

Dansk Kemi

Nummer 5 - Oktober 2021 / 102. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

Membranteknologi i
spildevandsrensning

Grøn ammoniak

Mindeord over professor John Villadsen



-86°C fryserne på lager – Danmarks største udvalg

Haier

ARCTIKO
true cooling specialists

Thermo
SCIENTIFIC

GRAM

Telstar

Holm & Halby
TIL LABORATORIER I UDVIKLING

PuriFlash oprensningssystemer

Unikke systemer fra Interchim til flash og præparativ oprensning af små molekyler og komplekse biologiske prøver



puriFlash® 5.250

Fra flash til præparative oprensninger

Loading range: fra 10 mg til 20 g
Maks. tryk: 250 bar

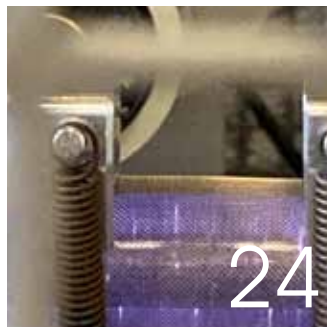
puriFlash® XS 520 Plus

Det mest kompakte og omkostningseffektive oprensningssystem

Flow rate: 300 ml/min
Maks. tryk: 20 bar



INDHOLD



- 1 Forside**
Viskositet er en vigtig egenskab i komplekse blandinger som blandt andet maling. Læs om, hvordan viskositeten kan måles online i artiklen på side 16. Foto: Pixabay.
- 6 Mindeord over John Villadsen**
Professor John Villadsen, frontfigur i etableringen af kemiingeniørvidenskab i Danmark, gik desværre bort den 22. juli og vi mindes ham i dette nummer.
- 11 Redox flow-batterier til energilagring**
Nyt projekt skal fremstille fremtidens generation af stationære redox flow-batterier.
- 14 Fuldendt LabDays**
LabDays 2021 blev med succes afviklet den 15.-16. september.
- 16 Hold styr på viskositeten**
Med det nyudviklede udstyr, Rheostream, kan kontrol af viskositet automatiseres.
- 20 Nye muligheder i spildevandsrensning med avanceret membranteknologi**
Membranfiltrering giver nye muligheder i spildevandsrensning, men er også forbundet med udfordringer.
- 22 Kemien i verdensmålene**
Verdensmål nr. 16: Fred, retfærdighed og stærke institutioner.
- 24 Fremstilling af grøn ammoniak ved hjælp af plasma - en power-to-X teknologi**
Der er i øjeblikket stor fokus på udvikling af teknologier til lagring af vedvarende energi. Plasmateknologi kan måske bidrage til fremtidens løsninger.
- 26 Velbesøgt DiaLabXpo**
DiaLabXpo bød på masser af faglige events og nyheder.
- 28 Køkkenkemisten: Hørelsens betydning for madoplevelsen**
- 30 Forskning på DTU kan bidrage til, at minedrift i fremtiden kan ske ved elektriske felter fremfor udgravning**
- 33 Nekrolog**
Carsten Ridder, en af grundlæggerne af kemometri i Danmark, gik desværre bort den 28. august 2021.
- 34 Nyt fra IDA Kemi samt Molekylspektroskopiprisen 2021**

TechMedia

Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Redaktion:

Professor Hanne Christine Bertram
(ansvarshavende)
hcb@techmedia.dk
Professor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@envs.au.dk
Maria Bech Poulsen
mabp@envs.au.dk

Ledelse:

Adm. direktør Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde

Redaktionskomité:

Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum
(Kemisk Forening)
Lektor, ph.d. Peter Szabo
(Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d.
Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom
(Næstformand, Kemilærerforeningen)
Chefkonsulent Helle Westphal
Gruppenleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

ISSN 0011-6335 (tryk)
ISSN 1902-360x (online)

Bladsekretær:

Heidi Thode
Tlf. 43 24 26 62, ht@techmedia.dk

Annoncer:

Tanja Wulff Dühring
Tlf. 43 24 26 06, twd@techmedia.dk

Annonceproduktion:

Marianne Dieckmann
Tlf. 43 24 26 82, md@techmedia.dk

Hjemmeside:

www.kemifokus.dk

Layout:

Trine Plass

Tryk:

PE Offset A/S

Oplag: 4.190

Online læsere: 1.279

Trykt på miljøvenligt papir
med vegetabiliske miljøfarver.

Abonnement:

Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk

Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

Citater fra artikler i Dansk Kemi skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse. Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.

Læs bladet online:

www.danskkemi.dk

Eller find

Dansk Kemi på:



Scan og hent Dansk Kemis
medieinformation 2021 her!
Scan med kameraet
på din smartphone.



Kemi og enhedsoperationer er komplementære størrelser

Uddannelsen til kemiingeniør er gået fra et fuldstændigt fastlagt forløb, hvor det var veldefineret, hvornår hvilke fag blev doceret fra start til slut på uddannelsen og med en vis grad af parallelitet i de udbudte fag til den nuværende ordning, hvor der er en betydelig mangfoldighed af kursustilbud og en tidlig specialisering.

Der er ingen grund til at ønske den gamle ordning tilbage, men som kemiingeniør med et ben i både kemien og den tekniske kemi, oplever jeg nogle u hensigtsmæssige forhold, hvor det kemiske fundament kunne lade noget tilbage at ønske og vice versa. Der skal gøres noget fremadrettet, så der bliver bragt lidt mere balance i den faglige baggrund. Det gælder også talbehandling, hvor det hænder, at en studerende laver et

kolossalt arbejde, men ikke får udnyttet den information, der ligger i de rå-data, som er genereret.

Min profil er nok en uddøende race, men det er dog værd at overveje, om ikke der kan skabes en profil, som tilgodeser begge forhold: kemi og enhedsoperationer.

Det betyder ikke så meget for store veletablerede virksomheder, som kan håndtere disse mere specialiserede kandidater, men for små og mellemstore virksomheder kan det være en udfordring, at man

ikke kan få en kandidat med en lidt bredere faglig baggrund, da man i sagens natur kun er et begrænset antal medarbejdere. Det kan få den konsekvens, at der træffes u hensigtsmæssige, for ikke at sige forkerte beslutninger, da den faglige baggrund er centreret om et lidt mere specialiseret område end det projekt, man arbejder med.

Det kan man selvfølgelig kompensere for med hjælp fra konsulenter, men for de små og mellemstore virksomheder vil dette være en ekstraomkostning, som vil være prohibitiv i at blive udnyttet.

Det vil også være en mulighed at udbyde opgaver som for eksempel eksamensprojekter i samarbejde med en læreanstalt. Her er ulempen, at det tager en vis tid, inden der er kommet en rapport med en belysning af et problem. Dette er et samarbejdsfelt, som man fra læreanstaltens side meget gerne vil deltage i, men som måske ikke er så velbenyttet af mindre virksomheder. Det vil også kræve, at man fra virksomhedens side involverer sig, og det tager også tid og dermed ressourcer.

Hvad løsningen skulle være, må henføres til en diskussion mellem erhvervsliv og universiteter, men en mulighed kunne være at vende tilbage til et uddannelsesforløb, hvor der doceres kemifag og tekniske fag samtidigt for at inkorporere en samtidighed i uddannelsen og skabe bevågenhed for betydningen af, at man har færdigheder inden for begge områder.

Det er ikke alt, der kan regnes ud; der er også forhold, som kræver en vis indsigt i det, man har med at gøre, og især på det sikkerhedsmæssige felt, hvad enten det er i laboratoriet eller i fuld teknisk skala. Det er så let at komme til at træffe en forkert beslutning, uden at man er bevidst om det, og det vil en bedre balance mellem rene kemifag og teknisk kemiske fag kunne være med til at sikre.

Lars Wiebe

Kemi og
enhedsoperationer
bør gå hånd i hånd



Intelligent Chemistry Biolab A/S Automation Specialist

Andrew+™

Hands Free Pipetting with the Innovative connected Pipetting Robot

Biolab A/S Custom Solutions

Liquid dispensing - Vial handling - Measurement of weight- pH - and a lot more...

JASCO

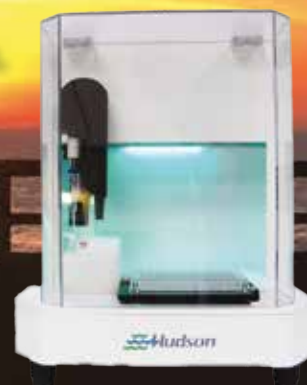
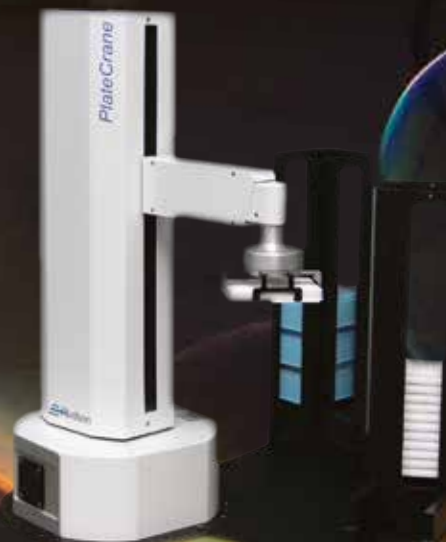
Advanced Spectroscopic & Purification Solutions

SP Scientific

Automated Sample Concentration - Freezedrying

Gilson and Hudson Robotics Inc.

Advanced Automation solutions.



The only limitation is your imagination

Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
+45 8621 2866
sales@biolab.dk
www.biolab.dk

Dansk Kemi mindes professor John Villadsen, som døde den 22. juli 2021

Professor John Villadsen var formand for Dansk Kemis redaktionskomité i 16 år i perioden fra 1996 og frem til 2012. Han gjorde i alle årene en betydningsfuld indsats for bladet, og har i høj grad været med til at forme Dansk Kemi som det stadig mere tværfaglige formidlingsorgan, vi kender i dag.

John Villadsen blev født den 12. juni 1936. Han blev færdig som kemiingeniør fra DTU i 1959, og afsluttede sin ph.d. ved DTU Kemiteknik i 1963. Han var postdoc ved Department of Chemical Engineering, University of Wisconsin (Madison), USA, og vendte tilbage til DTU Kemiteknik i 1966. Dernæst arbejdede han for Niro Atomizer i Brasilien i en årrække og fra 1976 var han igen tilbage på DTU Kemiteknik, hvor han arbejdede med kemisk reaktionsteknik og katalyse, samtidig med at han var professor ved Chemical Engineering, University of Houston, Texas. I 1984 blev han udnævnt til "superprofessor" i bioteknik på DTU. I den stilling bidrog han for alvor til at etablere bioproceteknik som et markant interdisciplinært forsknings- og undervisningsfelt på DTU.

Hans bidrag til den matematiske beskrivelse af industrielle biokemiske processer er legendariske. Hans tilgang har haft stor betydning for bio- og kemiteknik på DTU såvel som for den danske bioteknologi-industri. Ud over hans signifikante forskningsfaglige bidrag, har han især, via sit engagement som højt agtet underviser, vejleder og mentor, præget mere end én generation af ingeniører, hvoraf mange har opnået ledende stillinger i erhvervslivet eller bemærkelsesværdige akademiske karriereløb.

I 2001 spillede Villadsen en vigtig rolle i etableringen af Novozymes Bioprocess Academy, som blev etableret i et samarbejde mellem Novozymes, DTU Kemiteknik og BioCentrum på DTU, og som fik sat skub i at uddanne ph.d.-kandidater inden for bioproceteknik. Novo Nordisk Fonden finansierede dernæst en professorstilling i Bioproceteknik, som John Villadsen startede op, blandt andet via etableringen af et forskningskonsortium med det rammende navn "Innovative Bioprocess Technology". Konsortiets fokus var på bioproceteknik, enzymkinetik på komplekse biomassesubstrater, foruden design af nye metoder til procesmålinger. Dette forskningskonsortium var en FTP-støttet, samfinansieret forskningsplatform mellem Novozymes A/S, Chr. Hansen A/S, Danisco A/S (nu Dupont) og DTU Kemiteknik og BioCentrum DTU. Aktiviteterne i dette konsortium betød, at bioproceteknik og enzymteknologi blev etableret som forskningsdiscipliner på DTU Kemiteknik, hvilket blev markeret ved, at DTU Kemitekniks officielle

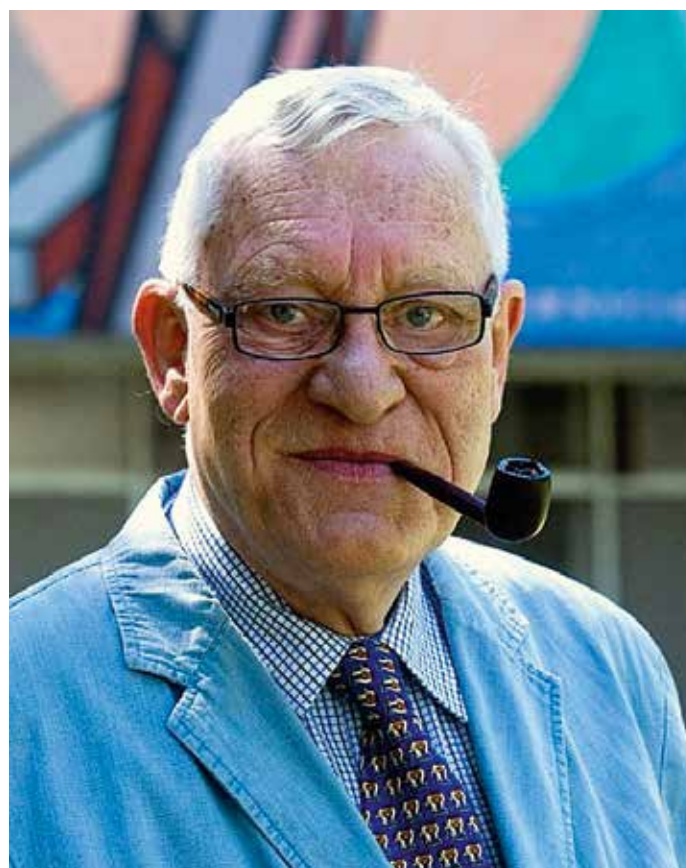


Foto: Marn Berovic

engelske navn siden 2008 har været "Department of Chemical and Biochemical Engineering".

Jeg lærte John Villadsen at kende, da han sammen med professor Jens Adler-Nissen etablerede det første Bioteknologi Center, Center for Process Biotechnology, på DTU, helt tilbage i slut-80'erne. Villadsen var fra dag ét en virkelig god chef. Han var altid utrolig venlig og imødekommende og satte samtidig en høj standard med en betydelig integritet. Sidenhen, blandt andet da jeg fik overdraget at videreføre både Novozymes Bioprocess Academy og forskningskonsortiet "Innovative Bioprocess Technology", blev han en umådelig omsorgsfuld og generøs mentor.

Æret være John Villadsens minde.

Anne S. Meyer, professor, DTU

Professor John Villadsen, ph.d., dr.techn., dr.h.c. mult

(12.6.1936 - 22.7.2021)

Professor John Villadsen gik pludselig bort den 22. juli. Jeg har kendt John igennem mere end 35 år og med hans bortgang mistede jeg en meget nær ven, en fantastisk kollega, og min mentor for livet.

John var med til at udvikle kemiingeniørdisciplinen til, hvad den er i dag, baseret på solid kvantitativ analyse og design, og han står som en af de helt store internationale forskere, som Danmark har fostret. John blev civilingeniør med kemiteknik som speciale fra DTU i 1959, og derefter brugte han to år i ingeniørtropperne, hvor han opnåede rang af løjtnant. Efter sin tid i militæret returnerede han til DTU, hvor han tog sin lic. techn. (ph.d.) under vejledning af professor Per Søltoft, som på dette tidspunkt var ved at opbygge et stærkt institut for kemiteknik. I sin afhandling beskrev John, hvordan fixed bed adsorption kunne kvantificeres.

Efter afslutning af sin lic.techn. i 1963 blev han ansat som adjunkt og i 1965 rejste han til Madison, Wisconsin, for at samarbejde med professor Warren E. Stewart ved Department of Chemical Engineering, University of Wisconsin, et af datidens førende universiteter i moderne kemiingeniørvidenskab. John havde fået et Nato postdoctoral fellowship til at arbejde sammen med professor Stewart i to år, og her udviklede han ortogonal kollokation; en metode, der gjorde det muligt for første gang at beregne koncentrationsgradienter i katalytiske pellets. Hermed løste han et klassisk problem med at beskrive diffusion og katalyse på en integreret måde. Dette var absolut banebrydende, da det muliggjorde design af bedre katalysatorer, og resultatet, der blev beskrevet i en serie af artikler i Chemical Engineering Science, blev da også identificeret som "Citation Classic" af Science Citation Index.

Da John returnerede til Danmark, blev han udnævnt til lektor på Kemiteknik, hvor han fortsatte sit arbejde med at udvikle ortogonal kollokationsmetoden. Han havde dog også en deltidsansættelse hos Niro Atomizer Company, hvor han bidrog til at designe spraytørringsanlæg i Brasilien. I 1970 samlede han sit arbejde omkring ortogonal kollokation i sin doktorafhandling "Selected Approximation Methods for Chemical Engineering Problems". Denne dannede basis for den klassiske lærebog, John skrev sammen med sin gode kollega, professor Michael Michelsen, "Solutions of Differential Equation Models by Polynomial Approximation". Denne lærebog havde jeg "fornøjelsen" af at skulle igennem i forbindelse med mit studium på DTU, og selvom det krævede en betydelig aktiveringsenergi at tilegne sig metoderne beskrevet i bogen, har jeg værdsat det igennem hele min karriere, at jeg lærte disse metoder.

På baggrund af Johns banebrydende metoder og matematiske modeller var det klart, at han blev efterspurgt som konsulent i en række virksomheder, og John havde en række midlertidige stillinger i industrien og ved udenlandske universiteter igennem årene, herunder ved Cambridge University, hvor han var fellow

ved Churchill College og som gæsteprofessor ved Technion i Israel. I perioden 1972-1984 arbejdede John for Danida, hvor han foretog inspektion af projekter i blandt andet Kenya, Somalia og Angola. Disse engagementer viste klart, at det var vigtigt for John at sikre teknologioverførsel, ikke kun til virksomheder, men også til diverse udviklingsprojekter, hvilket drev ham igennem hele livet. I 1976 blev John udpeget som adjungeret professor ved Department of Chemical Engineering, University of Houston, hvor han blev rekrutteret af professor Neal Amundson, en af datidens helt store navne inden for kemiingeniørvidenskab. Med denne udpegning delte John i tiden frem til 1984 sin tid imellem DTU og University of Houston.

I 1984 blev John udpeget som en af 10 såkaldte superprofessorer af daværende undervisningsminister Bertel Haarder. Dette var et nyt initiativ etableret for at fastholde topforskere i Danmark. Det var på dette tidspunkt, at jeg første gang mødte John, da jeg arbejdede på mit for-projekt omkring matematisk modellering af en fermenteringsproces til produktion af gensplejse proteiner. Selv om John igennem mange år havde arbejdet med enzymbaserede processer, så var dette nok hans første egentlige projekt omkring mikrobiel fermentering. John gik dog ind i dette med fuld styrke, og gennemlæste en ikke helt nemt tilgængelig lærebog i biologisk kemi over en weekend! Det var også her, at jeg fik indsigt i Johns entusiasme, ved at han ringede til mig, når han havde en idé, hvilket var en ganske betydelig involvering i en studerendes for-projekt! Men dette førte naturligvis også til, at jeg valgte at gennemføre mit eksamensprojekt med John som vejleder, og derefter også et ph.d.-projekt.

I 1986 gennemførte DTU en betydelig omorganisering af bioteknologi på DTU ved at sammenlægge to afdelinger og samtidig udpege John som professor i bioteknologi på det nyoprettede Institut for Bioteknologi. I denne stilling tog John lederskab i at skaffe finansiering til etablering af Center for Proces Bioteknologi (CPB), som blev et af 10 nationale forskningscentre i bioteknologi, der blev oprettet med henblik på at styrke Danmarks position inden for området. Igennem de næste 15 år opbyggede John som leder CPB til at være en betydelig international spiller i bioteknologi, og i flere år drev vi dette center sammen i et tæt parløb. Det, at John overdrog lederskab af et center, han havde lagt så meget hjerteblod i til mig, tog jeg som et tegn på et fantastisk samarbejde bygget på stor gensidig respekt. Ret tidligt i centerets virke etablerede John og jeg en sommerskole, hvor vi introducerede eleverne for en kvantitativ beskrivelse af fermenteringsprocesser, og jeg har varm erindring om disse sommerskoler, hvor Johns engagement var med til at sikre et utroligt inspirerende miljø. Disse sommerskoler, som fortsatte de næste mange år, har været med til at præge mange unge forskere, og jeg møder stadig forskere, der snakker om mange gode minder fra denne tid.

I 2004 blev John udpeget som Novo Nordisk-finansieret ►

professor på Kemiteknik, og efter 18 år returnerede han derfor til det institut, hvor han havde startet sin karriere. Målet med hans udpegning var, at han skulle styrke biokemiteknik på instituttet, hvilket i den grad lykkedes, da Kemiteknik i dag har en meget stærk aktivitet inden for dette område og har skiftet navn til Department of Chemical and Biochemical Engineering.

I 2006 blev John officielt pensioneret på hans 70-års fødselsdag, men han blev samme dag udpeget som seniorprofessor på Kemiteknik, og en af hans nye roller blev at lede et samarbejde imellem DTU og University of Trinidad & Tobago omkring udvikling af kemiingeniøruddannelsen på Trinidad & Tobago.

John fortsatte sin gang på Kemiteknik til det sidste og var fortsat aktivt engageret i vejledning af studerende. Endvidere arbejdede John med yderligere forbedring af sit undervisningsmateriale, hvilket førte til, at han i 2016 publicerede yderligere en bog, "Fundamental Bioengineering", som giver en detaljeret indsigt i bioreaktionsteknik.

John elskede at undervise, hvilket for mange af os, hans tidligere studerende, betød, at vi, selv mange år efter vi havde forladt DTU, stadig blev eksamineret i de nye spændende opgaver, han konstant udviklede. Jeg har således ved flere lejligheder måtte sætte alt andet til side for at løse en af Johns nyeste opgaver, og det var altid med begejstring, måske mest fra Johns side, at denne skulle diskuteres. Dette viste tydeligt Johns passion for konstant at udvikle undervisningen, men også at han altid stræbte efter perfektion i sit arbejde. Dette følte jeg klart i forbindelse med udarbejdelse af lærebogen "Bioreaction Engineering Principles", som vi skrev sammen, og som vi senere har opdateret to gange. Fundamentet til denne lærebog, og mange eksempler i bogen, udviklede vi over flere år, blandt andet i forbindelse med undervisning på DTU og i de ovennævnte sommerskoler. Det var altid fornøjeligt, men også tidskrævende, at diskutere forskellige vinkler på de eksempler og opgaver, der endte i bogen.

Han sagde tit til mig, at han fik energi af at arbejde med unge mennesker og at han fik sine ideer igennem samarbejde med dem. Vi, hans studerende, lærte dog utrolig meget, hvilket er godt illustreret af den succes, mange af Johns tidligere studerende har haft i deres karriere. Det var dog ikke kun som underviser, at vi følte Johns omsorg for os. Mange minder om sociale sammenkomster i hans hjem, og i mange tilfælde udviklede lærer-studerende-forholdet sig til nære venskaber, som kunne involvere bridge eller skak, eller blot hyggeligt socialt samvær.

John har, ikke overraskende, modtaget en række hædersbevisninger for hans forskning. I 1992 modtog han Villum Kann Rasmussens Årslegat og han har også modtaget Julius Thomsens Guldmedalje fra DTU. Han er udnævnt til æresdoktor ved Åbo Akademi (Finland), Chalmers tekniska Högskola (Sverige) og Universidad Autonoma Metropolitana (Mexico). Han kunne derfor betegne sig som dr.h.c.mult., hvilket han, ganske berettiget, var utrolig stolt af. I 1979 blev han udpeget som medlem af ATV og i 2003 blev han udpeget som medlem af det slovenske videnskabsakademi.

Professor John Villadsen har en meget stor ære for, at uddannelse og forskning i bioteknologi, kemiteknik og biokemiteknik står så stærkt i Danmark, som det gør. Hans bidrag har været utroligt afgørende for den vækst, den danske bioteknologiske industri har kunnet undergå. Han vil altid blive husket for dette og jeg vil savne hans fantastiske personlighed, hans varme væsen, hans enorme viden og hans videnskabelige kreativitet. Jeg takker ham dybt for vores mange år sammen.

Æret være hans minde.

Jens Nielsen, BioInnovation Institute

John Villads Villadsen

Nære kolleger og venner mindes her John Villadsen som en stor personlighed, en god ven, en kilde til inspiration, en gentleman og en trofast støtte.

Carl Erik Møller:

Jeg lærte John at kende i foråret 1973, hvor jeg fulgte kurset i matematiske modeller for kemiske systemer (3661). John var en meget inspirerende forelæser, som på en måde "tryllebandt" os studerende. Man fik et klart indtryk af, at John nærmest tog sin undervisning som et kald. Jeg kom lidt tættere på John, da vi fandt ud af, at vi begge spillede turneringsskak - John i Søllerød og jeg i Lyngby Virum Skakklub. John havde et skakspil opstillet i laboratoriet og der blev brugt tid på analyser, når vi havde haft spændende partier i klubberne.

Det var helt naturligt for mig også at følge Johns videregående kursus i matematiske modeller (3662). I dette kursus skulle vi studerende lave en afløsningsopgave, og jeg fik min "daglige" gang på instituttet for Kemiteknik. For at inspirere os studerende forærede John os et eksemplar af hans doktorafhandling "Selected Approximation Methods for Chemical Engineering Problems". Jeg fortsatte med TKØ og eksamensprojekt på instituttet. Vores interessefællesskab fortsatte ud over det faglige - nu også med bridge, hvor jeg nok var en af de første studerende, som var til bridge i Johns hjem.

I efteråret 1974 spurgte John mig en dag, om jeg kunne tænke mig at blive ph.d.-studerende hos ham. Jeg blev meget beæret - tænk, at John kunne se for sig at få mig som ph.d.-studerende. Den måde John spurgte mig på, efterlod ingen tvivl om, at det skulle jeg. John havde læst, at nogle japanske forskere havde påvist, at flydende indium og zink katalyserede dehydrogenering af alkoholer til aldehyder/ketoner. Med Johns og Hans Livbjergs forskning i SLP-katalysatorer, var ideen nu, om man kunne dispergere et flydende metal i en fast porøs bærer.

Jeg startede arbejdet i januar 1975 (selv om bevillingen først gik igennem hos STVF et par uger senere). Vores samarbejde og venskab udviklede sig; vi kunne stadigvæk bruge lidt tid på skak, og jeg begyndte også at komme med som substitut i Ingeniørforeningens bridgeklub, hvor vi inden bridgen kunne besøge Johns mor på Frederiksberg. Det faglige var naturligvis altid i centrum med mange teknisk/teoretiske drøftelser. I foråret 1977 lykkedes det at fremstille en katalysatorpille, hvor det flydende indium forblev dispergeret i bærer materialet (MgO). Katalysatoren viste uhørt høj aktivitet og selektiviteten cirka 100 procent. Stemningen i vores lille forskningsgruppe var tårnhøj. De



John Villadsen i 2019 sammen med CEO for Novozymes Peder Holk Nielsen (tv.) og CEO for Bill Jens Nielsen (th.) i forbindelse med prisoverrækkelse af Novozymes "Award for Excellence in Chemical and Biochemical Engineering in honor of John Villadsen" til professor Jim Liao, præsident for Academia Sinica.

sidste måneder af mit arbejde gik nu med at afprøve så meget som muligt (varierte temperatur, reaktorflow og "langtidstest").

I juni 1977 gav John udtryk for, at vi skulle patentere katalysatoren. Det kunne man gøre dengang - men som privatpersoner. Vi havde lidt travlt, da jeg var blevet ansat i en privat virksomhed i august 1977. Vi brugte lidt af vore "sparepenge" til at få Patentdirektoratet til at foretage en nyhedsvurdering af vores opfindelse. Vi skrev selv patentansøgningen (der var ikke råd til at købe mere professionel hjælp), og i sidste halvdel af juli i 1977 var John, Hans Livbjerg og undertegnede inde og aflevere vores patentansøgning, hvor vi fik ophavsret - det var en stor dag. John havde kontakt til Teknologisk Instituts Opfinderkontor, og forhandlede i august en økonomisk støtte til patentering i de store OECD-lande (støtten skulle betales tilbage, hvis vi på et tidspunkt fik patentet solgt). John havde også fået knyttet en ny ph.d.-studerende (Jens Henrik Eilertsen) til projektet fra 1. august 1977.

I begyndelsen af 1978 blev vi klar over, at det var meget vanskeligt at drive patenteringssager og salgsarbejde som privatpersoner, og vi oprettede et anpartsselskab - Dancat Research ApS - patentet blev indskudt som ansvarlig kapital. Vi var nu fire anpartshavere. I 1980 havde vi fået patent i USA, og i begyndelsen af 1981 blev patentet solgt for et betragteligt engangsbeløb til den hollandske DSM-koncern. John fortsatte med at udføre konsulentarbejde for eksterne kunder i Dancat-regi og selskabet virkede i mange år, indtil det blev afviklet i 2011. Selskabet var et naturligt samlingspunkt for os, men mine personlige relationer til John udviklede sig også. Jeg kan blandt andet nævne, at John stod fadder, da min yngste datter blev døbt i 1985.

Vi har igennem alle årene haft tætte sociale relationer, men en god bridge på turneringsplan var altid et af højdepunkterne for os. Jeg deltog i John og Kirstens bryllup, ligesom John og Kirsten var de første, der besøgte os i Malaysia i september 1996 (hvor jeg arbejdede i cirka tre år).

John inviterede mig med, dengang han fik overrakt Villum Kann Rasmussen Prisen (1992) og senest da han i 2015 fik den ny indstiftede Novozymes Pris. Jeg var stolt på Johns vegne, og det var en ære at deltage.

Vi har med vore ægtefæller holdt nytårsaften sammen i de

seneste mange år. John holdt en spændende tale i juni i år, da jeg fejrede min 70-års fødselsdag. Her fremhævede John betydningen af forskning og hvordan tæt og udfordrende samarbejde mellem mennesker skaber resultater.

Peder Holk Nielsen:

"Kunne man ikke forestille sig..." var ofte indledningen på et spørgsmål fra John, efter han havde tændt en pipe med den karakteristiske søde tobak i det lille kontor på Institut for Kemiteknik. Det var sådan, John konstant udfordrede grænserne for den forskning, som han bedrev på instituttet. Det var spændende at være med i, selv om svaret på spørgsmålet ofte gav mig som specialestuderende og senere licentiatstuderende en del arbejde, fordi man nemt forestiller sig sammenhænge; noget andet er at eftervise dem.

Som de fleste andre kemiingeniører fra midten af 60'erne til slutningen af 00'erne mødte jeg John første gang som underviser i reaktionslære. Det var i 1979. Han kunne tale begejstret, ja næsten passioneret om CSTR (Continuous Stirred Tank Reactors) og det smittede af på de fleste. Mit speciale og licentiatprojekt hos John havde forskellige titler, men kernen var den samme: At bruge ortogonal kollokation og DTU's mainframe computer til at simulere dynamiske systemer, som er styret af et sæt koblede 2. ordens differentiaalligninger, som hver for sig beskriver diffusion, absorption, varmetransport og reaktion.

