Dit branchemagasin fra TechMedia A/S

Dansk Kemi

Nummer 6 - November 2023 / 104. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

Skovbrugets klimavirkning - tid til genovervejelser?

Vigtige enzymer i nedbrydningen af plantebiomasse

Spændende undervisningsforløb fra LIFE Fonden

GRAM
Biostorage you can depend on
bioline
Udviklet & Produceret i DK

Nye tider kræver nye løsninger
PLOUGMANN VINGTOFT®
Plougmann Vingtoft er en prisvindende rådgivningsvirksomhed, der er specialiseret i håndtering, beskyttelse, kommercialisering og strategisk anvendelse af alle aspekter af IPR – patenter, varemærker og designs.
IAM 1000
Plougmann Vingtoft
Recommended Firm 2023
WTR 1000
Plougmann Vingtoft
Recommended Firm 2023
IP STARS
TOP TIER FIRM
2023
KONTAKT OS PÅ +45 33 63 93 00 ELLER SEND OS EN E-MAIL PÅ PV@PV.EU – SE MERE PÅ WWW.PV.DK

INDHOLD

1 **Forside**
LIFE Fonden udbyder spændende undervisningsforløb til gymnasieelever for at fremme interessen for naturvidenskab og teknologi. Læs mere i artiklen på side 26.
Foto: LIFE Fonden.

6 **Forsøgsdata i patentansøgninger**
Hvad er kravene og praksis omkring forsøgsdata til at understøtte patenterbarhed?

8 **Low-cost sensorer og mobile målinger til luftkvalitetsovervågning**
Et low-cost sensornetværk er blevet etableret og afprøvet i London.

12 **Smog i stuen med hovedvej på 2. sal**
Luften omkring Bispeengbuen i København er blevet undersøgt med low-cost sensorer.

16 **Om skovbrugets klimapåvirkning**
Skovbrugets klimapåvirkning er afhængig af driftsform og anvendelsen af træprodukterne.

20 **Kunstig intelligens baner vejen for nye og bedre beregningsmetoder**
Kunstig intelligens giver mulighed for yderligere strukturelle oplysninger om molekylet samt at korrelere forskellige molekylære egenskaber.

22 **Ny viden om samspillet mellem enzymer i oxidativ nedbrydning af plantebiomasse**
De lytiske polysaccharid monooxygenaser, LPMOer, er en særlig interessant gruppe enzymer i den oxidative spaltning af krystallinsk cellulose.

24 **Biomanufacturing - erhvervskandidat i kemi- og bioteknik undervist i Kalundborg**
Ny uddannelse i Kalundborg retter sig i særlig grad mod diplomingeniører inden for kemi. Og bioteknik.

28 **Spot på faseovergange i grevefedt med fast-stof NMR**
Faseovergange i grevefedt er blevet gransket ved hjælp af fast-stof NMR.

30 **Lidt om ananas, salvie og æbler**
Der dykkes ned i salvieslægten og nomenklaturen.

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)
Lektor, civilingeniør, ph.d. Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom (Næstformand, Kemilærerforeningen)
Chefkonsulent Helle Westphal
Gruppeleder, 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

Layout: Trine Plass
Tryk: PE Offset A/S

Oplag: 4.190
Online læsere: 1.279

Abonnement:
Bestilling og ændring/opsigelse sendes til abonnement@techmedia.dk

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

NORDISK MILJØMÆRKNING 5041 0309 TRYKSAG

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

Se også: www.kemifokus.dk

Eller find Dansk Kemi på:

Scan og hent Dansk Kemis medieinformation 2024 her!
Scan med kameraet på din smartphone.

Find vej i kemijunglen - hvor er macheten?

Der er travlt i EU disse måneder. Mange lovforslag skal forhandles på plads, inden parlament og kommission lukker ned før parlamentsvalget, der finder sted den 9. juni i Danmark. Erfaringen viser, at kun de igangværende forslag behandles færdige efter nytår. Jeg kan konstatere, at den europæiske kemikalielovgivning ikke har fundet plads i kommissionens arbejdsprogram for 1. halvår 2023. Ikke at det er overraskende, for den varslede omfattende revision af kemilovgivningen blev heller ikke nævnt i Ursula von Leyens "state of the union"-tale i september.

Betyder det så, at de danske virksomheder er glade og lettede, fordi udsigten til en ny strammere kemilovgivning er gået over eller i hvert fald udsat? Nej, de danske virksomheder, er derimod efterladt i et limbo, hvor uklarheden bremser investeringslysten og innovationen. Væk er den umiddelbare "trussel" om automatiske forbud mod visse farlige stoffer i blandt andet forbrugerprodukter, krav om fulde registreringer af alle polymerer og risikoen for grupperestriktioner på videnskabeligt lemfældigt grundlag. Men ind kom uklarheden om hvornår og hvad, der så kommer til at ligge i en senere revision.

> Danske virksomheder er efterladt i et limbo, hvor uklarheden bremser investeringslysten og innovationen

Imens har parlamentet travlt med at få "kørt" andre kemirelaterede revisioner igennem inden valget. Det gælder for eksempel fareklassificering og mærkning af farlige stoffer og blandinger (CLP) samt krav til kemi i produktlovgivninger for eksempelvis legetøj, rengøringsmidler (detergenter), emballage, kosmetik og materialer i kontakt med drikkevand, hvor der allerede er stillet forslag.

Krav fra tegnebrættet til REACH-revisionen popper i stedet op alle mulige andre steder. Det gælder alt fra mål, for at ingredienser skal være bæredygtige og ikke må være testet på dyr til forbud mod at miljømærke produkter, hvis produktet indeholder et hvilket som helst faremærket stof. Sidstnævnte vil betyde, at rengøringsmidler ikke længere kan miljømærkes, hvilket næppe vil understøtte forbrugernes grønne valg. Overgangsperioder foreslås så korte, at allerede producerede varer på hylderne skal kasseres og flere andre forslag, der er i strid med ønsket om at understøtte den grønne omstilling. Det er en jungle at finde rundt i for virksomhederne, der samtidig skal opfylde allerede vedtagne nye krav for eksempel for bæredygtighedsrapportering og emballageansvar.

Oven i alt dette kom de omfattende PFAS restriktionsforslag på 2.000 sider, hvor stort set alle anvendelser af organiske fluorforbindelser - fra CFC-gasser til fluorpolymere, ønskes forbudt - uafhængigt af risikoen for emission eller om de indgår i produkter til den grønne omstilling eller er nødvendige i vores sundhedsvæsen. De mange nye krav og lovgivningsforslag er meget krævende at sætte sig ind i.

Når der drysses krav på forskellige områder på tværs af lovgivningerne, bliver det ikke lettere. Hvor er macheten, der kan skære gennem krattet og skabe overblik?

Helle Westphal, chefkonsulent, Dansk Industri

BRUKER

WE SUPPORT

ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

Whether its the air we breathe, toxic metals in our soil, organic pollutants in food or microplastics and macronutrient analysis. Our solutions cover the full spectrum of environmental applications.

Earth: Soil Analysis
Assess important soil parameters like organic, inorganic, and total carbon; total nitrogen; pH and cation exchange capacity; clay, silt and sand content; water holding capacity and more.

Water: Microplastics
Evaluate the contamination of water, air, and soil with microplastics. Our solutions provide reliable chemical data on particle identity, size distribution, shape and many more at a mouseclick.

Atmosphere: Air Quality
We offer the quantification of greenhouse gases in the atmosphere, determination of silica dust in a workplace environment or analysis of exhaust gases from car engines and much more.

Contact us for more details:
www.bruker.com/optics • info.bopt.nordic@bruker.com

Foto: Wikimedia.

Forsøgsdata i patentansøgninger

EPO's udvidede appelkammer har bekræftet den hidtidige praksis, at man kan indsende forsøgsdata til støtte for patenterbarhed under en patentansøgnings sagsbehandling eller en indsigelse mod et udstedt patent, men det er bedst at have forsøgsdata med i ansøgningen fra starten.

Af Anders Heebøll-Nielsen,
Senior European Patent Attorney,
AWA Denmark A/S

Torsdag 1. juni 2023 trådte EU-aftalen om en fælles patentdomstol i kraft, og patentverdenen fik en ny domstol til at træffe afgørelser om europæiske patenter, men det er fortsat det udvidede appelkammer (EBA) hos den europæiske patentmyndighed (EPO), hvis afgørelser vejer tungest i praksis hos EPO. EBA træder til for at fastlægge praksis, når EPO's appelkamre stiller spørgsmål om uklarheder ud fra afvigende appelafgørelser. EBA har ved sin afgørelse G 2/21 bekræftet, at det er muligt at indsende forsøgsdata til støtte for, at en opfindelse har opfindelseshøjde.

Patentansøgningers beskrivelse af opfindelser

I europæisk patentlov er det en betingelse for at opnå et patent, at en opfindelse er beskrevet så tydeligt, at opfindelsen kan udøves på grundlag af dens patentansøgning. Betingelsen om tydelighed er nært beslægtet med betingelsen om, at en opfindelse skal adskille sig væsentligt fra, hvad der var kendt før patentansøgningens indlevering (den har opfindelseshøjde). Opfindelseshøjde omfatter oftest, at der opnås en virkning, man ikke tidligere har opnået. Det vil sige, at hvis en opfinder påstår en virkning for sin opfindelse, skal han redegøre for, hvordan virkningen opnås, og han skal være klar til at dokumentere, at virkningen faktisk opnås. Dette er særlig relevant for opfindelser inden for kemi og bioteknologi. Hvis en opfinder har opdaget, at et bestemt molekyle kan bruges til at behandle en kræftsygdom,

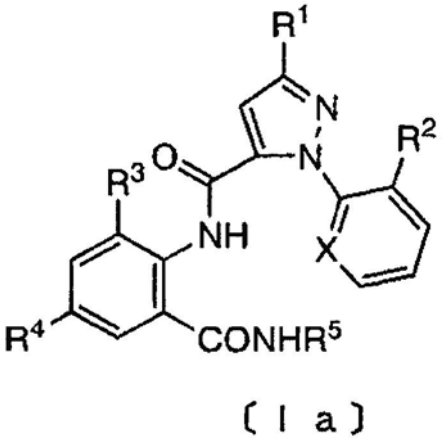
er det ikke svært at beskrive molekylet, men uden forsøgsdata, der understøtter virkningen mod kræftsygdommen, kan han ikke få patent.

Når opfinderen kontakter sin patentrådgiver om opfindelsen, vil patentrådgiveren afklare, hvordan opfindelsen beskyttes bredest muligt. Derfor vil patentansøgningen ikke bare søge beskyttelse af selve molekylet, men også varianter, som opfinderen forventer, vil virke på kræftsygdommen. Opfinderens forsøgsdata medtages i patentansøgningen for at understøtte molekylets virkning, og patentrådgiveren vil hjælpe opfinderen med at argumentere over for EPO for patenterbarheden af den bredere definition af opfindelsen. EPO's omhyggelige sagsbehandlere er ikke altid enige med opfinderen og rådgiveren, men heldigvis har det været muligt at indsende yderligere forsøgsdata til EPO.

Substansen bag G 2/21

I 2012 indsendte Sumitomo Chemical Company, Ltd en europæisk patentansøgning på en insekticidsammensætning med en kombination af neonicotinoidet thiamethoxam og forbindelsen "Ia" er vist i figur 1. Patentet (EP2484209 B1) blev udstedt, men Syngenta Ltd nedlagde indsigelse med påstand om, at sammensætningen manglede opfindelseshøjde, og at opfindelsen var utilstrækkeligt beskrevet til at kunne udøves. Syngenta kunne ikke overbevise EPO om deres påstande, og patentet blev opretholdt i uændret form, hvorefter Syngenta appellerede afgørelsen. Appelkammeret fandt afvigelser i praksis fra tidligere appelsager, og de videresendte sagen (T 116/18) til EBA.

Når et patentkrav omfatter en kombination af to molekyler, antyder dette, at der er en synergistisk virkning. Thiamethoxam og forbindelsen Ia kan hver for sig dræbe insekter, og under indsi-



(I a)

Figur 1.

> Patentansøgningen vil ikke bare søge beskyttelse af selve molekylet, men også varianter, som opfinderen forventer, vil virke på kræftsygdommen

gelsen indsendte Sumitomo forsøgsdata for at understrege synergien. Ia-molekylet har fem R-grupper, som kan varieres til at omfatte tusinder af molekyler. Sumitomos forsøgsdata testede tre mulige Ia-forbindelser, men Syngenta indsendte data for forsøg med en fjerde Ia-forbindelse, som viste fravær af synergi.

Appelkammeret ønskede svar fra EBA på spørgsmålet, om der kan findes en undtagelse fra princippet, at der er fri evaluering af bevismateriale hos EPO, hvis en påstået virkning dokumenteres udelukkende med bevismateriale indsendt efter en patentansøgnings indlevering. Appelkammeret spurgte desuden, om det ville gøre en forskel, hvorvidt den påståede virkning var troværdig eller utroværdig.

Afgørelsen i G 2/21

De første sider af en afgørelse fra EBA omfatter en *Headnote* med EBA's konklusion. Konklusionen er sjældent et direkte svar på de stillede spørgsmål, da den er formuleret ud fra EBA's argumenter, som oftest forholder sig endog meget snævert til sagens fakta, hvor det spørgende appelkammer typisk spørger bredt. Således finder EBA i G 2/21, at forsøgsdata indsendt til støtte for opfindelseshøjde ikke kan afvises, for ikke at have været kendt på ansøgningstidspunktet. I *Headnotens* andet punkt uddyber EBA, at en patentansøger/indehaver kan støtte sig til en teknisk effekt for opfindelseshøjde, hvis den såkaldte fagmand kan udlede effekten ud fra en patentansøgning og sin viden på datoen for patentansøgningen. Det andet punkt udtaler sig ikke om senere indsendte data, men punktet sætter dog grænser for, om en effekt påstået i et datasæt kan benyttes i argumenter hos EPO. Dermed bliver punkt to det tætteste, vi kommer på et svar om troværdighed af forsøgsdata.

EPO kan altså ikke afvise, at man fremsender data og baserer argumenter på dem, men EBA's afgørelse er strengt taget begrænset til argumenter om opfindelseshøjde, og ydermere er afgørelsen begrænset til patentansøgers/indehavers argumenter. Det vil sige, at hvis en modpart til en patenthaver ønsker at benytte forsøgsdata for at dokumentere, at en opfindelse ikke virker, siger *Headnoten* ingenting om, hvordan EPO skal forholde sig til sådanne data.

I det daglige patentarbejde er det sjældent *Headnotes*, som giver støtte til argumenter over for EPO, men i stedet er det en EBA-afgørelses begrundelser (*Reasons*), der giver fylde til argumenterne. I sine begrundelser for G 2/21 påpeger EBA, at omfanget af tiltro til forsøgsdata om tilstrækkelig beskrivelse er meget mere snævert end for opfindelseshøjde. Det er altså lettere at vise med nye data, at en opfindelse virker, end at vise, at den ikke virker. EBA understreger dog, at en påstået medicinsk virkning skal underbygges i en patentansøgning, og at fravær af data om virkningen ikke kan udbedres med efterfølgende data. En opfindelse af et molekyle til behandling af en kræftsygdom skal altså dokumenteres fra starten.

Afsluttende bemærkninger

Når et appelkammer beder EBA om en afgørelse, afventer appelsagen, som førte til spørgsmål hos EBA, at EBA træffer sin beslutning. EBA's afgørelse faldt 23. marts 2023, og 28. juli var der mundtlige forhandlinger for at afslutte T 116/18. I sidste ende afviste appelkammeret forsøgsdata indsendt af Syngenta til støtte for fravær af synergi. Syngentas data blev afvist, fordi de blev indsendt for sent i forløbet, og appelkammeret undlod derfor at tage stilling til substansen i data, uafhængigt af EBA's begrundelse. Syngenta kan nu overveje at benytte sine data i nationale retssager om Sumitomos patent, som stadig er i kraft.

Med EBA's afgørelse er vi blevet lidt klogere. Man kan altid fremsende forsøgsdata til EPO, men det er en god idé at benytte data så tidligt som muligt. Medicinske virkninger skal dokumenteres i en patentansøgning, og andre effekter bør støttes af forsøgsdata i patentansøgningen, selvom data kan indsendes senere. Hvis man skal bruge data mod et udstedt patent, bør data medtages i en indsigelse mod patentet frem for at indsendes undervejs i indsigelsessagen og slet ikke vente til en appelsag.

E-mail:
Anders Heebøll-Nielsen:
anders.heeboll-nielsen@awa.com

Low-cost sensorer og mobile målinger til luftkvalitets-overvågning

En kampagne ved Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet, og DevLabs ApS har testet ydeevnen af low-cost sensorer, når de anvendes på biler, og undersøgt koncentrationerne målt af et tæt low-cost sensornetværk etableret i London.

Af Louise Bøge Frederickson[1,2,3], Hugo Savill Russell[1,2,3], Matthew Stanley Johnson[2,4] og Ole Hertel[5]

[1] Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet
[2] DevLabs ApS
[3] Danish Big Data Centre for Environment and Health (BERTHA), Aarhus Universitet
[4] Kemisk Institut, Københavns Universitet
[5] Teknisk Fakultet, Aarhus Universitet

Luftforurening kan variere betydeligt over tid og sted. I EU benytter myndigheder og regulerende instanser et fast luftkvalitetsmålestationsnetværk for at overvåge luftkvaliteten. Målestationerne indeholder store, dyre og præcise luftkvalitetsinstrumenter. Dog har disse stationer begrænsninger i forhold til tidsopløsning og rækkevide, da der kun er placeret 18 i Danmark.

For at imødegå disse begrænsninger vender forskere og kommunale myndigheder sig i stigende grad til low-cost sensorer. Som navnet antyder, er disse måleapparater relativt billige, og de udmærker sig ved at være mobile og nemme at betjene. Sammenlignet med store målestationer er low-cost sensorer til gengæld også mere upræcise, men trods den lavere målepræcision kan disse sensorer stadig give nyttig information. Det vigtigste er, at brugerne har en fælles forståelse af, hvad sensorerne skal bruges til, og at de kan bruges til det specifikke formål.

Mobilt overvågningsudstyr, der involverer køretøjer udstyret med sensorer, er særligt egnede til at undersøge forureningsmønstre på mindre skalaer. Selvom det kan være udfordrende at indsamle tilstrækkeligt med data til langvarige gennemsnit, er mobil overvågning værdifuld til at identificere luftforureningshotspots og for eksempel trends mellem forskellige områder.

Figur 1. Kort over ruten i målekampagnen.

