden etableret separatkloakering, hvor man adskilte regnvand og spildevand. Denne visionære plan har ikke kun givet økonomiske besparelser for husstandene. Separatkloakeringen reducerer også risikoen for oversvømmelser på lavtliggende områder under kraftig regn og giver samtidigt en bedre rensning af spildevandet, da der ikke sker en opblanding med store mængder regnvand.

Det kan derfor siges at være i naturlig forlængelse af Lemvigs stolte traditioner, at Klimatorium i dag fortsat arbejder på at udvikle stabile og bæredygtige løsninger, der integrerer spildevand, regnvand og problemvand – også i fremtiden, hvor udfordringerne på grund af klimaændringer bliver større.

Klimaløsninger er dog komplekse, og det er derfor vigtigt, at vi tænker helhedsorienteret og arbejder tættere sammen – virksomheder, offentlige institutioner, universiteter og borgere. I Klimatorium kalder vi denne tilgang Quadruple Helix. ■

Videre læsning.  
Få mere at vide på  
Klimatoriums hjemmeside:  
klimatorium.dk