Det var en fornøjelse og en ære at arbejde sammen med John. Der var høje krav, og der blev skubbet på for at afprøve nye ting, men John gav også masser af inspiration og omsorg, når problemerne syntes uløselige. For mig var John en rollemodel. Ud over at kunne sit stof, var han meget vidende om næsten alt; en dygtig pædagog og han konverserede elegant på alle de europæiske hovedsprog, så der var meget at se op til.

Jeg husker også med stor glæde de mange ture, John organiserede for sine studerende. Fisketurene på båden fra Vedbæk og rejserne rundt i Europa til kongresser og studieopgaver i Johns Volvo. Der var altid både plads og rum.

I Novo kom jeg til at arbejde sammen med mange af Johns dygtige tidligere studerende og det blev klart for mig, at en stor del af værdierne i Novo blev skabt ved at praktisere den konkrete viden, John havde viderebragt. Men man hørte også et "kunne man ikke forestille sig..." til møderne. Det var derfor en stor glæde at indstifte "Novozymes Award for Excellence in Biomedical and Chemical Engineering" og give den første pris til John i 2015. De efterfølgende årlige priser er givet i hans navn og til hans ære.

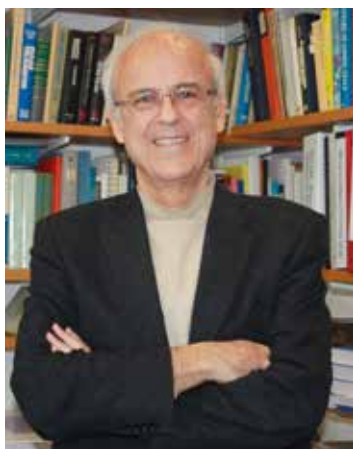
John fortsatte med at skrive lærebøger og artikler til det allersidste. Det var meget inspirerende. I en note til mig i hans sidste bog sluttede John med: "Med megen glæde og en stor portion stolthed". Glæde ved at skrive (og forske) og stolthed over at kunne.

Professor John Villadsen var en af de helt store i international kemiingeniørvidenskab. Han nåede i sin lange karriere at give både den klassiske proceskemi og bioteknologien nye metoder og erkendelser. Han efterlader sig et stort tomrum, men også hundredvis af elever som nød godt af Johns pædagogiske evner og indsigt.

Gregory Stephanopoulos:

Few scholars in the history of Chemical Engineering can claim the transformative influence that John Villadsen had in advancing Biochemical Engineering in Scandinavia and globally, after undergoing himself an equally dramatic transformation from chemical reaction engineering scholar to champion of biochemical engineering science. During his Wisconsin years John

assimilated and contributed to the development of the principles of chemical engineering science as the foundation of the chemical technologies of the petrochemical, polymerization, food and material industries. Spearheaded by the Minnesota-Wisconsin schools, chemical engineering science proved its



Lærebogsforfatter og forskningskollega Gregory Stephanopoulos, MIT professor (Willard Henry Dow Professor in Chemical Engineering).

value through its application to other emerging disciplines, as it was at the time the discipline of biochemical engineering.

John saw the immense potential of the recombinant revolution for developing new biological industries for the production of most products hereto in the realm of chemistry and worked hard in establishing the foundations of this emerging engineering discipline. His love of fundamentals characterized his teaching and research and was expressed by his insistence for replacing the empiricism of biological processes with the scientific

rigor recently applied to chemical processes. This philosophy defined his work after returning to Denmark and his legacy as prominent biochemical engineer internationally.

I met John at Caltech where I was an Assistant Professor when John was Adjunct Professor at the University of Houston. Personal business brought him frequently to California which gave us the opportunity to engage in many illuminating discussions where we brainstormed on the most effective approaches for transferring the chemical engineering paradigm to biological systems. These interactions cemented a life-long friendship that extended to many of his students upon his return to Denmark.

John was very proud of his contribution to establishing DTU as a global hub of biotechnology. He was unyielding in his determination to understand biological processes from a fundamental point of view and see the same principles applied for a useful purpose. Equally strong was his conviction that fundamental knowledge should be broadly shared as he strived to do through his connections with many developing countries. John was indeed a renaissance man and true gentleman who marked the lives of many people and will be remembered fondly by his relatives, students and friends.

Thomas Grotkjær, Kristian Krogh og Mikkel Nordkvist: Kemiingeniør og professor John Villads Villadsen døde den 22. juli 2021, 85 år gammel. John faldt sammen, mens han analyserede et parti skak, og senere samme dag sluttede et ekstraordinært liv på fredelig vis. Det var på den måde, John ville forlade livet; husket som en person med sine fulde intellektuelle evner til det sidste. På sæt og vis var det også sigende for Johns liv, at hans sidste gerning var analysen af et spil skak.

Alle tre forfattere var kemiingeniørstuderende på DTU og siden ph.d.-studerende på Center for Process Biotechnology, og to af os havde fornøjelsen af at spille netop skak med John. Typisk blev der sendt et par træk afsted per dag via telefon eller e-mail og efter store overvejelser af næste træk. Det stoppede dog, da John mente, at vi brugte for lang tid på det. Sandheden var nok, at den, som brugte mest tid på det, var John, som var ubønhørlig i sin analyse, inden næste træk blev sendt afsted.

Det var et karaktertræk for John, at når han blev opslugt af en problemstilling - om det var et matematisk problem, en bioteknologisk problemstilling eller for den sags skyld et parti skak - så arbejdede han ubønhørligt og meget koncentreret på at finde den bedste løsning eller det bedste træk.

Det var også karakteristisk for John, at han virkelig interesserede sig for sine studerende og satte pris på at tilbringe tid sammen med dem og deres familier. John var en strålende forsker med et imponerende CV, men spurgte man ham, hvad der var hans største bedrift, så var det uddannelsen af nye generationer af kemiingeniører, og det at se dem lykkes med deres forskning og deres videre forehavende.

Johns interesse for de studerende kom til udtryk ved, at John delte kontor med en række ph.d.-studerende, og to af forfatterne havde fornøjelsen af at dele kontor med John. Dette betød selvsagt også, at vi blev involveret i, hvad John var optaget af; om det var udarbejdelsen af den næste udgave af lærebogen "Bioreaction Engineering Principles", gennemregning af eksamensopgaver i faget "Bioindustriel reaktionsteknik" eller ved computersimulering at udregne, hvor mange tipskuponer med 12 kampe, man mindst skal tippe for at være sikker på at have en kupon uden nogen rigtige. Det sidste var et problem fra bagsiden af Ingeniøren, som John havde sat sig for at løse, og han helmede ikke, før han sammen med sin hustru fætter, som var professor i matematik, var kommet tættere på en løsning end nogen tidligere.

John var en meget inspirerende underviser, og igennem tiden overbeviste han mange studerende om, hvorfor og hvordan kemiteknik skulle spille en rolle inden for bioteknologi. John underviste ikke kun i teknikens principper; han var kendt for at have stærke meninger om, hvad der var gode ideer, og bestemt også om "irrelevante ideer uden håb"! Der var mange øjenåbnere, og vi studerende blev indprentet, at det var nødvendigt at have en klar holdning til vores ideer og løsninger. Johns argumenter blev altid bakket op af en stærk kvantitativ tilgang, industrielt relevante eksempler og talrige øvelser, der ofte var svære at løse. Som John sagde: Man lærer ikke ved at løse standardproblemer. Vi er mange, som nu forstår pointen!

I løbet af vores tid som ph.d.-studerende kom vi om på den anden side af bordet til de mange kurser, som John gav både i udlandet og i Danmark. Vi kunne ved selvsyn konstatere, at de mange opgaver og lærebøger havde krævet en enorm indsats fra Johns side, og entusiasmen for at undervise studerende varede ved lige til det sidste. John blev engang høfligt introduceret ved et ph.d.-kursus i Thailand, baseret på hans meget lange CV. Efter et stykke tid virkede John lidt urolig, og bagefter spurgte værten, om John var irriteret eller endda vred. Slet ikke - han ville gerne i gang med undervisningen, og vi var allerede halvvejs i modul et! John ville sikre sig, at eleverne havde tilstrækkelig tid til at lære; kurset handlede ikke om ham.

Tiden som ph.d.-studerende betød også, at vi fik en chance for at lære John at kende privat. John satte pris på god mad og vin, og det var altid rart at tilbringe tid med John og hans dejlige hustru Kirsten i Nordsjælland eller hos en af os. John kunne fortælle talrige historier fra sin barndom i København under 2. verdenskrig til, hvad der skal til for at sælge spraytørringsudstyr i Sydamerika og overbevise danske politikere om at tage affære. John var en sand akademiker, men der var så meget mere at tilføje.

John er ikke her mere, men hans akademiske arv og store personlighed vil forblive i lang tid fremover. Vi er mange, der skylder ham meget for hans bidrag til ingeniørvidenskaben og ikke mindst vores egen udvikling.

Æret være hans minde.

Redox flow-batterier til energilagring

Projektet "DanKoBat" har til formål at udvikle en fremtidig generation af billige stationære redox flow-batterier til lagring af vedvarende elektricitet, der vil reducere omkostningerne ved ellagring.

Af Kobra Azizi¹, Dirk Henkensmeier²,
Søren Primdahl¹ og Hans Aage Hjuler¹

¹ Blue World Technologies

² Center for Hydrogen-Fuel Cell Research,
Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, Korea

I kampen mod klimaforandringer er grøn energi en vigtig spiller for at kunne tilbyde renere alternativer til nutidens energikilder [1]. Den hurtigvoksende produktion af vedvarende energikilder har ledt til en stor efterspørgsel for at udvikle storskala energilagring af elektricitet [2]. Energilagring af elektricitet understøtter en effektiv drift af forsyningsnettet, som reducerer sandsynligheden for strømafbrydelser under spidsbelastning og

giver mulighed for at implementere flere vedvarende energikilder. Desuden kan den øgede kapacitet som ellagringen mindsker behovet for at bygge yderligere kraftværker eller transmissions- og distributionsinfrastruktur [3]. Lithium-ion (Li-ion) teknologi og vanadium redox flow-batterier (VRFB) er de mest populære teknologier inden for storskala energilagringssystemer.

Hvad er vanadium redox flow-batterier (VRFB)?

Et VRFB er en vigtig løsning til de udfordringer, der er verden over med lagring af elektricitet. Et VRFB består af to tanke, som er fyldt med vanadiumsalt, der opløses i en vandbaseret elektrolytvæske og en central elektrokemisk enhed kaldet en stak. Stakken er komprimeret til at bestå af adskillige batteri-

VISIONS IN CHEMISTRY

THE TORKIL HOLM SYMPOSIUM 2022

Copenhagen, Jan. 28-29, 2022

World Class Speakers

(in first name alphabetical order)

Professor	Belén Martin-Matute	University of Stockholm
Chair Professor	Ben Zhong Tang	Hong Kong University of Science
Professor	Floyd Romesberg	Sanofi, CA
Professor	Frank Glorius	Westfälische Wilhelms Universität, Münster
Professor, Dr.	Hendrik Dietz	Technische Universität München
Professor	Hiroaki Suga	Univ. of Tokyo, Dept. of Chemistry
Professor	Karl Anker Jørgensen	Aarhus University, Chemistry
Professor	Lee Cronin	Univ. of Glasgow, School of Chemistry
Professor	Ryan Shenvi	Scripps, San Diego, California
Director, Ph.D.	Shalini Andersson	Astra Zeneca, Göteborg
Professor	Tanja Weil	Max Planck Institut, Mainz

And a lecture by the winner of the Torkil Holm Prize for 2022.

For further information please see atv.dk or contact Symposium Coordinator Mette Gad at thsymposium@atv.dk or at +4551965955



The Symposium Themes

Topics to be presented include: molecular nanotechnology, chemical biology, drug discovery and delivery, organometallic catalysis, molecular bioscience, organic functional systems, and total synthesis of complex target molecules.

The Aim

The aim of the symposium is to bring together world-leading experts from both academia and industry to present a broad range of topics within the field of chemical science.

The Torkil Holm Prize

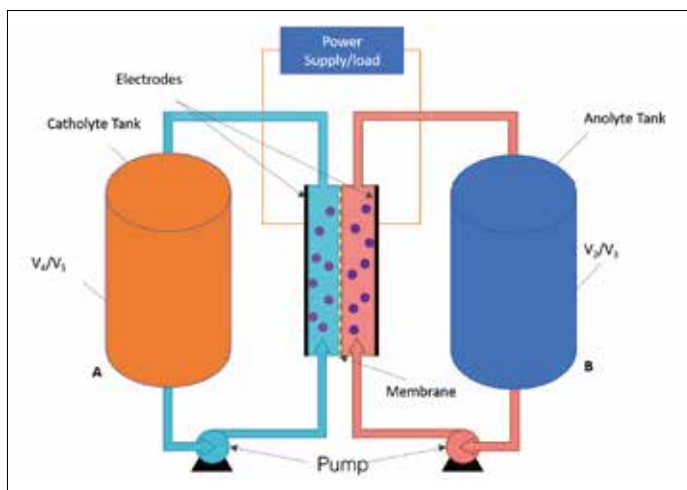
The prize is a personal award presented every second year to a young Danish chemist who has shown an outstanding talent and documented a substantial scientific contribution to his/her field of research and who is expected to continue to improve the scope and quality of Danish chemical research. The award winner will present a lecture.



The Sponsor

The Torkil Holm Symposium "Visions in Chemistry" will take place in Copenhagen thanks to a generous donation from the Torkil Holm Foundation.

The late Dr. Phil. Torkil Holm (1924-2021) was a distinguished researcher in organic chemistry at the Technical University of Denmark.



Vanadium redox flow-batteri.

celler lavet af en polymer membran, to kulstof-baserede elektroder og en grafitpolymer sammensat til en bipolar plade, som forbinder cellerne. Antallet og størrelsen af cellerne afhænger af den ønskede effekt.

Størrelsen på tankene afgør kapaciteten af batteriet. Væsken i de to tanke agerer som et energilagringmateriale, der adskiller katoden (den positive elektrolyt) og anoden (den negative elektrolyt), ligesom i et almindeligt batteri. Katode- og anodeelektrolytterne består i starten af den samme vanadiumsløsning [4].

VRFB'er har lovende egenskaber i forhold til at kunne anvendes som en storskala energilagringseenhed. Det drejer sig blandt andet om separat skalering af strøm og kapacitet, høj effektivitet, hurtig reaktion af input- og outputændringer og mulighed for at vende ubalancer i elektrolytten som følge af crossover og vandtransport ved blot at blande katolyt og anolyt. Desuden er lagringsløsningerne brugt i VRFB ikke brandfarlige, mens adskillige brande i lithium-ion batterisystemer er blevet rapporteret de sidste fem år.

Ny generation af polybenzimidazol (PBI)-baserede membraner

Ved de fleste eksisterende redox flow-batterier er membranen baseret på Nafion eller Fumasep FAP-450 eller andre perfluorerede stoffer, som har adskillige blandt andet miljømæssige ulemper. Et væsentligt problem er den store vandring af vanadium-ioner igennem Nafion-membranen, som resulterer i et energitab (lav coulomb effektivitet), hvilket konstant forringer kapaciteten af batteriet. Derudover er prisen på disse materialer høje grundet fluorkemien i produktionsprocessen,

der udgør 41 procent af VRFB celledstakens pris [5]. Derudover er miljøproblemer med perfluorerede stoffer blevet en stor bekymring de seneste år, og adskillige tiltag er igangsat for at finde en membran til RFB'er, der ikke er fluoreret.

Polybenzimidazol (PBI) er en kulbrintebaseret polymer, der er produceret og solgt som en membran til højtemperatur polymerelektrolytbrændselsceller (HTMPEM) i mere end 20 år. Polybenzimidazol har en høj kemisk stabilitet i VRFB'ers oxidative miljø og udviser meget lav vanadiumgennemtrængelighed [6]. Deres største ulempe er en lav ledningsevne, som kan kompenseres ved at fremstille tynde membraner, som er supporteret af andre materialer og optimering af membranbehandling [7].

"DanKoBat"

I starten af 2021 har et langvarigt bånd mellem danske institutioner og det koreanske Institute of Science and Technology (KIST) i Seoul ført til et unikt samarbejde kaldet "DanKoBat". Projektet har modtaget støtte fra den danske og koreanske regering igennem EUREKA-netværket, EUDP og Innovationsfonden (IFD). Danske projektpartnere inkluderer Blue World Technologies, Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og Aarhus Universitet (AU) fra Danmark, KIST samt flow batteriproducenten Standard Energy fra Korea.

"DanKoBat" arbejder sig hen imod at udvikle en ny generation af PBI-baserede membraner [8], som er fri for fluorholdige polymerer til brug i VRFB'er. "DanKoBats" mål er at udvikle en fremtidig generation af billige stationære redox flow-batterier til lagring af vedvarende elektricitet, der vil reducere omkostningerne ved ellagring og dermed skabe et kommercielt gennembrud for VRFB'er som en grøn energiteknologi.

E-mail:

Hans Aage Hjuler: hah@blue.world

Referencer

1. D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M.D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini, *Energy Strategy Reviews*, **2019**, 24, 38.
2. World Nuclear Association, *Electricity and Energy Storage*, December 2020.
3. United States Environmental Protection Agency (EPA), *Energy and the Environment*.
4. M. Al-Yasiri, J. Park, *Applied Energy*, **2018**, 222, 530.
5. Z. Yuan, X. Li, Y. Zhao, H. Zhang, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2015**, 7, 19446.
6. C. Noh, M. Jung, D. Henkensmeier, S.W. Nam, Y. Kwon, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2017, 9, 36799.
7. C. Noh, D. Serhiichuk, M. Najibah, Y. Kwon, D. Henkensmeier, *Chem. Eng. J.*, 2021, 405, 126574.
8. Jacobus C. Duburg, Kobra Azizi, Søren Primdahl, Hans Aage Hjuler, Elena Zanzola, Thomas J. Schmidt and Lorenz Gubler, *Molecules* 2021, 26, 1679.



PBI membranproduktion hos Blue World Technologies.



a) Redox flow batteri-setup hos Blue World Technologies, b) Cellesamlingsekvens, c) Størmforsyning.



Metrohm Procesanalyse

Brugertilpasset online overvågning af industrielle processer

- ✓ Stor fleksibilitet: modulær opbygning.
- ✓ Mange mulige analysemetoder: titrering, ionkromatografi, spektroskopi og voltametri.
- ✓ Komplette løsninger: prøveforberedelse, ledninger, interface til PLC og evt. ATEX certificering.



RAMAN

– RÅVAREKONTROL & ID

- ✓ **Hurtige og pålidelige resultater:**
Pålidelig identifikation og verifikation af materialer på kun 15 sekunder.
- ✓ **Håndtering med én hånd:**
Lille, batteridrevet, Raman letvægts-spektrometer
- ✓ **Unik ORS (Orbital Raster Scan) teknologi**
til præcise, reproducérbare og pålidelige resultater
- ✓ **20.000 forskellige stoffer**
Vores bibliotek opdateres løbende, så du altid kan identificere materialer på stedet.

Fuldendt LabDays

Den 15.-16. september stod 50 udstillere klar til at præsentere deres produkter på LabDays 2021, der blev afholdt i Aarhus.



Kim Segelcke og Ole Stender Nielsen fra Danmarks Nationale Metrologiinstitut præsenterede blandt andet akkrediteret kalibrering af pH-metre.



Af Hanne Christine Bertram,
hcb@techmedia.dk

Atmosfæren var helt i top og der var god stemning, da LabDays kunne åbne dørene for dette års messe. Et pænt flow af besøgende lagde vejen forbi messen over de to dage, og sammenlagt tiltrak messen over 1.200 besøgende. På messen kunne de besøgende opleve oplagte udstillere, der engageret præsenterede og forklarede deres produkter og nyheder. Fra udstillerne lyder meldingerne også, og at det har været en god og udbytterig messe.

På vej ud af coronaens skygge og i bæredygtighedens tegn

Både corona og bæredygtighed satte i en vis grad præg på LabDays 2021-messen. En af de laboratorievarer, der blandt andet har været mangel på under corona, er pipettespidser, og derfor havde mange udstillere måske symbolsk valgt at have laboratorieforbrugsvarer såsom pipettespidser med på deres udstilling. Ligeledes gav udstillerne udtryk for, at det seneste år har været anderledes, fordi der opstod mangel på laboratorievarer under corona. Corona fik dog langt fra lov til at tage al fokus på messen.

Man kunne således ikke undgå at bemærke, at et omdrejningspunkt på messen var bæredygtighed. Firmaet Saveen Werner havde for eksempel valgt at præsentere flere nye, bæredygtige produkter på deres stand. Blandt de nye produkter kunne man blandt andet finde PCR-plader fremstillet af biokomposit og bæredygtige løsninger til køling af prøver, der ikke kræver is.

- Mens laboratorieprodukter fremstillet af biokomposit måske ikke kan konkurrere på prisen i dag, må man forvente, at bæredygtige laboratorieforbrugsvarer i fremtiden vil prioriteres i overensstemmelse med, at virksomheder og organisationers klimapolitik skal effektueres over hele linjen, forklarede Vivi Brammer.

LabDays 2021 bød også på et fagligt program, hvor udvalgte udstillere præsenterede produktnyheder og gav gode råd med på vejen, ligesom der var paneldebat arrangeret af Dansk Laborant Forening.

Bisco Weighing Solutions præsenterede mange forskellige typer af vægte. Her er produktchef Marianne Bring ved at demonstrere nyt udstyr, der kan måle højde, vægt og kropssammensætning.



Magnus Malling Pedersen stod klar til at rådgive om Amplicons enzymløsninger til PCR-analyser.



Produktchef Kim Stjerne fra Biolab A/S fremviste nyt dynamic light scattering udstyr til måling af blandt andet partikelstørrelsesfordeling.



Saveen Werner præsenterede bæredygtige PCR-plader fremstillet af biokomposit.



Tanja Peters fra Molecular Devices præsenterede blandt andet konfokal udstyr til anvendelse på mikrotiterbrønde.

Hold styr på viskositeten ved produktion af komplekse væsker

Med et nyudviklet måleinstrument kan kontrol af viskositet automatiseres.



Af Anders L. Østergård og Fridolin Okkels, Fluidan ApS

Hvor svært kan det være? Ret svært, faktisk! I malingproduktion må 10-60 procent af de producerede batches efterjusteres, fordi viskositeten ikke rammer plet i første forsøg. Ved kontinuert produktion af sæber og vaskemidler kan fabrikken lave mange tons, som ikke holder specifikationen, før processen bliver justeret ind - og i situationer med hyppige skift af recept, når man dårligt at få processen under kontrol, før den næste skal i gang.

Roden til problemet er variationer i

råvarer og procesforhold, som kan føre til uventede viskositetsudsving, selv om man følger præcist den samme recept som sidst. Og når den eneste måde man kan måle viskositeten på, er ved at udtage en prøve og hver gang bruge 15-90 minutter på at måle på offline-instrumenter, så kan man ikke etablere et effektivt kontrol-loop, hvor udsving hurtigt bliver opdaget og bragt under kontrol. Vi har udviklet et procesreometer (RheoStream), som åbner for helt nye kontrolmuligheder, da det fuldautomatisk måler produktets viskositet hvert 1-3 minut og videregiver måleværdien til fabrikens kontrolsystem.

Automatisk kapillarreometer til ikke-newtonske væsker

Der findes mange rigtig gode inline viskosimetre, som opfylder vigtige funktioner ved proceskontrol. Imidlertid er de bedst egnede til måling af newtonske væsker, som er kendetegnet ved, at viskositeten ikke varierer ved en ændring af forskydningshastigheden (shear rate). For mange tykke væsker (for eksempel maling) ændrer viskositeten sig med forskydningshastigheden. Viskositeten afhænger også af væskens temperatur (typisk 2-5 procent per °C), og da både den lokale forskydningshastighed og temperaturen kan variere omkring



Det nye kapillarreometer installeret i en malingfabrik.

det punkt, hvor et procesviskosimeter er installeret, vil sådan et instrument ikke måle væsken ved de standardbetingelser, som ligger til grund for produktspecifikationen.

I denne artikel fokuseres på måling af ikke-newtonske væsker, som er forskydningsfortyndende (shear thinning). For eksempel kan viskositeten af en maling være omkring 20 Pa·s ved en forskydningshastighed på 1 s⁻¹, men kun 0,1 Pa·s ved en forskydningshastighed på 1.000 s⁻¹.

Viskositet er en kritisk kvalitetsparameter for maling, og skal derfor kontrolleres for hver eneste batch. Der findes ingen procesinstrumenter, som måler maling-viskositet pålideligt, og derfor er industrien henvist til at lave manuelle målinger på prøver udtaget fra produktionen. Nogle fabrikker bruger meget simple målemetoder lokalt på fabriksgulvet, mens andre tager prøverne med på QC-laboratoriet og bruger egentlige reometre med god kontrol over temperatur og forskydningshastigheder. Med RheoStream stiles der mod at løse disse udfordringer, og dermed at gøre reologi

til en procesparameter, som kan kontrolleres og reguleres automatisk.

RheoStream er et fuldautomatisk kapillarreometer, som installeres på en stander tæt ved den tank eller det rør, hvor væsken skal måles (figur 1). Væsken flyder ind i instrumentet, som dermed kan overtage kontrollen af både forskydningshastighed og temperatur.

Kernen i reometeret er et kapillarrør med en differenstrykmåling. Viskositeten bestemmes som:

$$\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} \quad (1)$$

hvor η er viskositeten, σ er forskydningsspændingen og $\dot{\gamma}$ er forskydningshastigheden.

Forskydningsspændingen er proportional med det målte differenstryk. Forskydningshastigheden afhænger af væskens flydehastighed gennem kapillarrøret.

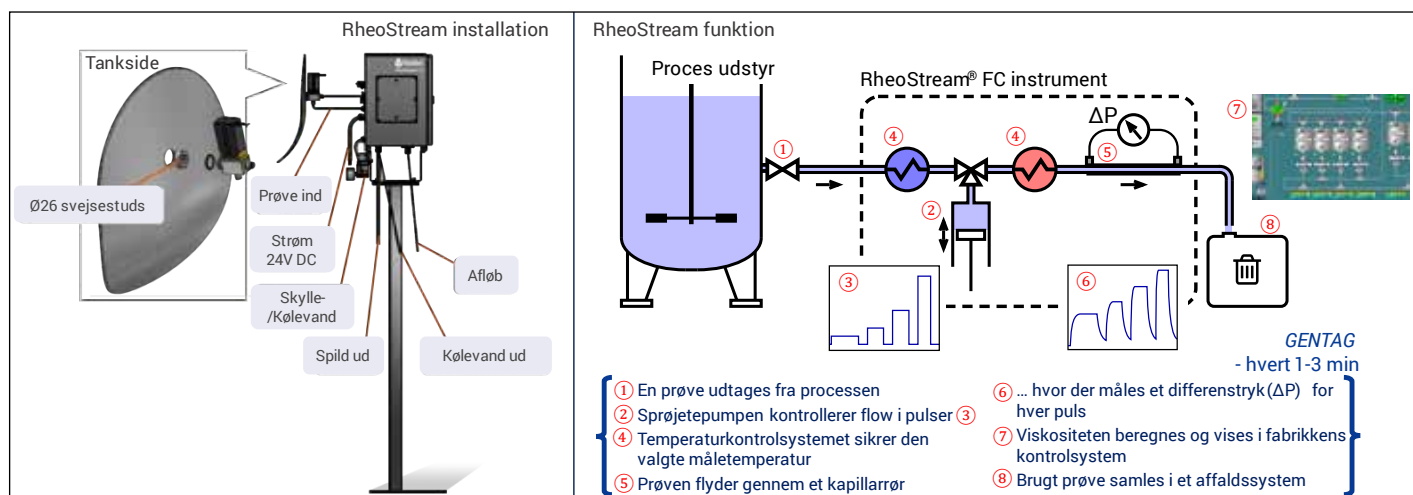
I RheoStream kontrolleres flydehastigheden af en sprøjtepumpe, og ved at variere pumpehastigheden kan målingen

omfatte et spænd af forskydningshastigheder. For eksempel er malingproducenter interesserede i viskositeten ved en lav forskydningshastighed (for eksempel under 10 s⁻¹), som er karakteristisk for lagring og langsom omrøring, og de er ofte også interesserede i viskositeten ved for eksempel 1.000 s⁻¹, som repræsenterer påføring med pensel eller rulle (figur 2, side 18). Instrumentet bliver derfor programmeret til at pumpe væsken gennem kapillarrøret i en sekvens af flydehastigheder, som dækker det spænd af forskydningshastigheder, som den enkelte bruger har behov for at analysere.

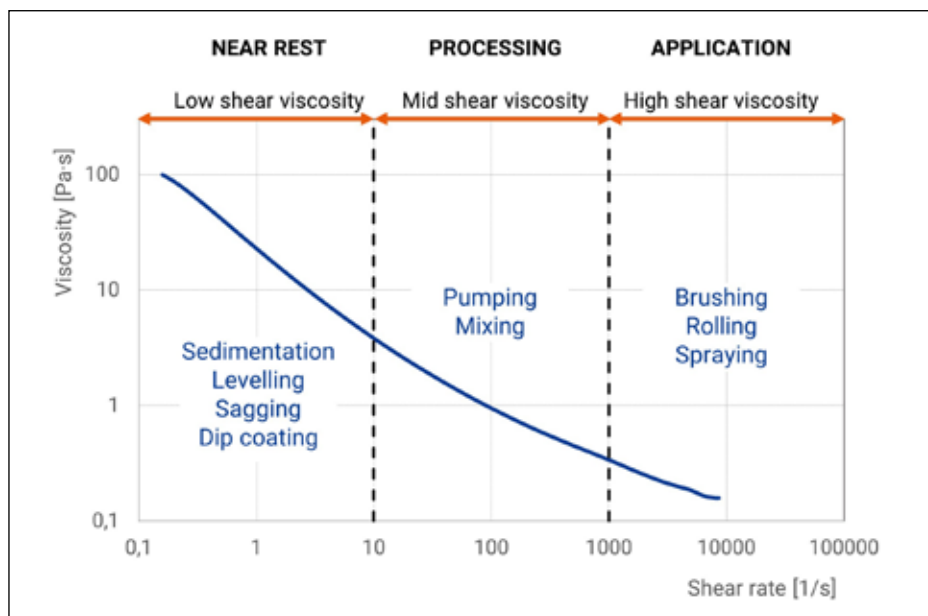
Måling af klæbemiddel i en kontinuert produktionsproces

En større producent af "hvid lim" opløser polyvinylalkohol (PVOH) i en kontinuert proces, som typisk holdes i gang i dage eller uger, herunder med flere skift af råvarebatch og leverandør. Producenten udtager i dag prøver cirka hver time, og de analyseres manuelt på QC-laboratoriet med et standard Brookfield viskosimeter. Der går typisk 45 minutter fra en prøve udtages, til resultatet foreligger, og der produceres flere tons i denne periode. Med RheoStream installeret måles viskositeten hvert 3. minut ved den ønskede forskydningshastighed. Den friske opløsning af PVOH er 60-70°C, når den suges ind i instrumentet, hvor et kølesystem sørger for, at temperaturen holdes på de ønskede 20±0,5°C. Figur 3, side 18, viser et forløb på cirka 2½ døgn (med enkelte stop).