> NO_2-koncentrationen kan variere betydeligt både rumligt og tidsmæssigt, hvilket betyder, at målingerne, mens MAPS-bilen er i bevægelse, kun giver øjebliksbilleder af den aktuelle koncentration

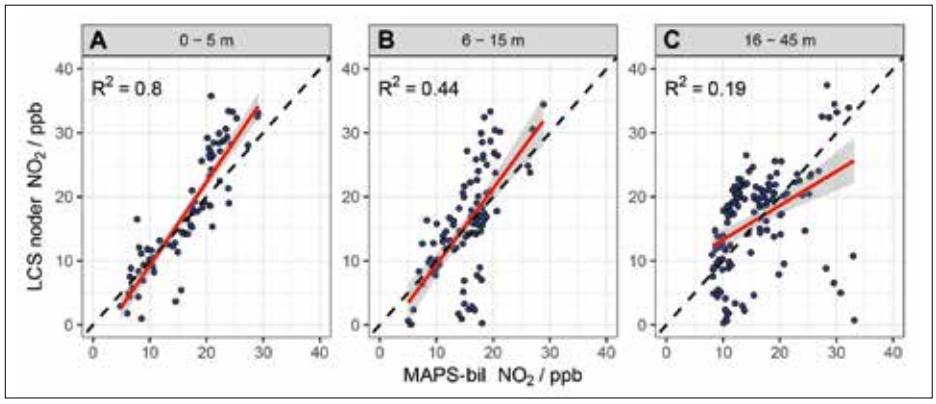
De private firmaer, DevLabs og AirScape, har etableret et tæt netværk af low-cost sensorer i London, England. Disse low-cost sensorer er placeret på lygtepæle og måler blandt andet kvælstofdioxid (NO_2). En Google Street View bil udstyret med en reference-luftkvalitetsmåler i bagagerummet blev doneret til Aarhus Universitet, og konverteret til en forskerbil dedikeret til luftforureningsmålinger.

Vi tilføjede en tagboks med low-cost sensorer på bilen og udførte en to-ugers målekampagne, hvor vi kørte til London for at 1) teste værdierne fra det stationære low-cost sensornetværk og 2) evaluere low-cost sensorernes ydeevne under mobil anvendelse mod reference-luftkvalitetsmåleren i bagagerummet.

Målekampagnen

I løbet af den 14-dages målekampagne kørte vi *Mobile Air Pollution Sensing* (MAPS)-bilen fra Danmark til London,

Figur 2. MAPS-bilen under målekampagnen. Øverst ses et nærbillede af bilen, hvor man kan se indsugningen på taget og tagboksen. Nederst er bilen parkeret foran en lygtepæl, hvorpå der er monteret en low-cost sensor.



Figur 3. Koncentrationen af NO_2 målt af MAPS-bilen vs. low-cost sensornetværket, når MAPS-bilen var 0 til 5 meter (A), 6 til 15 meter (B) eller 16 til 45 meter (C) fra de respektive low-cost sensorer. En lineær regressionslinje med et 95 procent konfidensinterval (rød linje med gråt område) og en 1:1-linje (stiplet sort linje) er vist.

og ruten er vist i figur 1. Bilen, som er vist på figur 2, var udstyret med præcise luftkvalitetsmålere, som var tilsluttet et rustfrit stål-indtag, der er specifikt designet til at minimere indflydelsen af selv-emission og kørehastighed på de målte koncentrationer. NO_2-koncentrationen blev målt med en tidsopløsning på 1 sekund ved hjælp af en Cavity Attenuated Phase Shift NO_2-monitor fra Aerodyne Research. Under målekampagnen førte passageren i MAPS-bilen en detaljeret tids-aktivitetslog, og dataen blev tildelt unikke identifikationer (ID'er). Disse ID'er blev opdelt i forskellige kategorier, herunder *Parkering*, *Bykørsel*, *Motorvej*, *Tunnel* og *Parker*.

Resultater

Målingerne fra low-cost sensor (LCS) netværket blev testet ved at parkere nær sensorerne og sammenligne dem med MAPS-bilens resultater. Sammenligningen viste en bestemmelseskoefficient (R^2) på 0,8. Det blev tydeligt, at korrelationen blev mindre, jo længere væk MAPS-bilen var fra sensorerne (figur 3).

I undersøgelsen af den rumlige variation af NO_2 i London udførte vi flere casestudier. Et af disse studier blev udført i Regent's Park, hvor vi kørte tre forskellige ruter: en indre rute i midten af parken, en midterste rute rundt om parken og en ydre rute i normal bykørsel, lidt længere ude end den midterste rute. Hver af disse ruter blev gennemført på 40 minutter, og de gennemsnitlige NO_2-niveauer langs hver rute blev målt. Resultaterne viste, at den ydre rute havde de højeste NO_2-niveauer, efterfulgt af den midterste rute og den indre rute (figur 4, side 10). Især for den midterste og den indre rute er hver omgang tydeligt afspejlet i tidsserierne i figur 4C. Her kan man se, at vi kørte fire omgange på den midterste rute og cirka 15 omgange på den indre rute.

Figur 5, på side 10, viser resultaterne af testen af low-cost sensorernes ydeevne i forskellige miljøer. Der ses betydelig variation i korrelationen med R^2-værdier mellem 0,33 og 0,75. Hastigheden varierer også markant mellem miljøerne, for eksempel omkring 100 km/t på motorveje, 0 km/t under parkering og under 20 km/t i bykørsel. Low-cost sensorerne har bedre ydeevne under parkering og på motorveje sammenlignet med bykørsel og kørsel i tunneller. Dette kan forklares ved sensorernes relative lave reaktionshastighed og den hurtige ændring i NO_2-koncentrationer over tid og sted.

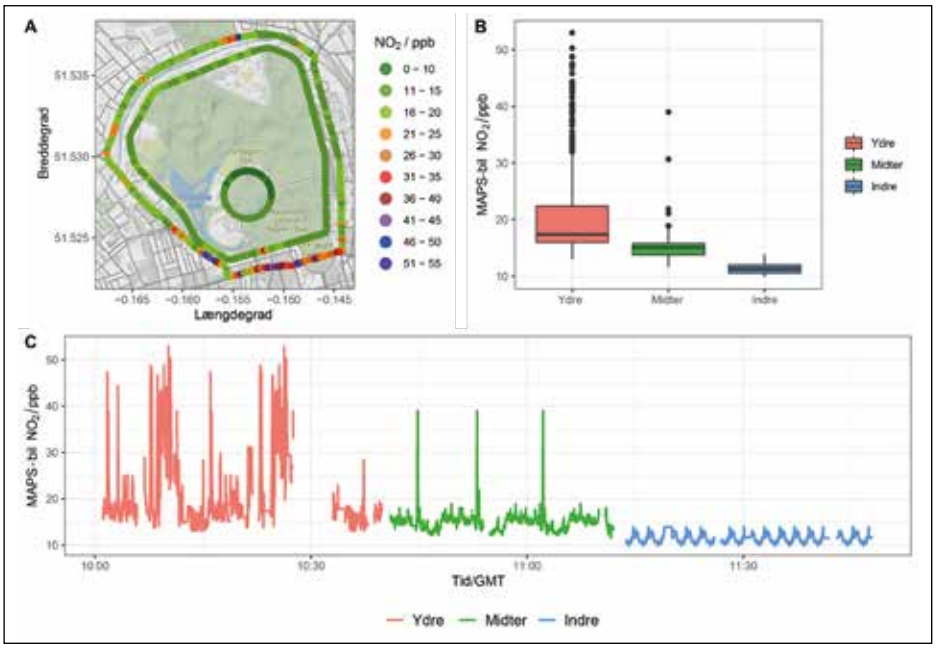
Selvom R^2-værdien for low-cost sensorernes NO_2-målinger under bykørsel

er 0,42, ligger de gennemsnitlige værdier inden for 5 procent af den gennemsnitlige referenceværdi. Dette indikerer, at low-cost sensorerne er i stand til at måle gennemsnitsværdier, men ikke realtidsmålinger med en tidsopløsning på 1 minut eller mindre i hurtigt skiftende miljøer. Low-cost sensorernes absolutte målinger påvirkes ikke af køretøjets bevægelse, men deres reaktionstid kan være for langsom i meget variable miljøer.

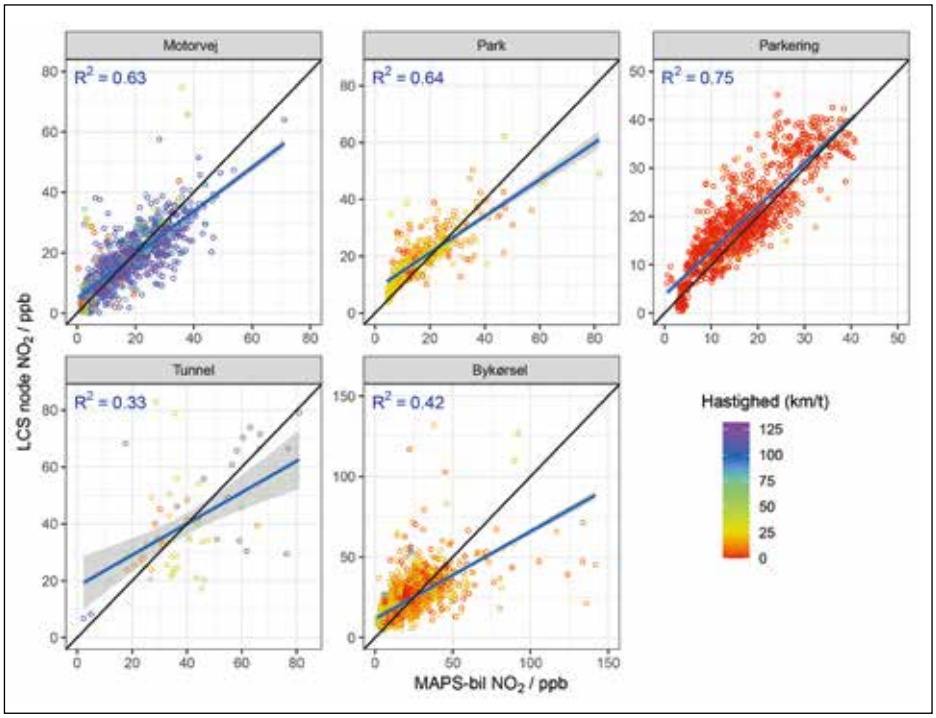
Diskussion og konklusion

NO_2-koncentrationen kan variere betydeligt både rumligt og tidsmæssigt, hvilket betyder, at målingerne, mens MAPS-bilen er i bevægelse, kun giver øjebliksbilleder af den aktuelle koncentration. Desuden afspejler resultaterne i denne undersøgelse kun NO_2-koncentrationen i løbet af dagen og på vejene. Vores resultater viser, at et netværk af low-cost sensorer og mobil overvågning kan vise forureningsniveauer med højere opløsning og større rækkevidde, i forhold til alene at betragte de officielle luftkvalitetsmålestationer. Mobil overvågning kræver en betydelig arbejdsindsats, men kan være særlig nyttigt, da referencestandardinstrumenter kan måle steder, der normalt ikke ville blive undersøgt. Hvis der er behov for yderligere målinger, kan et tæt stationært netværk af low-cost sensorer opsættes for at undersøge luftkvaliteten over længere tid. Mobil overvågning kan også bruges til tværvalidering og/eller korrektion af data fra low-cost sensorer, hvilket forbedrer pålideligheden af resultaterne.

Low-cost sensor-baseret netværk kan ikke erstatte højpræcisions målenetværk. Målinger i low-cost sensornetværk har ikke den tilstrækkelige præcision til at stå alene ved vurdering af, om koncentrationen i vores udendørsmiljø overskrider gældende grænseværdier. For dette kræves præcise målinger med referenceudstyr, der overholder EU's regler for luftovervågning. Anvendelse af low-cost sensorer kræver nøje individuel kalibrering og test af de enkelte instrumenter. Disse kalibreringer og tests er tidskrævende og kræver opbygning af ekspertise. Det sidste kan derfor ikke opnås ved blot at anvende fabrikskalibrering eller efterfølgende databehandling. Det kræver adgang til samtidige målinger med referenceinstrumenter i det udendørsmiljø, hvor det low-cost sensorbaserede netværk skal anvendes. Med det sagt, så længe man er opmærksom på de førnævnte forhold, kan et netværk af low-cost sensorer og mobile målinger supplere hinanden, og bruges symbiotisk sammen med det lovregulerede netværk for at opnå mere omfattende rum- og tidsdata om luftkvaliteten.



Figur 4. Koncentrationen af NO_2 på de tre forskellige ruter i Regent's Park den 26. januar 2022, vist som på et kort (A), et boxplot (B) og en tidsserie (C). Alle gennemsnit er baseret på 1-sekunds tidsintervaller.



Figur 5. Koncentrationen af NO_2 målt af MAPS-bilen vs. en low-cost sensor i tagboksen for de forskellige ID'er, hvor datapunkterne er farvet efter hastighed. En lineær regressionslinje med et 95 procent konfidensinterval (blå linje med grået område) og en 1:1-linje (sort linje) er vist. Bemærk de forskellige skalaer.

Tak

Tak til Thomas Ellermann, Martin Ole Bjært Sørensen, Tom Jensen, Christian Solhaug Holmen og Henrik Weinreich Madsen for hjælpen og gode diskussioner. Derudover, tak til Johan Albrecht Schmidt og Camden Clean Air Initiative. Projektet blev udført som en aktivitet under Big Data Center for Environment and Health (BERTHA) støttet af Novo Nordisk Fonden (https://projects.au.dk/bertha/).

E-mail:
Louise Bøge Frederickson:
frederickson@envs.au.dk

Henrik Lassesen
Luftakrobat og Country manager.

Mød nogle af ventilationsbranchens mest erfarne luftakrobater.

AAF/Dinair er en af verdens førende producenter af luftfiltre. Koncernen har flere end 3.000 ansatte i 22 lande. Vi har over 100 års erfaring og en vision om til stadighed at være verdens førende inden for luftfiltre og luftfilterløsninger. Vores produkter produceres bæredygtigt med fokus på energibesparelser og effektivitet iht. ISO16890 og EN1822. Vores eFRM HEPA filtre (membran filtre) er godkendt til pharma og renrum m.m. og kan give besparelser på op til 50%. Disse historier og mange andre, uddyber vi gerne ved lejlighed.

Kontakt en af luftakrobaterne i AAF Danmark på tlf.: 70 26 01 66 eller check: aafeurope.dk

AAF® INTERNATIONAL

Smog i stuen med hovedvej på 2. sal

Low-cost sensorer kan give øjebliksbilleder af luftforureningsudvikling i områder med formodede problemer. I dette studie har low-cost sensorer været benyttet til at lave indikative målinger af luftforureningen omkring Bispeengbuen i København.

	$PM_{2.5}$ [µg/m³]	NO_2 [µg/m³]
Middelværdi	11,51	28,06
Standard afvigelse	4,16	12,13
Laveste måling	3	1
Højeste måling	171	155

Tabel 1. Gennemsnitlige data for $PM_{2.5}$ og NO_2 fra alle LCS-nodernes målinger ved Bispeengbuen (7. april – 4. maj 2022). Målingsdata fra LCS-noderne er afrundet til et heltal (0 decimaler) hvorefter værdierne er optaget.

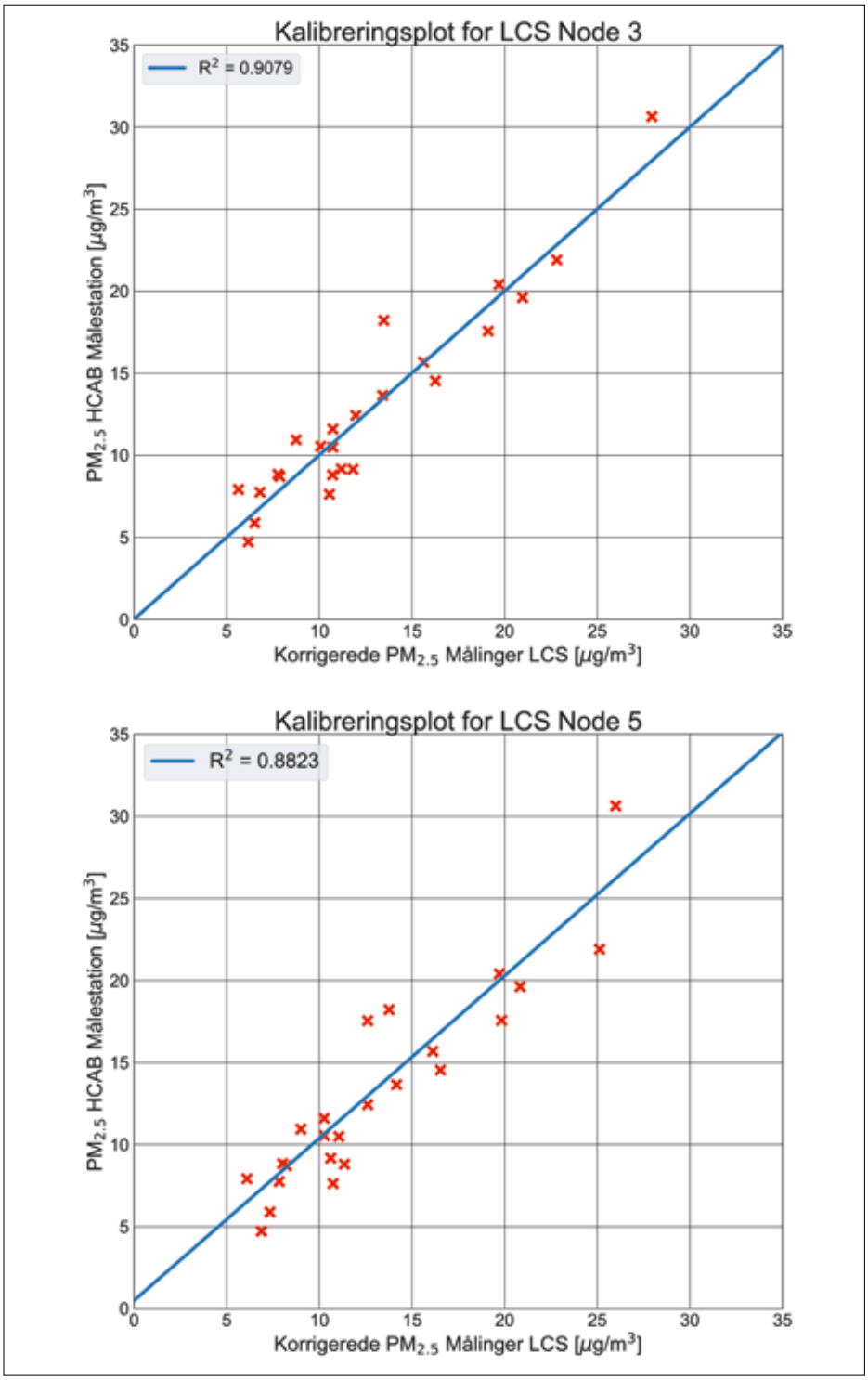
	$PM_{2.5}$ [µg/m³]	NO_2 [µg/m³]
Middelværdi	7,87	25,48
Standard afvigelse	2,79	12,35
Laveste måling	0,20	0,18
Højeste måling	18,80	90,99

Tabel 2. Gennemsnitlige målingsdata fra målestationen på H.C. Andersens Boulevard (HCAB) i perioden 7. april – 4. maj 2022.