Der ses generelt en god overensstemmelse med QC-metoden, som dog viser lidt større udsving, som tilskrives den manuelle håndtering af prøven og målingen, herunder at tiden fra prøveudtag til måling varierer en del. I den viste måleperiode var kapillarreometeret programmeret til at foretage en grundig



Figur 1. Sådan fungerer RheoStream.



Figur 2. Viskositet af maling og sammenhæng mellem typiske håndteringer og forhold omkring malingen og shear rate (forskydnings hastighed).

selv-skylning hvert 90. minut. Det giver korte ophold i den ellers kontinuerede strøm af viskositetsdata fra instrumentet (ses som stiplede linje uden x'er). Med det nye reometer kan producenten nu undgå de hyppige ture til QC-laboratoriet; de undgår at færdes i produktionsområdet, som er ATEX-zone (mulig eksplosionsfare), og først og fremmest opnår de at have nær-realtids information om viskositeten, så de kan justere opløsningsprocessen automatisk.

Måling af maling i en batchproces

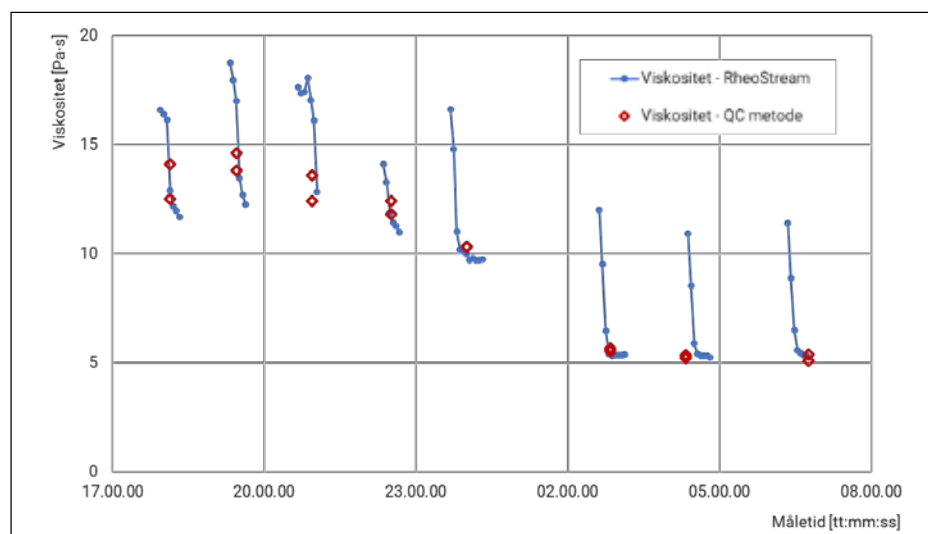
Batchproduktion af maling foregår ved sekventiel tilsætning af råvarerne i en blandetank. Viskositeten kontrolleres ved måling af samples bragt til QC-laboratoriet, når malingen er færdigblandet og er overført til en lagertank. RheoStream kan løbende monitorere viskositeten og kan dermed tillade operatørerne eller kontrolsystemet at færdigjustere batchens viskositet under de sidste tilsætninger af råvarer, hvor-

ved en efterfølgende, længerevarende justeringsproces af reologien helt kan undlades. Et eksempel er vist i figur 4 med målinger fra en testinstallation hos en international malingproducent.

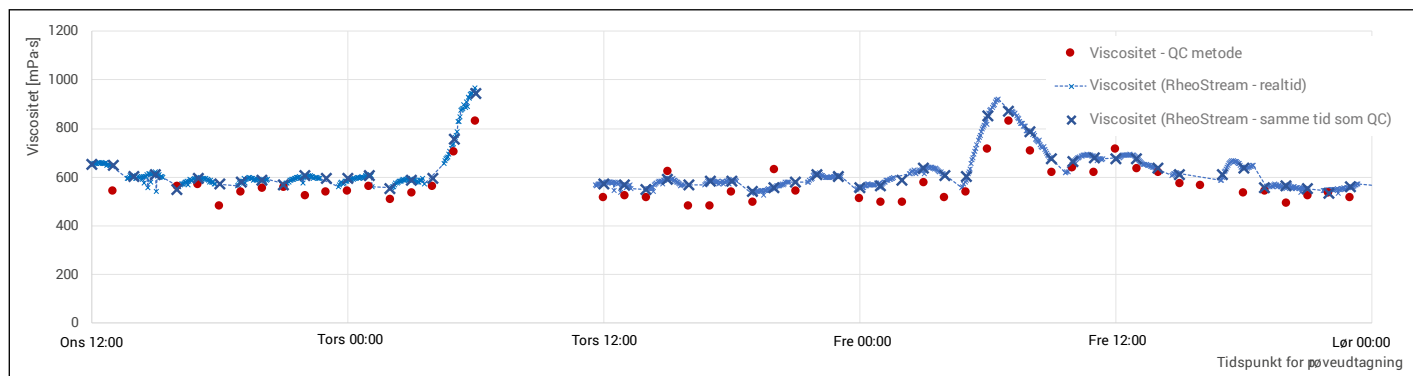
Her er reometeret installeret på en

blandingstank, hvor den følger ændringerne i viskositeten, mens de sidste ingredienser tilsættes undervejs i den afsluttende fortyndingsproces (blå serie). Malingproducentens egne viskositetsmålinger (dubletter) udtaget på cirka samme tid er tilføjet (røde romber). De målte viskositeter kan også erstatte manuelt målte QC-viskositeter. I eksemplet i figur 5 er instrumentet installeret i forbindelse med et recirkuleringssystem hos en anden malingproducent, hvorved viskositeterne fra indholdet i de tilknyttede blandetanke kan måles. Figuren viser målinger af en række forskellige batches med RheoStream-målingerne på den lodrette akse, sammenlignet med den nuværende manuelle QC-metode på den vandrette akse. Data på grafen stammer fra måling under produktion af 14 forskellige typer af maling.

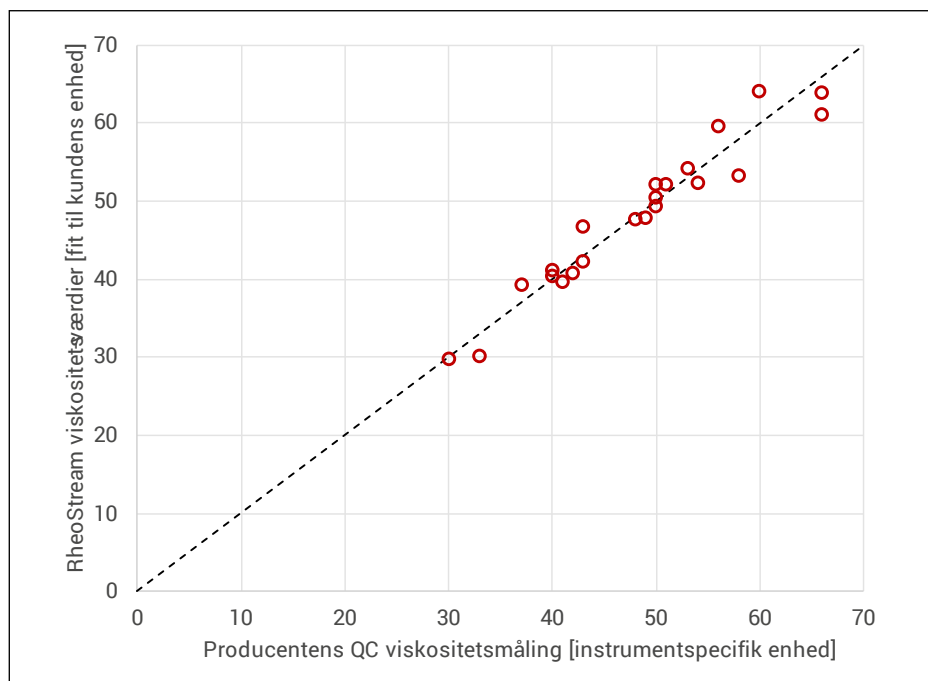
Den gode overensstemmelse viser, hvordan det nye reometer kan måle pålidelige viskositetsværdier over en stor gruppe forskellige malinger, og gør det muligt for producenten at erstatte den tidskrævende manuelle procedure og efterfølgende manuelle justering af viskositeten med en fuldautomatisk og langt hurtigere procedure. På DTU har The



Figur 4. Viskositeten af maling i den afsluttende fortyndingsfase. 8 batches.



Figur 3. Kontinueret viskositetsmåling i klæbemiddelproduktion.



Figur 5. Sammenligning af viskositet af maling målt med manuel QC-metode og med automatisk kapillareometer installeret i processen.

Hempel Foundation Coatings Science and Technology Centre (CoaST), som er en del af Kemiteknik, undersøgt en tidligere prototype af RheoStream. I et ph.d.-projekt blev målinger sammenlignet med laboratorie-reometer-målinger af en række modelmalinger med særligt fokus på tixotrope malinger [1].

Andre anvendelser

Procesviskosimetre anvendes i mange industrier, primært til monitorering af newtonske væsker. Hvis en produktionsvirksomhed i stedet har valgt at udtage prøver

løbende til manuel viskositetskontrol, er det et klart tegn på, at kontrollen af reologi er vigtig, og at normale viskosimetre ikke har været en løsning. Vi har her nævnt klæbemidler og maling som eksempler. Andre processer, som har lignende forhold, er fremstilling af blæk, hudplejeprodukter, flydende vaskemidler og sæber/shampoo samt visse fødevarerprocesser, for eksempel chokolade og ketchup.

E-mail:
Anders L. Østergård:
anders.ostergard@fluidan.com

■ Viskositet og reologi

Viskositet er et mål for en væskes modstand mod at flyde. Hvor tyk er væsken?

Reologi er en bredere term - karakterisering af deformation af materialer.

Viskositet er dermed en af flere parametre, som tilsammen beskriver en væskes flydeegenskaber.

Viskositet er forholdet mellem forskydningsspænding og forskydnings hastighed (ligning 1).

Newtonske væsker har samme viskositet ved alle forskydnings hastigheder: Kraften, som skal til for at forskyde, er proportional med forskydnings hastigheden (for eksempel omrøring). Eksempler er vand, olie og honning.

Mange væsker bliver tyndere (lavere viskositet), når de forskydes (for eksempel omrøres) hurtigere. Det gælder for eksempel maling, flydende vaskemidler og lotioner. Disse betegnes **ikke-newtonske**.

Når viskositeten af ikke-newtonske væsker skal måles, må man have styr på forskydnings hastigheden i sit måleudstyr.

Referencer

1. Shicong Luo, Claus Erik Weinell, Fridolin Okkels, Anders Landeira Østergård, Søren Kiil, *On-line, non-Newtonian capillary rheometry for continuous and in-line coatings production*; J. of Coatings Technology & Research; **18**, p. 611-626 (2021).



HUSK

Dansk Kemi kan også læses online

Få besked hver gang en ny udgave er tilgængelig.

Tilmeld dig på TechMedia.dk

Nyttig viden fra TechMedia

Membran bioreaktorer:

Nye muligheder i spildevandsbehandling med avanceret membranteknologi

Membranfiltrering gør det muligt at fjerne miljøfremmede stoffer og mikroplast i spildevand samt ændre rensningsanlæg til ressourceanlæg. En central udfordring er tilstopning af membranerne, som øger driftsomkostninger og giver ustabil drift.

Af Mads Koustrup Jørgensen og Morten Lykkegaard Christensen, Center for Membranteknologi, Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet

Membran bioreaktorer er en metode, hvor membraner integreres med den biologiske behandling af spildevand. Teknologien bliver mere og mere udbredt, både kommunalt og industrielt og har vundet indpas mange steder i Nordamerika, Europa og Asien. Der installeres løbende nye anlæg, senest med opførslen af verdens hidtil største membran bioreaktor-anlæg i Henriksdal i Stockholm. Membran bioreaktorer er kompakte og det er derfor lykkedes at placere anlægget inde i et fjeld til trods for en daglig kapacitet på 864.000 m³ spildevand.

Der er en række fordele ved membran bioreaktorer. Ved konventionel spildevandsbehandling efterfølges den biologiske rensning af en bundfældningstank, hvor slammet sedimenterer og overløbet

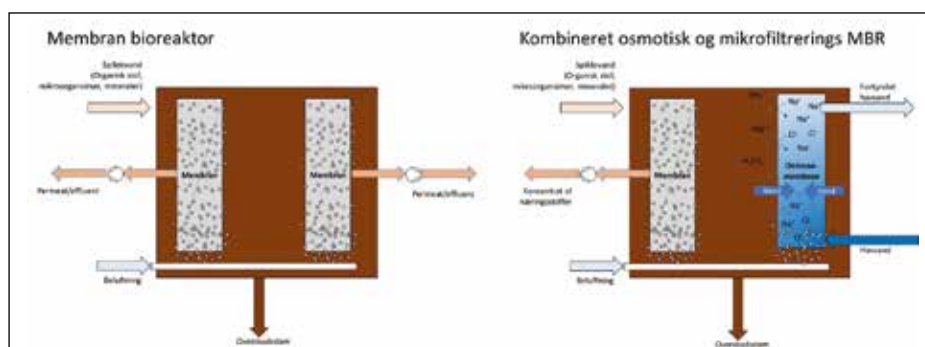
ledes ud som rensat spildevand. For membran bioreaktorer sker separationen mellem slam og vand ved hjælp af en membran, som filtrerer slammet fra og lader vandet passere (se figur 1). På grund af den finmaskede membran opnås der en langt højere kvalitet af det rensede spildevand (permeat) end ved brug af en bundfældningstank. Coliforme bakterier fjernes ofte fuldstændigt, og permeatet kan derfor bruges til markvanding, eller til produktion af drikkevand, hvis det efterpoleres med omvendt osmose og desinficeres med UV og brintoverilte, som det blandt andet gøres i Orange County, Californien.

Her produceres der dagligt 378.000 m³ drikkevand fra spildevand.

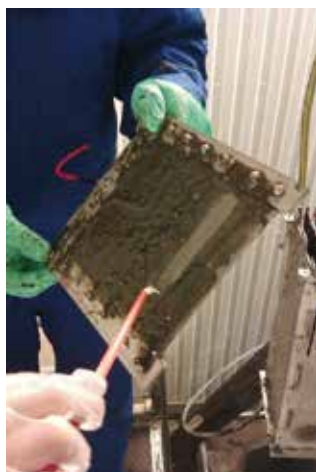
Membran bioreaktorer er pladsbesparende, da man undgår store sedimentationstanker, og der opnås en stor fleksibilitet i kapacitet, da man kan variere flowet gennem membranerne ved at justere trykforskellen hen over membranerne. Dette er især en fordel ved varierende

regnmængder, da man undgår at udlede ubehandlet spildevand under kraftig nedbør, hvilket nogle gange er nødvendigt ved konventionel spildevandsbehandling. Membran bioreaktorer gør det muligt at have en høj opholdstid af mikroorganismer (slamalder), typisk 20-100 dage i modsætning til en-to dage for konventionelle rensesanlæg, uden at vandgennemstrømningen gennem anlægget reduceres. Den høje slamalder gør, at man kan fremavle mikroorganismer, som mere effektivt nedbryder miljøfremmede stoffer [1]. Membranerne tilbageholder også mikroplastik, som ender i overskudsslammet og ikke i det rensede spildevand.

Membran bioreaktorer kan også anvendes til efterpolering af allerede rensat spildevand. Metoden er testet på Aalborg Vest og Avedøre Rensningsanlæg [2]. På trods af lave slamkoncentrationer (0,045 g/L mod 2,6 g/L til biologisk spildevandsbehandling) viser forsøg fra Avedøre, at slammets nedbrydning af 29 miljøfremmede stoffer er ti gange højere end ved konventionel spildevandsbehandling, hvor kun op mod 43 procent af de testede miljøfremmede stoffer fjernes. Man kan opnå endnu højere fjernelsesgrader af miljøfremmede stoffer ved at udskifte mikrofiltreringsmembranerne med nanofiltrerings- eller osmosemembraner. Disse membraner er tætte nok til at tilbageholde de fleste miljøfremmede stoffer. Ved nanofiltrering har man opnået tæt på fuldstændig fjernelse af miljøfremmede stoffer, men vandudbyttet begrænses typisk til 80 procent og ned til 32 procent, da opkoncentreringen af diverse salte resulterer i opbygning af osmotisk tryk [3,4], hvilket kræver høje hydrauliske tryk for at drive filtreringsprocessen.



Figur 1. Illustration af membran bioreaktor til behandling af spildevand (tv.) samt membran bioreaktor kombineret med osmose. Ved den første teknologi produceres et effluent frit for patogener ved, at vand suges gennem membranerne (typiske porestørrelser op til 200 nm). Ved den sidstnævnte hives hoveddelen af vandet fra slammet over membranen til havvand ved hjælp af osmose. Ved denne produceres der et koncentrat af næringsstoffer, der kan indvindes, for eksempel ved krystallisering.



Figur 2.
Membranmodul med mikrofiltreringsmembraner fra pilotanlæg på Aalborg Vest Renseanlæg (tv.). Billedet til højre viser en tilstoppet membran under dissekering.

Vi er i gang med at forske i nye metoder, hvor man kombinerer opkoncentrering af miljøfremmede stoffer ved kombineret af nanofiltrering med avancerede oxidationsprocesser, hvor de miljøfremmede stoffer i koncentration løbende nedbrydes. Opkoncentrering ved brug af nanofiltrering har den positive effekt, at den øger hastigheden for nedbrydningen af miljøfremmede stoffer under avanceret oxidation.

Nye membraner skal gøre rensningsanlæg til ressourceanlæg

Rensningsanlæg har vi traditionelt brugt til at behandle spildevand, så det ikke udgør en sundhedsrisiko og ikke forurener miljøet. De senere år har man arbejdet meget med at ændre denne tilgang, så vi fremover kan omstille rensningsanlæggene til ressourceanlæg, hvor man producerer energi, genindvinder næringsstoffer og mineraler og måske endda producerer plastik og flydende brændstof. Membraner spiller en afgørende rolle i denne omstilling, da de kan separere de enkelte komponenter i spildevandet: 1) direkte membranfiltrering kan bruges som et al-

ternativ til biologisk nedbrydning, hvorved mere organisk stof kan anvendes til energiproduktion, 2) membraner kan anvendes til at udvinde mineraler og næringsstoffer samt 3) sikre produktion af rent vand.

I konventionelle rensningsanlæg fjernes næringsstoffer biologisk under beluftning og omrøring. En stor andel af kvælstoffet omsættes til atmosfærisk kvælstof og genindvindes derfor ikke. Fosfor bindes enten kemisk ved tilsætning af jernsalte eller bindes til biomassen. Ved brug af membrantechnologi kan næringsstofferne udvindes. Et eksempel på dette er ved integration af en osmosemembran i membran bioreaktoren, så der både er en osmosemembran og en mikrofiltreringsmembran, som vist i figur 1. Havvands høje saltkoncentration resulterer i et osmotisk tryk højere end 30 bar. Ved at pumpe havvand hen over osmosemembranen, vil vand fra spildevandsslammet transporteres gennem membranen og over til havvandet. Dette sikrer, at man får udledt rent vand til havmiljøet, da osmosemembranen kun lader vand passere. På den måde koncentrerer næringsstoffer såsom nitrat,

ammonium og fosfat, og kan ekstraheres gennem mikrofiltreringsmembranen. Vi arbejder lige nu på at genindvinde næringsstofferne ved fældning, (membran) krystallisering og elektrodialyse.

Det evindelige problem - fouling

Tilstopning (fouling) af membraner er en stor udfordring for driften af membran bioreaktorer, se figur 2. Aflejring af partikler på overfladen af membranen kan ikke undgås, men flere teknikker kan bruges til at reducere den negative effekt af tilstopning. I membran bioreaktorer skal der tilføres luft til processen for at sikre ilttrige forhold for mikroorganismerne. Ved at lade beluftningen foregå ved membranerne, kan luftboblerne skabe turbulens ved membranoverfladen og derved fjerne uønskede partikler. Derudover kan man stoppe filtreringen med jævne mellemrum (relaxation) eller presse vand den modsatte vej gennem membranen (backflush) for derved at fjerne akkumulerede partikler.

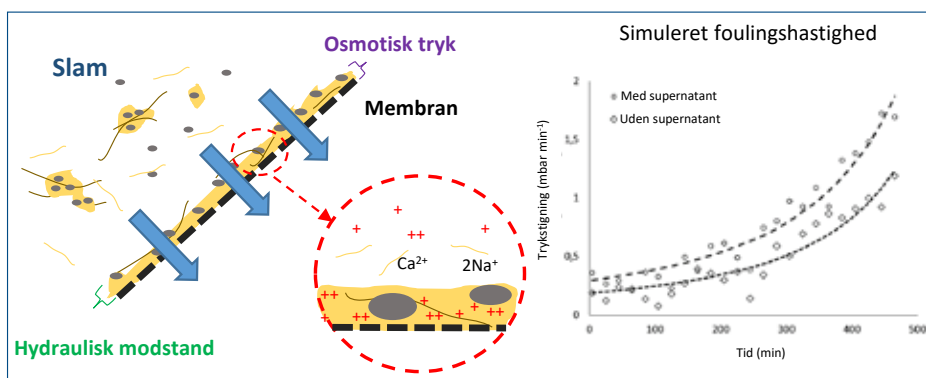
Dette har bevirket, at man kan reducere det nødvendige tryk for at opretholde processen, og reducere energibehovet. På grund af den effektive drift vi har i dag, er det typisk makromolekyler, der tilstopper membranen, da disse stoffer er meget svære at fjerne fra overfladen. Det kan for eksempel være proteiner, polysakkarider, DNA og lignende organiske molekyler. Forskningen inden for området viser, at det ikke kun er tilstopning, der er et problem, men også det osmotiske tryk, der opstår ved membranoverfladen på grund af ophobning af organiske molekyler, som illustreret i figur 3. Organiske molekyler er negativt ladede og ofte fleksible polymerer [5]. Det skaber et højt osmotisk tryk, der reducerer vandgennemstrømningen. Desuden viser data, at enkeltceller i slam kan have en stor negativ betydning for vandgennemstrømningen [6]. Denne viden bruges lige nu til at forbedre membranprocesserne og gøre metoden endnu mere attraktiv til spildevandsbehandling eller måske endnu bedre til spildevandsressourceanlæg.

E-mail:

Mads Koustrup Jørgensen:
mkj@bio.aau.dk

Referencer

1. Siegrist & Jost, Water Sci. Technol. (2012) 66 (6): 1369-1376.
2. Li et al., Chem. Eng. J. (2022) 427, 131458.
3. Xu et al., Sci. Total Environ. (2020) 744, 140954.
4. Hafiz et al., Membranes (2021) 11(1), 32.
5. Christensen et al., J. Membr. Sci. (2021) 627, 119213.
6. Hansen et al., Water Environ. Res. (2021) 93(2), 207-216.



Figur 3. De nyeste modeller for tilstopningen af membraner tager både højde for det ekstra hydrauliske tryk, der opstår på grund af tilstopningen og det osmotiske tryk, der opstår på grund af makromolekylerne. Makromolekyler og enkeltceller påvirker processen negativt, men problemet kan reduceres ved at sikre en bedre flokdannelse (mikroorganismer og makromolekyler klumper sammen til større partikler/flokke), ved at ændre driftsbetingelser, så koncentrationen af enkeltorganismer reduceres og færre makromolekyler udskilles.

Verdensmål nr. 16:

Fred, retfærdighed og stærke institutioner

16 FRED, RETFÆRDIGHED OG
STÆRKE INSTITUTIONER



Foto: Fred Javardh, www.unsplash.com.



som for eksempel miljøkriminalitet og økonomisk kriminalitet. En række eksempler er her illegal skovhugst, illegal handel med affald, rovdrift på naturlige ressourcer, herunder ulovlig jagt, korruption, bestikkelse og plyndringer.

Et par af de overordnede mål for verdensmål 16 er at stoppe terrorrelateret kriminalitet og miljøkriminalitet. Begge områder, hvor kemikerens opgave ofte burde være IKKE at deltage eller konkret arbejde på at få drejet aktiviteterne i en acceptabel retning, som for eksempel i forbindelse med affaldshåndtering og deponering.

Kemikeres negative aktiviteter i relation til terror er åbenlyse. Her skal blot nævnes kemiske våben, hvor eksempler kan være sarinangrebet i Tokyos undergrundsbane i marts 1995, og forsøget på at dræbe den tidligere russiske spion Sergey Skripak og hans datter i Salisbury i marts 2018 med nervegiften Novichok (dette sidste har tidligere været behandlet her i bladet - 99/5 (2018) 6-9).

Også både den fredelige og ikke-fredelige udnyttelse af atomkraft kræver sine kemikere, uden der er et entydigt svar, ikke mindst i relation til den ikke-fredelige anvendelse. Med Hiroshima og Nagasaki i erindring kan det diskuteres, hvorvidt kemikernes bidrag til Manhattan-projektet var godt eller skidt. Men generelt kan det siges, at våbenkapløbet ville se anderledes ud uden kemiens bidrag.

Det er klart, at kun gennem samarbejde, både på lokalt plan og på globalt plan, er det muligt at gøre fremskridt i relation til mål 16. Det kan kun gøres gennem udvikling af effektive, ansvarlige og transparente organisationer. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) er her et godt eksempel, hvor kemisk ekspertise er et vigtigt element. Et par andre nøgleord er undervisning, samt udvikling af alternativer til dem i bunden af den kriminelle kæde til at skaffe sig et udkomme.

Lars Carlsen,
lc@awarenesscenter.com

For detaljer om verdensmål 16, se:
<https://sustainabledevelopment.un.org/sdg16>

■ Relaterede verdensmål:

- Mål 1: Afskaf fattigdom
- Mål 3: Sundhed og trivsel
- Mål 4: Kvalitetsuddannelse
- Mål 5: Ligestilling mellem kønnene
- Mål 8: Anstændige jobs og økonomisk vækst
- Mål 10: Mindre ulighed
- Mål 17: Partnerskaber for handling

I forordet til verdensmålene skriver FN, at "uden fred kan der ikke være nogen bæredygtig udvikling, og uden bæredygtig udvikling kan vi ikke opnå fred". Umiddelbart en udtalelse, der synes noget urealistisk på globalt plan, hvorimod udsigterne synes noget bedre på mere lokalt plan.

Hvis vi fokuserer på områder, hvor kemien og kemikerne kan komme i spil, handler det blandt andet om at reducere, bekæmpe og forebygge vold, herunder terrorisme og både den direkte voldskriminalitet og den indirekte kriminalitet

C E L E B R A T I N G

AAF[®]
INTERNATIONAL
a member of **DAIKIN** group



BRINGING
CLEAN AIR
TO LIFE.[®]

Fremstilling af grøn ammoniak ved hjælp af plasma – en Power-to-X-teknologi

I takt med den grønne omstilling og udfasning af fossile brændsler, skal der findes nye energibærere og teknologier, der kan lagre energien fra vedvarende energikilder. Ammoniak er et karbonfrit molekyle, som nemt kan kondenseres og transporteres i flydende tilstand, hvilket gør det til en potentiel energibærer. Produktion af ammoniak fra kvælstof og brint fra elektrolyse, via et plasma, drevet af vedvarende energi, kan bane vej for lokal produktion af grøn ammoniak, men kræver udvikling af katalysatorer, der er aktive i plasmaet.

Af Jakob A. Andersen¹,
Jakob M. Christensen¹, Martin
Østberg² og Anker D. Jensen¹

¹ Kemiteknik, Danmarks Tekniske Universitet

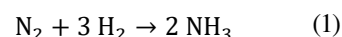
² Haldor Topsøe A/S

Bæredygtig energi fra vedvarende energikilder vil spille en central rolle i fremtidens samfund [1], men kræver effektive teknologier, der kan lagre den fluktuerende elproduktion. En teknologi, der kan finde anvendelse inden for kemisk produktion, er et elektrisk genereret plasma. Plasmabaserede teknologier kan integreres med fluktuerende strømproduktion fra vedvarende kilder, da plasmaet har mulighed for hurtig start/stop [2].

Ammoniak som energibærer

Ammoniak er et af de mest syntetiserede kemikalier i verden, med en totalproduktion på 180 millioner tons i 2015 [3]. Ammoniak fremstilles industrielt fra kvælstof og brint (se reaktion 1) via Haber-Bosch-processen, der har været i

brug i mere end 100 år. I dag er metan den primære kilde til brint, men andre fossile brændsler kan også anvendes, mens kvælstof kommer fra luft [4]. Sammenlignet med andre brændsler (se tabel 1) har ammoniak lidt under den halve energitæthed af benzin, dog lidt højere end metanol, om end under tryk, som vist i tabel 1.



I fremtiden kan brint komme fra elektrolyse af vand i stedet for metan reformering, hvor billig elektricitet fra vedvarende kilder er tilgængelig. Her kan elektriciteten også bruges til at drive ammoniaksyntesen via et plasma for en grønnere proces.

Plasma-assisteret ammoniaksyntese

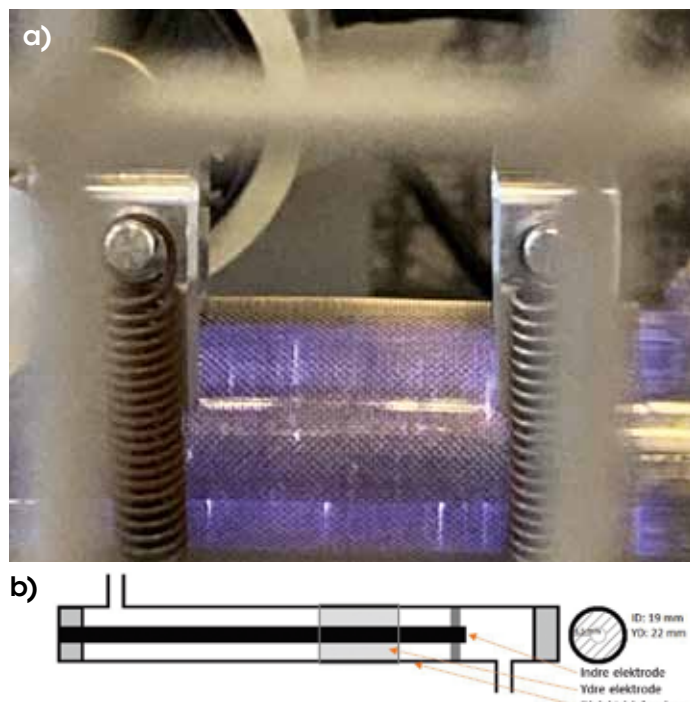
Plasma kan bruges til specifikt at aktivere elektronerne i et molekyle i stedet for at opvarme hele fødestrømmen [5]. Denne type plasma kaldes et ikke-termisk-plasma eller et koldt plasma. Der findes flere typer af ikke-termiske-plasma, såsom koronaudladning og dielektrisk barriereudladning. I denne artikel vil der blive lagt fokus på brugen af dielektrisk barriereudladning (Dielectric Barrier Discharge (DBD)). Denne type plasma dannes mellem to aksiale

Brændsel/lagering	P (Bar)	Densitet (kg/m ³)	HHV (MJ/kg)	HHV pr. volumen (GJ/m ³)
Benzin, C ₈ H ₁₈ /flydende	1	736	46,7	34,4
Metanol, CH ₃ OH/flydende	1	786	14,3	11,2
Brint, H ₂ /metal hydrid	14	25	142	3,6
Ammoniak, NH ₃ /tryk tank	10	603	22,5	13,6

Tabel 1. Sammenligning af ammoniak med andre brændsler [3].

elektroder adskilt af mindst én isolerende dielektrisk barriere, heraf navnet.

Ved at tilføre en høj spænding mellem de to elektroder accelereres frie elektroner i gassen. De energirige elektroner kolliderer med de langsommere gasmolekyler, hvorfra nye elektroner løsriveres. Dette starter et fænomen kendt som en elektron-lavine, hvorfra streamers (lyn-lignende gnister, se figur 1(a)) dannes [6]. I det kolde plasma er de frie elektroner karakteriseret ved at have en meget højere temperatur end gasmolekylerne. Dette resulterer i en blanding, der er i ikke-termisk ligevægt, som indeholder en række aktive specier så som positive og negative ioner, radikaler og exciterede molekyler [7]



Figur 1. (a) Illustration af aktivt plasma med streamers og (b) skematisk oversigt af DBD (Dielectric Barrier Discharge) reaktor.

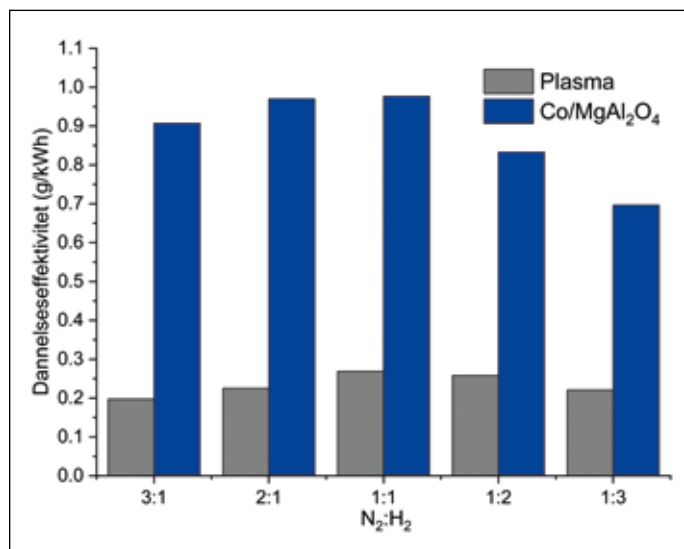
Da plasmaet er domineret af kollisionsreaktioner, har fødeforholdet af kvælstof og brint en effekt på dannelsen af ammoniak, og dermed også på den opnåelige dannelseseffektivitet. Vi undersøgte effekten af dette fødeforhold i en DBD-reaktor (se figur 1b for skematisk oversigt) med kvarts som isolerende barrierer/reaktorvæg. Ved brug af plasmaet alene opnåede vi en ammoniak dannelseseffektivitet på 0,27 g/kWh ved et ækvimolært fødeforhold af kvælstof og brint og en plasmaeffekt på 20W som vist i figur 2. Dette optimale fødeforhold indikerer, at kvælstof-dissociationen er det hastighedsbegrænsende reaktionstrin, da en højere kvælstofkoncentration end foreskrevet fra reaktion 1 er nødvendig. Denne øgede kvælstofkoncentration vil medføre en højere sandsynlighed for kvælstof-elektron-kollision og derved danne reaktive kvælstof-specier.

Plasma-katalytisk ammoniaksyntese

Placering af et pakningsmateriale (katalysator/bærmateriale) i plasmaet vil intensivere det elektriske felt omkring partiklernes kontaktpunkter. Dette øger accelerationen af elektronerne og derved den potentielle energioverførelse ved kollisioner. Forskellige materialer vil influere plasmaet på forskellig vis, hvorfor katalysatorer anvendt i den termiske ammoniakproduktion potentielt ikke har samme relative hastighedsforøgelse som andre. Dette skyldes de plasmagenererede specier, såsom exci-

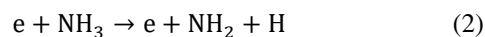
terede molekyler, der blandt andet kan adsorberes på overfladen og åbne for nye reaktionsveje, der ikke er tilgængelig under termiske forhold.

Fra Density Functional Theory (DFT) beregninger blev kobolt bestemt til at være et aktivt metal grundet dannelse af vibrationelt exciteret kvælstof i plasmaet [8]. Vi imprægnerede kobolt på en MgAl_2O_4 spinel bærer og implementerede dette i plasmaet. Figur 2 viser, at denne katalysator øger dannelseseffektiviteten med en faktor på omtrent tre-fire for de undersøgte fødeforhold ved en plasmaeffekt på 20W. Igen opnås den højeste effektivitet (0,98 g/kWh) ved et ækvimolært forhold. Der er altså et stort potentiale for at forbedre processens effektivitet ved at implementere en katalysator i plasmaet.



Figur 2. Dannelseseffektivitet af ammoniak som funktion af N₂:H₂ fødeforholdet ved implementering af Co/MgAl₂O₄ i plasmaet ved 20W.

Reaktorsimuleringer med en kinetisk model udviklet af vores samarbejder fra Antwerpen Universitet [9] viste, at der blev opnået en pseudoligevægt i ammoniakkoncentrationen under de undersøgte betingelser. Her blev de dominerende reaktioner for ammoniak i plasmaet uden katalysator bestemt til at være reaktion 2 og 3. Plasmaet begynder altså at bruge de energirige elektroner på at dekomponere den dannede ammoniak (reaktion 2), som i volumener uden streamers kan rekombinere via reaktion 3. Ved implementering af katalysatoren forekommer dekomponeringen og dannelsen via henholdsvis reaktion 2 og 3 stadig, men endnu en dannelsesreaktion, der foregår på katalysatorens overflade, bliver dominerende (reaktion 4).



Fremtidig udvikling

Produktion af ammoniak fra kvælstof og brint via et plasma, drevet af vedvarende energi, kan altså bane vej for produktion af grøn ammoniak, der kan pågå lokalt. Men for at øge effektiviteten af syntesen af grøn ammoniak ved brug af ikke-termisk-plasma, er det nødvendigt at finde katalysatorer, der har en høj synergi med plasmaet og promovere dissociationen af kvælstof i dets grundtilstand og exciterede tilstande. Ydermere vil et væsentligt step mod målet indebære at identificere opti-

En katalysator er et stof, der øger hastigheden af en kemisk reaktion uden selv at forbruges og uden at påvirke den kemiske ligevægt. Hastigheden øges ved, at katalysatoren muliggør en alternativ mekanisme med en lavere aktiveringsenergi, som reaktionen kan forløbe via. Katalysatorens funktion i plasma er principielt den samme som ved termiske reaktioner, men i plasmaet dannes nye specier, der kan adsorbere og reagere på katalysatoren; der kan opstå nye overfladeprocesser såsom plasma-indført overflademodifikationer, fotokatalytisk aktivering, punktopvarmning, elektriske udladninger på overfladen og intensivering af det elektriske felt. Disse forhold gør, at optimale katalysatorer i plasmakatalyse vil være forskellige fra katalysatorer til termisk katalyse.

male driftsparametre, såsom plasmaets effekt, frekvens og afstand mellem elektroderne.

Disse parametre kan påvirke antallet af streamers, henfaldstiden for exciterede molekyler og det elektriske felt og derved den potentielle energi, der overføres ved kollisioner. Derudover kunne tilføjelsen af et medium til absorption af dannet ammoniak potentielt øge effektiviteten, da dette ideelt set vil kunne reducere ammoniak-dekomponeringen via reaktion 2. Undersøgelse af disse parametre vil være et næste trin i forskningen af plasmadrevet ammoniaksyntese.

E-mail:

Anker Degn Jensen: aj@kt.dtu.dk

Referencer

1. IEA, World Energy Outlook 2019, Paris, 2019.
2. R. Snoeckx, A. Bogaerts, Plasma technology - a novel solution for CO₂ conversion? Chem. Soc. Rev. 46 (2017) 5805-5863. doi:10.1039/c6cs00066e.
3. I. Dincer, Y. Bicer, Ammonia, in: Compr. Energy Syst. Vol. 2, Elsevier Inc., 2018: pp. 1-39. doi:10.1016/B978-0-12-809597-3.00201-7.
4. I. Dincer, Y. Bicer, Ammonia Production, in: Compr. Energy Syst. Vol. 3, Elsevier Inc., 2018: pp. 41-94. doi:10.1016/B978-0-12-809597-3.00305-9.
5. H.L. Chen, H.M. Lee, S.H. Chen, Y. Chao, M.B. Chang, Review of plasma catalysis on hydrocarbon reforming for hydrogen production - Interaction, integration, and prospects, Appl. Catal. B Environ. 85 (2008) 1-9.
6. A. Fridman, Plasma Chemistry, 1st ed., Cambridge University Press, New York, 2008.
7. J.C. Whitehead, Plasma-catalysis: the known knowns, the known unknowns and the unknown unknowns, J. Phys. D: Appl. Phys. 49 (2016) 243001. doi:10.1088/0022-3727/49/24/243001.
8. P. Mehta, P. Barboun, F.A. Herrera, J. Kim, P. Rumbach, D.B. Go, J.C. Hicks, W.F. Schneider, Overcoming ammonia synthesis scaling relations with plasma-enabled catalysis, Nat. Catal. 1 (2018) 269-275. doi:10.1038/s41929-018-0045-1.
9. K. Van 't Veer, F. Reniers, A. Bogaerts, Zero-dimensional modelling of unpacked and packed bed dielectric barrier discharges: The role of vibrational kinetics in ammonia synthesis, Plasma Sources Sci. Technol. 29 (2020) 45020. doi:10.1088/1361-6595/ab7a8a.

Velbesøgt DiaL

Den røde løber var rullet ud, da Docken i København den 22.-23. september dannede rammen om DiaLabXpo.

Af Hanne Christine Bertram, hcb@techmedia.dk

Der var masser af besøgende og det summede af liv på DiaLabXpo 2021, hvor 59 udstillere præsenterede deres produkter og nyheder inden for laboratorieudstyr og diagnostik. Over de to udstillingsdage besøgte over 1.200 besøgende messen, der også bød på et solidt fagligt program.

Faglighed, automatisering og bæredygtighed i højsæde

Det faglige program bød på et betragteligt antal præsentationer med udgangspunkt i emnerne indkøb, bæredygtighed, covid-19, life science, ligesom der også var paneldebat. Under "speak-up" præsenterede forskellige udstillere en række produktnyheder. På denne vis var der helt klart mulighed for at få ny viden med hjem inden for en bred skare af emner og produkter. Mens bæredygtighed var et centralt punkt på messen, bar messen også præg af mange

nyheder inden for automatisering i laboratoriebranchen.

Et af trækplasterne her var at finde på Dorte Egelunds stand, der præsenterede nyt udstyr til fuldautomatiseret fortynding og ud-såning af mikrobiologiske prøver, der for eksempel kan anvendes i forbindelse med kvalitetskontrol.

- Der er stor interesse for det nye udstyr, og jeg har allerede modtaget mange henvendelser fra interesserede virksomheder i fødevarer-, ingrediens- og pharmabranschen, kunne indehaver Dorte Egelund berette.

Bæredygtighed satte også sit præg på DiaLabXpo 2021. En af de udstillere, man kunne møde, var GMAF Circular Medico, der producerer verdens første cirkulære genanvendelige mundbind. Efter brug desinficeres maskerne og sendes retur til GMAF Circular Medico i Randers. Her varmes maskerne op og smeltes og 98 procent af maskematerialet genanvendes til nye masker.

Næste års DiaLabXpo-messe finder sted den 1.-3. november i MCH Messecenter Herning.

Salgschef Peter Fjelsøe fra GMAF Circular Medico fortalte om deres danskproducerede cirkulære, genanvendelige mundbind. 98 procent af maskematerialet genbruges, hvilket betyder en CO₂-besparelse på over 90 procent.



abXpo



Dorte Egelund præsenterede fuldautomatiseret udstyr til fortynding og udsåning af mikrobiologiske prøver.



Hos Holm og Halby forklarede produktchef Gonzalo Santos Armajach med faglig ekspertise om Ethos X, der kan anvendes til ekstraktion af terpen i cannabis udelukkende ved hjælp af mikrobølger og altså ganske uden brug af solventer.



Salgschef Rasmus Johansen fra Holm og Halby forklarede om banebrydende autoklaveringsudstyr, der kan anvendes til sterilisering og behandling af biologisk laboratorieaffald ude på det enkelte laboratorium, og som dermed præsenterer en mere bæredygtig løsning til håndtering af laboratorieaffald end de traditionelle gule laboratoriebeholdere, der skal transporteres bort inden destruktion.



Produktspecialist Alexander Fogh fra Ramcon præsenterede udstyr til "grinding" af prøver i forbindelse med prøvetilberedning, for eksempel ved DNA-ekstraktion fra plantemateriale eller celler.

Hørelsens betydning for smagsoplevelsen

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Høresansen er biokemisk set beslægtet med mundfølelsen på den måde, at begge sanser er baseret på mekaniske receptorer. Når vi hører øllet blive skænket op, får vi straks associationer - med lukkede øjne kan mange af os tydeligt høre, om det er øl, champagne eller brusevand, der skænkes. Når vi mærker tekturen og taktiliteten af det sprøde æble i fingre, læber og mundhule, er der ingen tvivl om, at den saftige lyd fra æblet,

når vi bider i det, forøger nydelsen. Mit barnebarn kom forventningsfuldt forbi køkkenet, da jeg højlydt prøvesmagte flæskesværen - den smager bare bedre, når den knaser. En fuldstændt ret skal altså tilføres noget sprødt - noget, der knaser. Lyde, der genereres, når vi spiser, har stor betydning for oplevelsen af saftighed, tekstur og andre egenskaber - vi korrelerer måske ubevidst lyd og kvalitet af et måltid.

Høresansen stimuleres af lyd, der bevæger sig gennem den ydre øregang til mellemøret, hvor den med høreknogler, kaldet hammer (Malleus) og armbolt (Incus), ved hjælp af stigbøjlen (Stapes) overfører vibrationen til sneglen (Cochlea), der er forbundet med hørenerverne. Lyd kan dog også transmitteres gennem knoglerne, når vi tygger. Lyd er således en mekanisk vibration, der påvirker hårceller i sneglen, som så stimulerer hørenerven. Høresansen er tæt knyttet til balancesansen, der sidder som tre vinkelrette buer ovenover stigbøjlen, og det kaldes tilsammen for labyrinten [1] (figur 1).

Labyrinten med balance- og høresansen holdes sammen af et benet væv, der fastholder den tredimensionelle struktur af de to sanseorganer. Indeni findes sansehårene, der registrerer tredimensionelle bevægelser (balancesansen), eller lyd (sneglen). Anatomisk er sneglen dannet af den benede labyrint, som har et ovalt vindue, indtil den hindede labyrint (se animationen i [1]). Den hindede labyrint huser hårcellerne - de sensoriske celler i hørelsen, der med deres forskellige længde og opspænding virker som en frekvensseparator gennem stimulering af forskellige nerveender i hørenerven ved hjælp af den velkendte Na⁺/K⁺-pumpe. En glimrende biokemisk gennemgang af sneglens virkemåde er i [2].

Sneglen har et (aldersfølsomt¹) frekvensområde fra 20-20.000 Hz hos børn; men vigtigst for voksne mennesker er taleområdet fra 125-8.000 Hz, idet en afbildning af Hz vs. dB-grænser for menneskelig tale ligner en banan. Audiologer omtaler grafens form som "talebananen", der har en amplitude i intervallet fra 15-63 dB. For at give læseren en fornemmelse for frekvenser, har en prut ifølge en video på YouTube et interval fra 100-1.050 Hz, altså fra C6 lige over kamerton A5, 844 Hz og fire oktaver ned til C2 på klaveret, men amplituden er typisk størst omkring C4 (262 Hz). Babygråd og børneskrig ligger i frekvensområdet 2-5 kHz, det mest følsomme område for det menneskelige øre, men associationer til hændelser i dette område har en klar kønsforskel ifølge Femina. Kvinder sætter babygråd ind på førstepladsen blandt søvnforstyrrende lyde, mens mænd har bilalarmer på denne plads [3].

I den engelske kokkeverden taler man om det sprøde ("crispy") og det knasende ("crunchy"): "The sound from a crispy rye toast (buttered) or a crunchy apple" [4]. Den danske nationalret, stegt flæsk med persillesovs, begrænser sig således til det knasende flæsk og den sprøde, syrlige agurkesalat. Lydmæssigt har det sprøde et højere frekvensområde (> 3.500

Havrecrumble

60 g havregryn
60 g hvedemel
20 g muscovado-sukker
1 knsp. salt
70 g smør

1. Bland havregryn, hvedemel, farin og salt godt sammen i en stor skål.
2. Skær smørret i mindre stykker og ælt det kort, men godt ind i den tørre blanding.
3. Nuldr crumbelen, så alle "klumper" er nogenlunde lige store.
4. Drys det ud på en bageplade beklædt med bagepapir.
5. Bag det ved 180°C varmluft i 10-20 min.



Æblekompot med havrecrumble. (Efter Blomsterberg - opskrift på Køkkenkemisten, Facebook).

Tuilles

1 æg
65 g hvedemel
65 g sukker
½ tsk. vegetabilsk olie
Hakket pistacienød

1. Mel og sukker blandes, ægget piskes i, til sukkeret er opløst.
2. To bageplader smøres jævnt med en anelse neutral olie.
3. Dejen sættes af i "klatter" - max. 4 stk. per bageplade. Hver "klat" stryges fladt ud til en oval, ca. 6 x 4 cm, og drysses med lidt hakket pistacie.
4. Bages ved 190°C, til de er let gyldne.
5. Så snart de tages ud af ovnen, løsnes de med en palet og lægges straks over en kagerulle eller tyk rulle pind for at opnå den buede facon.

Hz) end det knasende (160 Hz), og lyden kommer primært gennem luften, altså via øregangen. Oplevelsen af flæsket, når det tygges med kindtænderne, er af en knasende natur, og lyden påvirker sneglen gennem knoglerne. Det bløde væv absorberer her mange af de højfrekvente lyde, der måtte komme fra det knasende i mundhulen, hvilket selvfølgelig også har betydning for smagsoplevelsen.

Ordet skørhed, "britle", er også brugt,

men det kan være svært at karakterisere skørhed som en lyd. Måske er skøre madvarer lette at smuldre ("crumble"). Japan og Kina har omkring 15 ord, som beskriver lyden af mad, der højlydt fortæres, så i den henseende kan det danske sprog betragtes som fattigt. I svampeverdenen har vi en familie af svampe, vi kalder skørhatte, og de har en anden mundfølelse end for eksempel de mere fibrede championer, men lyden fra begge svampefamilier kan dog betegnes knasende, når de tygges rå.

Sprøde fødevarer har lette og tynde teksturer, såsom cornflakes, kartoffelchips, osv., så en definition på *sprødhed* kunne være [4]: *Et tørt og stift fødeemne, der, når det bliver bidt med fortænderne, brækker hurtigt, let og totalt, mens det udsender en kort og relativt højfrekvent, højlydt lyd, der mest bliver registreret i øret gennem luften og ind ad øregangen.*

Crumble og tuilles er eksempler på tilførsel af sprødhed til en ret. Tilførsel af fedt er ofte en god måde at sikre sprødhed, mens fugt kan være sprødhedens fjende. Et vådt og sprødt fødeemne bliver knasende, når det hurtigt, let og totalt kvases mellem tænderne, mens det udsender en hørbar, lavfrekvent lyd. Sådanne fødevarer er ofte hårde og tætte: gulerod, æble osv., så en definition på knasende kunne være [4]: *Et tæt tekstureret fødeemne, der, når det tygges med*

Pekankrokant

150 g hvidt sukker
80 g pekannøddekerner

1. Smelt sukkeret godt til en gylden karamel på en pande.
2. Kom pekannøddekernerne i karamellen og lad dem riste med nogle få sekunder.
3. Hæld straks karamellen ud på bagepapir og lad den afkøle helt.
4. Hak den afkølede krokant groft med en savtakket kniv.

kindtænderne, undergår en række brud, mens det udsender længerevarende, relativt lavfrekvente, højlydte lyde, der registreres i øret gennem knoglerne.

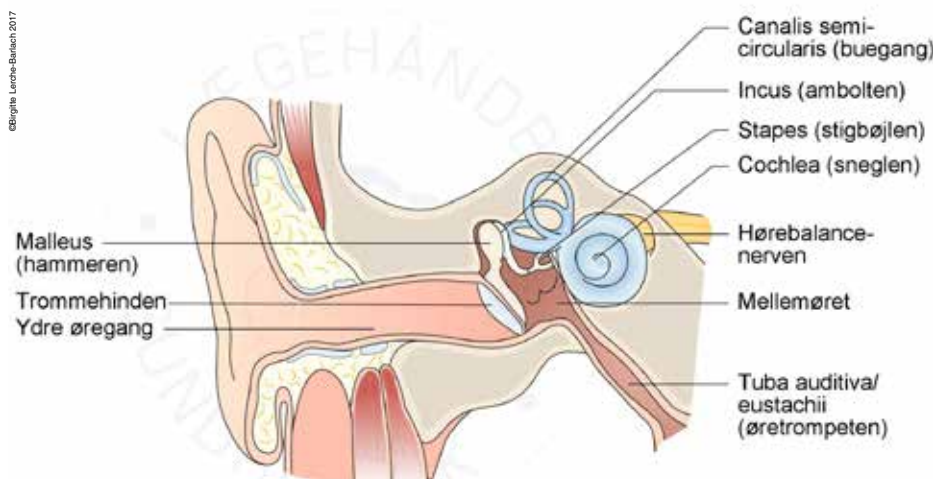
Krokant er et eksempel på tilførsel af knas til en ret. Knasende mad findes i mængder inden for planteriget (for eksempel crudité), men stegt flæsk, sprødt andeskind m.m. hører også med. Crudité's er skivede eller hele rå grøntsager, for eksempel selleripinde, gulerodspinde, agurkestænger, peberfrugtstrimler, baby-majs, grønne asparges, mandolintynde skiver af broccoli, blomkål og fennikel.

Mette Blomsterberg er fremragende i det søde køkken. Her kommer tre af hendes forslag til det sprøde og knasende i desserter. De kan findes på nettet (www.metteblomsterberg.dk) [5].

Facebook: Køkkenkemisten

Referencer

1. <https://www.sundhed.dk/borger/patienthaandbogen/oere-naese-hals/om-oere-naese-og-hals/oeret/>.
2. T. Stöver & M. Diensthuber: Molecular Biology of Hearing. GMS Current Topics in Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery 2011, Vol. 10, ISSN 1865-1011 (https://www.researchgate.net/publication/224899283_Molecular_biology_of_hearing).
3. <https://www.femina.dk/liv/gravid/derfor-sover-maend-fra-babygraad>.
4. Michael H. Tunick, Charles I. Onwulata, Audrey E. Thomas, John G. Phillips, Sudarsan Mukhopadhyay, Shiowshuh Sheen, Cheng-Kung Liu, Nicholas Latona, Mariana R. Pimentel & Peter H. Cooke (2013) Critical Evaluation of Crispy and Crunchy Textures: A Review, International Journal of Food Properties, 16:5, 949-963, DOI: 10.1080/10942912.2011.573116.
5. <https://www.metteblomsterberg.dk/opskrifter/chokolademousse-med-pekankrokant>.



Figur 1. Ørets tre dele. Med tilladelse fra Birgitte Lerche-Barlach.

Forskning på DTU kan bidrage til, at minedrift i fremtiden kan ske med elektriske felter frem for udgravning



Pipettecenteret

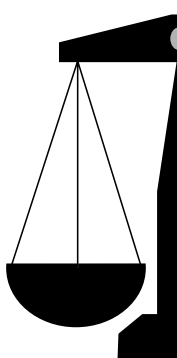
Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

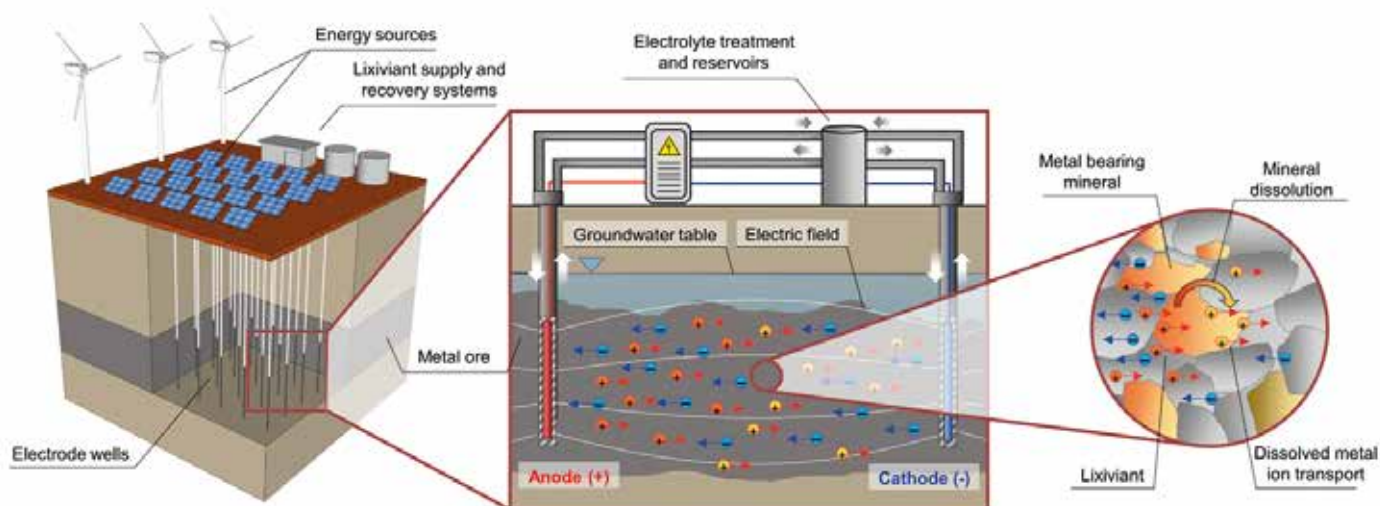
Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret
Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email. nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk



Udvinding af metaller har stået på i flere tusinde år, men er næsten udelukkende sket ved fysisk udgravning. Ny teknologi udviklet på blandt andet DTU Miljø anvender i stedet elektromigration til en mere bæredygtig udvinding.



Stort set alle metaller udvindes fra jorden ved fysisk at fjerne dem fra undergrunden. Det indebærer, at store mængder jord og sten skal udgraves, transporteres og bortskaffes. Processen resulterer i dannelsen af enorme mængder fast affald, faktisk den største menneskeskabte affaldsform overhovedet, der anslås at være flere gange større end den naturlige flodtransport af sediment til havene. Minedrift og metalindvinding er samtidig meget energiintensiv, og minesektoren er således blandt de største bidragydere til klimaforandringerne.

Samtidig spiller kobber en afgørende rolle i omstillingen til grøn energi, og det forventes, at efterspørgslen vil stige med 275-350 procent inden 2050. Det falder sammen med et fald i fund af let tilgængelig kobbermalm. Der er derfor behov for smarte alternative tilgange til en mere bæredygtig udnyttelse af kendte, men i øjeblikket ikke-bæredygtige metalaflejringer. En forskergruppe fra DTU har nu, sammen med deres samarbejdspartnere på blandt andet University

of Western Australia og University of Exeter, vist, at in situ underjordisk brug af elektriske felter kan blive en af de fremtidige løsninger på at udvinde kobber og mange andre metaller på en mere bæredygtig måde.

Kodeordet er elektromigration

Forskerne har udviklet en metode, hvor der installeres elektroder med modsat polaritet i den malm, der normalt bliver udgravet. Den nye metode anvender elektriske strømme, der kan inducere transport af elektrisk ladede metaller såsom kobber gennem sten ved en proces kaldet elektromigration. Kobberet kan derefter udvindes ved den katodiske (negativt ladede) ende af opsætningen. Forskerne har testet ideen i laboratoriet og gennem computermodeller. Efter vellykket udvinding af kobber fra meget kompakte stenprøver er de overbeviste om, at fremgangsmåden også vil fungere uden for laboratoriet.

- Vi tror, at vores resultater kan føre til en grøn omstilling til en mere bæredygtig

minedrift, der reducerer de landskabsforstyrrelser, som sker i øjeblikket, forklarer Massimo Rolle, der er lektor ved DTU Miljø og aktivt involveret i projektet.

Forskningsprojektet er finansielt støttet af australske kilder: "Minerals Research Institute of Western Australia" (MRI-WA) og et konsortium bestående af fire minedriftsvirksomheder i Australien. Det hænger sammen med, at Australien har betragtelige naturligt forekommende ressourcer af metaller som blandt andet kobber og guld og derfor en interesse i udvikling på området. Men Massimo Rolle ser også perspektiver for, at teknikken kan blive skelsættende i Danmark:

- Den metode, vi har udviklet i projektet, kan også anvendes til andre underjordiske opgaver, for eksempel rensning af forurenet jord og grundvand i porøse medier med lav permeabilitet som ler og lerjord. Det er meget relevant i eksempelvis Danmark.

HAR DU BRUG FOR PRÆCIS DOSERING?

Hos os finder du et stort udvalg af pumper og laboratorieudstyr til attraktive priser

Nyhed!
BioD-I robot

Kontakt os, hvis du har spørgsmål eller brug for vejledning til den rette løsning.

info@drifton.dk
Telefon 3679 0000

Se udvalget på webshoppen www.drifton.dk



Foto: PR.

Få styr på den kemiske sikkerhed

Det giver tryghed at have Mediator med på holdet og at have alt på det rene, hvis Miljøstyrelsen en dag banker på døren, udtaler Danni Baltzer Vinding fra Solar.

Potentiel farlig kemi og håndteringen kræver tid og specialviden. Sourcing- og serviceleverandøren Solar tager kemikonsulenterne fra Mediator med på råd og underviser årligt 4.500 kursister og kunder i emnet.

Siden 1. juli 2019 har alle danske erhvervsdrivende skullet kunne præsentere en risikovurdering for alle produkter indeholdende kemi på arbejdspladsen - en såkaldt kemisk APV.

- Der er tale om en yderst kompliceret lovgivning på området, og hvor man i større virksomheder er begyndt at have videnspersoner ansat specifikt til at håndtere dette, så kan det være svært for særligt mindre virksomheder at følge med i udviklingen, søge viden og altid være compliant, siger Henrik Szkopek, der er Category Manager for Tools and Fastening hos sourcing- og servicevirksomheden Solar, som er blandt de største leverandører i Danmark inden for el, vvs, industri og klima/energi.

Det nye regelsæt bag den kemiske APV er sat i søen af Arbejdstilsynet for at øge sikkerheden for dem, der benytter produkterne i deres daglige arbejde. Det omfatter blandt andet specifikke krav til procedurer, dokumentation og beskrivelser af kemikalier i virksomheden og heraf risiko ved anvendelse. Men for mange erhvervsdrivende betyder det øgede fokus på kemi, at de skal tage stilling til og bruge meget mere arbejdstid på et emne, de måske ikke har viden om.

4.500 kursister om året

Hos Solar har man allieret sig med kemikonsulenterne fra

Mediator, der bistår Solars ansatte med undervisning samt udarbejdelse af kemiske APV'er for Solars produkter. Udover at udarbejde kemiske APV'er på produkterne er Mediator også med til at uddanne Solars sælgere, så de er helt opdateret på de nyeste love og bestemmelser, når de skal ud til kunderne. Samtidig deltager kemiexperts konsulenter også som gæstelærere i Solars egen undervisningsenhed, kaldet Solar School, som afholder kurser i blandt andet kemi, sikkerhed, teknisk træning og kompetenceverifikation for omkring 4.500 kursister om året.