Af Frederik B. Hildebrand[1], Louise B. Frederickson[2,3,4], Jens-Christian N. Poulsen[1] og Matthew S. Johnson[1,2]

[1] Copenhagen Center for Atmospheric Research, Kemisk Institut, Københavns Universitet
[2] DevLabs ApS
[3] Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet
[4] Danish Big Data Centre for Environment and Health (BERTHA), Aarhus Universitet

Forringet luftkvalitet er et af de største problemer i det moderne samfund. Ifølge et estimat fra 2019 skyldes 11,7 procent af alle dødsfald på verdensplan luftforurening [1]. Dette gør luftforurening til den tredjehyppigste dødsårsag efter rygning og forhøjet blodtryk. Nyere studier fra 2018 og 2019 har også vist, at forringet luftkvalitet øger risikoen for at udvikle neurodegenerative sygdomme som Alzheimers sygdom og



Figur 1. $PM_{2.5}$ kalibreringsplots for LCS Node 3 og 5, mod graviometriske (LVS) målinger fra målestationen på H.C. Andersens Boulevard. Begge kalibreringer er lavet mod et datasæt på 24 datapunkter, da dette var den tilgængelige graviometriske datamængde i kalibreringsperioden.

demens [2,3,4]. I det moderne bymiljø er partikler med en aerodynamisk radius under 2,5 µm ($PM_{2.5}$), nitrogen dioxid (NO_2) og ozon (O_3) identificeret som de mest skadelige for det menneskelige helbred [5,6]. Derfor er det vigtigt at kunne identificere koncentrationerne og dynamikken af disse stoffer i bymiljøet for at identificere potentielle kilder og reducere udledningen.

Traditionelle, præcise luftforureningsmålere er store, dyre og kræver en omfattende opsætnings- og kalibreringsproces samt meget energi. Dette begrænser antallet og mobiliteten af sådanne målere, og dermed den rummelige information om luftforureningen. Low-cost sensorer (LCS) kan imødekomme disse begrænsninger, da denne type sensorer typisk er mindre, billigere og bruger mindre energi. Ud over dette giver LCS også generelt en bedre tidsopløsning. Dette kan være med til at give indikationer om lokale begivenheder, som påvirker målingerne. Dog er LCS typisk mindre præcise, og skal kalibreres mod en mere præcis og dyrere referencemonitor, som dem der anvendes på de større luftkvalitetsmålestationer, for eksempel dem på Jagtvej og H.C. Andersens Boulevard (HCAB) i København. Dette betyder, at målingerne fra LCS ikke kan bruges i forhold til lovgivningen, men de kan fungere som en indikator for koncentrationerne af luftforurenende stoffer i et område og ændringerne af disse koncentrationer.

I april 2022 blev der foretaget en målekampagne af luftforureningsniveauerne ved Bispeengbuen i København og i to nærliggende lejligheder. Dette blev udført ved hjælp af et netværk af ni LCS-noder, som alle kunne måle temperatur, luftfugtighed, NO_2 og $PM_{2.5}$ med en tidsopløsning på 1 minut.

Målenøjagtighed ved LCS

Low-cost sensorer har kendte udfordringer med hensyn til datakvalitet, og derfor er kalibrering essentielt. Der kan forekomme variationer i målingerne fra sensorer af samme type, og målingerne kan også påvirkes af betingelser som luftfugtighed og temperatur i det miljø, sensorerne anvendes i [7]. Det er derfor vigtigt at bruge kalibreringsmetoder, der kan tage højde for disse faktorer og deres påvirkning på målingerne.

Under målekampagnen ved Bispeengbuen blev der anvendt LCS-noder fra DevLabs. Disse noder inkluderer en Alphasense NO2B43F sensor til NO_2-målinger, en Sensirion SCD30-sensor, hvori der er integreret temperatur- og relative luftfugtighedssensorer og en Nova Fitness SDS-011 partikelsensor. Sensorernes nøjagtighed er angivet fra fabrikanterne til at være 1,88 µg/m³ for NO_2-sensoren og 0,3 µg/m³ for partikelsensoren. Sensorerne blev kalibreret mod referenceinstrumenter på luftkvalitetsmålestationen på HCAB, og blev kalibreret med en multivariabel lineær regression. I kalibreringsmodellen blev der for partikelsensoren taget højde for indflydelsen af relativ luftfugtighed, og for NO_2-sensoren blev der taget højde for sensorens temperatursensitivitet. Figur 1 viser et eksempel på et kalibreringsplot for to af $PM_{2.5}$-sensorerne. Usikkerheden af sensorkalibreringen blev testet med Student's t-test i et 95 procent konfidensinterval, hvor usikkerheden ikke oversteg den rapporterede af fabrikanterne.

Målekampagne ved Bispeengbuen

Bispeengbuen er en sekssporet, hævet motortrafikvejsbro og er en af de største indfaldsveje til det indre København. Der kører dagligt mellem 50.000-70.000 biler over broen [8]. Broen går op til en 2. sals højde og ligger 5-10 meter fra de nærmeste lejligheder.

LCS-noderne blev placeret i området omkring Bispeengbuen, fire LCS-noder blev monteret på træer på nord- og sydsiden af Bispeengbuen, to LCS-noder blev placeret umiddelbart udenfor lejlighederne, og to LCS-noder inde i lejlighederne, se figur 2. Alle LCS-noderne placeret i træerne blev forsynet med strøm fra et batteri, som blev udskiftet hver 3. dag. Denne opsætning blev valgt for at kunne måle koncentrationerne tæt ved vejbanen for at se, hvordan udledningen af forurenende stoffer ved vejen påvirker luftkvaliteten ved lejlighederne, samt hvordan og i hvilken grad den indendørs luftkvalitet påvirkes af den udendørs luftkvalitet.

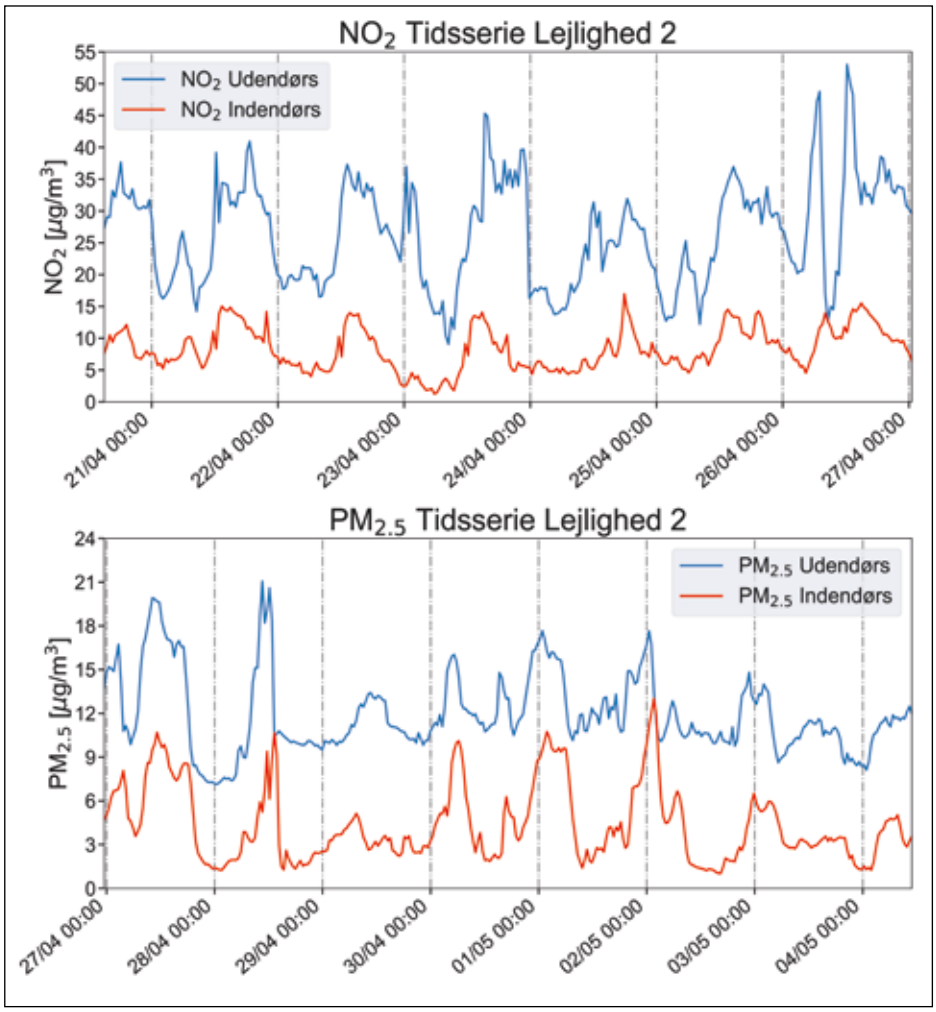
Resultater

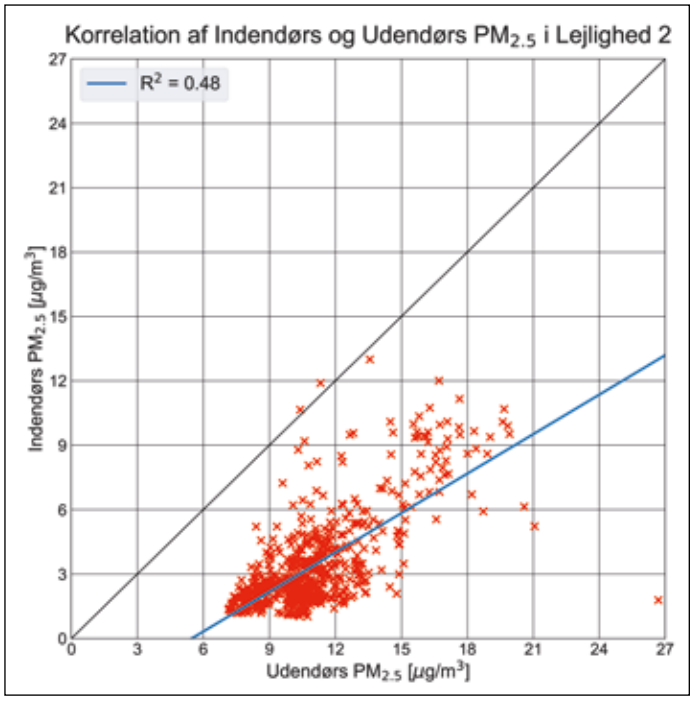
Figur 3 viser en tydelig sammenhæng mellem de indendørs og udendørs koncentrationer af forurenende stoffer, hvilket understøttes i figur 4, der viser en korrelation (R^2 = 0,48) mellem indendørs og udendørs $PM_{2.5}$-niveauer. Placeringen af noderne gjorde det muligt at identificere, om en forringet luftkvalitet i en af lejlighederne skyldes en forringet udendørs luftkvalitet, eller om der er en indendørs kilde til en eller flere af de forurenende stoffer.

De målte koncentrationer i området, som er angivet i tabel 1, side 12, ligger inden for de nuværende lovpligtige krav fastsat af EU, men overstiger de nye retningslinjer fra WHO vedrørende god luftkvalitet. De nye retningslinjer fra WHO kan danne grundlag for kommende regulativer for luftforurening i EU [9,10]. I dette studie blev der fundet en betydelig variation i de lokale luftforureningsniveauer i løbet af dagen grundet den trafik, der er i området, hvilket kan ses i figur 3. Der ses en stigning i NO_2 og $PM_{2.5}$ i hverdagsmorgener, hvilket passer med morgenmyldretiden. Grundet den trafikale belastning i området er de gennemsnitlige koncentrationer højere, end hvad der observeres i områder med lignende bebyggelse. Det kan ved sammenligning af værdierne fra LCS-noderne (tabel 1) med værdier fra målestation på HCAB (tabel 2, side 12) ses, at de gennemsnitlige værdier for LCS-noderne i hele måleperioden ligger lidt højere, men på et sammenligneligt niveau med forventede værdier for denne type område. Den øgede information om de lokale og pludselige variationer i luftforurening kan bidrage til en bedre forståelse af eksponering, der foregår i området.

Figur 2. LCS-node placeringer ved Bispeengbuen. Navnene Lejlighed 1 og Lejlighed 2 er de to lejligheder, sensorerne var placeret i og ved (Google Maps).

Figur 3. Tidsserie for NO_2 og $PM_{2.5}$ ved Bispeengbuen målt indenfor og udenfor Lejlighed 2.





Figur 4. Korrelation mellem indendørs og udendørs koncentrationer af $PM_{2.5}$ ved Lejlighed 2.

Konklusion

Der er fordele og ulemper ved brugen af LCS-noder, men de er et værdifuldt redskab til at undersøge områder, hvor der mistænkes forringet luftkvalitet, og de kan bidrage til at vurdere behovet for yderligere undersøgelser. LCS-noder kan bruges som supplement til de mere præcise måleteknikker for at indsamle større mængder data om forurenende stoffer, hvilket gør det muligt at forklare tendenser bedre og forstå lokale luftforureningsmekanismer. Nodernes kompakte størrelse og lave energiforbrug betyder, at et netværk af noderne vil kunne passe sig selv i flere dage og vil kunne dække et større område, hvilket giver bedre indsigt i de rumlige og tidslige variationer i koncentrationen af luftforurenende stoffer.

Studiet viser opmærksomhedsvækkende resultater for området ved Bispeengbuen, da middelværdierne for NO_2 og $PM_{2.5}$ ligger henholdsvis over og lige under døgnmiddelværdierne for de nye WHO-retningslinjer. På trods af, at $PM_{2.5}$-værdierne ikke overskrider WHO's retningslinjer, betyder det ikke, at de ikke kræver opmærksomhed, da der for lignende byer er fundet, at partikelmålinger generelt ligger højere i vintermånederne end i sommermånederne [11]. Det faktum, at værdierne stemmer overens med værdierne fra HCAB-målestationen, og den betydelige korrelation mellem indendørs og udendørs luftforurening i figur 3, understøtter bekymringen for luftkvaliteten i området.

E-mail:
Frederik B. Hildebrand: hwp980@alumni.ku.dk

Litteratur

1. Ritchie, H. and Roser, M., 2021. Air pollution. Published online at OurWorldInData. org.
2. Carey, I.M., Anderson, H.R., Atkinson, R.W., Beevers, S.D., Cook, D.G., Strachan, D.P., Dajnak, D., Gulliver, J. and Kelly, F.J., 2018. Are noise and air pollution related to the incidence of dementia? A cohort study in London, England. *BMJ open*, *8*(9), p.e022404.
3. Zhang Xin, C.X. and Xiaobo, Z., 2018. The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proc Natl Acad Sci US A*, *115*(37), pp. 9193-9197.
4. Peters, R., Ee, N., Peters, J., Booth, A., Mudway, I. and Anstey, K.J., 2019. Air pollution and dementia: a systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*, *70*(s1), pp. S145-S163.
5. Schraufnagel, D.E., Balmes, J.R., Cowl, C.T., De Matteis, S., Jung, S.H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M.B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A. and Thurston, G.D., 2019. Air pollution and noncommunicable diseases: A review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air pollution and organ systems. *Chest*, *155*(2), pp. 417-426.
6. Sicard, P., Agathokleous, E., Anenberg, S.C., De Marco, A., Paoletti, E. and Calatayud, V., 2023. Trends in urban air pollution over the last two decades: A global perspective. *Science of The Total Environment*, *858*, p. 160064.
7. Fang, X. and Bate, I., 2017, November. Issues of using wireless sensor network to monitor urban air quality. In *Proceedings of the First ACM International Workshop on the Engineering of Reliable, Robust, and Secure Embedded Wireless Sensing Systems* (pp. 32-39).
8. Rambøll. *Trafikal analyse af delvis nedrivning af Bispeengbuen.* Tech. rep. Copenhagen Municipality, 2020. url: https://www.frederiksberg.dk/sites/default/files/meetings- appendices/3084/Punkt_25_Bilag_1_Bilag_3_Trafikal_analyse_af_delvis_nedrivning_af_Bispeengbuen.pdf.
9. WHO, Global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, Tech. rep., World Health Organization, https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329.
10. E. Commission, European commission: Inception impact assessment, Tech. rep., European Commission, https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en. (2020).
11. Gehrig, R. and Buchmann, B., 2003. Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data, *Atmospheric Environment*, pp. 2571-2580.

OTTO – DIGITAL SERVICE FRA BUSCH

OTTO overvåger dine vakuumpumper, overalt, når som helst.

Se tilstanden af din proces eller vakuumpumper med vores digitale service.

OTTO sender automatisk beskeder til Busch i tilfælde af forstyrrelser i din proces.

Oplev fordelen af tilstandsovervågning.

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

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

Om skovbrugets klimapåvirkning

Skoven spiller en vigtig rolle for klimaet. I denne artikel analyseres skovbrugets klimapåvirkning med fokus på driftsform og anvendelsen af træprodukter. Analysen er knyttet til en analyse af landbrugets rolle og teorien om ændret arealanvendelse.

Af Frans W. Langkilde[1], Søren Brøgger Christensen[2], Gustav von Rosen[3] og Sten Scheibye[4]

[1] Frans W. Langkilde, Katrinedal I/S, 4780 Stege
[2] Søren Brøgger Christensen, Institut for Lægemiddeldesign og Farmakologi, Københavns Universitet
[3] Gustav von Rosen, Rudbjerggård, 4983 Dannemare
[4] Sten Scheibye, Bøged Skov, 4720 Præstø

Klimaforandringer er et alvorligt problem på Jorden. Det væsentligste bidrag til global opvarmning kommer fra afbrænding af fossile brændstoffer, som danner kultveilte (CO_2). Andre vigtige drivhusgasser er metan (CH_4) [1] og lattergas (N_2O) [2]. Hvert ton CH_4 har samme drivhuseffekt som 34 ton CO_2, og hvert ton N_2O har samme drivhuseffekt som 298 ton CO_2 [2]. Ganges ton CH_4 og ton N_2O med de nævnte faktorer og adderes til ton CO_2, giver det ton CO_2-ækvivalenter (CO_2e) [2,3].