- Som kunde hos Solar får man mulighed for at blive bedre klædt på i forhold til den seneste lovgivning og bestemmelser gennem Solar School, siger Danni Baltzer Vinding, som er manager ved Solar School og tilføjer:

- Og så skal man selvfølgelig ikke glemme den tryghed, der er i at have alt på det rene, hvis Miljøstyrelsen en dag banker på døren. At have en kemiexperts som Mediator med på holdet giver sikkerhed for alle.

Yderligere information:

Jens Haugaard
CEO, Mediator
Tlf. 21 42 08 24
E-mail: jh@mediator.as

Claus Amstrup Poulsen
Salgschef, Mediator
Tlf. 52 10 45 00
E-mail: cap@mediator.as

Carsten Ridder

(1955-2021)



Carsten Ridder døde lørdag den 28. august efter kort tids sygdom - kun 65 år gammel.

Carsten Ridder var en af grundlæggerne af kemometri i Danmark. Hans ph.d.-afhandling fra DTU i 1989 var den første om dette emne i Danmark og, karakteristisk for ham, blev den skrevet på dansk for at gøre den så tilgængelig som mulig for alle i hans hjemland.

Carsten var vejleder og mentor for nogle af de første danske kemometrikere, der senere fik etableret og positioneret dansk kemometriforskning i international sammenhæng.

I 1991 var Carsten helt central i dannelsen af Dansk Selskab for Kemometri, og han blev naturligt den første formand for selskabet - en formandspost han holdt i 10 år.

Carsten tog en alternativ vej i hans ønske om at sprede budskabet om, og anvendelsen, af kemometri. Industrien så kemometriens og Carstens potentiale, og i 1994 tog Carsten springet fra den akademiske verden til industrien; først til Foss og senere til Lattec I/S. I de senere år arbejdede han som konsulent og initiativtager til flere opstartsvirksomheder - altid med den kemometriske filosofi som drivkraft. Hans kreativitet og idérigdom er dokumenteret i flere kemometrisk baserede patenter og software.

Hvis man spørger kollegaer om deres forhold til Carsten, får man typisk to svar. Det første er *"Det var Carsten, der åbnede mine øjne for kemometri"*. Igennem 90'erne underviste han i halvdagskurset "Kemometri fra A-Å" i Dansk Ingeniørforening, og altid med et stort publikum. Mange danske kemometrikere startede deres arbejde med kemometri på sådan et kursus. Carsten brugte mange analogier til at forklare filosofien bag kemometri. For eksempel brugte han sin guitar til at forklare, hvordan latente strukturer i data kan sammenlignes med akkorder, der kombinerer forskellige toner til en harmoni. Han insisterede også på, at PLS var forkortelsen for "Projection on Latent Structures" (og ikke kun "Partial Least Squares") for at gøre det til mere end en algoritme.

Det andet svar er: *"Han var en fantastisk person at tale med om alt fra kemometri til filosofi og livet generelt"*. Kemometri og meningen med livet kunne let flettes sammen, og man blev altid inspireret og i godt humør efter en aften i selskab med Carsten.

Carsten var aktiv til det allersidste. Under covid-19-krisen lavede han dagligt Facebook-opdateringer om sine forudsigelser om, hvornår det danske sygehusvæsen ville kollapse, eller om epidemien var under kontrol. Og han klagede naturligvis over, at der ikke var tilstrækkelige data tilgængelige fra myndighederne til at tillade ham at lave pålidelige forudsigelser.

Carsten fik accepteret sit seneste videnskabelige arbejde; en idé han havde arbejdet på igennem 20 år, til en mundtlig præsentation på Scandinavian Symposium on Chemometrics, der blev afholdt den 6.-9. september 2021 kun en uge efter Carstens død. Lektor Åsmund Rinnan, KU, præsenterede arbejdet på Carstens vegne.

Carsten var en fantastisk kollega, inspirator og ven, som vil blive savnet. Vore tanker går til Carstens efterladte.

Æret være Carsten Ridders minde.

Per Waaben Hansen, Søren Balling Engelsen,
Max Egebo og Lars Nørgaard

TAPIR HL LEAK DETECTION

TAPIR HL leak detector er specielt designet til at lokalisere og kvantificere lækager i din vakuum proces.

**Undgå yderligere omkostninger på grund af lækager.
Få din TAPIR nu.**

Busch Vakuumenteknik A/S
+45 87 88 07 77
info@busch.dk
www.buschvacuum.com

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

Emissioner af lattergas og metan: Fremtidens vigtigste klimagasser?

Tirsdag den 30. november 2021 kl. 13:00 - 16:15
Auditoriet, NFA (Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø),
Lersø Parkallé 105, DK-2100 København Ø

Med klimaloven fra sidste år er Danmark forpligtet til at have reduceret sine udledninger af drivhusgasser med 70% i 2030 (ift. 1990) og være CO₂-neutral i 2050. Omstillingen er allerede godt i gang med stigende andel vedvarende energi, som erstatter de mest direkte CO₂-udledninger fra kul, olie og gas. Der er derfor en stigende opmærksomhed på andre klimagasser end

CO₂: metan, lattergas, CFC'er osv. Vi har inviteret en række foredragsholdere og forskere til at fortælle om den nyeste viden om problemstillingen, og til at vurdere om mulighederne for at nå en tilstrækkelig reduktion i forhold til de nationale danske mål, også inden for udvalgte sektorer hvor der forventes en særlig indsats.

13:00 Velkomst og introduktion

Jakob Klenø Nøjgaard, IGAS

13:15 Hovedkonklusioner vedr. klimagasser i IPCC's 6. statusrapport

*Jens Hesselbjerg Christensen,
Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet*

13:35 Gemte eller glemte klimagasser

*Mads Peter Sulbæk Andersen,
California State University Northridge/Københavns Universitet*

14:05 Tales of old air in polar ice

Thomas Blunier, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

14:25 Emissioner af metan fra danske lossepladser og biogasanlæg

Jacob Mønster, FORCE Technology

14:45 Kaffe, te og kage

15:15 Er koen klimasynder eller...?

Mette Olaf Nielsen, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet

15:45 Diskussion

16:15 Afslutning

**Alle er velkomne. Der er ingen mødeafgift. Tilmelding foretages senest den 23. november 2021 til:
Karsten Fuglsang, FORCE Technology, e-mail: kfu@force.dk**

Ozon i højarktisk, klimaforandringer og brom kemi

Deltag i dette spændende foredrag om, hvordan danske og internationale forskerhold studerer og modulerer atmosfærekemi ved Villum Research i Nordgrønland.

27. oktober 2021, København

Læs mere: ida.dk/arrangementer/341023



KEMISK FORENING

Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

www.chemsoc.dk

The Danish Chemical Society
Founded 1879

Molekylspektroskopiprisen 2021

Prisen for bedste
ph.d.-afhandling inden for
molekylspektroskopi

Prisen gives til den bedste speciale- eller ph.d.-afhandling inden for udvikling eller anvendelse af molekylspektroskopi. I ulige år tildeles prisen for bedste ph.d.-afhandling bedømt inden for de sidste to år, og i lige år tildeles prisen for bedste specialeafhandling bedømt inden for de sidste to år.

I 2021 tildeles prisen for den **bedste ph.d.-afhandling** bedømt i perioden fra den 1. januar 2019 til den 31. december 2020.

Kandidaten skal være dansk statsborger eller have udført sit ph.d.-studium ved et dansk universitet eller forskningsinstitution. Kandidaten skal indstilles af sin hovedvejleder, som senest den **15. november 2021** skal indsende en motiveret indstilling (1 side) af kandidaten, kandidatens CV og publikationsliste samt en elektronisk kopi af selve afhandlingen til formanden for Dansk Forening for Molekylspektroskopi, Jørgen Skibsted, Institut for Kemi, Aarhus Universitet, e-mail: jskib@chem.au.dk.

De modtagne indstillinger bedømmes af Dansk Forening for Molekylspektroskopis bestyrelse samt af formanden for Molekylspektroskopisk Fond. Hvis kandidaten har haft en af disse personer som hoved- eller medvejleder, vil dette medlem af udvalget blive betragtet som inhabil.

Prisen består af et diplom samt 5.000 kroner. Prisen vil i år blive uddelt ved Dansk Forening for Molekylspektroskopis generalforsamling, som vil blive afholdt i starten af december på Kemisk Institut, København Universitet. Det forventes, at modtageren i den forbindelse afholder et foredrag inden selve generalforsamlingen.

Yderligere information kan fås ved henvendelse til foreningens formand.

Meget mere kemi?



Følg Dansk Kemi
på Facebook



eller på Instagram

/dansk kemi.dk - @dansk kemi

Afsender: TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup



Quality Control in the Food & Beverage Industry with **FT-NIR** Spectroscopy

- **MPA II:**
Unrivalled flexibility for your daily QA/QC work as well as for sophisticated method development.
- **TANGO:**
The next generation FT-NIR spectrometer with touch screen operation and intuitive user interface.
- **MATRIX-F:**
On-line FT-NIR for direct measurements in continuous or batch processes, enabling a close production control.

FT-NIR is a fast, cost-effective and safe technology for control of raw materials, intermediates and finished products. The major application areas of NIR spectroscopy include dairy and meat, beverages, edible oils, bakery ingredients and condiments as well as grains and oil seeds.

Bruker Optics has the industry's most comprehensive FT-NIR product-line; from the very intuitive FT-NIR spectrometer TANGO to the versatile Multi Purpose Analyzer MPA II and award-winning MATRIX systems for online measurements.

Contact us for more details:
info.bopt.nordic@bruker.com
www.food-analysis-nir.com



INDEKLIMA

TechMedia TILLÆG - 2021

**Mere fokus
på det gode
indeklima**



Gå efter højeste tæthed

► Se side 3...



Dokumentation til fremtidens bæredygtige byggeri

Med en verdensmålscertificering i FN's verdensmål og med komplette dokumentationspakker, der viser, hvordan tekstilbaseret ventilation kan bidrage til en bæredygtig bygningscertificering efter DGNB-standarden, og hvordan løsningen kan leve op til den Frivillige Bæredygtighedsklasse, er KE Fibertec nu klar med materiale, der giver rådgivere, entreprenører og andre kunder inden for byggeriet dokumentation for, hvordan virksomheden gør en forskel for en mere bæredygtig fremtid

Af Helene Gleeurup, KE Fibertec AS

Bæredygtige tanker er kommet for at blive, og den globale klimakrise medfører, at der er et presserende behov for en bæredygtig omstilling med fokus på



- Vi tager ansvar og ønsker at påvirke miljøet så lidt som muligt i alt, hvad vi gør - fra produktionen til transporten af vores produkter og til, hvordan vi kan genanvende tekstilmaterialet efter endt brug, forklarer Anders Olsen, udviklingschef hos KE Fibertec.



Bæredygtigt byggeri er ikke kun begrænset til de materialer og løsninger, der anvendes, men i høj grad også til brugen af bygningerne, herunder indeklimaet.

mere miljørigtige og energieffektive alternativer. I dag kan 40 procent af verdens CO₂-udledninger relateres til byggeriet og bygninger, så det er nu, at vi skal have ord omsat til handling, hvor vi med et bæredygtigt byggeri anvender materialer og løsninger til gode og sunde bygninger uden at belaste miljøet og klimaet. Det er både i forhold til nybyggeri og renoveringsprojekter, at fokus på

energieffektivitet og recycling bliver nøgleområder i udviklingen mod et mere grønt og bæredygtigt samfund. Mange virksomheder i den danske byggebranche har gennem årene haft fokus på at indtænke strategier og udvikle efter en bæredygtig tankegang, så udviklingen er i gang. Men for at det ikke kun bliver til en hensigtserklæring med ord om, at materialer i et byggeri er frem-



Velkommen til TechMedias Indeklimatillæg

Tillægget bringes, i trykt form, i fem af TechMedias fagblade og i samtlige netversioner af TechMedias fagblade i efteråret 2021.

Se: www.techmedia.dk/fagmedier



Gå efter højeste tæthed



Lindab Safe-systemet leverer den bedst mulige tæthed og dermed kvalitet

Lindab stræber konstant efter at hæve standarden i forhold til produktudvikling og nye, energieffektive løsninger.

LindabSafe, vores cirkulære ventilationskanaler er Eurovent-certificerede i tæthedsklasse D, som kræver at vi overholder specifikke standarder i hele produktionsprocessen.

Det betyder, at du kan have tillid til det produkt, du køber, og at du kan være helt sikker på, at det opretholder en høj kvalitet og en tæthed i klasse D. Høj tæthed i ventilationssystemet sikrer mindst muligt energispild, og lavere udgifter til anlæg og drift. Vi kalder det **Good Thinking**.



Med komplette dokumentationspakker kan KE Fibertec nu tilbyde velstruktureret materiale, der giver rådgiver, entreprenører og arkitekter et godt grundlag for at vælge de rigtige produkter til deres byggeprojekt og overblik over, hvordan et tekstilbaseret ventilationssystem har indvirkning på bygningen trods det, at selve ventilationssystemet ofte kun udgør en lille del af det samlede byggeri.



I hele optimeringen af indeklimaet er bæredygtighed et godt udgangspunkt, og med en certificering kan man ofte opnå et bedre indeklima, end det kræves af lovgivning og regler, fordi mange kriterier skal opfyldes.

stillet bæredygtigt, efterspørges det oftere og oftere, at virksomheder i byggebranchen skal kunne dokumentere, hvordan deres produkter og services lever op til bæredygtighed.

Den Frivillige Bæredygtighedsklasse

Herhjemme arbejdes der i dag efter forskellige klassificeringer og certificeringer, hvormed man kan dokumentere, hvordan bygningen er opført. Et af de nyere initiativer fra 2020 er den Frivillige Bæredygtighedsklasse, som har til formål at fremme bæredygtigt byggeri i Danmark. Klassen er endnu ikke obligatorisk og er i en testperiode, men forventes at blive et krav i bygningsreglementet i 2023. Når man taler om certificering af bæredygtigt byggeri her i landet, er den mest brugte certificeringsordning ved nybyggeri DGNB-standard, som administreres af Green Building Council Denmark.

Med DGNB-certificeringen kan man dokumentere bygningens bæredygtighed, og med fokus på mere end 40 kriterier såsom energi- og ressourceforbrug, materialers miljøpåvirkning, luftkvaliteten og arkitektur vurderes der samlet på, hvordan bygningen påvirker indeklima og sundhed. På baggrund af alle kriterier og målepunkter, som certificeringen vægter, beregner rådgiver eller bygherre samlet, hvordan valg i byggeprocessen har indflydelse på de sociale, økonomiske og miljømæssige forhold for bygningen.

Tekstilbaseret ventilation

For bæredygtigt byggeri er ikke kun begrænset til de materialer og løsninger, der anvendes, men i høj grad også til brugen af bygningerne, herunder indeklimaet. Et godt indeklima er nøglen til medarbejdernes sundhed, trivsel og produktivitet. I hele optimeringen af indeklimaet er bæredygtighed et godt udgangspunkt, og med en certificering kan man ofte opnå et bedre indeklima, end det kræves af lovgivning og regler, fordi mange kriterier skal opfyldes.

KE Fibertec har i mange år arbejdet med bæredygtighed, og siden virksomheden blev certificeret i bæredygtighedsstandard Cradle to Cradle i 2012 med verdens første bæredygtige tekstilkanal, CradleVent, har det været en del af hele fundamentet og måden, hvorpå virksomheden udvikler og optimerer produkter og processer inden for tekstilbaseret ventilation. Virksomheden stiller store krav til hele dens Supply Chain med fokus på at påvirke miljøet og ressourcerne i fremstillingen mindst muligt og hele vejen igennem produktets livscyklus. Alene det at vælge en tekstilbaseret

EXHAUSTO SYSTEMLØSNINGER

IDÉFASE

PROJETERING

LEVERING

FUNKTIONSTEST

SERVICE

Derfor er EXHAUSTO det kloge valg

- Du sparer tid - Vi står bag dig i hele processen
- EXHAUSTO er gennemtestet kvalitet
- Alt er udviklet og designet til at passe sammen
- Du afleverer en løsning, der virker og gør en forskel
- Med EXHAUSTO sikrer du et godt indeklima



SE KATALOG ONLINE



 Du kan også ringe til vores kompetencecenter på
65 66 12 34

EXHAUSTO



KE Fibertec har i mange år arbejdet med bæredygtighed, og siden virksomheden blev certificeret i bæredygtighedsstandarden Cradle to Cradle i 2012 med verdens første bæredygtige tekstilkanal, CradleVent, har det været en del af hele fundamentet og måden, hvorpå virksomheden udvikler og optimerer produkter og processer inden for tekstilbaseret ventilation.

ventilationsløsning gør, at man allerede tænker på miljøet. Tekstilkanaler har en lav vægt, der gør dem mærkbart lettere at transportere end traditionelle stålkanaler. Det betyder lavere forbrug af brændstof og dermed mindre CO₂-udledning. Luftfordelingen med tekstilkanaler er særdeles effektiv, og fungerer optimalt ved lavere lufttryk og ikke tager unødvendig luft ind. Det giver samlet set energibesparelser, bedre ergonomi og et bedre indeklima.

- Vi tager ansvar og ønsker at påvirke miljøet så lidt som muligt i alt, hvad vi gør - fra produktionen til transporten af vores produkter og til, hvordan vi kan genanvende tekstilmaterialet efter endt brug, forklarer Anders Olsen, udviklingschef hos KE Fibertec.

CO₂-neutral i 2030

Med fokus på bæredygtighed har KE Fibertec arbejdet målrettet mod at indfri det ambitiøse mål at blive CO₂-neutral i 2030. Som en integreret del af strategien har virksomheden arbejdet i de seneste år med FN's verdensmål med målsætningen om at udvikle og levere

bæredygtige og energieffektive ventilationsløsninger. En vigtig milepæl på denne rejse blev nået i juli 2021, hvor KE Fibertec blev certificeret i FN's 17 verdensmål ved Bureau Veritas.

- Med vores Cradle to Cradle-certificering har vi allerede gennem længere tid arbejdet med at optimere og udvikle mere bæredygtige løsninger, så det var helt naturligt for os at vælge strategisk også at arbejde med verdensmålene. Det er vigtigt, at vi hele tiden udvikler os i en positiv grønneretning og er med til at gøre en forskel - ikke kun i forhold til ressourcer, men også med at skabe et godt indeklima. Vi er derfor meget stolte af nu også at være certificeret og ser positivt på fremtiden med hensyn til at nå de mål, vi har sat os, understreger Anders Olsen.

Arbejdet med bæredygtige løsninger stopper ikke her. I et samarbejde med Rambøll har KE Fibertec i juli 2021 udarbejdet en rapport, der dokumenterer, hvordan tekstilbaseret ventilation kan bidrage til både en bæredygtig bygningscertificering efter standarden "DGNB Danmark Nybyggeri og omfat-

tende renoveringer 2020", og hvordan virksomhedens løsninger bidrager til den Frivillige Bæredygtighedsklasse. Med komplette dokumentationspakker kan KE Fibertec nu tilbyde velstruktureret materiale, der giver rådgiver, entreprenører og arkitekter et godt grundlag for at vælge de rigtige produkter til deres byggeprojekt og overblik over, hvordan et tekstilbaseret ventilations-system har indvirkning på bygningen trods det, at selve ventilationssystemet ofte kun udgør en lille del af det samlede byggeri.

- Vi ønsker at imødekomme vores kunder med relevant dokumentation og materialer, som giver et hurtigt overblik og hjælper til en lettere proces i, hvad der til tider godt kan være en kompleks og omfattende projektbeskrivelse, især når der er tale om større byggeprojekter. Vi har haft et positivt samarbejde med Rambøll om at udarbejde komplet dokumentation til, hvordan vores tekstilbaserede ventilationsløsninger kan give point til en certificering af et bæredygtigt byggeri, påpeger Anders Olsen.



Energieffektiv ventilation

Airmaster tilbyder en serie af decentrale ventilationsanlæg, der kan give den rette luftmæssige kapacitet til ethvert klasselokale, kontor, mødelokale m.v.

Vil du vide mere om hvilke anlæg, der passer til dit ventilationsbehov, kan du altid kontakte Airmaster for mere information.

Du kan også bruge vores online beregningsværktøjer til at beregne ventilationsbehov og energiforbrug:

www.airmaster.dk/ventilationsberegner

Vores online ventilationsberegner kan fortælle dig, hvilket Airmaster anlæg vi anbefaler ud fra dine krav og rummets funktion.

www.airmaster.dk/energiberegner

Vores online energiberegner kan fortælle dig energiforbruget for det valgte Airmaster anlæg ud fra brugs- og temperatur ønsker.



Med præmieret design og features som indbygget bevægelsesføler er lufttæppet Slim fra Flowair velegnet til for eksempel caféer, frisører og mindre butikker.

Ventilations- og indeklimaprodukter kan også vinde designpriser

2021-udgaven af den anerkendte iF-designpris for produkter gik til et lufttæppe. Produktet giver nye muligheder for, hvor lufttæpper kan bruges æstetisk og fordi det kan installeres steder, hvor det ellers er så besværligt, at teknologien fravælges

Af Nis Petersen, administrerende direktør, Anteco Thermo Trade A/S

Lufttæppet Flowair Slim er blevet tildelt iF-designprisen iF World Design Guide i 2021. I begrundelsen skriver priskomiteen, at Slim er det tyndeste lufttæppe på markedet, og at dets design, farveholdning, produktprogram og størrelse passer til 99 procent af alle døre. Lufttæppet har indbygget bevægelsessensor (PIR-sensor) og aktiveres dermed kun, når der er brug for det. Priskomiteen nævner også, at Slim-lufttæppet er designet med så lavt støjniveau, at det i støjsvag funktion ikke overdøver samtaler i omgivelserne og således ikke forringer komforten for personer i nærheden. Administrerende direktør Nis Petersen fra Anteco Thermo Trade A/S, der er ansvarlig for Flowair på det danske mar-

ked, er selvsagt begejstret og forventer, at introduktionen af firmaets lufttæpper kan bringe lufttæpper ud i miljøer, hvor de ellers ikke har været tænkt på, som for eksempel caféer, frisørsaloner, mindre forretninger eller måske endda kontorer med et niveau af kundebehandling. - Lufttæpper giver rigtig god mening alle steder, hvor der skal opretholdes en god komfort, og hvor man har døre og porte, som åbner ofte, også når det er koldt. De kan både hindre træk og spare på varmen, fordi deres funktion er at blokere for indstrømning af kold luft og udstrømning af varm luft indefra. Eller omvendt om sommeren på de varmeste sommerdage. Vi har hidtil leveret lufttæpper til større forretninger og industri, og lufttæpper over døre er for ek-



Behovsstyrede og klimavenlige ventilations-løsninger



Venti tilbyder klimavenlige produkter som:

- ✓ er konkurrencedygtige ventilationsløsninger
- ✓ er fra kvalitetsleverandører
- ✓ er certificerede med bl.a. Eurovent-certifikat
- ✓ har høj virkningsgrad ved lavt energi-forbrug
- ✓ kan leveres med indbygget automatik, der sikrer en behovsstyret og dermed energi-optimal drift

Behovsstyrede løsninger sikrer energioptimering

Venti tilbyder en bred portefølje af behovsstyrede produkter. Ved behovsstyrede produkter og løsninger opnås både energibesparelser, mindre slid på produkterne og bedre inde-klima til gavn for brugere og inventar.

Bedre indeklima, som f.eks mindre fugtig luft, er bedre for bygningerne og sikrer længere holdbarhed. Derfor er Venti med til at sikre både økonomiske besparelser, optimeret drift og mere klimavenlige løsninger.



Varmeventilatorer og kaloriferer bliver ofte installeret svært tilgængelige steder i haller. I den sammenhæng er varmeventilatoren og kaloriferen LEOs lave vægt og installationsvenlighed en stor fordel.

sempel standard i supermarkeder, indkøbscentre osv. Men man må nok konstatere, at mange lufttæpper ikke rigtig passer ind i et lækkert cafémiljø, en frisørsalon eller en mindre forretning trods nytten af dem. De stikker ud, designmæssigt, fortæller Nis Petersen, og fortsætter: - Med Slim-lufttæppets slanke profil og lækre design, den lave vægt og lette installation giver det i langt højere grad mening at få det ind i de miljøer, hvor man ellers har holdt sig lidt tilbage. Og så er dets lave lydniveau særligt fordelagtigt i mindre lokaler. Men Slim er naturligvis også fordelagtigt i traditionelle installationer, der vil opleve en opgradering i forhold til eksisterende lufttæpper.

Automatisk eller enkel betjening

Slim adskiller sig fra standardlufttæpper på flere punkter. Lufttæppet er en plug-and-play-løsning, både med en dørsensor indbygget i selve lufttæppet og med almindelige funktionsknapper, der er tilgængelige på kabinettet. Der er indbygget kontakter for on/off og to hastigheder på ventilatorerne, eller det kan fjernbetjenes med termostat og tre hastigheder, ligesom der kan monteres andre dørsensorer, hvis man ønsker en anden løsning. Således kan Slim monteres på mange måder, alt efter om man ønsker den helt simple stand-alone-installation, eller en mere krævende løsning med CTS-opkobling. Den eltekniske del af lufttæppet er kon-

strueret, så man kan tilgå alle installationer nedefra via en kabinetlåge, hvilket gør arbejdet for installatøren både mere enkelt og komfortabelt. Slim udføres i tre forskellige længder på hhv. 1, 1½ og 2 meter og leveres med og uden varmfunktion, enten vandvarme eller elvarme. Lufttæppet fås i to standardfarver, hvid eller sort, begge til en konkurrencedygtig pris.

Markante vægtreduktioner

Når nye produkter til industri og erhverv udvikles, er funktionaliteten og de rå specifikationer naturligvis særdeles væsentlige, men Flowair har gentagne gange taget produktet et skridt videre, og både set på funktionen, men også det visuelle udtryk. ▷

■ **2005**
35 kg



■ **2006**
20 kg



■ **2014**
11 kg



Innovationer har gennem tiden skåret kraftigt ned på materialeforbruget til og vægten af varmeventilatorer og kaloriferer. Her illustreret med Flowairs produkter, hvor det seneste skud er model LEO med kun 11 kilo i letteste udgave.

AIR2TRUST SØGER TEKNISK SÆLGER

Vil du med på holdet hos AIR2TRUST?

Branchen er i rivende vækst, og derfor skal AIR2TRUST have flere spillere med på holdet. Grib chancen nu! Du får her muligheden for at blive en del af ventilationsbranchens bedste team. Vi er en handlekraftig organisation med højt uddannede medarbejdere med stærke tekniske kompetencer og mange års erfaring i ventilationsbranchen.

Kundernes tilfredshed er det vigtigste for AIR2TRUST

- 2 Hos AIR2TRUST har vi altid fokus på at møde vores kunders ønsker og behov.
- 2 Vi hos AIR2TRUST er glade for samarbejdet med alle vores kunder – store som små.
- 2 AIR2TRUST er altid klar til at hjælpe eksisterende og potentielle kunder med deres projekter og vi sætter en ære i at levere den bedste kvalitet til den rigtige pris.

AIR2TRUST tilbyder

- 2 Fair arbejdstid og -mængde
- 2 Frihed under ansvar
- 2 Gage efter kvalifikationer
- 2 Gode og kompetente kollegaer
- 2 Moderne kontorfaciliteter i Tilst
- 2 Kvalitets- og driftssikre produkter

Arbejdsopgaver

- 2 Teknisk rådgivning
- 2 Ordrebehandling
- 2 Tilbudsberegning

Ansøg

- 2 Jeanette Kjæhr Rasmussen
- 2 Mail: jkr@a2t.dk
- 2 Mobil: 3035 9236
- 2 www.a2t.dk

“ Send os en ansøgning i dag
– vi glæder os til at høre fra dig ”





Lufttæppet kan bringe lufttæpper ud i miljøer, hvor de ellers ikke har været tænkt på, som for eksempel caféer, frisørsaloner, mindre forretninger eller måske endda kontorer med et niveau af kundebehandling.

Det nye lufttæppe kommer således ind i en familie af indeklimaprodukter, som alle har rykket grænserne for design og vægt, nemlig varmeventilatoren og kaloriferen LEO samt ventilationsenheden OXeN. Og det er ikke første gang, at den innovative virksomhed Flowair vinder designpriser. Ventilationsenhedens OXeN blev for eksempel dobbeltpræmieret for sit design i 2014 med både Red dot- og iF-designpriserne.

Flowair har i alle tilfældene udnyttet mulighederne i brugen af materialer, som i VVS-branchen er nye og innovative, for at skabe kabinetter, der er lettere, og hvor formen nemmere kan varieres og designes. Hvor kabinetter traditionelt har været produceret i metalplader, benytter Flowair sig ligeledes af for eksempel EPP, ekspanderet polypropylen. For varmeventilatoren og kaloriferen LEO har det for eksempel i flere omgange betydet en halvering af vægten, så den nuværende serie kun vejer en brøkdel af forgængerne og altså også betydeligt mindre end mange andre tilsvarende produkter på markedet. En materialereduktion, som er en fordel for miljøet og pengepungen.

- Og det er altså forbedringer, der kan

mærkes i dagligdagen for VVS-installatøren, som skal installere det, fortæller Nis Petersen.

- Det betyder nemlig, at der for eksempel ikke skal bruges to mand til at løfte, eller at montagedetets bæreevne ikke længere er et problem. Det stiller bare nogle andre krav til en gammel vægs bæreevne at skulle hænge 50 i stedet for 20 kilo op. Og til sammen kan det give en helt anden installationspris til gavn for kunden. Tilsvarende gælder for den førnævnte decentrale ventilationsenhed, OXeN, som produceres med netop EPP som kabinet. Det giver et lettere produkt pakket ind i en pæn skal. OXeN ventilationsanlæg er et plug-and-play-produkt med et luftskifte på 1.200 kubikmeter i timen med varmegenvinding.

Fra industri og landbrug til detailhandel og service

- Varmeventilatoren Leo har allerede taget fart i både industri og landbrug, men nu er vi klar til også at rykke endnu mere på de andre produkter, fortæller Nis Petersen, der er stærk begejstret over samarbejdet med Flowair, siger Nis Petersen, og fortsætter:

- Flowair har en tilgang til produktudvik-

ling, som er helt unik i ventilations- og indeklimabranschen, og er ofte gået nye veje. Det giver sig rent faktisk også til udtryk i de løsninger og produkter, som de kommer med, inklusiv montage- og servicevenlighed. De er ikke bare lige en tand billigere eller lidt mere effektive, men reelt så nytænkende, at det flytter grænserne for, hvor man kan bruge denne type produkter.

Kombinationen af effektivitet, udseende og pris betyder i sig selv, at de skubber lidt til, hvor produkterne kan bruges, fortsætter Nis Petersen, som samtidig understreger, at det ikke sker på bekostning af kvaliteten, da de mekaniske grundkomponenter er mærkevarer fra typisk europæiske producenter. Nis Pedersen er dog især begejstret for én ting.

- Når Flowair så samtidig med alt det andet, også introducerer materialeteknologier og produktionsmetoder, som er nye for opvarmnings- og ventilationsprodukter og giver tigerspring i vægt- og materialereduktion, så rykker det for alvor. Det gælder hele vejen rundt, fra designer-lufttæppet Slim over varmeventilatoren Leo, til ventilationsenheden OXeN.



Bæredygtigt indeklima med certificerede tekstilkanaler

KE Fibertec har i mange år arbejdet med bæredygtighed, og siden en certificering i bæredygtighedsstandarden Cradle to Cradle i 2012 med verdens første bæredygtige tekstilkanal CradleVent® har vi udviklet og optimeret produkter og processer, så vi påvirker miljøet og klimaet mindst muligt.

Alene det at vælge tekstilbaseret ventilation gør, at man allerede tænker på miljøet. Tekstilkanalers lave vægt gør dem mærkbart lettere at transportere end traditionelle stålkanaler. Det betyder lavere forbrug af brændstof og dermed mindre CO₂-udledning.

Luftfordelingen med tekstilkanaler er særdeles effektiv, da de fungerer optimalt ved lavere lufttryk og ikke tager unødvendig luft ind. Det giver samtidig energibesparelser, bedre ergonomi og et bedre indeklima.

Vi har gennem flere år arbejdet med FN's verdensmål som en integreret del af vores strategi. Baseret på vores fundament om bæredygtige og energieffektive løsninger og med målet om at være CO₂-neutral i 2030 har vi nået en milepæl i juli 2021 med en certificering iht. FN's 17 verdensmål gennem Bureau Veritas, så vi nu kan dokumentere, at vi gør en forskel for en mere bæredygtig fremtid.

Læs mere på www.ke-fibertec.dk

KE FIBERTEC

AIR THE WAY YOU WANT



Ny teknologi beskytter mod smitte og sparer på energien

Avancerede blæsere udligner temperaturforskelle og behandler den cirkulerende luft med bipolar ionisering eller UVC-lys. I Danmark er teknikken i brug på blandt andet skoler, plejehjem og i supermarkeder, hvor det er med til at skabe miljøer med lav smitterisiko og reduceret energiforbrug. Løsningen kan supplere eksisterende HVAC-anlæg



Airius PureAir-blæserne, som er nye på det danske marked, anvendes som et supplement til eksisterende HVAC-anlæg.

Af Arne Lycke

Der har længe været fokus på at skabe sunde arbejdsmiljøer med lav smitterisiko i bygninger. Men der har manglet løsninger, som beskytter og som ikke samtidig belaster arbejdsgange og velbefindende for brugere og beboere. Målet er at reducere eller helt fjerne vira som for eksempel covid-19 fra luften og dermed

reducere smitterisikoen og skabe et bedre indeklima.

Læg dertil, at mange HVAC-anlæg med tiden mister noget af den kapacitet, de var dimensioneret til fra start. Hvis anlæggene ikke rengøres og serviceres omhyggeligt, medvirker det på lang sigt til et dårligt indeklima og et øget energiforbrug.

Nu er der kommet en løsning til Dan-

mark, som kan rense luften for bakterier, forbedre indeklimaet og reducere sygefraværet. Samtidig kan Airius PureAir-blæserne, som er nye på det danske marked, anvendes som et supplement til eksisterende HVAC-anlæg.

Blæserne udligner temperaturforskellen fra gulv til loft, samtidig med at behovet for indtag af frisk luft reduceres med op til 75 procent grundet den bipolare ioni-



Her er en Airius-blæser installeret i et undervisningslokale, hvor den ioniserede luft forbedrer indeklimaet.

sering af luften. Den patenterede teknologi kan ydermere reducere energiforbruget med op til 40 procent til opvarmning og køling.

Gennemtestet teknologi med UVC

Det er velkendt, at ultraviolet lys (UVC-lys) og bipolar ionisering NPBI kan bruges til desinfektion af luft og overflader. Airius Danmark ApS med base i Holstebro har derfor introduceret blæsere på det danske marked, der udnytter netop denne teknologi. Airius-blæsere er enten udstyret med en PHI-celle med ultraviolet lys (UVC-lys) eller med en bipolar enhed, som skaber en højspænding mellem to poler. Begge teknologier skaber ioniseret luft, som eliminerer og renser rummet.

Løsningen fjerner også covid-19

Metoden fjerner bakterier,

skimmelsvampe og vira - de såkaldte VOC'er (Volatile Organic Components - flygtige organiske forbindelser). Den fjerner også covid-19, hvilket bekræftes af en række test i laboratoriet og i praksis.

Enhederne neutraliserer op til 99,9 procent af alle mikroorganismer som bakterier, skimmelsvampe og vira i cirkulerende luft og på overflader.

- Teknikken bag PHI-cellen i Airius PureAir-blæsere hedder fotohydroionisering. Den renser den cirkulerende luft og efterlader den frisk som luften efter et tordenvejr, forklarer Claus Wendelboe, der er ansvarlig for salget af Airius-produkterne i Danmark.

PHI-cellen ioniserer luft med negativt og positivt ladede ioner og fjerner VOC'er. Blæsere cirkulerer den ioniserede luft rundt i lokalet, og

dermed hæmmer ioniseringen den naturlige nedbrydningsproces i for eksempel frugt og grønt i en dagligvarebutik, viser erfaringerne.

Cirkulationen gør forskellen

I Danmark benyttes Airius-blæsere blandt andet på plejehjem og i butikker, skoler og kirker. Det friskere indeklima gør det rarere at opholde sig i rummet. Bekæmpelsen af vira og bakterier har desuden en gavnlig virkning i forhold til udvikling af irritationer og hovedpine. Det er en meget simpel løsning, hvor et antal blæsere monteres i loftet og kun kræver 230 volts tilslutning. Typisk skal luften cirkuleres to-fem gange i timen for at opnå den ønskede virkning - afhængigt af antallet af mennesker i lokalet. Der er forskel på, om det er i en kirke eller i et undervisningslokale på en skole.

Resultater fra skoler og plejehjem

På Baggesens skolen i Slagelse Kommune er der installeret 11 Airius-blæsere i den ene fløj med to enheder i lærerværelset og en i hvert af de i alt ni klasseværelser. Blæsere har en kapacitet på 700 m³ i timen og cirkulerer luften fire-seks gange i timen. De blev installeret i foråret som et forsøg, men allerede nu er erfaringerne gode.

- Vi arbejder hårdt på at skabe et bedre indeklima, og det her er et stort skridt på vejen, siger Helle Heim, skoleleder på Baggesens skolen.

- På Plejecenter Quistgaarden i Korsør er der installeret en Airius-blæser som forsøg i et af personalets fællesrum. Tilbage meldingerne er, at personalet oplever færre gener som for eksempel hovedpine, når de opholder sig i fællesrummet, fortæller Claus Wendelboe.

Han hæfter sig ved, at ni-





YOUR PERFECT CLIMATE

DAMPBEFUGTNING

Til indbygning i:

- Nye og eksisterende ventilationsanlæg
- Procesanlæg

Til befugtningsopgaver i:

- Procesindustrien
- Kontorbygninger
- Kirker og historiske bygninger
- Museer, gallerier, arkiver
- Procesanlæg




Energirigtige dampbefugtere i alle størrelser. For almindeligt brugsvand og vandbehandlet vand



Munters A/S / 4495 3355 / www.munters.dk



veauet for de såkaldte VOC'er nu er reduceret til et niveau helt ned 260 mod tidligere op til 3.000 enheder. Arbejdstilsynet foreskriver, at der maksimalt må være 400 enheder i et godt arbejdsmiljø. Et for højt VOC-tal er et problem i mange institutioner.

Øget trivsel, mindre sygefravær

Generelt mener Claus Wendelboe, at der er nogle spændende perspektiver med hensyn til sygefraværet blandt personalet.

- Vi har en stærk forventning om, at det bedre indeklima med færre skimmelsvampe og vira forbedrer personalets og elevernes velbefindende og dermed kan være med til at mindske sygefraværet, siger Claus Wendelboe.

Han henviser blandt andet til en test, der simulerer forholdene i et kommercielt fly: I ventilationen blev der installeret Airius-celler med NPBI-teknologi for at beskytte mod SARS-CoV-2 (covid-19). Resultatet var, at efter 10 minutter var 84,2 procent af vira gjort inaktive, efter 15 minutter var 92,6 procent inaktive og efter 30 minutter var 99,9 procent gjort inaktive.

Reducerer energiomkostninger

I mange lokaler er der højt til loftet, og luften er stillestående. Det bevirker, at den varme luft i bogstavelig forstand



Den indbyggede PHI-celle i blæseren ioniserer luften med negativt ladede ioner, som fjerner VOC'er. Det hæmmer den naturlige nedbrydningsproces i for eksempel frugt og grønt i dagligvarebutikker.



En Airius-blæser installeret i et opholdsrum på et plejehjem.

samles under loftet. Med blæserne skabes der cirkulation, der er med til at reducere energiomkostningerne, fortæller Claus Wendelboe videre.

Holstebro-virksomheden ser derfor et stort potentiale i Airius-blæserne, der kan reducere energiomkostningerne ud over at gøre vira inaktive ved hjælp af en meget skånsom metode, der ikke involverer kemi eller andre drastiske forholdsregler.

- For HVAC-installatørerne er Airius et attraktivt supplement til deres eksisterende produkter, fordi de kan udvide deres portefølje med en innovativ løsning, der giver en række markante fordele på en meget skånsom måde, påpeger Claus Wendelboe.

Airius Danmark repræsenterer den amerikanske teknologivirksomhed Airius. De udviklede for 20 år siden blæserne med den indbyggede PHI-celle. På verdensplan er der installeret over 200.000 enheder, og det er derfor en anerkendt og gennemtestet teknologi.



geniox



Løft indeklimaet med #HygienicByDesign™

Vælg Geniox ventilationsaggregater fra Systemair med VDI 6022-1 certificering og Eurovent hygiejnecertificering

Hygiejniske aggregater er udgangspunktet for alle Systemairs ventilationsaggregater, hvor Systemairs Geniox aggregater er udviklet efter vores koncept #HygienicByDesign. Har du skærpede krav til luftkvaliteten i dit indeklima, kan vi desuden tilbyde Geniox aggregater med forskellige hygiejnecertificeringer.

Geniox ventilationsaggregater kan vælges med en VDI 6022-1 certificering udstedt af det tyske laboratorium SYNLAB eller én- eller to-stjernet Eurovent hygiejnecertificering (HAHU). Eurovent HAHU (Hygienic Air Handling Unit) kombinerer kravene i flere hygiejnestandarder f.eks. VDI 6022-1, DIN 1946-4 og HTM 03-01 i én standard, som kan anvendes på tværs af landegrænser.

Systemair er den første større ventilationsproducent på verdensplan, der har opnået en Eurovent hygiejnecertificering af ventilationsaggregater.



Geniox #HygienicByDesign ventilationsaggregater.
Læs mere på www.systemair.com/da/HygienicByDesign

 **systemair**

www.systemair.dk

Living Guide for korrekt ventilering af boliger

I forbindelse med valg af systemløsning er det vigtigt fra starten at gøre sig klart, om projektet skal udføres med en central løsning eller decentral løsning



Af Henning Grønbæk, Product Expert, Exhausto A/S

Exhausto har udarbejdet et komplet system, der løser opgaven med ventilering af boliger i etageejendomme og rækkehuse på en nem og sikker måde. Virksomheden tilbyder hjælp lige fra idéfasen, projekteringsforslag, levering, funktionstest - kort sagt: Man er med på hele "rejsen".

På den måde sikrer virksomheden, at kunderne afleverer en løsning, der virker. Løsningerne er veldokumenterede og stort set al dokumentation findes online på www.exhausto.dk.

De viste eksempler lever alle op til kravene i bygningsreglementet BR18 samt brandsikringen iht. DS428, og viser i en række videoer, hvordan man praktisk kan udføre løsningerne.

Vigtige valg

I forbindelse med valg af systemløsning er det vigtigt fra starten at gøre sig klart, om projektet skal udføres med en central løsning, for eksempel ved hjælp af VEX300T eller decentral løsning med det helt nye produkt VEX40T. På hjemmesiden findes en tabel, hvor fordele og barrierer for begge løsninger er gennemgået; den kan med fordel indgå i overvejelserne, når der skal vælges løsning.

Som noget helt nyt kan Exhausto nu tilbyde emhætter med automatisk skift til forcering ved madlavning ud fra temperaturen på kogepladen/komfuret. Fabriano type ESL142 har tillige en alarmfunktion

VEX300T er en serie meget kompakte varmegenvindingsaggregater, der udmærker sig ved, at alle lufttilslutninger vender opad og al service kan udføres fra fronten. Luftmængdeområde for de fem størrelser VEX300T er fra 90 til 3.900 m³/h. Alle VEX300T er naturligvis Eurovent-certificeret og tilbydes med et meget bredt filterprogram.



VEX40T udmærker sig ved Danmarks nok laveste energiforbrug for indbygning i 600 x 600 mm skab, lavt lydniveau, left/right i ét og samme aggregat, mulighed for fugtgenvinding og integreret forvarmeplade, en lang række filterkombinationer og meget mere.

indbygget - Safe Alarm, som hele tiden overvåger temperaturen på komfuret. Ved forhøjet temperatur gives alarm, som brugeren kan afbryde ved et tryk på emhætten. Safe Alarm skal blot indstilles ift. komfurtype og emhættens højde over komfuret.



Man har desuden, som noget nyt, udviklet en emhættevariant med indbygget Modbus-kommunikation specielt for VEX40T. På den måde kan man undvære et betjeningspanel, idet den daglige kommunikation med VEX40T foregår via emhættens betjeningspanel, hvor der ligeledes informeres om behov for filterskift og evt. alarmer.

For Fabriano type ESL142 tilbydes som tilbehør en Safe Guard-funktion, som ved meget forhøjet temperatur på komfuret ender med at slukke for



Henning Grønbaek.

strømmen til komfuret, hvis beboeren ikke selv tager hånd om problemet. Det er i dag et lovkrav i Norge, hvor man har reduceret antal dødsbrande med årsag i komfuret/madlavning med over

50 procent. Det er absolut en funktion, der kan anbefales til ungdomsboliger, ældreboliger og demensboliger, hvor risikoen for brand som følge af uopmærksomhed er ekstra stor. Udover ovennævnte funktioner som standard og tilbehør har emhætten en god emopfangsevne og er dokumenteret iht. EN13 141-3 som krævet i bygningsreglementet.

Afslutning

Til en komplet løsning hører også brandautomatik med tilhørende spjæld. Exhausto kan tilbyde brand-/røgspjæld og røgkontrollspjæld, både rektangulære og cirkulære, samt tilhørende brandautomatik Exhausto Fire Guard - EFG. Exhausto brandautomatik EFG er udviklet med hovedformålet at opfylde alle kravene i DS428-5, samtidig med at den er nem at installere og idriftsætte. Det er muligt, da kablingen imellem modulerne til spjæld, røgdetektorer, brandtermostater og temperatursensorer må udføres med fri topologi samt at strømforsyning til spjældende, røgdetektorer og buskommunikationen sker med et fælles 2-leder kabel uden krav om skærm og par-snoing.

Testo 400 multiinstrument til lufthastigheds- og komfortniveaumålinger

Til alle, der arbejder professionelt med indeklimateamålinger: Mål, analysér og dokumentér alle IAQ- og komfortniveau-parametre ved hjælp af ét måleinstrument

- **Smarte, intuitive måleprogrammer inkl. HVAC tværsnitmålinger**
- **Meget nøjagtig, integreret differenstryk føler, som er uafhængig af lokation**
- **Måler alle indeklimateam (IAQ)-relaterede parametre**
- **Stort følerprogram til alle former for IAQ-målinger**
- **Dokumentér måleværdier on-site og send dem pr. e-mail**



BUHL BONSØE
MÅLBAR VIDEN

HASELLUNDEN 11A · DK-2765 SMØRUM · TLF. 45 95 04 10 · WWW.BUHL-BONSØE.DK

Hvad er indeklima?

Når der tales indeklima, tænker mange på luftkvalitet og de typiske parametre er CO₂, temperatur, luftfugtighed og træk, men ikke lys. Vi tilbringer mange af vores vågne timer under påvirkning fra kunstig belysning - derfor er lys i høj grad også et indeklimaparameter, som kan have, endog stor, indflydelse på sundhed og velvære

*Af Mathias Diemer,
Elma Instruments A/S*

CO₂ er nok den mest omtalte indeklimasnyder, og der har været stor fokus på blandt andet uddannelsesinstitutioner, hvor vores næste generationer gerne skal kunne koncentrere sig i klassen. Men også i alle andre miljøer, hvor vi opholder os, får CO₂ et stadig større fokus. Og heldigvis for det, for ved niveauer over 1.000 ppm begynder vi at miste koncentrationen og fornemme den dårlige luftkvalitet. Selv hjemme i privaten bør CO₂-indholdet i luften mindskes, og her sker der landvindinger i nye bygninger, som med tvangsventilation sørger for det nødvendige luftskifte. Luftudskiftning er også vigtigt for at mindste andre skadelige gasser og partikler i vores indeklima. Det radioaktive radon fra undergrunden bliver kaldt "den usynlige dræber", ligesom afgasning og partikler fra syntetiske materialer og tekstiler opbygges i luften, til skade for vores helbred, ved manglende luftudskiftning.

Ved både naturlig og mekanisk ventilation er det selvfølgelig vigtigt at sikre den rette mængde udskiftning af luften. Ved mekanisk ventilation er det endvidere vigtigt at få så meget luft for energien som muligt, SEL-værdi, for at nedbringe CO₂-udledningen til vores miljø. Det sikres blandt andet ved korrekt indregulering. Anvend for eksempel vores VillaKit Pro til indregulering og dokumentation ved måling enten i kanaler eller på armaturer.

Elma Instruments tilbyder et bredt pro-



Elma DT-181 TH kan lægges på skrivebordet og logge fugt- og temperatur over timer, dage eller måneder.

gram af måleudstyr til måling af indeklimaluften. Det kan blandt andet være CO₂- og radonniveauer og instrumenterne dækker fra "skrivebordsmodeller", der lige husker dig på at åbne vinduet, før hovedpinen kommer, til professionelle systemer til dokumentation eller stationær overvågning, som kan indgå i bygningsstyring og drift af ventilationsanlæg. I samarbejde med vores professionelle leverandører, for eksempel Swema, Kimo, Systronik og Digitron og mange andre, tilbydes ligeledes instrumenter til måling af luftflow og volumenstrømme i kanaler og på ventilationsarmaturer samt måling af optaget elektrisk energi, SFP-værdi. Alt sammen helt afgørende og nødvendige målinger for korrekt indregulering og dokumenta-

tion af arbejde, samt lovpligtig dokumentation af for eksempel energieffektivitet, SEL-værdi.

Temperaturen kan sløve eller forfriske og forskelle giver træk

Med tendensen til varmere klima, opstår et stadig større fokus på det termiske indeklima. Når temperaturen stiger, falder koncentration og produktivitet, fuldstændig som det ses med CO₂. Også termiske problemer i varmt klima kan i høj grad afhjælpes med solafskærmning i kombination med korrekt luftudskiftning eller endda mekanisk luftkøling, aircondition.

Det er nok sjældent, at vi oplever at fryse over hele kroppen i vores velopvarmede bygningsmasse i Danmark, med mindre



Flir MR160 fugtmåler kombinerer IR, RH og temperatur til afdækning af risikooverflader.



Centrale- og decentrale ventilationsanlæg



termic⁺

Din totalleverandør
af ventilationsanlæg
og tilbehør

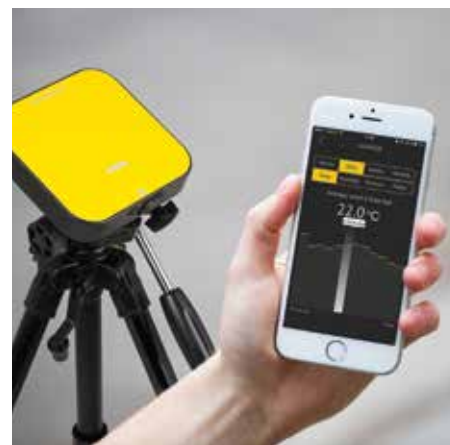
Produkterne er nøje udvalgt til den professionelle bruger, og vi har altid stort fokus på gode priser, stor brugervenlighed, fleksibilitet og kort leveringstid - det giver vores kunder den bedste oplevelse.

Kontakt os på 65 994 995

klimaanlægget er forkert indstillet - eller indreguleret. Men opfattelsen af termisk indeklima er meget individuel, og ved ventilation, temperaturforskelle og selv bare ved kuldedefald fra en kold overflade i en bygning kan der opstå trækgener, altså ganske langsomme luftstrømme. Selv et let træk om fødderne kan give generel kuldefølelse, selvom rumtemperaturen er ok. Det kan føre til, at temperaturen generelt hæves, hvilket igen fører til højere energiforbrug, og måske endda forværrer trækgenerne ved at øge temperaturforskelle og indblæsning.

Hos Elma Instruments fører vi et stort program til måling af termisk indeklima, fra luft- og overfladetemperatur til strålingsenergi fra solen, og de svært målelige, ekstremt langsomme luftstrømme,

og se vandet drive af vinduerne. Sved og udåndingsluft bidrager til luftfugtigheden, ligesom varm og fugtig luft, som trækkes ind i køligere lokaler, hæver luftfugtigheden markant, med risiko for kondensering på kolde overflader. Kondens på ydervægge, kombineret med den næringsholdige cellulose i for eksempel tapetklister, er mums for skimmelsvamp og andre ubudne gæster på kontoret og bag klædeskabet. Fugtig luft kan ligeledes indeholde mere energi end tør luft, så igen kan energiregnskabet også blive påvirket, da det for eksempel kræver mere energi at hæve temperaturen én grad i et fugtigt lokale end i et tørt. Ligesom de fleste andre indeklimaparametre kan luftfugtigheden i høj grad kontrolleres med luftskiftet i et lokale. Luftfugtigheden måles, monitoreres og



Radongassen går ofte under radaren, og bliver derfor ofte kaldt for den usynlige dræber.

Lys og lyd, og alle de andre parametre, som påvirker os

Listen er lang, og vi kunne sikkert blive ved længe. Når ventilationen kører, som den skal, CO₂-niveauet ikke er for højt og der er styr på fugt og træk - men hovedpinen stadig melder sig lidt op ad dagen, kan lyset være synderen. Vi opholder os mange timer i kunstigt lys, hvilket påvirker vores døgnrytme. Men igen kan man med det rette belysningsanlæg, og rette målinger, kompensere kroppen for det manglende dagslys.

I daginstitutionen er lydniveauet i høj grad også en indeklimaparameter og i produktionen kan både lyd og vibrationer i udstyr påvirke vores ve og vel.

Systemer til øjebliksværdier eller overvågning

Hos Elma Instruments synes vi ikke, der findes en facitliste til indeklima. Alt, hvad der 24/7 påvirker vores krop og sind indenfor hjemmets, arbejdspladsens eller fritidsinteressens vægge, er i princippet indeklima, det afhænger af situation og person. Derfor tilbyder vi et fuldt program til måling af alle tænkelige parametre i indeklimaet, fra simpelt eftersyn og øjebliksmåling til langvarig afdækning og dokumentation. Ligeledes tilbyder vi løsninger til indregulering og måling af energiforbruget i de værktøjer, vi har til rådighed, til at kontrollere vores indeklima.

Løsningerne findes som enkelt-parameter øjebliksmåling, som for eksempel vores helt simple Elma 711 termometer, som måler temperatur med valgfri probe, til for eksempel Flir MR160, som kombinerer IR, RH og temperatur til afdækning af risikooverflader. Ved længerevarende overvågning, for eksempel udtørring efter vandskade, kan vores IoT-løsning fra Omnisense, via narrowband mobilnettet efterlades i felten og aflæses fra kontoret, via mobilnettet.



Elma mener ikke, der findes en facitliste over, hvad der er indeklima. Alt, der påvirker vores krop og sind indenfor en bygnings fire vægge, er i princippet indeklima.

der føles som træk. Se for eksempel vores "alt i et" ISO 7730 sæt, som måler både temperatur, fugtighed, strålingsenergi og træk helt ned til laveste mærkbare niveau. Vi kan også tilbyde røgprodukter til visuelt at følge luftstrømme og påvise træk. Termografi er ligeledes et stærkt værktøj i programmet, som kan visualisere overfladetemperaturer og kolde områder, for eksempel ved utætte vinduer og ringe isolering.

Luftfugtigheden bidrager du selv med - men husk også materialefugten

Vi har nok alle prøvet at vågne en morgen i vinterhalvåret i et uventileret værelse

dokumenteres let med et af vores mange instrumenter til temperatur- og luftmåling. Prøv for eksempel vores Elma DT-181 TH, som kan lægges på skrivebordet og logge fugt- og temperatur over timer, dage eller måneder. IGM-teknologien (Infrared Guided Measurement) kombinerer infrarød termokamera og måling af luftfugtighed, så kritiske overflader, med risiko for kondensering og skimmelsvamp, let og visuelt identificeres. Og har uheldet først været ude, ved fugt eller decideret vandskade, hjælper vi såmænd også med professionelle instrumenter til måling af materialefugten i saneringsprocessen.

Kan styre alle aircondition-enheder

HMS Networks præsenterer et nyt IR-baseret Intesis A/C-interface, der gør det muligt at integrere enhver aircondition-enhed - uanset mærke - i Modbus eller BACnet automatiseringssystemer til bygninger.

HVAC-systemer er normalt de største energiforbrugere i en bygning. Det er derfor afgørende for ejere af bygninger at overvåge og styre disse systemer for at spare omkostninger og energi. Læg dertil, at covid-19-pandemien har gjort det stadig mere vigtigt at finde nye måder til at installere og bruge A/C-enheder, da ventilation og "ren luft" er blevet meget vigtigt. Aircondition-markedet vokser hurtigt med konstant tilkomst af nye brands og forskellige typer A/C-enheder. Det gør det til en udfordring for ejere af bygninger at integrere A/C-enheder i deres specifikke BMS-systemer.

Forstærket portefølje

Intesis-tilbuddet omfatter den største portefølje af A/C-interfaces på markedet - det gør det muligt at overvåge og styre aircondition anlæg fra ethvert hjem eller



system til bygningsautomatisering (BMS). Porteføljen er nu blevet yderligere forstærket ved HMS' præsentation af et universelt IR-baseret Intesis A/C-interface til integrering af A/C-enheder i Modbus eller BACnet-baserede automatiseringssystemer. Det nye interface forbindes til A/C-enheden via IR-linket, der allerede bruges af de fleste A/C-enheder til at kommunikere med deres fjernstyring. Intesis IR-baserede A/C-interface er allerede kompatibelt med mere end 100 IR fjernstyringskontrollere og deres forbundne A/C-enheder.

Hurtig konfiguration og diagnose

Den nye A/C interfaceløsning konfigureres ved brug af Intesis MAPS-værktøj, der har mange fordele for system-integratoren. Med en projektbaseret konfiguration kan alle installerede interfaces konfigureres i en enkel MAPS-skabelon, der gør det nemt at kopiere konfigurationen af enheder og at sætte nye enheder op. På grund af diagnosefunktionen bliver igangsætningsprocessen og al hjælp til efterinstallation også forenklet.

SKAB DET BEDSTE ARBEJDSMILJØ

På de fleste arbejdspladser er den indendørs luft fuld af bakterier, støv, vira og andre skadelige partikler og gasser. Vi kan ikke se dem, men de trænger ind både via ventilationen samt genereres indendørs, hvor de forårsager kløende øjne, hovedpine, træthed og sygdomme.

Camfils sortiment af patenterede luftrensere har de mest effektive HEPA-filtre på markedet. Luftrenserne er designede til at fungere som et supplement til dit eksisterende ventilationssystem og giver dig en mere effektiv produktion og et sundere arbejdsmiljø med mindre støv og færre skadelige partikler.

camfil
CLEAN AIR SOLUTIONS





Tilbage til arbejdspladsen

Skab et sikkert arbejdsmiljø for dine medarbejdere med luftrensere

Vi ved i dag, at meget smitte spredes via luften, og også vores immunsystem har været i et "beskyttet værksted" siden udbruddet af pandemien. Hvad sker der, når vi vender tilbage til normale rutiner, og hvilke udfordringer giver det dig som arbejdsgiver?

Ligesom i en børnehave, hvor børnene udsættes for nye bakterier og vira med mulige sygdomme og sygefravær til følge, vil vi voksne blive udsat for en lignende situation, når vi gradvist vender tilbage til arbejdspladsen. At være sammen med kollegerne igen er selvfølgelig fantastisk, men også forbundet med en vis risiko.

For eksempel, når vi nyser eller hoster udskiller vi dråber, der kan indeholde smitsomme partikler. Disse partikler kan svæve rundt i luften i flere timer og derefter lande på forskellige overflader som for eksempel borde og håndtag eller andre overflader, vi kommer i kontakt med. Dette

øger risikoen for, at vi bliver smittet ved enten at indånde partiklerne eller ved kontaktsmitte.

Forurennet indendørsluft

Hvad man også skal huske, er, at vores indendørsmiljø ofte er op til 50 gange mere forurennet end udeluften. Dette afhænger af kombinationen af forurening fra udeluften og den forurening, som vi og vores miljø skaber indendørs. Hvad hvis vi kunne støvsuge luften og dermed skabe et bedre indeklima? Støvsugeren vil i dette til-

fælde være en luftrenser. Hvis vi installerer en luftrenser i rummet, der fjerner op til 99,995 procent af partiklerne cirka hvert tiende minut, reducerer vi risikoen for at blive udsat for smitte og forurening enormt. Det bedste er, at det er så let at rense luften. Man installerer en luftrenser på bare et par minutter. Jo renere luft vi indånder, jo bedre tilpasse føler vi os og kan præstere mere.

Udfordringen har tidligere været at synliggøre partiklerne i indendørs luften samt dens kvalitet. Med Camfils nye Air Image-sensor måler vi løbende luftkvaliteten og har mulighed for visuelt at vise både medarbejdere og besøgende, hvordan luftkvaliteten er i realtime på arbejdspladsen. At måle er at vide. At investere i ren luft er at tage medarbejdernes helbred til det næste niveau og gøre arbejdspladsen mere attraktiv. Ren luft bør være en menneskeret og er nu mere vigtigere end nogensinde.



VI LEVERER KOMFORT I DIN BYGNING



Optimal opvarmning med LEO varmeventilator

- Bredt produktsortiment
- Indbygget 3-trinsregulering
- Mange monteringsmuligheder

Begræns varmetabet med Slim lufttæppe

- Markedets tyndeste lufttæppe
- Integreret bevægelsessensor
- Prisvindende design



SE OGSÅ FLOWAIR-SYSTEMET

Smart integration af op til 31 enheder!