Dahl sætter fornyet fokus på skovens betydning for klimaet [4]. I nærværende artikel analyseres skovbruget med udgangspunkt i teorien om ændret arealanvendelse (*land-use change*, LUC) og kulstofnytte [2,3]. LUC-teorien er knyttet til skov og bygger på et 100-års perspektiv i overensstemmelse med skovens livscyklus. I LUC-teorien relateres landbrugets klimaeffekter til omsætningen af kulstof (C) i skov. Da skovbruget i ringe omfang anvender jordbearbejdning, gødning, pesticider og husdyr, har det en mindre udledning af drivhusgasser end landbruget. Skovbrugets optag af CO_2 er vigtigt og undersøges nærmere i denne artikel.

Produktionsskov ved Præstø, august 2023, eg og rødgran.

I diskussionen om skovbrugets indflydelse på klima og miljø/biodiversitet bør der skelnes mellem produktionsskov, naturnær skov og urørt skov. Ved produktionsskov drives skoven med henblik på hugst til tømmer, papirmasse og brændsel. I naturnær eller urørt skov udgør træerne et lager af C og dermed CO_2. Nærværende artikel fremhæver produktionsskov, hvis skovbruget skal bidrage til reduktion af mængden af CO_2 i atmosfæren.

Ændret arealanvendelse og kulstofnytte

Teorien om LUC, med begreber for kulstofbinding og kulstofnytte, herunder *carbon opportunity cost* (COC), muliggør en sammenligning af landbrugets og skovbrugets klimaeffekter [3]. I LUC-teorien vurderes en bestemt landbrugsproduktion efter, hvor meget skov der skal ryddes andre steder for at skabe en tilsvarende produktion [2]. COC er en arealomkostning, udtrykt ved udledning af CO_2 ved opdyrkning af nyt land. Hertil skal adderes udledningen fra selve landbrugsproduktionen *(production emission*, PEM) af CO_2, CH_4 og N_2O. COC+PEM kaldes kulstofnytte [2].

Det kan forekomme paradoksalt at tale om kulstofomkostning og kulstofnytte på samme tid. Men COC og PEM udtrykker en kulstof-/klimanytte. Hveden, som ligger i laden, repræsenterer en kulstofnytte, udtrykt ved COC+PEM. Hveden er produceret ved fotosyntese og hermed binding af atmosfærens CO_2. Alle organiske forbindelser i levende organismer er produceret ud fra luftens CO_2. C i fossile brændstoffer er indfanget fra atmosfæren og lagret i jorden, men for millioner af år siden.

Oprindelig vegetation oplagrer enorme mængder af C og CO_2 i planter, mikroorganismer og i jorden [5,6]. Tabet af dette C ved global ekspansion af land-

	Ton C bundet	Ton CO_2 bundet		kulstofnytte, ton CO_{2e} (COC+PEM)
Tropisk skov	5	18,3		18,3
Tempereret skov	3	11,0		11,0
		COC	PEM	
Majs, Vestafrika				
- uden kunstgødning		3,76	0,50	4,26
- med N kunstgødning		12,67	0,75	13,42
Hvede, Sverige				
- økologisk		6,52	1,13	7,65
- konventionelt		12,29	1,63	13,92

Tabel 1. Kulstofnytte af skov og afgrøder, i ton CO_2e per hektar per år [2,3].

brugsarealet (COC) bidrager sammen med PEM med 20-25 procent af verdens udledning af drivhusgasser. Det kan måles med et indeks for kulstofnytte [2], som for en hektar (ha) er summen af:

1. Den mulighed, som dens produktion af føde giver for at lagre C andre steder.
2. Den årlige ændring af C lagring i jord og planter (inkl. *Sequestration*).
3. Besparelser i fossile emissioner på grund af dyrkning af bioenergi.
4. Mindskning eller forøgelse af landbrugets udledning af CO2e (PEM).

I skovbrug har især bidrag nummer 2 og 3 betydning. I LUC-teorien sættes kulstofnytten for tempereret skov til 3 ton bundet C per ha per år, svarende til 11,0 ton bundet CO_2 [2]. I tabel 1 vises kulstofnytten for skov og nogle landbrugsafgrøder [2]. Tabel 1 er let korrigeret i forhold til [3].

Sequestration - binding af kulstof i jorden

Sequestration (Seq) er binding på længere sigt af C som organisk materiale i det øverste jordlag [7]. For marker med afgrøder (ej græs) i Europa sættes Seq til 0,55-1,14 ton C per ha per år (2,0-4,2 ton CO_2) [7]; for arealer med græs oplagres omkring 1,04 ton C per ha per år (3,8 ton CO_2) [8]. For landbrugsjord rapporteres Seq som regel for 0-30 cm dybde, som dækker hovedparten af Seq. Ned til 100 cm dybde dækkes stort set al Seq. Seq flader ud efter cirka 20 år; nedbrydning af kulstofpuljen går hurtigere end opbygning.

Skov har ikke større Seq end græsmarker [9], og træer er ikke mere effektive til Seq end urter [4]. Urter optager CO_2 og bruger noget af det til at nedbryde mineralske forbindelser i jordbunden og danne organiske forbindelser, hvilket må karakteriseres som Seq. Seq i skovjord kan sættes til samme værdi som i græsmarker. Blade, nåle og mindre grene rådner op i skovbunden, hvorved C igen frigives indenfor kort tid [9]. Stamme, grene og rodnet binder C og CO_2, og yderligere bidrager rodnettet til Seq.

Baggrunden for teorien om ændret arealanvendelse

Selvom den årlige vækst i mængden af C bundet i det øverste jordlag (Seq) er lille, er puljen af C i det øverste jordlag i skov enorm, som vist i tabel 2 [10], hvor mineraljord svarer til Seq, overjordisk biomasse til stamme og grene, skovbund primært til blade og nåle, og underjordisk biomasse til rodnettet.

Baseret på et skovareal i Danmark i 2018 på 627.338 ha [10] er mængden af bundet C og mængden per ha angivet i tabel 2. Værdien for mineraljord på 105 millioner ton C svarer til 168 ton C for hver ha skov og 17 kilo C for hver kvadratmeter. 17 kilo C svarer kun til nogle få vægtprocent, men for Danmark som helhed er det enorme mængder af C. *Soil Organic Carbon* i de øverste 30 centimeter sættes for agerjord i Europa til 106 ton C per ha [7]; en værdi som er blandt de højeste i verden. Det kan sammenlignes med værdierne 168 ton og 250 ton C per ha i tabel 2.

Nedenfor findes en gennemsnitlig binding i træer i skov i Danmark på 14,4 ton CO_2 per ha per år (3,9 ton C). Værdien for mineraljord på 168 ton C svarer så til 43 års CO_2-binding i skoven. Netop C bundet i mineraljord og biomasse i skoven frigøres i løbet af få år efter skovrydning og ligger til grund for LUC-teorien. Det muliggør en diskussion om rationalet bag LUC-teorien.

Hvis dyrkning ophører på 1 ha landbrugsjord i Danmark, skal der tilvejebringes mindst 1 ha et andet sted i verden, ofte ved skovrydning. Herved frigøres på få år store mængder af C, som i LUC-teorien fordeles over 100 år. I tabel 2 op til 250 ton C per ha eller 2,5 ton C per ha per år. I LUC-teorien sættes bindingen i tempereret skov til 3 ton C per ha per år (tabel 1) [2], tæt på 2,5 ton, hvilket udgør en intuitiv bekræftelse på LUC-teorien. Hvis det er tropisk skov, som ryddes, bliver alle tallene større.

I 2022 ryddedes i Amazonas et skovområde på størrelse med Danmarks areal. Ifølge LUC og tabel 2 svarer det til næsten 1.100 millioner ton C fordelt over nogle få år.

C-indhold i træmasse

Hvert C-atom i levende organismer svarer til et CO_2-molekyle optaget fra atmosfæren. Tørstoffet i stamme, grene og rodnet består hovedsageligt af cellulose og lignin. Cellulose er et kulhydrat med bruttoformel $C_6H_{10}O_5$ og en C-andel på 0,444 (w/w). Lignin har en omtrentlig bruttoformel på $C_{278}H_{298}O_{95}$ og en C-andel på 0,647. Fordelingen på celluloser og ligniner er kendt for forskellige planter [11]. C-andelen i tørstoffet i træ er omkring 0,5 (w/w).

Skovstatistikker opgiver typisk træmassen i kubikmeter. Når træ tørrer, svinder det både i vægt og rumfang. Omregningen fra kubikmeter til ton tørstof er kendt for forskellige træarter [12]. For almindeligt forekommende løvtræsarter kan tallene sammenfattes til 0,56 ton tørstof per kubikmeter. Nedenfor fokuseres på de hurtigt voksende og tømmer-egnede nåletræsarter rødgran

	Mineraljord	Overjordisk biomasse	Skovbund	Underjordisk biomasse	Dødt ved	Sum
1.000 ton C	105.356	33.798	9.398	7.378	803	156.733
Ton C per ha	167,9	53,9	15,0	11,8	1,28	249,8

Tabel 2. Beholdning i fem kulstofpuljer. Værdierne er glidende gennemsnit og dækker over fem års målinger. Værdier for Danmark i 2018, 1.000 ton C. Danmarks skovareal i 2018: 627.338 ha [10].

Træart	Tørstof-andel [12]	Bonitet	0-10 år	10-20	20-30	30-40	40-100	Gennemsnit 0-100 år
Bøg	0,56	Høj	3	6	22	22	17	16
Bøg	0,56	Lav	2	2	7	17	14	11
Eg	0,57	Høj	3	7	18	15	10	10
Eg	0,57	Lav	2	2	8	14	9	8
Douglas, sitka, grandis, rødgran	0,37-0,41	Høj	17	42	35	26	15	21
Sitka, rødgran	0,37-0,38	Lav	8	27	7	20	13	14
Suserup Skov, urørt skov			-9	15	-	-	-	1

Tabel 3. Optag af kulstof i ton CO_2 per hektar per år, for træarter og aldersklasser i Danmark.

og douglasgran, med henholdsvis 0,38 og 0,41 ton tørstof per kubikmeter.

Kulstofoptag, binding af CO_2 i skov

I produktionsskov høstes cirka 50 procent af træernes C-optag løbende gennem skovens levetid, typisk ved udtynding, mens skoven vokser. De resterende 50 procent høstes ved endelig fældning af skoven. Skovens vækstbetingelser og dermed C-optag påvirkes af jordens bonitet (indhold af næringsstoffer og ler), klimafaktorer (temperatur og nedbør), og af træart, alder, driftsform og sundhedstilstand.

Årligt C-optag, udtrykt ved CO_2, i skov i Danmark er vist i tabel 3 for træarter og aldersklasser, med opdeling efter jordens bonitet [13]Der fokuseres på træarter, som dominerer i en traditionelt drevet produktionsskov.

Binding af C er højere for bøg end for langsommere voksende eg. Egeskov er dog mere lysåben end bøgeskov, og supplerende plantning kan øge C-bindingen i egeskov. Binding af C er højere i skov på jord af høj bonitet end af lav bonitet. C-binding er højere i hurtigt voksende nåletræsarter end i løvtræer; nåletræer har en mere effektiv fotosyntese over året. Gennemsnittet for løvtræer i tabel 3 er 11,25 ton CO_2 per ha per år for 0-100 år, for nåletræer 17,5 ton. For løvtræer sker kun lidt C-binding i aldersklassen 0-20 år, og den største binding finder sted for 20-40 år. For nåletræer finder megen C-binding sted allerede for 0-10 år, og den største C-binding for 10-20 år.

Middel C-optaget beregnes for en 100 års periode, tæt på en levealder for løvtræer, mens nåletræer nærmer sig to generationer på 100 år. Fra tabel 3 fås et gennemsnit for løvskov og nåleskov for 0-100 år på 14,4 ton CO_2 per ha per år (3,9 ton C). Teorien for LUC/COC anvender ligeledes en livscyklus for skov på 100 år [2] og sætter middel C-bindingen i tempereret skov til 11 ton CO_2 per ha per år (3 ton C), hvilket er lidt lavere. Forskellen kan skyldes variation mellem lande i den tempererede zone, eller hvorvidt det træ medregnes, som løbende føres bort fra skoven, for eksempel ved udtynding [12,13] Både for skov og landbrug er der god overensstemmelse mellem resultater fra direkte beregning og LUC-teori.

I tabel 3 er Suserup Skov et eksempel på urørt skov med et skræmmende lavt C-optag. Suserup Skov er ikke inkluderet i beregningerne i denne artikel.

Anvendelse af skovprodukter

Træ kan anvendes som bygningsmaterialer, til produktion af papirmasse, eller det kan erstatte fossile brændstoffer. Træ anvendt til træprodukter har en dobbelt effekt. Dels udgør det en langsigtet lagring af C og CO_2, dels erstatter det materialer (cement, tegl, stål, mineraluld), hvis fremstilling medfører udledning af store mængder af CO_2. Hvis træ anvendes til bygningskonstruktion, anses skårne produkter (for eksempel tømmer) at have en halveringstid på 35 år, træplader en halveringstid på 25 år [13]. Papirprodukter har en halveringstid på kun to år, men efter genanvendelse kan papir og pap afbrændes og erstatte fossile brændstoffer. 1 ton C i træprodukter antages at fortrænge 1-3 ton fossilt C med en medianværdi på 2,1 [14]. Det ville gavne klimaet med større anvendelse af træ i byggematerialer og tiltag til forøgelse af halveringstiderne for træprodukter.

Produktionsskov på Lolland, august 2023, bøg.

Cirka 60 procent af hugsten i de danske skove, herunder træ fra udtynding, anvendes direkte til energitræ (for eksempel flis) og brænde. Men i opgørelsen af de danske udledninger fra energiproduktion medtages udledninger fra forbrænding af biomasse ikke, og C-puljen i denne biomasse er fraregnet det lager, der opgøres i skoven [13]. Det skyldes FN's klimaorgan, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [15,16], som har afgjort, at biobrændsler (halm, biogas, træflis, brænde,) anses for CO_2-neutrale, når de produceres og forbrændes. Hvorfor tages der ikke hensyn til de store mængder af fossile brændstoffer, som spares?

Når skovprodukter anvendes til energiformål, kan de substituere stenkul, brunkul, tørv, olie, naturgas, kernekraft og el fra vindmøller, solceller eller vandkraft. Selvom megen el i Danmark kommer fra vindmøller og solceller, behøves stabile energikilder, når der ikke er vind eller sol. De fleste alternativer er fossile brændstoffer.

Skovprodukter derimod, udleder CO_2, som skoven i forvejen har fjernet fra atmosfæren, og som igen vil blive

bundet af den nye skov, som plantes i stedet. Alt det C og CO_2 som bindes i skoven, vender altid tilbage til atmosfæren, hvad enten træet anvendes eller rådner, men hvis energiindholdet høstes på vejen, erstattes fossile brændstoffer. Anvendelsen af fossilt C som energikilde bør erstattes af restprodukter fra landbrug og skovbrug, samt vindkraft og solenergi. Kernekraft er det eneste andet alternativ til sol, vind og vand, som er CO_2-neutralt. Uanset om træerne anvendes som tømmer, som papir eller pap, eller brændes, vil størsteparten af det bundne C og CO_2 ende som klimanytte.

Naturnær eller urørt skov

Det meste private skov i Danmark drives som produktionsskov og gavner altså klimaet. Mange offentligt ejede skove, og mange skove ejet af fonde og stiftelser, drives derimod som naturnær eller urørt skov.

For naturnær/urørt skov er Seq nær Seq i produktionsskov. Grene fra døde træer, der ikke bjerges, vil gå i forrådnelse. Herved frigives det bundne CO_2 inden for en kortere årrække som CO_2 eller CH_4. For urørt skov er der ligevægt mellem grene, som vokser, og grene som rådner.

For stammen sker det samme som for grenene, det tager bare længere tid. Inden for 100-200 år vil døde stammer være gået i forrådnelse og omdannet til CO_2 og CH_4. Selv om den længere tidshorisont for stammen kan opfattes som lagring af C og CO_2, betyder det for den pågældende skov som helhed, at dens optag og frigivelse af CO_2 er i ligevægt og dermed neutral for klimaet, bortset fra Seq. Gevinsten under skovens opvækst sættes til på længere sigt. Der er ingen klimanytte, men måske gavn for biodiversitet og dannelse af grundvand.

Perspektiver

Naturnær/urørt skov bidrager ikke til binding af CO_2 udover Seq, hverken nu eller for 450 millioner år siden [4], hvor der selvsagt var tale om urørt skov. I produktionsskov sker der, udover Seq, en omfattende binding af CO_2, hvis de fældede træer anvendes til træprodukter eller erstatter fossile brændstoffer. Det leder frem til klimamæssige anbefalinger for skovdrift, også i Danmark:

- Ligesom for planteavl bør IPCC's beslutninger vedrørende skovbrug genovervejes [3,17].
- Hvis skoven skal udnyttes til klimanytte, og ikke bare til øget biodiversitet eller til rekreative formål, skal den drives som produktionsskov. Klimahensyn taler for nåleskov fremfor løvskov.
- Det er vigtigt at udnytte større grene fra fældede træer til brænde eller flis og efterfølgende afbrænding til erstatning for fossile brændstoffer. Det gælder også for halm og biogas på landbrugets restprodukter [3]. Den tunge stamme/kævle skal udnyttes til bygningstømmer og konstruktioner, til papir og pap, eller til afbrænding til erstatning af fossile brændstoffer.
- Produktionsskov ligger tæt på landbrug i klimanytte, både ud fra binding af CO_2 per ha per år og på basis af LUC/COC. Det bør overvejes nøje, før landbrugsjord konverteres til skov. Fortrængning af landbrugsjord i Danmark kan medføre, at skov inddrages til landbrugsjord andre steder i verden, med enorme udledninger af C og CO_2 til følge, som i Amazonas. Det gælder også for regeringens ambitiøse skovplan om 250.000 ha ny skov i Danmark. Klimanytten af skov taler for at opretholde skovarealet; men kun hvis skoven udnyttes som produktionsskov, naturlig *Carbon Capture and Storage* (CCS).

Er uhensigtsmæssighederne i dansk skovpolitik en konsekvens af, at man følger IPCC og regner biobrændsler for CO_2-neutrale, når de produceres og forbrændes? Så er der intet incitament til at udnytte dem til gavn for klimaet, heller ikke for politikerne.