Vi tilbyder opstart og indregulering af

- Automatisk brandventilation, ABV
- Automatiske tryksætningsanlæg, ATA
- Systemløsninger iht. DS 428
- Parkeringsventilation
- Røgudluftning
- Ventilationsaggregater



AiRFORCE tilbyder unikke automatikløsninger



AiRFORCE tilbyder servicekontrakter for alle systemtyper

Fuld service baseret på viden og dialog

01

Vores serviceteam står for de obligatoriske opstarter af vores systemleverancer

02

Vi udarbejder forhåndsgodkendelser for at sikre korrekt komponentplacering, fortrådning og montage

03

Vi udarbejder service-rapport efter hvert besøg

04

Servicekontrakter tilbydes på alle system-løsninger med automatik

05

Vores service er din garanti for at systemet fungerer ved aflevering og til eventuel 3. parts inspektion

Vi besidder stor ekspertise

Hos AiRFORCE er der mange eksperter at tale med, uanset hvilken type service du har behov for



LASSE S. WINDFELDT
KOORD. TEAMLEDER



ASGER H. JEPPESEN
AUTOMATIKANSVARLIG



LAURIDS H. MADSEN
TEAMLEDER SERVICE



MICHAEL CHRISTENSEN
SERVICETEKNIKER



FREDERIK B. DITLEV
PROJEKTINGENIØR



JESPER KROHN
SERVICETEKNIKER



JESPER BROCKSTEDT
SERVICETEKNIKER



NYANSÆTTELSE
FREDAG d. 1. OKTOBER

ØLAND TILBYDER

KANALSYSTEMER KLASIFICERET IHT. DS/EN 13501-3

Vores nye, flotte, bæredygtige
fabrik i Kliplev stod klar
til tiden og er allerede
nu en væsentlig forbed-
ring i forhold til de
gamle lokaler



Der er fuld gang i produktionen på Ølands nye bæredygtige fabrik i Kliplev



Ølands kanaler er testet iht. DS/EN 1366-1, DS/EN 15882-1 og klassificeret iht. DS/EN 13501-3

Vi besidder stor ekspertise

Hos Øland er der flere eksperter at tale med, uanset hvilken teknisk løsning du har behov for

Øland & Airforce gør det komplekse enkelt



FLEMMING CHR.
SALGSCHEF



NIELS THRANE
SALGSKONSULENT



JACOB W. JENSEN
SALGSKONSULENT



RONNIE D. SCHRØDER
SALGSKONSULENT



JAKOB LUND
SALGSKONSULENT



VIBEKE B. HUSSMANN
SALGSKONSULENT



JENS H. HANSEN
SALGSKONSULENT



CARSTEN MADSEN
ADM. DIREKTØR

Undgå statisk elektricitet og udtørringsskader

En simpel installation af Munters dampbefugtere forhindrer de kendte gener og forbedrer indeklimaet for både mennesker og materialer

Af Kirsten Tolstrup, Munters A/S

Vi oplever alle, hvordan indendørsluften i vinterperioden giver udfordringer. Når udendørsluften opvarmes i boliger og kontormiljøer, falder den relative luftfugtighed indendørs til et niveau, der hurtigt kommer under komfortområdet, der ligger mellem 40-60 procent RH. En luftfugtighed under 40 procent vil umiddelbart give gener som statisk elektricitet, tørre slimhinder, røde irriterede øjne og hovedpine. Også mange materialer reagerer på en lav luftfugtighed. Papirmaterialer kan ændre form, hvilket forstyrrer produktionen på trykkerier, men også træ vil reagere. Kontorlokaler med trægulve kan opleve skader efter en lang og tør vinter, og udbedring af udtørringsskader kan beløbe sig til store summer.

Udtørringsskader er også et kendt problem i vore gamle kirker, hvor kalkmalerier, altertavler, orgler og andet inventar af træ har brug for at blive beskyttet mod udtørringsskader. Vinterens opvarmning af kirkerummene vil medføre en udtørring, som kan ende med at be-



Vi går vinteren i møde, og dermed også en øget risiko for blandt andet statisk elektricitet.

skadige altertavler og orgler i en sådan grad, at en vældig omkostningsfuld renovering bliver nødvendig.



Udtørringsskader er et kendt problem i vore gamle kirker.

Energieffektive løsninger til styring af klimaet året rundt

Ved at installere dampbefugtning i kontorbygningen eller i kirken, sikrer man, at den relative luftfugtighed i perioder med opvarmning, aldrig bliver så lav, at interiøret tager skade og indendørsklimaet opleves generende.

Munters' nye Flexline dampbefugterserie er ideel til befugtning i disse omgivelser og kan nemt installeres som et "stand-alone-anlæg" eller bygges ind i et eksisterende ventilationsanlæg. Det sidste gjorde sig gældende hos Hillerød Forsyning, hvor de ansatte i dag oplever et behageligt opholdsklima, samtidig med at de nye trægulve beskyttes mod udtørringsskader. Kirker kan året rundt opleve udfordringer forårsaget af ændringer i luftfugtigheden, da en høj indendørs luftfugtighed, som opleves om sommeren, kan medføre mug og skimmel og store skader på kalkmalerier. I tilfælde af, at kirken oplever problemer med "sommerekondens", kan et Munters affugtningsanlæg forhindre denne tilstand og sikre kirken mod mug- og skimmelskader.

C E L E B R A T I N G

AAF®
INTERNATIONAL
a member of **DAIKIN** group



BRINGING
CLEAN AIR
TO LIFE.®

Også museer og arkiver kan ikke genkende til problematikken og kan være udfordrede i forhold til at leve op til retningslinjerne for opbevaring af den danske kulturarv (DS/ISO 11799:2015). For at kunne skabe et stabilt opbevaringsklima året rundt for de mange genstande på arkiver og i magasiner, er det oftest nødvendigt at installere anlæg til klimastyring.

Her vil Munters' Plus-anlæg være den ideelle løsning, da disse anlæg er en helt skræddersyet løsning til styring af både temperatur og luftfugtighed. I ét og samme anlæg findes både affugtnings- og befugtningsmoduler, samt før/efter køle- og/eller varmeklader. Er opbevaringsforholdene udelukkende påvirket negativt i vinterhalvåret, vil Munters Flexline være en effektiv løsning til at sikre de rette fugtforhold.

Begrænser spredningen af for eksempel covid-19

Hvad der er mindre kendt, men som er kommet mere frem i forbindelse med, at verden blev ramt af covid-19, er, at vira som influenza og for eksempel corona spredes betydeligt hurtigere når luftfugtigheden er lav. Undersøgelser dokumenterer, at luftbåren overførsel af for eksempel influenzavirus reduceres væsentligt ved en relativ luftfugtighed på over 40 procent RH.

Ved en relativ luftfugtighed på 50 procent RH inaktiveres virus maksimalt, hvorimod overlevelsesbetingelser er bedre ved både 20 procent og 80 procent

Affugtning og befugtning baseret på naturens egne principper

Munters har igennem mere end 65 år været kendt verden over for energieffektive affugtningsløsninger og stod oprindeligt bag udviklingen af sorptionsaffugtningssteknikken. Sorptionsaffugtning er kendt som den affugtningsteknik, der muliggør affugtning selv i kolde omgivelser, da en sorptionsaffugters princip er baseret på affugtning via en fugtabsorberende rotor og ikke ved hjælp af en køleflade som kendt fra kondensaffugtere. Hvad der ikke har været lige så kendt er, at Munters i lige så mange år har været pioner på befugtningsområdet. Den evaporative befugtningsteknik, som baserer sig på naturens egne principper omkring afkøling via tilførsel af vand til luften, er grundpilleren i Munters befugtnings- og kølesystemer til for eksempel datacentre.



Museer og arkiver kan ikke genkende til problematikken og kan være udfordrede i forhold til at leve op til retningslinjerne for opbevaring af den danske kulturarv (DS/ISO 11799:2015).

RH. Munters Flexline vil dermed ikke bare sikre et behageligt indendørsklima for de ansatte, men også helbredsmæssigt vil befugtningen være en gevinst med den nedsatte risiko for smittespredning.

Flexline dampbefugtere

Den nye serie dampbefugtere er designet med høj kvalitet og lang levetid for øje. De er udført i rustfrit stål og med genanvendelig dampcylinder som standard. Et overskueligt betjeningspanel (touchscreen) med en enkel og overskuelig menustruktur, giver et hurtigt overblik over driftsstatus.

Flexline er svaret på befugtningsbehov inden for:

- Procesindustrien
- Pharmaceutisk industri
- Elektronikindustrien
- Hospitaler
- Kontorbygning
- Kirker og historiske bygninger
- Museer, gallerier og arkiver.

Takket være det smarte design kan Flexline-befugterne indbygges i:

- Nye ventilationsanlæg
- Eksisterende ventilationsanlæg
- Procesanlæg.



I tilfælde af, at kirken oplever problemer med "sommerekondens", kan et Munters affugtningsanlæg forhindre denne tilstand og sikre kirken mod mug- og skimmelskader.

Energibesparende og klimavenlige ventilationslofter



Det effektive ventilationsloft fra Venti har en række fordele:

- ✓ Effektive filtre der er velegnede for VAV-styring
- ✓ Mulighed for ozonfri UV-luftrensning (TS-UV)
- ✓ Indblæsning af erstatningsluft uden trækgener
- ✓ Enkel og pladsbesparende kanalføring
- ✓ Fleksibel konstruktion og individuelt design
- ✓ Rengøringsvenligt - filtre rengøres let i opvaskemaskinen
- ✓ Unik og ensartet belysning

Behovsstyrede løsninger er både energibesparende og klimavenlige

Vores ventilationslofter tilpasses og optimeres til alle behov. Med unikke og effektive filtre er der mulighed for behovsstyring, hvilket medfører minimalt energiforbrug.

De har højeffektiv udsugning af stegeos og damp, og er enkle og tidsbesparende at rengøre. Dette sikrer overholdelse af de højeste hygiejnekrav, samt sparer ressourcer.

Desuden fremmer ventilationslofterne et lyst og venligt arbejdsmiljø, som er fordelagtigt for alle brugere.



Michael Low (th.), teknisk servicemedarbejder hos Professionshøjskolen Absalon, og Thomas Korsgaard Jensen, salgschef hos Nordomatic, ved Campus Roskilde - Professionshøjskolen Absalon, der i efteråret 2020 blev udvidet med en tilbygning.

Professionshøjskole får intelligente bygninger

Teknikspecialisten Nordomatic har optimeret og automatiseret klimastyringen hos Professionshøjskolen Absalon, så de studerende på syv sjællandske lokationer vil opleve et bedre indeklima

Af Lars Lindskov

Med udsigt til flere studerende kan Professionshøjskolen Absalon forvente et endnu større pres på sine bygninger i syv sjællandske byer. Et flertal i Folketinget aftalte før sommerferien blandt andet at oprette uddannelser til pædagog og til radiograf på Absalons lokationer i henholdsvis Holbæk og Næstved.

Campus Slagelse - Professionshøjskolen Absalon blev taget i brug i marts og huser blandt andet uddannelserne til pædagog, sygeplejerske og socialrådgiver. Nu har teknikspecialisten Nordomatic sørget for bedre indeklima gennem opgradering af bygningernes tekniske installationer.



Vue op gennem etagerne i Slagelse. Skolen er nomineret i konkurrencen om Årets skolebyggeri 2021.

Derfor er Professionshøjskolen igangværende projekt med at opgradere sine bygninger og gøre dem intelligente i forhold til energiforbrug og indeklima i den grad rettidig omhu.

- Foreløbig er campussen i Roskilde opgraderet, mens to nye campus i Slagelse og Kalundborg nærmer sig sin afslutning. Senere følger Holbæk, Næstved, Vordingborg og Nykøbing F., oplyser Birgitte Lunden Poulsen, chef for Facility Service hos Absalon. ►



LIVINGBETTER INDEKLIMALØSNING

NÅR DER ER FOKUS PÅ BÆREDYGTIGHED OG ØKONOMI

Måske er dette markedets bedste, enkleste og mest besparende energi- og indeklimaløsning.

Den helt unikke kombination af en højeffektiv udsugsvarmepumpe fra IKM A/S og Ventilationsvinduer fra LivingBetter A/S er banebrydende for, hvor enkelt man kan komme til godt indeklima uden større indgreb i bygningen.

LivingBetter løsningen er typisk er billigste og enkleste vej til at opfylde alle regler med betydelige besparelser på både anlægs- og driftsomkostninger. Løsningen leveres fuldt dokumenteret for energimærkning.



Hvis du vil vide mere om LivingBetter så kontakt os på salg@ikm.dk eller info@livingbetter.dk



LIVINGBETTER





Cirka 2.000 studerende og 250 medarbejdere får deres daglige gang på professionshøjskolen i Slagelse.



For brugerne gør den intelligente styring af indeklimaet mærkbar forskel, mener Michael Low (tv.) og Thomas Korsgaard Jensen, salgschef hos Nordomatic.

Alle bygninger på samme løsning

- Vi har lagt en strategi for at få en sammenhængende styring af alle vores bygninger, uanset hvor de ligger. Vi har intelligent styring på vores lokationer, men det er forskellige systemer. Nu vil vi gerne have alle over på samme platform, som den vi har haft i Roskilde siden 2012, og som Nordomatic har installeret. Derfor har vi også valgt Nordomatic som samarbejdspartner på de nye projekter, forklarer Birgitte Lunden Poulsen. Campus i Roskilde blev i efteråret 2020 udvidet med en tilbygning, hvor styringssystemet kunne integreres med det eksisterende. I Slagelse har Absalon lukket tre campusser og er i år flyttet ind i et nyt byggeri, hvor de sidste justeringer af anlægget endnu er i gang.

Fra manuel styring til intelligent

Ifølge Birgitte Lunden Poulsen er den helt store gevinst ved et fælles CTS-system, at afdelingerne får en smidig løsning, som de efterfølgende kan udvikle videre på sammen. - Om der kommer en energibesparelse, er jeg ikke overbevist om, men vi bør få et bedre indeklima og større muligheder for at styre det. Hittil har vi været meget afhængige af manuel overvågning, hvor vores driftsfolk har skullet ud i de enkelte lokaler, hvis der har været afvigelser i driften. Nu får vi et system, der giver alarm, hvis der er afvigelser, og så kan problemet afhjælpes på distancen, uanset hvor vores tekniske medarbejder sidder. Faktisk kan de sidde derhjemme og løse opgaven.

Bedre indeklima til undervisningen

For brugerne gør den intelligente styring af indeklimaet en mærkbar forskel. Når skolen ved, hvornår et lokale skal bruges, kan teknikerne på forhånd sørge for den rette temperatur, solafskærmning og ventilation. Og mens lokalet er i brug, kan skolen aflæse temperatur, lysindfald og luftens indhold af CO₂ og så tilpasse efter de værdier.

- Før i tiden åbnede man måske et vindue, hvis luften blev for tung eller lokalet for varmt. I de nye bygninger kan vinduerne, af sikkerhedshensyn, ikke åbnes. Derfor er det ekstra vigtigt, at vi med solafskærmning og ventilation kan sikre det rette indeklima, understreger Birgitte Lunden Poulsen. For det tekniske servicepersonale på Campus Slagelse er den nye CTS-styring en spændende faglig forandring. I forbindelse med installeringen af anlægget skal Nordomatic derfor også sørge for at træne de medarbejdere, som skal bruge det. De første tre medarbejdere er blevet uddannet.



Godt indeklima er mere end varm luft

HVAC-anlægget er afgørende for helbred og produktivitet

Et godt indeklima giver højere produktivitet, bedre læring, koncentration og liv. Det er bevist flere gange. Derfor skal HVAC-anlæg kunne tilpasse sig den aktivitet, der er i bygningen og i rummet. Det skal levere de rette temperaturer og mængder luft i hvert lokale uden at bruge for meget energi.

Det kræver pålidelige sensorer og rumfølere. Det kræver tætlukkende ventiler og motorer, der reagerer hurtigt og præcist. Du kan få alle nøglekomponenter fra Belimo. Tal indeklima med os.

Læs mere på belimo.dk/opna-et-bedre-indeklima-med-hvac



Hør Belimo om dine muligheder
Ring på tlf. 86 52 44 00

Udsugningsvarmepumpe og vinduer i samarbejde

Energi- og indeklimakonceptet LivingBetter A/S fra det danske firma af samme navn er en helt speciel løsning baseret på højeffektive udsugsvarmepumper fra IKM A/S

Af Peter L. Clausen, administrerende direktør, LivingBetter A/S

Anvendelse af udsugsvarmepumper fra IKM stiger med rekordfart takket være firmaets partnerskab i LivingBetter. Der er tale om et dansk udviklet koncept, som forener brugen af Ventilationsvinduer til at levere al luft ind i bygningen med IKM udsugsvarmepumpeteknik, som suger luften fra køkken, bad og bryggers og udnytter energien i luften til at lave både varmt brugsvand og centralvarme.

LivingBetter har fået stor succes og anvendes både i nybyg og renovering.

- Mange var skeptiske, da vi for snart fire år siden fik opført det første Jakobsen Hus med LivingBetter-konceptet. Kunne det virkelig være rigtigt, at den luft, der alligevel skal skiftes i en nyopført bolig, har energi nok i sig til at dække både behovet for varmt vand og varme, siger salgsdirektør Jan Guldhammer fra IKM A/S.

- Men det er rigtigt. Siden er der opført mere end 300 villaer og rækkehuse over hele landet og der er mange flere projekteret for fremtiden, understreger Jan Guldhammer, og fortsætter:

- Vi indledte i 2016 et samarbejde med LivingBetter A/S (som dengang hed Horn Group). De har udviklet Ventilationsvinduet og kunne levere al luft ind i bygningen forvarmet gennem vinduets særlige dobbelte konstruktion. Ventilationsvinduet var gennemtestet og dokumenteret for det energitilskud, som vinduet giver og det lå lige for, at vi som eksperter i udsugsteknik kunne tilføje vores varmepumper til løsningen. Og vupti havde vi en komplet løsning for både ventilation, varmt vand og varme, som er billigere at installere, billigere i drift og meget enklere at etablere i husene, da der ikke kræves indblæsningskanaler eller udedel.

Det har taget tid

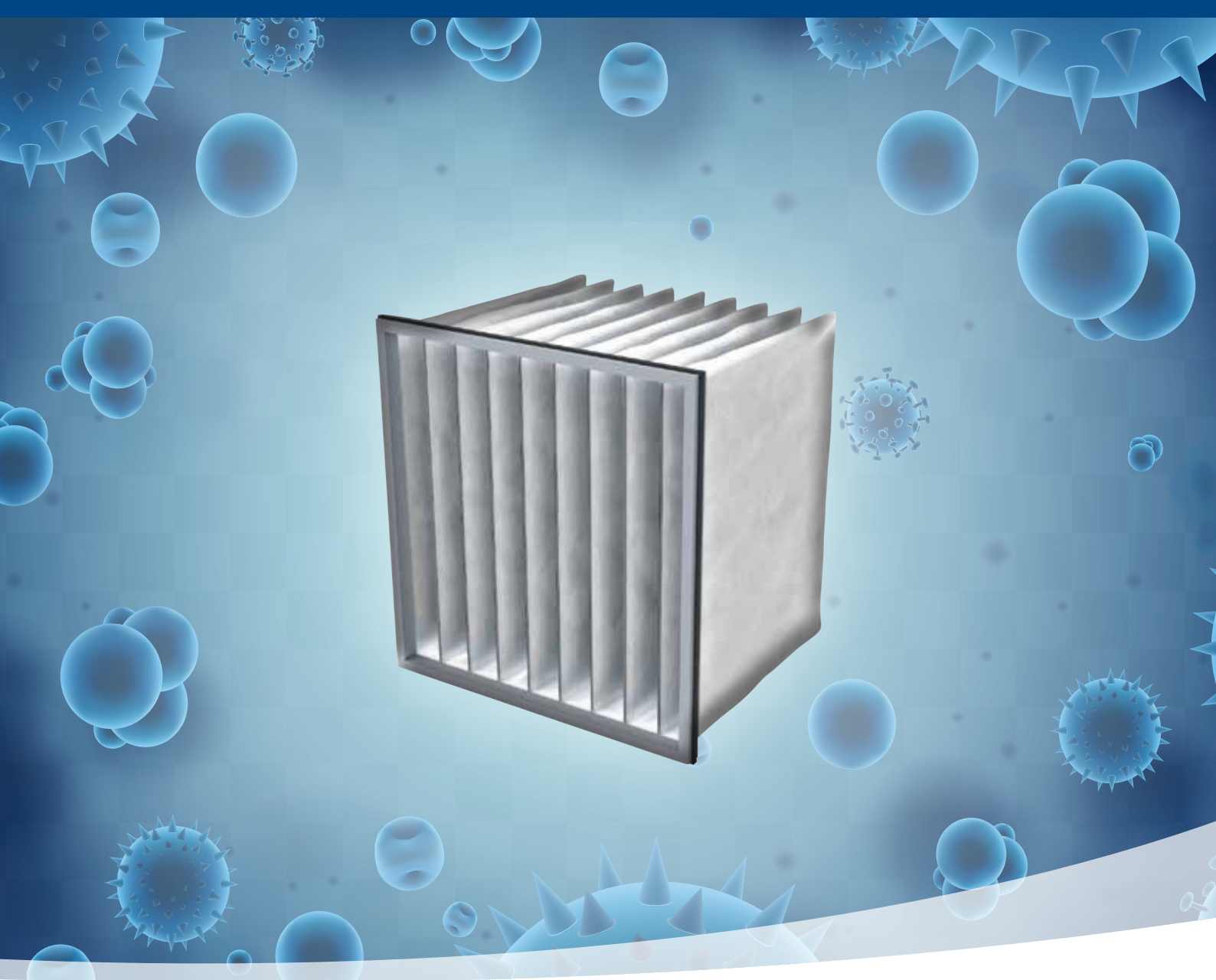
Jan Guldhammer lægger ikke skjul på, at det har taget tid at overbevise byggebranchen om konceptet. IKM A/S har arbejdet med udsugningsvarmepumper



IKM udsugsvarmepumpeteknik, som suger luften fra køkken, bad og bryggers og udnytter energien i luften til at lave både varmt brugsvand og centralvarme.



► Det har taget noget tid at få overbevist markedet om det smarte i konceptet.



Nyt filter neutraliserer bakterier og vira

Systemair introducerer: DELTRI+ posefilter til dit ventilationsaggregat

DELTRI+ er et posefilter til ventilationsaggregater, som er behandlet med avanceret plasmateknologi. Filteret neutraliserer 99 % af alle bakterier og vira, herunder SARS-CoV-2. Tredjepart testet af Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) og et uafhængigt laboratorium i Frankrig.

Med det nye DELTRI+ filter og dens dokumenterede effekt, kan du med tryghed i sindet opgradere din hygiejniske ventilationsløsning til et helt nyt niveau, der garanterer en sund og bedre luftkvalitet. DELTRI+ filteret er et meget enklere og billigere alternativ til dit ventilationssystem end eksempelvis HEPA-filtre og UV-belysning.

Det nye DELTRI+ filter er Eurovent-certificeret med energiklasse A+.



#HygienicByDesign ventilationsaggregater og filtre.
Læs mere om DELTRI+ på www.systemair.com/da/deltri

 **systemair**
www.systemair.dk



IKM udsugsvarmepumpeteknik indledte i 2016 et samarbejde med LivingBetter A/S (som dengang hed Horn Group). De har udviklet Ventilationsvinduet og kan levere al luft ind i bygningen forvarmet gennem vinduets særlige dobbelte konstruktion.

siden 2003. Han synes, det bliver lettere og lettere.

- Efterhånden som vi i LivingBetter-regi har fået mange referencer både inden for nybyggeri af boliger, institutioner og hoteller, samt flere større renoverings-

projekter af etageejendomme, er det tydeligt, at rådgiverne har fået øjnene op for de store fordele, det giver. IKM og LivingBetter står stærkt i markedet, fordi arkitekten får nøjagtig det flotte design af vinduer, der ønskes. Ingeniøren

får de tekniske beregninger og boligspecifikke tal til energirammen. VVS'eren får et komplet og montagevenligt produkt at arbejde med, og ikke mindst får slutkunden en grøn løsning og et flot, solidt produkt, der er enkelt at betjene, komfortabelt i brug og billig i drift, forklarer han.

LivingBetter er nu så stærke i markedet, at man har planlagt et større fremstød over for branchens teknikleverandører. Erfaringen viser, at når de lærer LivingBetter at kende, er de fulde af lovord for, hvor enkelt det er. Det handler blandt andet om, at løsningen qua brugen af vedvarende energi og naturens egne kræfter er en af de grønneste og mest bæredygtige energi- og indeklimaløsninger i markedet.

Den korte tekniske forklaring

Den designvindende og lydsvage unit fra IKM monteres i bryggerset. Varmepumpen er komplet med VVB, cirkulationspumpe, ekspansionsbeholder, interne følere samt ventilationsstyring. Maskinen leveres som plug-and-play med alt i ét. Ventilationsløsning, VVB og centralvarme. Ingen udedele, kort montageid og enkel betjening. Ventilationsvinduer i opholdsrum sikrer frisk erstatningsluft.



Siden de første byggerier med teknologien er der opført mere end 300 villaer og rækkehuse over hele landet.

Enkel og energioptimeret ventilation

Indeklima på skoler, arbejdspladser og ikke mindst i hjemmene er vigtigere end nogensinde før. Når bygninger bliver tættere for at spare på energien, bliver korrekt styret ventilation meget vigtigere. Og med behovsstyret styret ventilation sikrer du, at ventilationen er energioptimal.

Vi har udviklet flere løsninger til at sikre tilstrækkelig ventilation på baggrund af CO₂-niveauet og temperaturen, så dit ventilationsanlæg kører optimalt både i forhold til energiforbrug og komfort.

Styring og sensor i ét produkt - den helt enkle løsning



Med BasicRegulate får du styring og sensorer i ét produkt til 230V forsyning. Enkel indstilling ved hjælp af piletasterne på fronten og mulighed for aflæsning af aktuelt CO₂-niveau og temperatur. Styringen har desuden en grøn lysdiode, der lyser ved drift og en rød alarm-diode, der kan anvendes i forbindelse med overvågning af filter eller Tacho-signal fra EC-motor.

Vores CO₂+Temp Regulate er en styring og sensor i ét produkt til 24V forsyning. Indstilling ved hjælp af drejeknapper på fronten. Der er ikke mulighed for at aflæse aktuel CO₂-niveau eller temperatur. Styringen er forsynet med en grøn lysdiode, der lyser ved drift.



Styring, der kan noget mere, med ekstern sensor - også trådløs



Vores MultiController kan som navnet antyder lidt af hvert. Den findes til både 24V og 230V forsyning og kræver tilslutning af ekstern sensor. Den indstilles via en brugervenlig menu og der kan efterfølgende skrues op og ned ved hjælp af piletasterne, eller der kan låses for piletasterne, så det ikke er muligt for en bruger at stille på styringen. Aktuelt CO₂-niveau eller temperatur aflæses i display. Det er muligt at have natsænkning eller sætte standby niveau i for eksempel weekenden.

Mulighederne for tilslutning af ekstern sensor til måling og styring efter CO₂-niveau og temperatur er mange.

Vores CO₂+Temp Sensor Basic er en traditionel CO₂- og temperatursensor, med separate 0-10V udgangssignaler findes til både væg- og kanalmontage.

Nyt er det, at vi også fører et trådløst system, Wireless, så den vægmonterede sensor ikke længere skal forbindes med ledninger. Du sparer altså arbejdet med at trække og skjule ledninger til sensoren og har dermed stor fleksibilitet i opsætningen af rumsensoren.



Alle de nævnte produkter er en del af LS Controls sortiment til ventilation med EC-motorer og andre ventilationsprodukter, der kræver 0-10V signal. Du kan se hele sortimentet på vores hjemmeside www.lscontrol.dk

LSCONTROL

Befugtning har afgørende betydning for et sundt indeklima og optimale produktionsforhold



I adskillige produktioner, industrier og kommercielle byggerier er der behov for at sikre en nøjagtig luftfugtighed. Hos Condaire oplever vi dog, at mange undervurderer behovet for at tilføje fugt til luften, selvom en for lav luftfugtighed kan skabe problemer og forstyrrelser i driften

**Af Mai Skovgård Andersen,
Condaire A/S**

For lav luftfugtighed kan blandt andet medføre udfordringer med statisk elektricitet, driftsstop på maskiner, problemer med at sikre ensartetheden i produktionen og nedsættelse af holdbarhe-

den på produkter. Hertil skader en lav luftfugtighed blandt andet inventar, maling og materialer i bygninger. Befugtning er her en sikker måde at styre og hæve luftfugtigheden på.

Lav luftfugtighed om vinteren

Lav luftfugtighed er særligt en udfor-

dring i årets kolde måneder. Det er der en naturlig forklaring på. Vandmængden i luften udenfor vil over de næste måneder blive lavere, og dermed bliver den relative luftfugtighed indenfor tilsvarende lav, når den tørre udeluft bliver opvarmet. Har man tilmed mekanisk ventilation i bygningen eller produktionen, vil luftfugtigheden blive endnu lavere grundet den konstante og højere udskiftning af luften. Behovet for at få tilført fugt til luften vil derfor stige. Befugtning kan både bruges sæsonbetonet, men også til at sikre en stabil drift året rundt. Nogle produktioner, industrier og virksomheder oplever en større udfordring med for lav luftfugtighed, fordi deres processer og maskiner stiller krav til en helt specifik luftfugtighed, eller fordi deres processer i produktionen udvikler overskudsvarme, der sænker luftfugtigheden yderligere.

Indeklima i forskellige miljøer og brancher

Med befugtning er det muligt at sikre, at luftfugtigheden kontrolleres og holdes på et optimalt niveau. Det er dog forskelligt, hvornår et indeklima er ideelt, afhængigt af hvilke produkter, man fremstiller og opbevarer, og om befugtningen skal ske der, hvor medarbejdere opholder sig.

Den anbefalede luftfugtighed er 40-60 procent, når det kommer til miljøer, hvor mennesker opholder sig over længere tid, eller hvor forhold i produktionen ikke stiller krav om en særlig og meget præcis luftfugtighed. Det kan være i kontorbygninger, på skoler og institutioner samt i butikker.

På museer stilles der ofte krav om en konstant relativ luftfugtighed på 50 procent for at sikre, at værdifulde billeder og skulpturer bevares. I produktioner, der arbejder med træ eller emballage,

stilles der krav om luftfugtighed på 45-55 procent for at sikre, at maskinerne i produktionen kører optimalt, så produkterne ikke varierer i størrelse. I medicinalindustrier og ved fremstillingen af farmaceutiske præparater kan kravet om en bestemt luftfugtighed variere, og det samme gør sig gældende i andre industrier, hvor bestemte processer har betydning for, hvor præcist luftfugtigheden skal styres.

Forskellige metoder til befugtning

Overordnet set bliver der skelnet mellem dampbefugtere og koldtandsbefugtere, også kaldet adiabatisk befugtere. Valget af befugter skal tages ud fra et helhedssyn på din produktion, virksomhed eller bygning. Her er forhold som blandt andet lokalets størrelse, luftskiftet, og



Condair

Condair producerer og sælger systemer og anlæg til regulering af luftfugtigheden. Løsninger inden for befugtning og affugtning sikrer, at luftfugtigheden bliver styret med stor præcision til gavn for virksomheder og institutioner, der har udfordringer med indeklimaet.

hvor præcist luftfugtigheden skal kunne styres, afgørende. Valget af befugter hænger også sammen med, om der i produktionen er overskudsvarme, hvor den adiabatisk befugtning kan give

kølebesparelser. Derudover er en væsentlig faktor, om befugtningen integreres fra starten af byggefasen eller om det først eftermonteres, når produktionshallen eller bygningen står færdig.

SMART
air
SOLUTIONS

FabricAir
TEKSTILKANALER

Nemmere
bliver det **ikke**
– FabricAir Loftarmaturer

☎ (+45) 5665 2110

FabricAir A/S
email: sales-dk@fabricair.com
website: dk.fabricair.com

Vær smart

- det giver maksimal komfort med minimalt energiforbrug

Smart Home-produkter fra Vølund Varmeteknik giver boligejere en lettere hverdag med intelligente muligheder for tilpasning af varme, ventilation og indeklima

Af Pressestof.dk v/Henrik Majgaard

Smart Home-teknologien vinder frem og giver rigtig god mening ved blandt andet intelligent varme- og indeklimastyring, som det er tilfældet med S-serien fra Vølund Varmeteknik.