Høje temperaturer skader biodiversiteten, det samme gør arealanvendelse. Det leder til et forslag til klimanyttig arealanvendelse i Danmark: *Landbruget producerer fødevarer og biomasse med god arealanvendelse og giver plads til et skovbrug, der binder kulstof og producerer trævarer med god arealanvendelse. Landbruget og skovbruget vil dermed sammen sikre, at der kan afsættes tilstrækkelige arealer til biodiversitet.*

E-mail:
Frans W. Langkilde:
franswlangkilde@outlook.dk
Søren Brøgger Christensen:
soren.christensen@sund.ku.dk

Referencer

1. Turner, A.J.; Frankenberg, C.; Kort, E.A., Interpreting contemporary trends in atmospheric methane. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2019,** 116, (8), 2805-2813.
2. Searchinger, T.D.; Wirsenius, S.; Beringer, T.; Dumas, P., Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature (London, United Kingdom)* **2018,** 564, (7735), 249-253.
3. Langkilde, F.W.; Christensen, S.B., Et nyt syn på landbrugets CO_2-bidrag. *Dansk Kemi* **2023,** 104, (1), 26-29.
4. Dahl, T.W.; Harding, M.A.R.; Brugger, J.; Feulner, G.; Norrman, K.; Lomax, B.H.; Junium, C.K., Low atmospheric CO_2 levels before the rise of forested ecosystems. *Nature Comm.* **2022,** 13, 7616.
5. Jobbagy, E.G.; Jackson, R.B., The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* **2000,** 10, (2), 423-436.
6. Kaetterer, T.; Bolinder, M.A.; Berglund, K.; Kirchmann, H., Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. *Acta Agric. Scand., Sect. A* **2012,** 62, (4), 181-198.
7. Zomer, R.J.; Bossio, D.A.; Sommer, R.; Verchot, L.V., Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. *Scientific Reports* **2017,** 7, (1), 1-8.
8. Soussana, J.F.; Allard, V.; Pilegaard, K.; Ambus, P.; Amman, C.; Campbell, C.; Ceschia, E.; Clifton-Brown, J.; Czobel, S.; Domingues, R.; Flechard, C.; Fuhrer, J.; Hensen, A.; Horvath, L.; Jones, M.; Kasper, G.; Martin, C.; Nagy, Z.; Neftel, A.; Raschi, A.; Baronti, S.; Rees, R.M.; Skiba, U.; Stefani, P.; Manca, G.; Sutton, M.; Tuba, Z.; Valentini, R., Full accounting of the greenhouse gas (CO_2, N_2O, CH_4) budget of nine European grassland sites. *Agric., Ecosyst. Environ.* **2007,** 121, (1+2), 121-134.
9. Poeplau, C.; Don, A.; Vesterdal, L.; Leifeld, J.; van Wesemaels, B.; Scumacher, J.; Gensior, A., Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone - carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* **2011,** 17, 2415-2427.
10. Nord-Larsen, T.; Johannsen, V.K.; Riis-Nielsen, T.; Thomsen, I.M.; Jørgensen, B.B., *Skovstatistik 2018 (2. udgave)*. 2nd ed.; University of Copenhagen: 2020.
11. Hirschberg, H.G., Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau. Chemie, Technik, Wirtschatlichkeit. Springer: Berlin, 1999.
12. Nord-Larsen, T.; Johannsen, V.K., *Danish national forest inventory. Design and calculations*. University of Copenhagen: 2016.
13. Johannsen, V.K.; Nord-Larsen, T.; Vesterdal, L.; Bentsen, N.S., *Kulstofbinding ved skovrejsning. Sagsnotat*. University of Copenhagen: 2019.
14. Sathre, R.; O'Connor, J., Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environ. Sci. Policy* **2010,** 13, (2), 104-114.
15. Lasco, R.D.; Ogle, S.; Raison, J.; Verchot, L.; Wassmann, R.; Yagi, K.; Bhattacharya, S.; Brenner, J.S.; Daka, J.P.; González, S.P.; Krug, T.; Li, Y.; Martino, D.L.; McConkey, B.G.; Smith, P.; Tyler, S.C.; Zhakata, W., Cropland. In *2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories*, Eggleston, S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tanabe, K., Eds. IPCC: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html, 2006; Vol. 4, pp 5.1-5.66.
16. Rypdal, K.; Paciornik, N.; Eggleston, S.; Goodwin, J.; Irving, W.; Penman, J.; Woodfield, M., *2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for nationals greenhouse gas inventories.* IPCC: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html, 2019.
17. Frankelius, P., A proposal to rethink agriculture in the climate calculations. *Agron. J.* **2020,** 112, (4), 3216-3221.

Molekylære egenskaber:

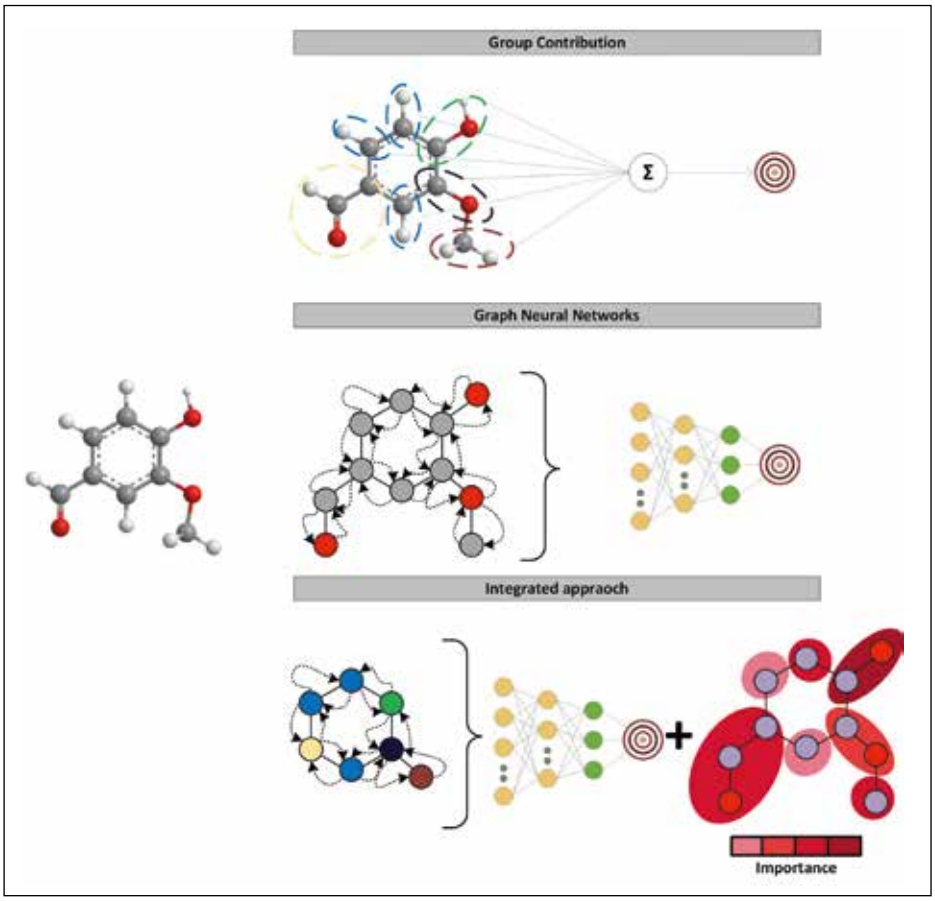
Kunstig intelligens baner vejen for nye og bedre beregningsmetoder

Kunstig intelligens gør det muligt at udvikle ekspertsystemer, der er i stand til at udtrække vigtige strukturelle oplysninger fra molekylet og lære at korrelere disse til forskellige egenskaber af interesse.

Af Adem Rosenkvist Nielsen Aouichaoui, Jens Abildskov og Gürkan Sin, Process and Systems Engineering center (Prosys), DTU Kemiteknik

En ofte brugt kemivits lyder som følger: ”Don’t trust molecules, they make up everything (de udgør alt)”. I den vittighed gemmer der sig en universel kendsgerning: Molekyler er byggestenene i alt omkring os, både levende og livløse, naturlige og syntetiske. Kemiske produkter er vidt udbredte og anvendes til forskellige formål i en lang række industrier som for eksempel sundhedspleje, energisystemer, overflade- og afgrødebeskyttelse. Processerne til fremstilling og oprensning af disse kemikalier involverer også andre produkter såsom reaktanter og tilsætningsstoffer for at muliggøre adskillelsen og oprensningen af de ønskede produkter.

Et kemisk produkts anvendelsesmuligheder går hånd i hånd med dets forskellige egenskaber, både som ren komponent og som en del af en blanding. Disse egenskaber kan variere fra termiske, fysiske og miljømæssige til toksikologiske og sikkerhedsrelaterede egenskaber. De bestemmes normalt i laboratorier, der kræver en række forskellige forsøgsopstillinger, måleinstrumenter, procedurer og ekspertise. Det kræver omfattende arbejde at fastlægge disse egenskaber, især når man tager den enorme størrelse af det kemiske design-



Figur 1. Metoder til forudsigelse af molekylers egenskaber.
Øverst: gruppebidragsmetoden, hvor molekylets egenskab er lig summen af gruppernes bidrag. Midten: Graph Neural Networks, hvor molekylet er beskrevet som en Graph, hvor knudepunkterne repræsenterer atomer. Dette bruges som input til en Deep Neural Network for at beregne egenskaben. Nederst: en kombineret tilgang, hvor grupper anses som knudepunkter, hvilket muliggør visualiseringen af de mest betydningsfulde funktionelle grupper.

rum i betragtning. Et studie viste, at der teoretisk set er over 166 milliarder mulige organiske forbindelser, der består af op til 17 atomer af nitrogen (N), oxygen (O), svovl (S) og halogener (fluor (F), chlor (Cl), brom (Br), jod (I)) [1]. Det viser, hvor stor en opgave det ville være at bestemme alle molekylers egenskaber eksperimentelt under alle forhold.

Udnyttelse af det kendte til at udforske det ukendte

For kemiingeniører er det vigtigt at kende molekylers egenskaber ved procesdesign, opstilling af masse- og energibalancer samt processimulering. En vigtig anvendelse er produktdesign, som går ud på at identificere molekyler med særlige egenskaber og funktioner. Sådanne designproblemer kan omfatte identifikation af nye miljøvenlige kølemidler eller opløsningsmidler til oprensning af bioprodukter. Det har derfor været vigtig praksis at udvikle matematiske modeller, der kan forudsige egenskaber ud fra molekylets strukturelle information. En populær modeltype er gruppebidragsmodellen.

Modellens input er forekomsten af et sæt foruddefinerede understrukturer og funktionelle grupper, som hver især har en koefficient, der bidrager til den samlede egenskab gennem et lineært forhold [2]. Et eksempel på denne tilgang er illustreret i figur 1. Disse modeller er blevet rost for deres nøjagtighed og fortolkningsevne på trods af deres enkelhed, men deres lineære natur lykkes ikke altid med at beskrive egenskaber med ikke-lineær opførsel og molekyler, der udviser "nærmeste-nabo-effekter". Sidstnævnte skyldes i høj grad, at sådanne modeller ikke tager højde for den geometriske relation mellem grupperne.

Kunstig intelligens: Nye tilgange til modellering af molekylers egenskaber

Den hurtige udvikling i regnekraft og adgang til beregningsressourcer har i høj grad understøttet fremkomsten af kunstig intelligens (artificial intelligens, AI). Som så mange andre applikationer og områder har forskere forsøgt at udnytte dette til at overkomme ulemperne ved klassiske tilgange til modellering af kemiske egenskaber. Machine learning (ML), en underkategori af AI, er et sæt af algoritmer, der kan korrelere en række inputs til et givet output uden eksplicit at blive programmeret til det.

Ud over blot at korrelere inputs til et givet output, er nogle ML-metoder også i stand til at ekstrahere og lære nye repræsentationer ud fra forskellige inputformater. Det vil sige, i stedet for det besværlige konventionelle arbejde med at definere og identificere grupperne i et molekyle, kan dette outsources til en ML-algoritme. Graph Neural Networks er en type neuralt netværk, der opererer på en graf repræsentation som input og er en populær model inden for repræsentationslæring [3]. Grafer er i stand til at beskrive mange objekter og fænomener som forsyningskæder, sociale netværk og smittesporing. Grafer er også en populær 2D-repræsentation af molekylet: Knudepunkterne svarer til atomer, mens kanterne svarer til kemiske bindinger. Dette gør Graph Neural Networks til en intuitiv tilgang til at forudsige molekylers egenskaber. Diverse information relateret til molekylet kan inkorporeres i knudepunkterne og kanterne i en graf. Nogle af disse informationer er typen af atomer og kemiske bindinger (som en binær variabel), antallet af bindinger og hydrogenatomer (som en heltalsvariabel) samt information om chiralitet og hybridisering. Et eksempel på en molekylær graf kan ses i figur 1.

Graph Neural Networks fungerer meget på samme måde som den menneskelige hjerne: Informationen i knudepunkterne (neuronerne) transporteres langs kanterne (synapserne). Denne proces kaldes "message passing": Atomerne sender deres naboatomer signaler om den information, der findes i dem. Disse oplysninger bruges derefter til at opdatere knudepunkternes oplysninger, og modellen giver derfor mulighed for at inkludere information om den relative position af atomerne i molekylet. Ved at gentage denne operation bliver knudepunkterne mere og mere opmærksomme på, hvad der befinder sig på længere afstand til dem. Grafrepræsentationen transformeres derefter til en vektorrepræsentation og bruges som input i et Deep Neural Network. Denne struktur gør det muligt at bruge back-propagation af fejl til at justere repræsentationen, så den passer til opgaven og de anvendte data. Det gør algoritmen ekstremt fleksibel og i stand til at udtrække information, der er relevant for den aktuelle opgave, uden behov for specifik menneskelig indgriben. Selvom dette har resulteret i state-of-the-art nøjagtighed, er modellerne notorisk kendt for at være black-box, det vil sige, at det ikke er klart, hvilken læring modellerne opnår under deres træning [3].

Integrering af fundamentale principper med Machine Learning

På den ene side har vi de klassiske tilgange, som er transparente, og på den anden side har vi de nye ML-baserede tilgange, som er geometribevidste og i stand til at beskrive ikke-lineære tendenser i egenskaberne. I vores arbejde har vi kombineret de to tilgange for at få det bedste fra de to verdener og gøre modellerne mere udbredte og anvendelige [4]. Til det formål udviklede vi en model, der betragter funktionelle grupper som en mindre graf med atomerne som knudepunkter, og de mindre grafer forbindes derefter for at danne selve molekylet. Denne hierarkiske repræsentation af molekylet fører til state-of-the-art modeller med høj nøjagtighed samt det ekstra aspekt af fortolkelighed. Disse modeller er i stand til at fremhæve og rangere vigtigheden af undergrupperne i molekylet, hvilket i mange tilfælde er i overensstemmelse med viden fra gruppebidragsmodeller (figur 1).

Dette viser den vellykkede integration mellem kemividen og datadrevne ML-tilgange, og at de to kan komplementere hinanden og at det hele er større end summen af dets dele. Værktøjet kan dermed i fremtiden bruges til at accelerere identifikationen af potentielle nye molekyler til forskellige anvendelser, samt at dirigere forskere til kun eksperimentelt at bestemme egenskaberne af de mest lovende kandidater. Dette kan resultere i hurtigere procesudvikling, der kan fremme den grønne omstilling.

E-mail:
Adem Rosenkvist Nielsen Aouichaoui:
arnaou@kt.dtu.dk

Referencer

1. J.-L. Reymond, "The Chemical Space Project," *Acc. Chem. Res.*, vol. 48, no. 3, pp. 722-730, Mar. 2015
2. A.S. Hukkerikar, B. Sarup, A. Ten Kate, J. Abildskov, G. Sin, and R. Gani, "Group-contribution+ (GC+) based estimation of properties of pure components: Improved property estimation and uncertainty analysis," *Fluid Phase Equilibria*, vol. 321, pp. 25-43, May 2012,
3. A.R.N. Aouichaoui, F. Fan, S.S. Mansouri, J. Abildskov, and G. Sin, "Combining Group-Contribution Concept and Graph Neural Networks Toward Interpretable Molecular Property Models," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 63, no. 3, pp. 725-744,
4. A.R.N. Aouichaoui, F. Fan, J. Abildskov, and G. Sin, "Application of interpretable group-embedded graph neural networks for pure compound properties," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 176, p. 108291, Aug. 2023

Ny viden om samspillet mellem enzymer i oxidativ nedbrydning af plantebiomasse

Oxidativ, enzymkatalyseret nedbrydning af plantebiomasse er et voksende forskningsfelt i forbindelse med enzymatisk nedbrydning og bioraffinering af lignocellulose.

Af Caio D.O.G. Silva, Anne S. Meyer og Jane W. Agger, DTU Bioengineering, Danmarks Tekniske Universitet

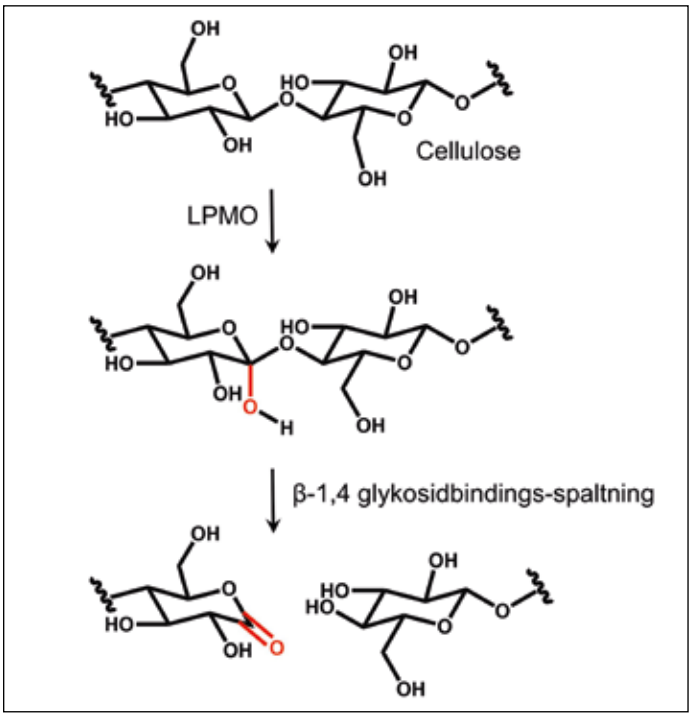
Det komplicerede samspil mellem forskellige oxidative enzymer, der udskilles af skimmelsvampe under biomassenedbrydning, har for nylig fået betydelig forskningsmæssig opmærksomhed. I den forbindelse er de kobberholdige lytiske polysaccharid monooxygenaser, LPMOer, en særlig interessant gruppe enzymer, idet de spiller en central rolle i katalysen af den oxidative spaltning af krystallinsk cellulose. Detaljerne i LPMOers katalytiske mekanisme er genstand for intens forskning, især for at forstå, hvordan forsyningen af elektroner, der understøtter LPMOernes katalytiske aktivitet, foregår på det molekylære niveau.