Den er forbundet til resten af hjemmet via wi-fi og understøtter for eksempel stemmestyring, så man blot skal sige, hvis man fryser eller har det for varmt. Så registrerer varmepumpen kommandoen og justerer varmen derefter. Og oplever man fejl, kan en installatør fejlsøge og løse problemet via nettet.

App med mange funktioner

Nøglen til Vølund Varmetekniks intelligente hjem er appen myUplink, der giver adgang til funktioner som overvågning, alarmer, information om softwareopdateringer, styring efter vejrudsigt, historiske data og Smart Price Adaption, dvs. styring efter skiftende elpriser.

Appen giver hurtigt en statusoversigt over varmesystemet og den tilsluttede varmepumpe. Eksempelvis vil zoneinddeling med intelligent tilbehør vise status rum for rum - det gælder både temperatur, luftfugtighed og CO₂-niveau. Hvis systemet kræver brugerens opmærksomhed, vil man blive alarmeret via en push-besked og e-mail.

Intelligent tilbehør

Appen myUplink kommunikerer med tilbehør, der består af små enheder, som er nemme at montere på væggen, og som forbindes til installationen fra S-serien.

RMU S40 er en trådløs eller ledningsforbundet rumenhed med en 2,8" touch-skærm og indbyggede temperatur- og luftfugtighedssensorer. Den bruges til fjernbetjening og overvågning af varmepumpen som supplement til myUplink-



S-serien fra Vølund Varmeteknik giver boligejere intelligente muligheder for tilpasning af varme, ventilation og indeklima.

appen i boligejerens smartphone eller tablet.

THS 10 er en trådløs temperatur- og luftfugtighedssensor, som gør det muligt at aflæse temperaturen og luftfugtigheden i et rum eller en klimazone ved hjælp af myUplink-appen. På varmepumpen kan man se den aktuelle rumtemperatur eller ændre den.

Med en RPP 10 Repeater forstærkes signalet mellem Smart Home-produkter, der er placeret med en vis afstand. For



Det intelligente tilbehør til S-serien fra Vølund Varmeteknik består af små trådløse enheder, som er nemme at montere på væggen.

S-serie-varmeinstallationer fungerer repeateren som en afbryder, der kan fjernstyres, og den gør det muligt at planlægge tændte og slukkede tidspunkter og måle energiforbruget. Med den trådløse sensor CDS 10 kan CO₂-niveau, temperatur og luftfugtighed i et rum eller en klimazone aflæses ved

hjælp af myUplink-appen. For S-serievarmeinstallationer med ventilation kan komfortniveauet automatisk justeres for at sikre et behageligt indeklima. Det er også muligt at øge ventilationen og sænke CO₂-niveauet, når der er mange mennesker til stede.

Den trådløse rumtermostat ROT 10 er med til at styre temperaturen i et rum eller en klimazone fra displayet på rumtermostaten eller via myUplink-appen. Man kan eksempelvis opretholde en lav dagtemperatur i et gæsteværelse og kun skrue op, når der er gæster.

Altid opdateret

Takket være Smart Home-teknologien er forbrugeren sikret en Vølund varmeløsning, som altid er opdateret. Producenten udvikler løbende på softwaren til S-serien, så boligejeren med et klik på touchskærmen kan opdatere sin varmeløsning. Det betyder, at man har en varmeløsning, som også er opdateret om to, fem og ti år og klar til fremtidens nye teknologiske muligheder.

- Vi ved ikke præcist, hvad vi tilslutter og bygger ind i vores varmepumper om ti år. Men uanset hvad det bliver, skal vi sørge for, at det kommer til at fungere, fortæller kommerciel chef Niels Peter Skov fra Vølund Varmeteknik, og fortsætter:



Appen myUplink giver adgang til funktioner som overvågning af temperatur, luftfugtighed og CO₂-niveau rum for rum, alarmer, information om softwareopdateringer, styring efter vejruddigt, historiske data og Smart Price Adaption, dvs. styring efter skiftende elpriser.

- Det bliver vigtigere og vigtigere at tænke i bæredygtige og miljøvenlige energiløsninger, hvis vi skal overkomme de klimaudfordringer, vi står overfor. Hos Vølund Varmeteknik vil vi gerne medvirke til en generel bevidsthed om de alternative varmeløsninger, der kan

være med til at bidrage positivt i retning af en grøn omstilling. Derfor fortsætter vi med at udvikle smartere løsninger, som vi kan sammenkoble, identificere behov og skabe muligheder de rette steder på rette tidspunkt.



Ring og hør hvordan vi kan hjælpe dig

OPTIMALT INDEKLIMA MED BEFUGTNING OG AFFUGTNING

Vi er dine eksperter i:

- Styring af luftfugtighed
- Affugtning og befugtning
- Forbedring af indeklima
- Energibesparelser med evaporativ køling

Hos Condair producerer og sælger vi markedets mest avancerede systemer og anlæg til regulering og styring af luftfugtigheden. Vi har derfor specialiseret os i befugtning, affugtning, evaporativ køling og måleinstrumenter til professionel brug.

Vores løsninger inden for befugtning og affugtning sikrer at luftfugtigheden bliver styret med stor præcision til gavn for virksomheder, institutioner, produktioner og brugere af bygninger, der har udfordringer med indeklimaet.

Alle systemer og anlæg fra Condair er hygiejnesikrede og energieffektive.

Vi hjælper dig med at beregne dit behov, og vi tilbyder service og reparation på vores anlæg 24 timer i døgnet.



Befugter



Affugter

Kontakt os

Telefon 87882100
www.condair.dk

Stil diagnosen med måleinstrumenter til indeklimatemålinger

Der findes et stort udvalg af måleinstrumenter, som kan være med til at identificere roden til problemer med indeklimaet - og dermed blive i stand til at foretage de nødvendige tiltag

Af Pia Lychau Lauritsen,
Buhl & Bønsøe A/S

Indeklimaet er en betydelig faktor på arbejdspladsen, hvor folk tilbringer mange timer hver dag. Hvordan indeklimaet opleves, er individuelt fra person til person, og det er derfor ikke nogen nem opgave at stille alle tilfreds. Det gælder om at finde det indeklima, der føles behageligt for så mange personer som muligt.

Støjproblemer

Er der generende støj på en arbejdsplads - det være sig fra apparater og installationer, går det let ud over koncentrationen, og opgaver føles mere anstrengende. Træthedsfølelsen bliver forstærket, og det kan forårsage stress og gå ud over det stykke arbejde, som leveres - og i sidste kunden. Det er et lovmæssigt krav, at unødigt og generende støj dæmpes. Til at identificere støjproblemer for den enkelte medarbejder, forhandler Buhl & Bønsøe blandt andet decibelmålere, såkaldte støjdosimetre, der kan monteres på medarbejderen, så der kan måles i de relevante omgivelser, uden at det forstyrrer arbejdet.

Indeklima

I Arbejdstilsynets AT-vejledning er de hyppigste årsager til dårligt indeklima på arbejdspladsen opsummeret, og det er oftest temperatur, træk, dårlig luftkvalitet på grund af støv, fugt og dårlige lys- og lydforhold, som er årsagen til problemet - og tit er det en kombination af flere faktorer. Symptomerne på et dårligt indeklima er typisk irritation i øjne, næse og svælg, hovedpine, træthed, koncentrationsbesvær, kvalme og svimmelhed.

Identificer årsagerne til et dårligt indeklima

Årsagerne til et dårligt indeklima kan ►



Testo lancerer et splinternyt måleinstrument til lufthastighed og IAQ (Indoor Air Quality) målinger.



NOVA II
by FLÄKTGROUP

WEGA II
by FLÄKTGROUP

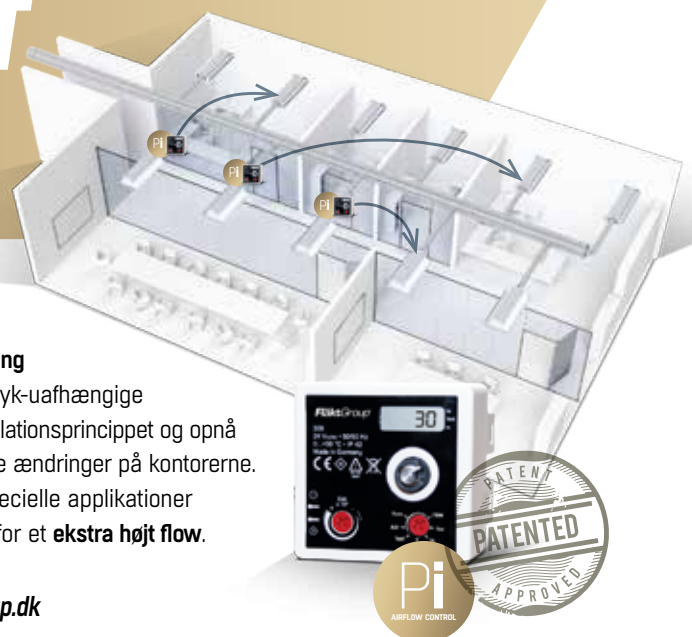
LYRA II
by FLÄKTGROUP

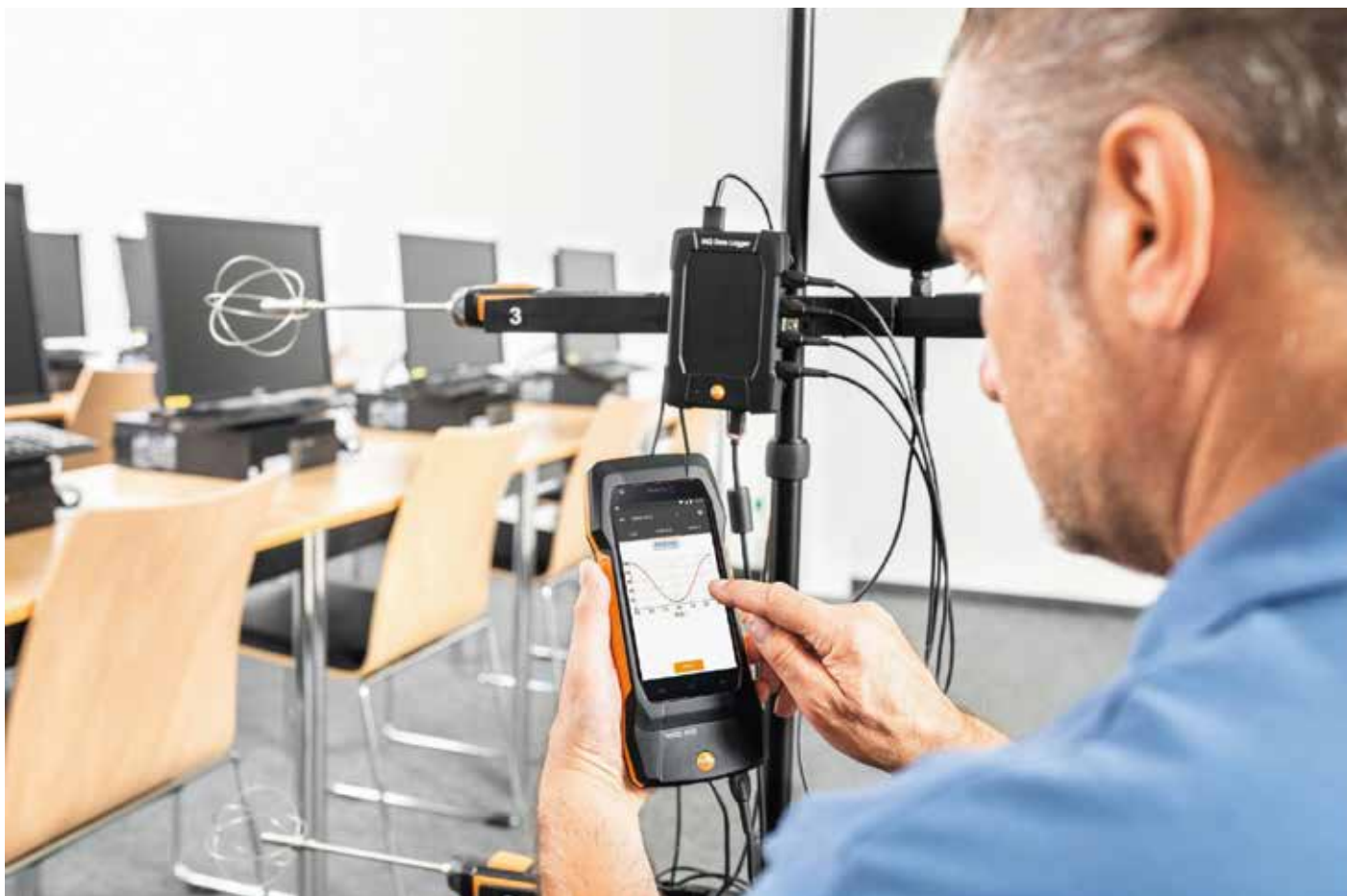
ORION II
by FLÄKTGROUP

KØLEBAFLER FOR ÆGTE BEHOVSSTYRET VENTILATION

Med vores Wega II, Nova II, Lyra II og Orion II kølebafler med Pi VAV-funktionalitet tilbydes en løsning med køling og opvarmning der giver ultimativ fleksibilitet til moderne bygninger. Med den tryk-uafhængige Pi-funktion kan opbygges et system efter ægte behovsstyret ventilationsprincippet og opnå høje energibesparelser og en enestående fleksibilitet til fremtidige ændringer på kontorerne. Vores sortiment af kølebafler inkluderer også muligheder til specielle applikationer såsom hoteller, kritiske hygiejneområder og hvor der er behov for et ekstra højt flow.

»Lær mere om vores sortiment af kølebafler på www.flaktgroup.dk





I Arbejdstilsynets AT-vejledning er de hyppigste årsager til dårligt indeklima på arbejdspladsen opsummeret, og det er oftest temperatur, træk, dårlig luftkvalitet på grund af støv, fugt og dårlige lys- og lydforhold, som er årsagen til problemet.

være varme, støv, mikroorganismer m.m., der gør, at luften opleves som tør. Til at påvise, om der er værdier fra indeklimaet, som overskrider de acceptable/lovlige grænser, skal der laves en vurdering. Er der varme, kulde eller træk fra for eksempel store glaseruder eller tagflader med dårlig isolation? Udleder lamper, radiatorer eller apparatur i lokalet for meget varme? Er koncentrationen af CO₂ for høj?

Kortlæg indeklimaet med det rigtige måleinstrument

Der findes et stort udvalg af instrumenter til at udføre opgaven med at kortlægge indeklimaet og derefter lave de nødvendige tiltag for at forbedre det. Buhl & Bønsøe er eksperter inden for måleinstrumenter til vurdering af indeklima og arbejdsmiljø. I varesortimentet er blandt andet trådløse følere til måling af ventilationsudtag. Følerne kan betjenes med en smartphone eller tablet via en app. Lysmålere, som kan måle, om belysningen er korrekt for ikke at anstrenge øjnene, termografikameraer til påvisning af varmetab, byggesjusk og utætheder og CO₂-målere til måling af koncentrationen af CO₂ i et lokale.

Kombinerer alsidighed med brugervenlighed

Testo lancerer et splinternyt måleinstrument til lufthastighed og IAQ (Indoor Air Quality) målinger. Testo 440 er kompakt, håndholdt og har brugervenlige menuer og trådløse følere. Det gør det nemt at udføre forskellige målinger på aircondition- og ventilationsanlæg.

Intuitive målemenuer

Måling af lufthastighed, IAQ og komfort udføres ofte i henhold til standardiserede procedurer og normer. For at gøre arbejdet lettere for brugeren, er menuerne i Testo 440 struktureret og prædefinerede til følgende målinger: Volumenflow-målinger i kanaler og udtag, k-faktor, turbulensgrad iht. EN ISO 7730/ASHREA 55, køle-/opvarmningseffekt, skimmelindikation og datalogning (registrering af målinger med prædefinerede intervaller).

Flere anvendelsesmuligheder med mindre udstyr

Der fås følere til Testo 440 til måling af lufthastighed, temperatur, luftfugtighed, turbulensgrad, CO₂, CO og lysintensitet. Der kan vælges mellem trådløse og kablede følere. De trådløse Bluetooth-følere sikrer en større grad af bevægel-

sesfrihed, når målinger udføres og sparer plads i transportkassen. Derudover er det muligt at kombinere et universelt følerhåndtag med alle tilsvarende følere og følerertilbehør. Dette gør, at man meget hurtigt kan skifte fra at måle indendørs luftkvalitet til for eksempel volumenflow i et ventilationsanlæg.

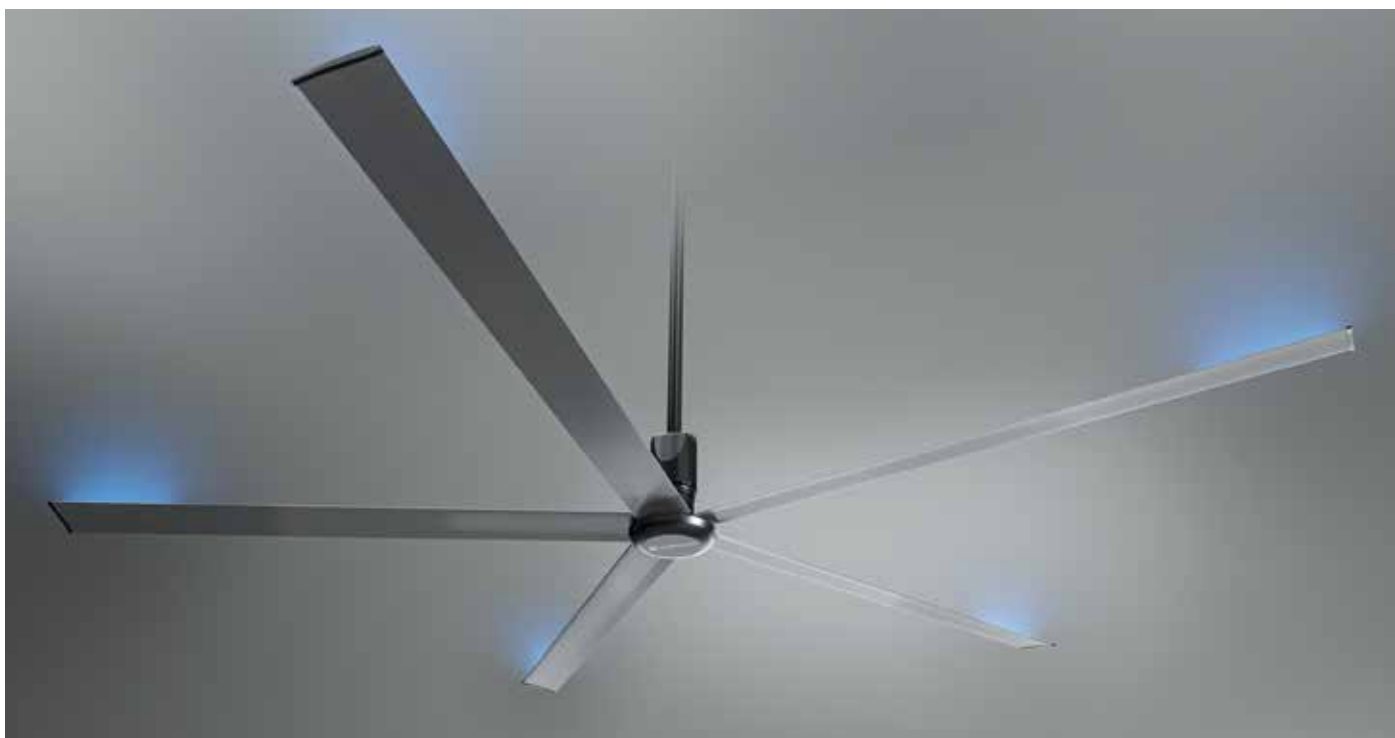
Tydeligt, pålideligt og sikkert

Det store display på Testo 440 viser op til tre måleværdier samtidigt. Det er nemt at konfigurere målinger og se resultaterne på et øjeblik. Måleinstrumentets hukommelse kan optage op til 7.500 måleprotokoller. Disse kan eksporteres til Excel via et USB-interface. Lille printer til on-site dokumentation fås som ekstra-udstyr.

Testo 440 multiinstrument fås i to versioner. Testo 440 dP er teknisk set identisk med basisversionen, men har derudover en integreret differenstrykføler. Dette gør det muligt at foretage målinger ved filtre såvel som pitotrør og k-faktor-målinger. Der tilbydes flere sæt bestående af måleinstrument, følere og tilbehør til de vigtigste anvendelsesområder, herunder ventilation, udluftningssystemer, indeklima og ventilation/aircondition-målinger i laboratorier.

NORDICCO NORTHERN LIGHT®

Store loftventilatorer som det mest effektive våben mod luftbårne smittefarer, der hvor mennesker mødes**



87,9% ELIMINERING AF CORONAVIRUS HVER GANG LUFTEN PASSERER VINGERNE!

Uafhængige analyser dokumenterer, at Nordiccos danskproducerede og patenterede Northern Light® ventilatorer fjerner 87,9%* af Coronavirus, hver gang luften passerer vingerne. Analysen konkluderer også: *"Der findes ikke anden kendt teknologi, der med så høj effektivitet ved en enkelt passage kan desinficere så store luftmængder og distribuere det ensartet i store rum"*.

Nordiccos løsninger sikrer dine medarbejdere, kunder og besøgende mod luftbårne smittefarer**. Samtidig sikrer de den mest effektive opblanding af luften samt udligning af temperatur og fugtighedsforskelle mellem loft og gulv. Resultatet er bedre indeklima, markant lavere energiforbrug og mindre CO2 -udslip.

*Dokumenteret i COMSOL CFD analyse af Ultraaqua A/S.

**Testet og verificeret af Teknologisk Institut ved brug af levende virus.

Læs mere på www.nordicco.eu og kontakt os for et uforpligtende tilbud på, hvordan vi også sikrer dine kunder, medarbejdere og besøgende, samt reducerer dit energiforbrug og forbedrer dit indeklima.

Nordicco A/S +45 7370 9083 - info@nordicco.eu



NORDICCO®
CLEAN • CLIMATE-FRIENDLY • COMFORT

Hullet gipsplade sikrer bedre indeklima



I nogle klasselokaler kunne man komme helt op på 3.000 ppm CO₂. Det er tre gange højere end de anbefalede 1.000 ppm.

Flere kommuner landet over er i gang med at forbedre indeklimaet på deres skoler. Den oplagte løsning er et nyt ventilationsanlæg, men der er alternativer, ikke mindst til gamle, lavloftede skoler. Knauf har således udviklet et gipsloft til diffus ventilation, der kræver markant mindre plads

12 pilotkommuner rundt om i landet er som en del af et større Realdania-projekt i gang med at forbedre indeklimaet på udvalgte skoler. Realdania har i samme forbindelse stillet 20 millioner kroner til rådighed, som skal få endnu flere kommuner til at arbejde med indeklimaet for at sikre bedre sundhed, trivsel og indlæring for eleverne.

Det er nemlig helt afgørende for elevernes indlæring og koncentrationsevne. Et indeklima med for høje temperaturer sænker ifølge DTU Byg elevernes præstationer med op til 20 procent, og dårlig luft er medvirkende til dårligere opgaveløsning og højere fravær.

Hidtil har det været nærmest standard at udskifte hele eller dele af ventilationsanlægget for at sikre en frisk luftforsyning i klasselokalerne. Det er imidlertid både dyrt og pladskrævende, og mange skoler har ikke den fornødne loftshøjde. Knauf har derfor udviklet et gipsloft til

diffus ventilation, der kræver mindre plads og er markant billigere at installere.

Udskifter luften

De bæredygtige gipslofter er lydabsorbende og sænker CO₂-niveauet i klasselokalerne, fordi luften konstant udskiftes i hele klasselokalet. Det sker hen over hele loftsfladen imellem loftspladerne og gennem de små perforeringshuller. Den friske luft spredes lydløst ned over eleverne uden at skabe træk, og den varme, iltfattige luft omkring eleverne presses i stedet opad, så CO₂-niveauet konstant holdes nede omkring de 1.000 ppm, som anbefales i et klasselokale. Lofterne har ydermere den fordel i ældre, lavloftede bygninger, at de kræver minimal indbygningshøjde og et mindre ventilationsanlæg, forklarer Ann Barbara Damø i Knauf. - Vores løsning er op til 25.000 kroner billigere per renoveret klasselokale sammenlignet med en konventionel opblan-



Alt i test- & måleudstyr

– også til indeklima

Hvis du har brug for at måle:



■ Lufthastighed



■ Luffugtighed



■ Luftmængde



■ CO₂ & luftkvalitet



■ Temperatur



■ Træk & trækrisiko



■ Energiforbrug



■ Lys, lyd og støj

Se vores store udvalg på: www.elma.dk



- Vores løsning kræver mindre fysisk plads i lokalerne. Samtidig kan man anvende et mindre ventilationsanlæg, og det sparer på energiforbruget, siger Ann Barbara Damø, Specification Manager i Knauf.



elma
instruments

Elma Instruments A/S | Ryttermarken 2 | 3520 Farum
T: +45 7022 1000 | E: info@elma.dk | Dansk Kemi 5/2021 - 49



Skolen i Bymidten i Helsingør er en af pilotskolerne på Realdanias projekt. Her har man valgt Knauf Danolines ventilationslofter, og er godt tilfreds med resultatet.

dingsventilation. Besparselsen hentes, fordi ventilationsanlægget i kraft af gipspladernes effektivitet kan ned-dimensioneres, og man skal ikke bruge indblæsningsrør i hvert enkelt lokale. Man kan på den baggrund nøjes med et mindre ventilationsanlæg, så energiforbruget er hele 20 procent lavere. Derfor oplever vi lige nu en stigende interesse fra de mange skoler rundt om i landet, der gerne vil i mål med et bedre indlæringsmiljø for eleverne, siger Ann Barbara Damø, Specification Manager i Knauf.

Gammel skole i Helsingør

Skolen i Bymidten i Helsingør er en af pilotskolerne på Realdanias projekt. Her har man valgt Knauf Danolines ventilationslofter af flere årsager. Skolen i Bymidten er gennem de seneste år moderniseret og udvidet, men er oprindeligt fra 1886. Derfor er loftshøjden i nogle af klasserne lavere end i et moderne byggeri, og skolen var som følge heraf plaget af alt for høje CO₂-koncentrationer - helt op til 3.000 ppm i visse lokaler.

Det er tre gange så meget som det anbefalede. Ligeledes havde skolen store udfordringer med lydniveauet i klasserne. Det resulterede i et ofte meget "tæt" indeklima, hvor eleverne blev uopmærksomme og havde svært ved at koncentrere sig.

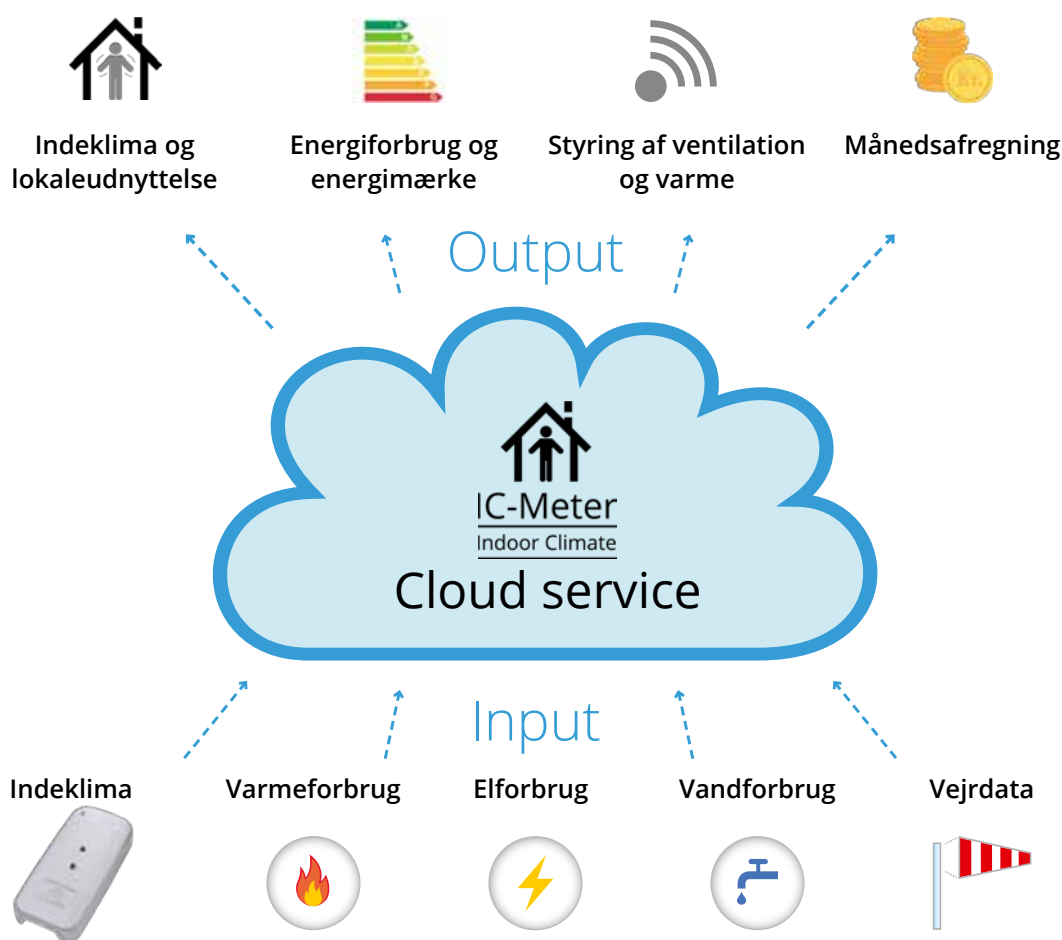
- Vores elever havde svært ved at holde fokus især sidst på dagen, og både lærere og elever klagede ofte over hovedpine og udmattethed. Lofterne har imidlertid haft kæmpe indflydelse på indeklimaet. Lyden er tydeligt forbedret, og elevernes evne til at koncentrere sig er markant højere. Det er en verden til forskel, siger Mette Donatzky Pihl, skoleleder på Skolen i Bymidten.



Den gamle skole har rødder helt tilbage til 1886, og trods ombygninger gennem årene, er der blandt andet ikke den samme loftshøjde, som i moderne byggerier.

Er din ejendomsportefølje pyntegrøn eller stedsegrøn?

Få styr på dine bygningers faktiske udnyttelse, indeklima og energiforbrug. Saml dine data i Cloud og få fordelene ved fjerndiagnose og data ét sted.



Slut med siloer - du ejer data og deler dem med dine samarbejdspartnere.

(Læs også artikel i HVAC Magasinet nr. 5, april 2021 s.44)

Se mere på www.ic-meter.com

eller kontakt os på:

Telefon 23 25 75 77 - info@ic-meter.com - LinkedIn

ET VIDTSTRAKT SORTIMENT MED MANGE MULIGHEDER

Ahlsell er din partner i kølebranchen. Vi samarbejder med kendte producenter i hele verden.
Vi gør dit arbejde som professionel lettere.

EURAPO INTEGREREDE KOMFORTSYSTEMER

EURAPO fancoil er velkendte for energieffektivitet, certificeret ydeevne, kvalitetsmaterialer, stor vægt på sikkerhed og enkel installation.



INNOVA PAC TIL ET BEDRE INDEKLIMA

PAC serien har én udedel til tre forskellige indendørs modeller:
4-vejs kassetten
Gulv/loft- og kanal-modellen.
Singlesplit med lavt GWP.