Ny forståelse af LPMOer

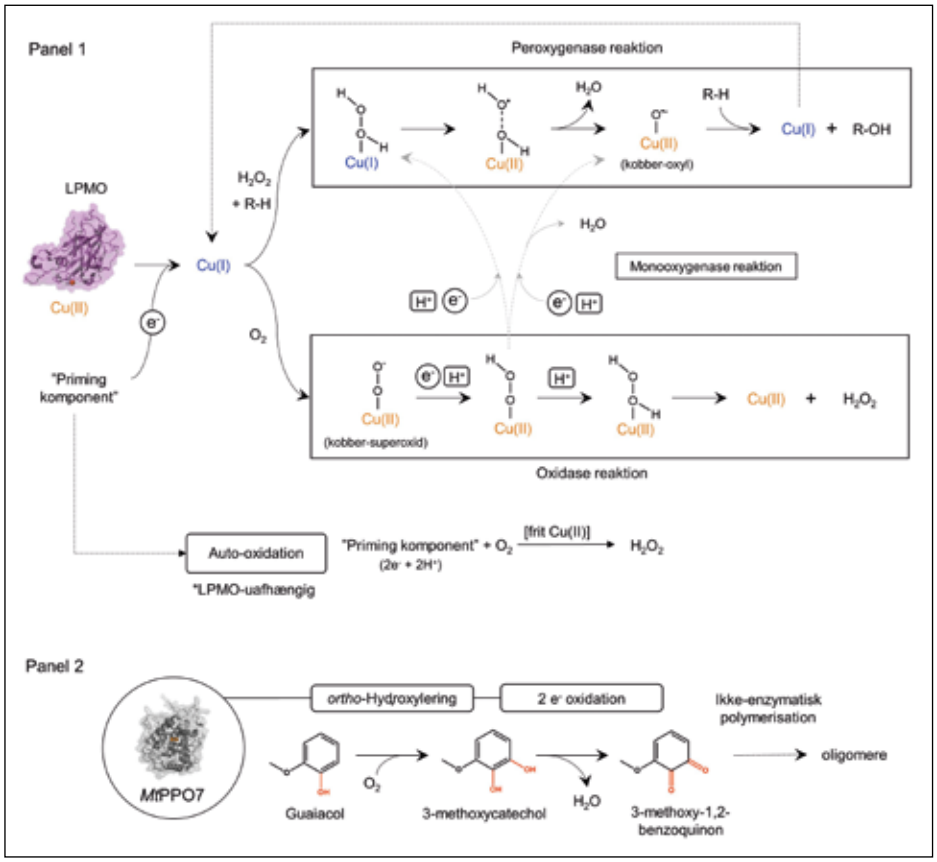
Det står nu klart, at LPMOer ikke kun er monooxygenaser, som oprindeligt beskrevet. For at katalysere monooxygenase-reaktioner skal LPMOer bruge oxygen til at indføje en hydroxylgruppe til et af C-atomerne i forbindelse med den katalytiske spaltning af en β-1,4-glykosidbinding i cellulose (figur 1). En sådan hydroxylering fører til destabilisering og efterfølgende spaltning af glykosidbindingen. For at opretholde en kontinuert katalyse kræver monooxygenase-reaktionen, udover ilt, en kontinuerlig tilførsel af elektroner til kobber-ionen i LPMO-enzymets aktive site, konkret kræves 2 *e*- til hver katalytisk runde (figur 2).

Mens man typisk bruger askorbinsyre (vitamin C) som elektrondonor i laboratorieforsøg med LPMO-katalyserede reaktioner, vil elektronerne i naturen skulle komme fra andre kilder. Formentlig forsynes elektronerne enten fra stoffer, som er naturligt til stede i substratet, for eksempel phenoliske komponenter eller andre forbindelser; disse aktiveres sandsynligvis via andre enzymer, som skimmelsvampene udskiller, mens de vokser på plante-biomassen. Alternativt leveres elektronerne direkte fra forskellige reducerende stoffer, som skimmelsvampen secernerer. Imidlertid var det længe en gåde, hvordan eksterne elektrondonorer kontinuerligt kan levere elektroner til det aktive site i LPMOer under katalyse med O_2, og visse detaljer er stadig uklare.

Det var et ægte paradigmeskift, da det i 2017 blev vist, at hydrogen peroxid (H_2O_2), snarere end O_2, er det foretrukne co-substrat til LPMO-katalysen på cellulose, og at H_2O_2 samtidig eliminerer behovet for forsyningen af elektroner andetstedsfra til den kontinuerlige katalytiske oxidation [1,2]. Til denne såkaldte LPMO peroxygenase-aktivitet leverer H_2O_2 således også de elektroner, der kræves til cellulosespaltningen, dog undtaget den første indledende elektron, som kræves for at udløse reaktionen. Denne indledende elektrondonation, kaldet "priming"-reaktionen, er en initieringsreaktion, der er afgørende nødvendig for at reducere kobberionen Cu(II) i enzymets aktive site fra enzymets "hviletilstand" til reaktivt Cu(I), som kræves til katalysen. Priming-reaktionen antages at finde sted,



Figur 1. Glykosidbindingsspaltningsreaktion i cellulose katalyseret af LPMO.



Figur 2. Panel 1: Skematisk oversigt over forløb af henholdsvis O_2-drevne og H_2O_2-drevne LPMO-reaktioner. Panel 2: Oxidativt reaktionsforløb katalyseret af visse polyphenol oxidaser (eksemplificeret ved *Mt*PPO7 fra *Myceliophthora thermophila*) på guaiacol, et lignin-derivat. Catechol-intermediatet er velegnet til priming af LPMO-enzymer.

inden enzymet binder til cellulose. Vi har for nylig vist, at hvis både cellulose og H_2O_2 er til stede, kan flere spaltningscyklusser udfolde sig efter en enkelt priming-reduktion, fordi Cu(I)-tilstanden opretholdes ved afslutningen af hver cyklus (figur 2) [3].

At opfattelsen oprindeligt var, at LPMOer var oxygenaser, som primært brugte O_2 som substrat, skyldes, at de LPMO-enzymer, som ikke er bundet til cellulose, tilsyneladende selv kan levere små mængder H_2O_2 via oxidation, såfremt O_2 og reduktionsmidler er til stede. Det har senere vist sig, at andre enzymer som svampen udskiller samtidig, for eksempel laccase, ligeledes kan producere små mængder H_2O_2 [4]. Det er klart en mulighed, at denne type H_2O_2-produktion kan sætte gang i peroxygenase LPMO-reaktionen (figur 2). Samlet set indikerer disse observationer, at den oprindelige monooxygenase-aktivitet, som har lagt navn til LPMO-aktiviteten, i virkeligheden er et resultat af peroxygenase-reaktioner, der er drevet af H_2O_2 genereret *in situ* [2].

H_2O_2 spiller central rolle

I vores studier af disse enzymreaktioner på DTU har vi for nylig opnået resultater, der bekræfter paradigmet om, at peroxygenase dominerer over monooxygenaseaktivitet i LPMOer [3]. Vores resultater viser, at diphenoler (typisk i form af dihydroxybenzener), effektivt fremmer LPMO-primings-reaktionen, men *ikke* hverken H_2O_2-dannelse via autooxidation eller LPMO-monooxygenase aktivitet. Disse data understøtter dermed, at der kræves H_2O_2 til den LPMO-katalyserede cellulosespaltning. Når diphenoler anvendes som reduktionsmidler, er cellulosespaltning med LPMO alene således kun mulig ved eksogen H_2O_2-tilførsel.

Foto: Pixabay.

Det særligt interessante ved dette er, at diphenoler såsom 3-methoxycatechol og 3,4-dihydroxy-5-methoxybenzosyre let kan dannes fra lignin-afledte monophenoler såsom guaiacol og vanillinsyre via en ortho-hydroxyleringsreaktion katalyseret af fungale polyphenol oxidaser - i vores arbejde konkret med en polyphenoloxidase, *Mt*PPO7, fra skimmelsvampen *Myceliophthora thermophila* (svampen kaldes også Thermothelomyces thermophilus). Den konkrete polyphenoloxidase *Mt*PPO7 katalyserer omdannelsen af methoxylerede monophenoler, der typisk produceres under svampens lignin-nedbrydning. Vores data tyder på, at polyphenoloxidase-reaktionen kan spille sammen med LPMOer i cellulosenedbrydning, udover at aktiviteten i sig selv kan katalysere nye kemiske funktionaliseringer på lignin og lignin-afledte forbindelser. Opdagelsen betyder med andre ord, at polyphenoloxidasen spiller en rolle i "priming" af LPMO enzymernes kobber, at polyphenoloxidasen ikke deltager i den videre understøttelse af LPMO-aktiviteten, men samtidig kan være et redskab til at funktionalisere lignin-komponenter.

Afsløringen af disse reaktioner, er *de facto* også opdagelsen af en ny skalérbar metode til at kontrollere H_2O_2-forsyningen til LPMO-katalyse. En kontrolleret forsyning af H_2O_2 reducerer risikoen for enzyminaktivering, der typisk observeres, når overskydende H_2O_2 akkumuleres i reaktionen. Yderligere viden venter forhåbentlig, når vi dykker endnu dybere ned i samspillet mellem forskellige typer oxidative enzymer, der er involveret i at nedbryde plantebiomasse.

E-mail:
Anne S. Meyer: asme@dtu.dk

Referencer/yderligere læsning
1. B. Bissaro, A.K. Røhr, G. Müller, P. Chylensky, M. Skaugen, Z. Forsberg, S.J. Horn, G. Vaaje-Kolstad, V.G.H. Eijsink, *Nat Chem Biol.* **2017**, 13, 1123-1128.
2. B. Bissaro, V.G.H. Eijsink, *Essays Biochem.* **2023**, *67*, 575-584.
3. C. De Oliveira, G. Silva, M. Vuillemin, M.A. Kabel, W.J.H. Van Berkel, A.S. Meyer, J.W. Agger, *ChemSusChem* **2023**, e202300559.
4. V. Perna, A.S. Meyer, J. Holck, L.D. Eltis, V.G.H. Eijsink, J.W. Agger, *ACS Sust Chem Eng*, **2020**, 8, 831-841.

Biomanufacturing - erhvervskandidat i kemi- og bioteknik undervist i Kalundborg

Kemiingeniører på internationalt topniveau, der kan møde efterspørgslen fra den bioindustrielle klynge i Kalundborg.

Af Martin Høj, Jakob Kjøbsted Huusom og Kim Dam-Johansen, Institut for Kemiteknik, DTU

Da et bredt flertal i Folketinget indgik en politisk aftale om flere og bedre uddannelsesmuligheder i hele Danmark, samt at der efterfølgende er kommet et politisk ønske om tættere samarbejde mellem erhvervsliv og universiteter, var spirende samarbejdsplaner mellem DTU Kemiteknik, Kalundborg Symbiose og biotekindustrien i Kalundborg på forkant med udviklingen. Planen, der var arbejdet på siden tidligt 2022, er at oprette en fireårig erhvervskandidatuddannelse, der undervises af førende undervisere og forskere fra DTU Kemiteknik. De studerende skal være deltidsansatte i en relevant virksomhed på baggrund af deres bacheloruddannelse eller diplomingeniøruddannelse, og således både studere til og arbejde som kemiingeniør sideløbende, hvorved den samlede tid for at gennemføre kandidatuddannelsen bliver cirka fordoblet.

Tæt på industri og arbejdspladser

Dette er første gang, et kandidatuddannelsesforløb er blevet tilrettelagt til erhvervskandidater, hvor undervisningen foregår i intensive kurser og lokationen er tæt på industri og arbejdspladser. Forløbet med fokus på kemisk og biokemisk procesteknik, reaktionsteknik, procesdesign, matematisk modellering af biokemiske processer samt proceskontrol kaldes Biomanufacturing, og er foreløbigt oprettet som en studielinje under den eksisterende Chemical and Biochemical Engineering kandidatuddannelse på DTU.

Foto: David Arrowsmith, Unsplash.

På grund af den store efterspørgsel på kemiingeniører fra biotek- og farmaindustrien i Kalundborg giver det rigtig god mening at placere en kandidatuddannelse her, så det er ikke udflytning på grund af et politisk ønske. Tilblivelsen og promovering af uddannelsen er også blevet udført i tæt samarbejde med virksomhederne for at sikre, at indhold og struktur passer til deres ønsker, samtidig med at kandidatniveauet fra DTU fastholdes. Dette har for eksempel udmøntet sig i, at uddannelsen undervises som intensive kurser, så de studerende enten studerer fuld tid eller arbejder fuld tid i deres virksomhed hver uge. Desuden vil de intensive kurser kunne følges som enkeltkurser til efter- og videreuddannelse af ingeniører ansat i industrien.

Det første hold studerende blev optaget i august 2023. Som et pilotprojekt er der optaget seks studerende, der har fået ansættelse hos Novo Nordisk, Novozymes, Novo Nordisk Engineering (NNE) eller UniBio. På de kommende årgange forventes det, at optaget kan øges til 30-40 studerende. Som håbet har dette unikke studieforløb tiltrukket ansøgere ikke bare fra DTU og Professionshøjskolen Absalon i Kalundborg, men også fra andre danske universiteter og resten af EU.

Biotek- og farmaindustrien som knudepunkt

Uddannelsens fokus er teknisk kemi, rettet mod biotek- og farmaindustrien, med kernekurser inden for biokemisk reaktionsteknik, oprensnings- og separationsprocesser, procesdesign og proceskontrol suppleret med vigtige discipliner som matematisk modellering og transportprocesser. Desuden vil uddannelsen indeholde DTU signaturkurser i innovation og kvantitativ bæredygtighed, hvilket vil blive inddraget i projektforløb omkring udvikling af innovative løsninger på industriens udfordringer inden for reaktionsteknik, oprensningsprocesser og den industrielle symbiose i Kalundborg. Disse projektforløb vil være med fokus på samarbejde i grupper, på sigt på tværs af årgangene.

Undervisningen foregår i Kalundborg, med visse eksperimentelle elementer undervist i DTU Kemitekniks pilothal på Lyngby campus, samt undervisningen i innovation og bæredygtighed vil foregå på tværs af alle kandidatuddannelser på DTU. Foreløbigt undervises der på en midlertidig adresse, men der arbejdes

Foto: Freepik.com.

på at skabe en permanent løsning for DTU, Københavns Universitet (KU), Maskinmesterskolen og andre uddannelsesinstitutioner. KU starter en toårig kandidatuddannelse, Biosolutions, der også skal undervises i Kalundborg.

Denne vil have fokus på det biokemiske og mikrobiologiske i relation til biotek- og farmaindustrien. De to kandidatuddannelser vil komplementere hinanden, studerende kan vælge valgfag fra begge universiteter og der kan skabes samarbejder omkring for eksempel kandidatprojekter.

Biomanufacturing-uddannelsen retter sig i særlig grad mod diplomingeniører inden for kemi- og bioteknik samt bioteknologi, for eksempel fra DTU, Syddansk, Aarhus og Aalborg universiteter og fra Professionshøjskolen Absalon, men studerende med relevante civilbacheloruddannelser vil også kunne optages. Desuden er der et betydeligt sigte efter at optage studerende fra andre EU-lande, der forhåbentlig tiltrækkes til Kalundborg af den høje jobsikkerhed, den udvikling byen og virksomhederne gennemgår, samt den uddannelseskvalitet DTU står for. På den første årgang er halvdelen af de studerende EU-borgere.

E-mail:
Martin Høj: mh@kt.dtu.dk

SIKKERHEDSFOKUS

Nyt FOKUS-site fra TechMedia med nyheder, nyttig viden og nye produkter inden for sikkerhed

Brand | IT-sikkerhed | Laboratorie
Personbeskyttelse | Security

Tilmeld dig nyhedsbrevet på **sikkerhedsfokus.dk** og få ugentlige opdateringer inden for sikkerhedsområdet

Har du også andre fokusområder? - Tjek vores andre sites:
ELEKTRONIKFOKUS EMBALLAGEFOKUS FOODPROCESFOKUS KEMIFOKUS
KLIMAFOKUS HVACFOKUS TEKNISKFOKUS FØDEVAREFOKUS ELFOKUS

Slangegift og skjoldlus skal vække unges interesse for naturvidenskab

LIFE Fonden vil styrke gymnasieelevers interesse for naturvidenskab og teknologi med undersøgelsesbaserede og virkelighedsnære undervisningsforløb.

Af Mette Stenby Andresen, Mårten Flø Jørgensen og Kenneth Monrad Rønholt, hhv. udviklingskonsulenter og presse- og kommunikationskonsulent, LIFE Fonden

Foto: LIFE Fonden.

Mere end 1 milliard mennesker på verdensplan er påvirket af en række forsømte tropesygdomme - kendt som *neglected tropical diseases* - og en af disse sygdomme er slangebidsforgiftning. Hvert år bliver hele 2,7 millioner mennesker forgiftet af slanger, og 100.000 af dem dør af det. Det sker særligt for mennesker i fattige landdistrikter, hvor sundhedssystemerne er svage og de medicinske ressourcer sparsomme.

Selvom slangebidsforgiftning er en global samfundsudfordring, der primært finder sted langt væk fra Danmark, bliver den nu meget virkelighedsnær for danske gymnasieelever. For i LIFE Fondens nye undervisningsforløb Fight the Bite kommer elever fra hele landet til at undersøge og vurdere metoder til at diagnosticere og behandle slangebidsforgiftning. Allerede nu er der stor interesse for det gratis LIFE Forløb, der

Om LIFE Fonden & LIFE Forløb

LIFE Fondens mission er at styrke børn og unges naturvidenskabelige og teknologiske almendannelse samt interesse og ambitioner for at uddanne og fordybe sig inden for naturvidenskab og teknologi uanset deres baggrund. LIFE Fonden er støttet af Novo Nordisk Fonden.
LIFE Fonden tilbyder undersøgelsesbaserede undervisningsforløb til grundskoler og ungdomsuddannelser i hele Danmark. I LIFE Forløb arbejder eleverne praktisk med virkelighedsnære problemstillinger. LIFE Forløb er gratis at anvende og uddeles som bevillinger fra LIFE Fonden.
LIFE står for **L**æring, **I**déer, **F**ascination og **E**ksperimenter.
Læs mere på www.LIFE.dk.

Om Extractors

- Extractors er et forløb om ekstraktion og spektrofotometri til kemi B på stx, hf og htx
- Forløbet er også relevant for kemi A og bioteknologi A
- Extractors er udviklet i samarbejde med CP Kelco.

udgives senere i år sammen med forløbet Extractors om optimering af kemisk produktion.

Som forsker kan man gøre en forskel

LIFE Fonden er en erhvervsdrivende fond med almennyttig sigte, der har som mission at styrke børn og unges naturvidenskabelige og teknologiske almendannelse samt interesse og ambitioner for at uddanne og fordybe sig inden for naturvidenskab og teknologi uanset deres baggrund. LIFE Fonden tilbyder undervisningsforløb til grundskoler og ungdomsuddannelser, hvor eleverne arbejder praktisk og eksperimenterende med at udvikle løsninger på nogle af de store problemstillinger, verden står overfor. Eleverne kommer endda til at arbejde med metoder inspireret af dem, forskere i virksomheder anvender.

I Fight the Bite skal eleverne for eksempel undersøge forskellige (kemisk simulerede) slangegiftes effekt på blod og udføre en bioteknologisk test (kaldet "ELISA") for at finde frem til, om og hvordan antistoffer kan anvendes til at identificere slanger, der ellers kan være svære at skelne fra hinanden med traditionelle metoder. I Extractors skal eleverne tilrettelægge deres eget eksperiment ved først at opstille en hypotese og dernæst afprøve den eksperimentelt, før de afslutningsvis skal vurdere, hvordan deres viden kan bruges fremadrettet til at optimere en kemisk proces med henblik på at spare ressourcer.

På den måde ønsker LIFE Fonden at vise, hvordan naturvidenskab og teknologi kan gøre en afgørende forskel i verden - og derigennem forhåbentlig motivere flere unge til at gå den naturvidenskabelige vej.

- I de to nye forløb sætter vi fokus på væsentlige samfundsudfordringer, samtidig med at vi giver eleverne mulighed for, med egne hænder, at afprøve metoder inspireret af forskning i virksomheder og på universiteter. Vi håber, at det kan være med til at skabe interesse eller forny interessen for kemi, biologi og bioteknologi blandt flere unge på gymnasierne, fortæller Ditte Linde Thomsen, projektchef i LIFE Fonden.

Ekstraktion fra skjoldlus til jordbærslik

I Extractors skal eleverne arbejde med ekstraktion - en proces, der både er helt afgørende for fremstillingen af produkter i vores hverdag som for eksempel fødevarer og kosmetik, og samtidig meget ressourcekrævende. Eleverne kommer til at tilrettelægge deres egne eksperimenter og undersøge, hvordan ændringer i variable påvirker en ekstraktion. De får nogle rammer, men de skal selv finde ud af fremgangsmåden, hvilke kemikalier de skal bruge, hvor mange gentagelser de vil have, hvad de vil variere etc. Alt sammen viden, der er afgørende, når man optimerer en industriel ekstraktionsproces.

- Vi ved fra vores tests med gymnasieelever, at de gerne vil kunne fortælle derhjemme, hvad de har lært, og hvordan det hænger sammen med virkeligheden. Når man ekstraherer farvestof fra lus, så kan man tale om, at lige præcis det her farvestof er i det slik, man spiser, eller pektin er i marmeladen på morgenbordet. Det bringer de naturvidenskabelige fag helt tæt på elevernes hverdag, forklarer Ditte Linde Thomsen.

I LIFE Fondens undervisningsforløb modtager klassen et LIFE Kit med fysiske materialer, som eleverne bruger i forløbet sammen med digitale opgaver. I Extractors består LIFE Kittet af tørrede cochenillelus, ren karminsyre, rødt slik, pektin og tørrede citrusskaller samt arbejdshæfter til eleverne. På den måde er forløbet udviklet, så det er nemt for læreren at gå til sammen med eleverne.

- I Extractors gør vi det muligt for kemilærerne at give de studerende indblik i, hvordan man kan arbejde professionelt med kemi, og hvilken samfundsbetydning arbejdet med kemi kan have. Alle LIFE Forløb tager udgangspunkt i globale samfundsproblemer og er samtidig tilpasset de faglige mål på uddannelserne, siger Ditte Linde Thomsen og uddyber:

- På gymnasiet er det en del af lærerplanen, at eleverne skal tilrettelægge mindre eksperimenter, ligesom eleverne skal igennem fagets kernestof, som for eksempel spektrofotometri i kemifaget. Men det kan være svært i en travl lærerhverdag at koble spektrofotometri til hverdagen, ligesom det kan være vanskelige at skaffe materialer hertil. I Extractors har vi taget ekstraktion, der for kemilærerne er et kendt eksperiment, og didaktiseret det til et undervisningsforløb, der gør det muligt for eleverne at tilrettelægge deres eget eksperiment og perspektivere processen til velkendte hverdagsting som te og slik.

Undervejs kommer eleverne via en video på besøg hos virksomheden CP Kelco, der har bidraget til udviklingen af forløbet. CP Kelco arbejder med ekstraktion og er blandt andet verdens største producent af pektin. På den måde får eleverne et konkret indblik i, hvordan man kan arbejde inden for den kemiske industri.

Om Fight the Bite

- Fight the Bite er et forløb om slangebidsforgiftning og immunologi til biologi B på stx, hf og htx
- Forløbet kan også anvendes i biologi A og bioteknologi A
- Fight the Bite er udviklet sammen med VenomAid Diagnostics og DTU Bioengineering.

Undervisning fyldt med fængende forskning

Fælles for de to nye undervisningsforløb Fight the Bite og Extractors - og alle andre LIFE Forløb - er det, at de er undersøgelsesbaserede. Den undersøgelsesbaserede tilgang handler kort fortalt om, at eleverne skal undersøge sig frem til svar i stedet for at få dem fra læreren eller læse sig til dem i en bog. Læreren har i stedet til opgave at understøtte elevernes refleksioner og tankevirksomhed og give feedback.

Alle LIFE Forløb starter med aktiviteter og indhold, der er særligt udvalgt for at fange elevernes opmærksomhed og pirre deres nysgerrighed. I Extractors er det at inddrage hverdagsprodukter som te og komme helt tæt på de lus, der giver rød farve til slik og andre produkter, som eleverne kender fra supermarkedet. I Fight the Bite er det for eksempel at blande blod med forskellige typer slangegift, hvoraf det i nogle tilfælde resulterer i en slimet masse. Herefter skal eleverne selv forske og finde forklaringer gennem undersøgelser, uden at læreren giver svar, men i stedet understøtter eleverne gennem feedback.

- Vi håber, at det kan motivere flere unge til at fordybe sig i naturvidenskab og teknologi, når de selv prøver at eksperimentere og får indblik i, hvordan man kan arbejde professionelt med for eksempel kemi og biologi - og derigennem gøre en forskel i verden, lyder det fra Ditte Linde Thomsen.

E-mail:
Kenneth Rønholt: klr@life.dk

Spot på faseovergange i grevefedt med fast-stof NMR

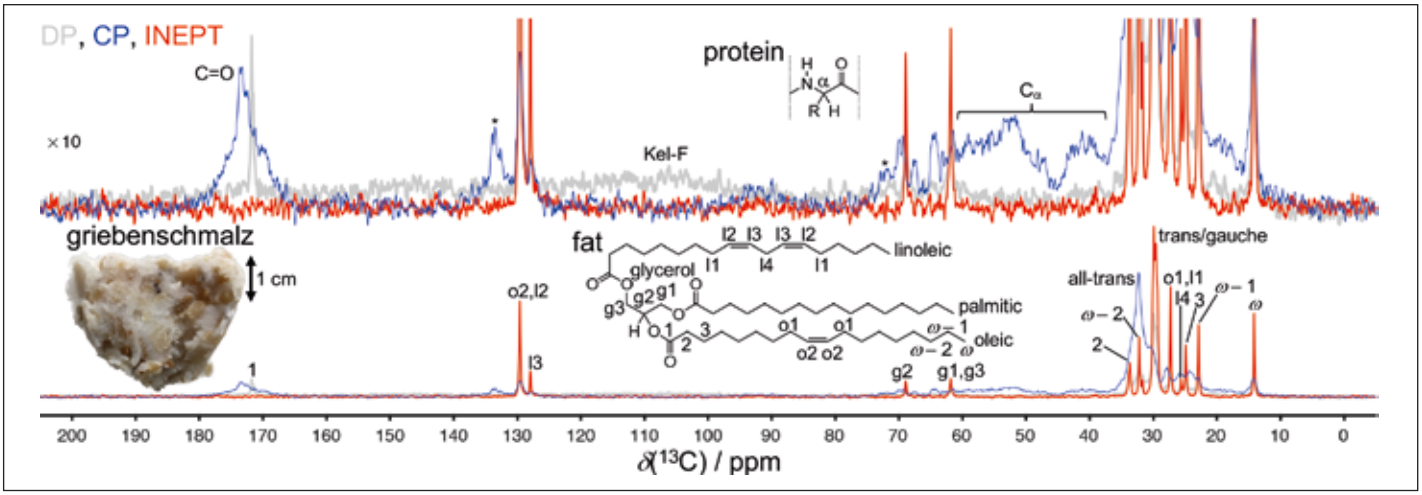
Julen er snart over os. Grevefedt, en af de klassiske komponenter fra det traditionelle julefrokostbord, er blevet analyseret med fast-stof NMR.

Af Daniel Topgaard[1], Diana Bernin[2] og Emmanouela Leventaki[2]

[1] Institut for Kemi, Lunds Universitet, Lund
[2] Institut for kemi og kemiteknik, Chalmers Tekniske Universitet, Gøteborg

Indtil midten af 1900-tallet var svinefedt med sprøde stykker skind den mest udbredte smørepålæg. Produktet er kendt som griebenschmalz på tysk, smalec på polsk og grevefedt på dansk. Men i midten af 1900-tallet kom smør og margarine på banen, og grevefedt blev i høj grad erstattet af disse produkter. I dag er grevefedt for mange blevet en slags klassiker, der indgår i det traditionelle julefrokostbord.

Foto: Pixabay



Figur 1. ^{13}C MAS NMR-spektre for grevefedt ved +2°C opnået ved hjælp af spektral filtering for at fremhæve sameksistensen af faste stoffer og væsker. Spektrene blev optaget ved anvendelse af DP (grå), CP (blå) og INEPT (rød) pulssekvenser. Spektrene blev optaget på en ~40 µL prøve af et kommercielt grevefedtprodukt vist på billedet nederst til venstre. Peak assignment henviser til de mærkede kulstofatomer i de kemiske strukturtegninger af en generisk aminosyrerest i et protein og et repræsentativt fedtmolekyle med linolsyre, palmitinsyre og oliesyreacylkæder knyttet til glyceroldelen via esterbindinger. Labels ved ~30 og ~32 ppm indikerer de distinkte kemiske skift af indre methylensegmenter, der gennemgår trans/gauche-konformationel isomerisering eller indtager en all-trans-konfiguration. De øverste spektre er forstørret×10 sammenlignet med de nederste. Stjerner angiver spinningssidebånd og label ved 105 ppm indikerer maksimum af en bred DP-resonans fra Kel-F-materialet i rotorindsatsen. Figuren er reproduceret fra Bernin et al. [2] under Creative Commons CC BY license.

Er det hele et fedt?

Hvad karakteriserer egentlig en god grevefedt? Smag har betydning, men derudover er mundfylde (”mouthfeel”) også afgørende. Mundfylde bestemmes i høj grad af de gradvise overgange mellem forskellige faste og flydende fedtfaser, når vi bider, tygger og synker maden. Mens en fedtkilde, der består af ensartede triglycerider med samme acylkædelængder og samme grad af umættethed, formentlig ikke giver den optimale smelteprofil, forventes det, at en fedtkilde bestående af varierende triglycerider, hvor visse krystalformer eventuelt er stabiliseret med tilsætningsstoffer, i højere grad vil bidrage til en større sensorisk oplevelse i form af mundfylde.

For et rent mættet triglyceridsystem vil krystallisation af den smeltede fase finde sted ved dannelse af den såkaldte α-form (pseudohexagonal) og efterfølgende overgang til den β-form (triklinisk), nogle gange via β′-formen [1]. Simple blandede triglycerider har ofte det samme forløb. Mere komplekse blandinger, herunder triglycerider med forskellige acylkædelængder og grader af umættethed forbundet med den samme glyceroldel, kan forventes at have mere komplekse krystallisationsprocesser med fraktionering af molekylære komponenter mellem den smeltede fase og forskellige krystalformer.

Metoder til karakterisering

Røntgendiffraktion kan give et væld af oplysninger om krystalsymmetrier, afstande og nogle gange atompositioner i enhedscellen i et triglycerid-system. Derimod kan røntgendiffraktion ikke karakterisere de flydende og de mindre ordnede faste faser i en multikomponentfedtblanding, som mange fedtholdige fødevarer, inklusiv grevefedt, består af. Lavfelts proton NMR er en hurtig og nøjagtig metode til at kvantificere forholdet mellem fast og flydende fedt, men i grevefedt vil tilstedeværelsen af andre faste stoffer, som for eksempel partikler af svineskind, introducere støj og dermed indvirke på analyserne.

Fast-stof NMR-analyser

Med det formål at muliggøre en karakterisering af en blanding af spækbaserede smørepålæg, blev der anvendt kulstof-13 (^{13}C) fast-stof NMR til en detaljeret undersøgelse af termotropiske faseovergange i udvalgte smørepålægsprodukter [2]. Fast-stof NMR er afhængig af ”magic angle spinning” (MAS). Ved hjælp af proton decoupling, opnås ^{13}C-spektre med tilstrækkelig opløsning til at

Foto: Wikimedia.

identificere multiple alifatiske, olefinske og allyliske kulstofatomer i kulbrintkæderne, selv under tilstedeværelsen af kollagenprotein fra svineskindet [3]. Ved at anvende en kombination af både krydspolariseringseksperimenter (CP), hvor polarisering overføres fra protoner til kulstof, og INEPT (insensitive nuclei enhanced by polarization transfer) pulssekvensen, kan der opnås information om de molekylære segmenter med kombinationer af fast, intermediær, flydende og flydende krystallinsk dynamik. De NMR-spektroskopiske målinger blev gennemført på et 500 MHz spektrometer udstyret med en 4 mm CPMAS probe og en MAS spinningshastighed på 5 kHz.

Figur 1 viser ^{13}C NMR-spektre for grevefedt målt ved 2°C, hvor de sammenlignelige amplituder af CP- og INEPT-resonanser indikerer, at prøven af grevefedt indeholder nogenlunde samme mængder af fast og flydende fase. De større linjebredder i CP-spektret afspejler hovedsageligt variation i de isotrope kemiske skift, der stammer fra konformationer og pakninger af krystallinske faste stoffer. Omvendt resulterer hurtig konformationel isomerisering i de smalle INEPT-toppe. Smelteprofilen blev undersøgt ved at optage NMR-spektre på prøverne af grevefedt ved varierende temperatur. Det overordnede forhold mellem fast og flydende fedt kunne estimeres ved sammenligning af all-trans CP og trans/gauche INEPT-toppe (kemiske skift ved henholdsvis ~32 og ~30 ppm). Ved den laveste undersøgte temperatur, -8°C, var alle prøver domineret af fast fedt.

Med stigende temperatur blev fast fedt forventeligt gradvist erstattet med en flydende form. Grevefedten indeholdt både fast og flydende fedt over et temperaturinterval på mere end 40°C, i overensstemmelse med en blanding af flere komponenter med individuelle overgangstemperaturer bestemt af deres acylkædelængder og grader af umættethed. En mere detaljeret inspektion af temperaturafhængigheden af CP-resonanserne fra all-trans methylen (~32 ppm) og karbonyl (~173 ppm) afslørede mindst to sæt toppe, der formentlig stammer fra krystalformer analoge med de lavtsmeltende α- og højtsmeltende β-former, der findes i rene triglyceridsystemer. Sammenligning med litteraturdata for α/β′- og β-formerne af tripalmitin og andre krystalformer af all-trans alkaner [4-6] indikerede, at de molekylære konformationer og krystalstrukturer i grevefedt adskiller sig fra dem, der findes i rene triglycerider.

Konklusion

Fast-stof NMR med spektral filtering muliggør detaljeret karakterisering af sameksisterende faste og flydende faser i spækbaseret smørepålæg som grevefedt over forskellige temperaturområder. De mange spektrale detaljer indikerer, at metoden er anvendelig i forbindelse med udvikling af forskellige typer af fedtholdige fødevareprodukter med optimal balance mellem fast og flydende fraktioner for at opnå gunstige teksturegenskaber og forbrugerappel ved forskellige serveringstemperaturer.

E-mail:
Daniel Topgaard:
daniel.topgaard@fkem1.lu.se

Referencer:

1. L. Hernqvist, K. Larsson, On the crystal structure of the β′-form of trigycerids and structural changes at the phase transitions LIQ. → α → β′ → β. Fette Seifen Anstrichm. 9, 349-354 (2002). https://doi.org/10.1002/lipi.19820840905.
2. D. Bernin, E. Leventaki, D. Topgaard. Solid-liquid phase transitions of triglycerides in griebenschmalz, smalec, and fedt Studied Using ^{13}C solidstate NMR with dynamicsbased spectral filtering. Appl. Magn. Reson. (2023). https://doi.org/10.1007/s00723-023-01564-5.
3. S. Björklund, A. Nowacka, J.A. Bouwstra, E. Sparr, D. Topgaard, Characterization of stratum corneum molecular dynamics by natural-abundance ^{13}C solid-state NMR. PLOS One. 8, e61889 (2013). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061889.
4. S.M. Bociek, S. Ablett, I.T. Norton, A ^{13}C-NMR study of the crystal polymorphism and internal mobilities of the triglycerides, tripalmitin and tristearin. J. Am. Oil Chem. Soc. 62, 1261-1266 (1985). https://doi.org/10.1007/BF02541839.
5. D.L. VanderHart, Infuence of molecular packing on solid-state ^{13}C chemical shifts: the n-alkanes. J. Magn. Reson. 44, 117-125 (1981). https://doi.org/10.1016/0022-2364(81)90195-5.
6. M. Adam-Berret, C. Rondeau-Mouro, A. Riaublanc, F. Mariette, Study of triacylglycerol polymorphs by nuclear magnetic resonance: effects of temperature and chain length on relaxation parameters. Magn. Reson. Chem. 46, 550–557 (2008). https://doi.org/10.1002/mrc.2213.

Lidt om ananas, salvie og æbler

Ananas er den ene af kun to kendte arter i ananasslægten. Den anden art danner en lignende frugt, som ikke er af samme kvalitet som ananas og derfor ikke er kommercielt interessant.

Det er pudsigt at tænke på, hvordan æble har lagt navn til en række afgrøder, som smagsmæssigt, botanisk og udseendemæssigt ikke har noget med æbler at gøre. På engelsk har man pineapple (fyrreæble), på fransk pomme de terre (jordæble), på hollandsk sinaasappel eller appelsien (kinaæble) og på dansk granatæble og det absolut ikkespiselige pigæble. Derudover er der æblemynte, men her går navnet faktisk på smagen. Og der er sikkert flere eksempler på andre sprog, vi ikke kender til. Men det skulle egentlig ikke handle om æbler, men om ananas og hvad den har givet navn til.

De fleste kender nok salvie (*Salvia officinalis*), som stammer fra middelhavsområdet og er en kendt krydderurt (figur 1). Ud over salvie rummer salvieslægten mange hundrede arter, hvoraf en del stammer fra Amerika. Mange af dem har en helt anden smag og duft end salvie og har fået navn efter frugter og kaldes derfor samlet for frugtsalvier. Der er blandt andet solbærsalvie (*Salvia microphylla*), ferskensalvie (*Salvia dorisiana*) og ananassalvie (*Salvia elegans*); *Salvia elegans* har desuden to sorter kaldet honningmelonsalvie og mandarinsalvie. Frugtsalvierne er spiselige og kan bruges i madlavningen, som pynt på desserter og til at lave saft og urtete af. Umiddelbart ligner bladene på salvie (figur 1) og ananassalvie (figur 2) ikke meget hinanden. Blomsterne er også ret forskellige, men begge planter er dog umiskendeligt læbeblomstrede.

Ananassalviens blade har en tydelig duft af ananas, men smagsoplevelsen er meget forskellig. Først og fremmest mangler ananassalvien den syre og saftighed, som kendetegner ananas. Ananassalviens æteriske olie består overvejende af terpenoider, mens aromakomponenterne i ananas i høj grad udgøres af estere. I alt blev 55 stoffer identificeret i ananassalviens æteriske olie [1]. I aftagende orden efter koncentration er de fem i højeste koncentration α-thujon, δ-cadinen (stereokemien ikke angivet), geranylacetat, geraniol og camper; geraniol findes blandt andet også i geranium, roser, citrus og citrongræs [2]. I ananas er de mest karakteristiske aromaforbindelser ethyl(2-methylbutanoat), ethyl(hexanoat), furaneol,

Figur 1. Salvie.

decanal og ethyl[3-(methylsulfanyl) propanoat] [3]. Ananas indeholder også terpenoider, blandt andet δ-cadinen ligesom ananassalvie, men ikke i mængder, der bidrager væsentligt til smagen [3].

Sammenligner man ananassalvie med salvie, er der et vist sammenfald i sammensætningen. Æterisk olie fra salvie har sin egen ISO-standard (9909), ifølge hvilken der er 18-43% α-thujon; 4,5-24,5% campher; 5,5-13% 1,8-cineol; 3-8,5% β-thujon; og op til 12% α-humulen. Carl Th. Pedersen har i sin bog en lidt anden sammensætning [4], men det kan ikke overraske, al den stund at litteraturen er righoldig på analyser af salvieolie med forskellige resultater, som kan have mange årsager, blandt andet voksested, høsttidspunkt, sorter, analysemetoder mv. Udover de her nævnte stoffer har man fundet en masse andre stoffer i olien [5]. Hidtil har man kun fundet to naturligt forekommende stereoisomerer af thujon, (−)-α-thujon og (+)-β-thujon, men for nyligt fandt man også (+)-α-thujon og (−)-β-thujon. De blev fundet i salvieolie men ikke i andre thujonholdige olier fra thuja, gråbynke, hvid malurt og rejnfan [6]. Det bicykliske stamhydrid for thujon hedder thujan, og thujon kan også navngives thujan-3-on.

"Trivialnavn"	→	**Systematisk navn**
(−)-α-thujon	→	(1*S*,4*R*,5*R*)-4-methyl-1-(propan-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexan-3-on
(+)-α-thujon	→	(1*R*,4*S*,5*S*)-4-methyl-1-(propan-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexan-3-on
(−)-β-thujon	→	(1*R*,4*R*,5*S*)-4-methyl-1-(propan-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexan-3-on
(+)-β-thujon	→	(1*S*,4*S*,5*R*)-4-methyl-1-(propan-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexan-3-on
δ-cadinen	→	(1*S*,8a*R*)-4,7-dimethyl-1-(propan-2-yl)-1,2,3,5,6,8a-hexahydronaphthalen
geranylacetat	→	(2*E*)-3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-yl(acetat)
geraniol	→	(2*E*)-3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-ol
campher	→	bornan-2-on
furaneol	→	4-hydroxy-2,5-dimethylfuran-3(2*H*)-on
1,8-cineol	→	1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octan
α-humulen	→	(1*E*,4*E*,8*E*)-2,6,6,9-tetramethylcycloundeca-1,4,8-trien
Den systematiske del af "trivialnavnet" er understreget.		

Tabel 1.

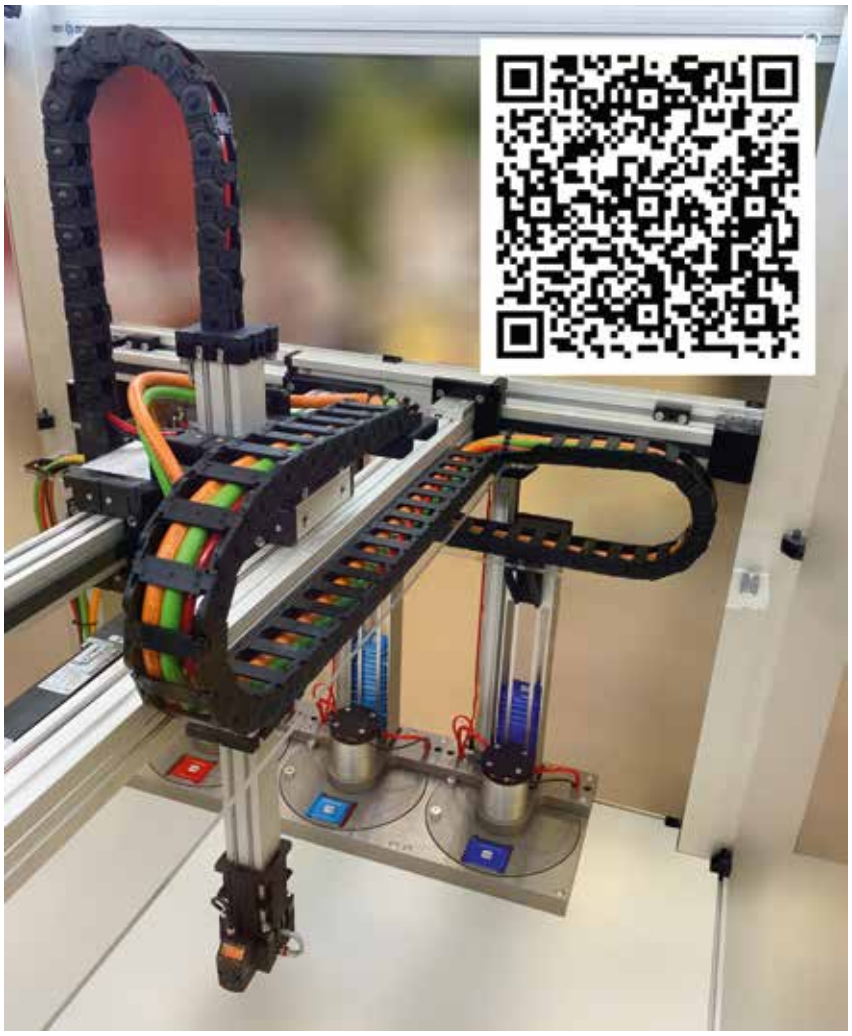
Figur 2. Ananassalvie.

I tabellen er angivet "trivialnavnet" og det systematiske navn på de ovenfor nævnte stoffer. IUPACs definition på et trivialnavn er, at det ikke indeholder nogen systematiske elementer. I tabellen er det således kun campher og 1,8-cineol, som er "ægte" trivialnavne; endelsen 'ol' i 1,8-cineol er ikke systematisk, da stoffet ikke er en hydroxyforbindelse, men en bicyklisk ether (et andet navn for 1,8-cineol, som er hovedbestanddelen i eukalyptusolie, er eucalyptol). Vi har før set på tilsvarende 'ol'-navne [7].

AM og TD, Nomenklaturudvalget

Referencer

1. L. De Martino, G. Roscigno, E. Mancini, E. De Falco and V. De Feo, Chemical Composition and Antigerminative Activity of the Essential Oils from Five Salvia Species. *Molecules* **15**, 735-746 (2010).
2. A. Mortensen, Noget om traner, storke og en fransk adelsdame. *Dansk Kemi* **103(3)**, 16-17 (2022).
3. Chang-Bin Wei, Sheng-Hui Liu, Yu-Ge Liu, Ling-Ling Lv, Wen-Xiu Yang and Guang-Ming Sun, Characteristic Aroma Compounds from Different Pineapple Parts. *Molecules* **16**, 5104-5112 (2011).
4. Carl Th. Pedersen, *Krydderier fra A til Z.* Turbine (2021).
5. J.D. Craft, P. Satyal and W.N. Setzer, The Chemotaxonomy of Common Sage (*Salvia officinalis*) Based on the Volatile Constituents. *Medicines* **4**, 47 (2017).
6. J.D. Williams, J.A. Yazarians, C.C. Almeyda, K.A. Anderson, and G R. Boyce, Detection of the Previously Unobserved Stereoisomers of Thujone in the Essential Oil and Consumable Products of Sage (*Salvia officinalis* L.) Using Headspace Solid-Phase Microextraction–Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* **64**, 4319-4326 (2016).
7. T. Damhus, Er der alkoholer eller phenoler i stjerneanis? *Dansk Kemi* **104(2)**, 15 (2023).



Norgren lancerer Multi Axis Electron Motion guide

For at hjælpe de større producenter med behov for fleksible applikationer til materialehåndtering, emballering, fødevareproduktion, kemisk behandling og farmaceutiske produkter med at navigere i de komplekse overvejelser omkring specifikationen af elektriske systemer med flere akser, har Norgren netop udgivet en helt ny vejledning.

I takt med at efterspørgslen efter dataindsigt og systemforbindelse stiger, samtidig med at applikationskompleksiteten øges, kan nøjagtigt specificerede løsninger bidrage til at optimere driftseffektiviteten og reducere omkostningerne. Derudover kan forbedret præcision og gentagelighed også medføre optimering af produktionen og sikre bedre kontrol over systemet.

Guiden ***Multi Axis Electric Motion: What to know, what to consider*** ser på de største fordele ved elektriske multi-akse-bevægelser, og belyser nogle af de vigtigste overvejelser.

Guiden kan downloades og giver ekspertindsigt i de tilgængelige løsninger til specifikke applikationer, såsom flytning af tunge laster og systemmontering, såvel som kravet til kontrol, hastighed, nøjagtighed og præcision.

Norgren har udvidet sit udvalg af elektriske multi-akse-løsninger og tilbyder nu en omfattende portefølje med 1.000 standardkomponenter. Dette giver brugerne adgang til et stort antal lineære og multi-akse-konfigurationer, der passer til en lang række applikationer.

Guiden er designet specifikt til ingeniører og fokuserer på, hvordan implementeringen af en multi-akse-løsning kan understøtte applikationer. Det, sideløbende med vores øvrige support til ingeniører, sikrer den korrekte og skræddersyede løsning.

Guiden ***Multi Axis Electric Motion: What to know, what to consider*** kan bestilles på www.norgren.com/en/endless-electric-motion#get-endless-electric-motion eller via den viste QR-kode.

Kilde: Norgren

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

INDEKLIMA

Hold fokus på det gode indeklima

TechMedia TILLÆG - 2023

Lindab **Pascal System Management**

Optimalt **indeklima**

– hver eneste dag, i hvert eneste rum

Lindab®

VØLUND VARMETEKNIK

Nyhed

ERS 10-325

- ventilationsunit til opkobling med Vølund varmepumper

Med ERS 10-325 får du nu muligheden for at tilbyde dine kunder en fleksibel og kompakt ventilationsløsning sammen med en Vølund varmepumpe.

- ✓ Velegnet til installation i større boliger med et areal op til 300 m²
- ✓ Styres via varmepumpen
- ✓ Fleksible tilslutningsmuligheder og komptakt størrelse
- ✓ Kan opkobles til myUplink via telefon, tablet og pc

Tænk fremad på volundvt.dk - kontakt os for at høre mere.

Scan og læs mere

Zephyr

Ventilationsenhed med varmegenvinding til ét rum

- lavt strømforbrug og automatisk fugtstyring

Én af markedets mest lyd-svage
- kun 3,6

Et-rums ventilationsenheden er en ventilationsløsning, der er nem at installere, og som tilsluttes i de rum, hvor der mangler konventionel ventilation.

Fordele

- Simpel montering, der blot skal tilsluttes strøm (230V)
- Høj effektivitet - op til 90 % varmegenvinding
- Automatisk fugtstyring
- Betjening via fjernbetjening eller APP
- Night Mode - kun 3,6 dB(A)
- Trådløs kommunikation mellem flere enheder via Wi-fi
- Lavt strømforbrug

BG Termic Plus Tlf.: 65 994 995 info@termicplus.dk www.termicplus.dk

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Indeklima

- vigtigere end nogensinde

Af Allan Malmberg, redaktør, HVAC Magasinet

Vi tilbringer mere og mere tid inden døre. Det være sig hjemme, på arbejdspladser, skoler og institutioner. Indeklima har måske ikke altid været på mode. Det har været overset, men sådan er det ikke mere.
Der er kommet langt mere fokus på indeklima, og det kan vi blandt andet takke covid-19 for, selvom det faktisk allerede er omkring 3½ år siden, Mette Frederiksen fandt den store hammer frem.

Generelt har vi ikke meget at takke den pandemi for, men det gjorde os opmærksom på, at det personlige møde er vigtigere end skærme, vores energiforbrug kom i fokus, og så kom beslutningen om de 19 grader.

Det førte mange oplevelser med sig - gode som dårlige.

Men det førte også til, at man pludselig diskuterede blandt andet ventilationsanlæg. Kunne det føre sygdomme med rundt i bygningen, og var det derfor bedre at slukke for det eller ej?

Det vigtige her er ikke, at der rundt om i landet blev truffet nogle beslutninger med hovedet under armen - at nogle tog det en snert for seriøst, mens andre var fuldstændig ligeglade. Sådan vil det altid være.

Derimod er det helt afgørende, at vi fik talt om det. Måske blev der ikke anvendt ord som indeklima, men det var ikke desto mindre det, som var snakkens omdrejningspunkt. Og det momentum må ikke glide os af hænde. Vi skal holde fast i, at indeklima er vigtigt.

Som altid her i efteråret sender HVAC Magasinet et indeklimatillæg på gaden, hvor nogle af landets dygtigste virksomheder inden for forskellige grene af indeklimaområdet har bidraget med deres viden.

Så dyk ned i indeklimaets mange facetter - god læselyst.

Feel good inside
Swegon

ESL145 UDTRÆKSEMHÆTTE GODKENDT TIL DGNB PROJEKTER

EXHAUSTO kombinerer bæredygtigt byggeri med et godt og sundt indeklima

Opnå 15 DGNB-point på dit næste boligbyggeri med ESL145

Hvis dit næste bæredygtige boligbyggeri skal DGNB certificeres hvad enten det er certificerings-type Sølv, Guld eller Platin vil en udtræksemhætte ESL145 bidrage med op til 15 DGNB-point.

Vores velkendte udtræksemhætte ESL145 har vi fået 3. parts verificeret hos Teknologisk Institut.

Anvender du ESL145 kombineret med et af vores aggregater, vil dit DGNB-projekt opnå 15-point.

Kategori SOC 1.2 - pkt. 3.3 (maks 15 point)	
Emopfangsevne på mere end 75%, som er 3. parts verificeret	+ 8 point
Emhætte er opsat under samme betingelser som den er testet	+ 2 point
Emhættens afkast er placeret over tag	+ 2 point
Automatisk forcering af indblæsningsluften	+ 5 point

Figur 1 - Illustration af DGNB-manualen i kategori SOC 1.2 - pkt. 3.3.

Kontakt vores team og lad os finde, den rigtige ventilationsløsning til dit projekt - Ring til os på 6566 1234

EXHAUSTO

PRODUAL
measure-be sure.

AMX er Airmasters til dato mest banebrydende innovation og Airmasters første step i strategien om at levere såvel køl, varme og ventilation.

Airmaster lancerer banebrydende decentralt aggregat

Ventilation. Varme. Køling. Alt samlet i ét decentralt aggregat. Mød AMX - Airmasters til dato mest banebrydende innovation og Airmasters første step hen i strategien om at levere såvel køl, varme og ventilation. Vi tør faktisk gå så langt og sige, at vi med AMX'en når helt nye højder inden for decentral teknik til køling, varme og ventilation, og hvor øvrige installationer kan udelades. Der findes ganske enkelt ikke noget lignende produkt - nogen steder

Af Airmaster

Med Airmasters nyeste produkt, AMX, er det nu muligt at opretholde både atmosfærisk og termisk komfort i et lokale ved forsyning af frisk luft, køling og opvarmning efter behov. Det hele sker på en energieffektiv måde og med et intuitivt og simpelt brugerinterface.
Virksomheden er ejet og drevet af skolekammeraterne Kim Jensen og Henrik Stæhr, og i mere end 30 år har Airmaster i Aars udviklet og produceret decentrale ventilationsanlæg. Tankerne bag Airmasters nyeste produkt kommer da også fra ejerne selv.
- Vi er exceptionelt stolte over, at vi her i Aars kan præstere sådan en nyhed. Vi leverer en simpel løsning, hvor vi med ét lille og kompakt aggregat nu kan håndtere al indeklima, herunder køling, var- ▷

Feel good inside Swegon

systemair

geniox

Højere ydeevne, lavere tryktab!

Få øget energieffektivitet i dine Geniox ventilations-aggregater med en større ECO-varmeveksler.

Geniox ventilationsaggregater med ECO-varmevekslere giver op til 20 % lavere varmeforbrug og op til 15 % mindre energiforbrug. SEL-værdierne bliver også betydelig lavere.

Scan koden for at se, hvordan du kan drage fordel af det i dine projekter!
systemair.dk/genioxECO

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

- Ud over at vi har samlet tre parametre i ét anlæg, så er det helt unikke ved løsningen også, at vi har gjort det stort set lydløst, siger CCO Lasse Mikkelsen.

me og ventilation, siger CCO hos Airmaster, Lasse Mikkelsen og fortsætter:
- Ud over at vi har samlet tre parametre i ét anlæg, så er det helt unikke ved løsningen også, at vi har gjort det stort set lydløst. Dét er teknologisk banebrydende. Det er der ikke andre, der har lavet. Det findes ganske enkelt ikke i markedet - før nu, siger Lasse Mikkelsen.
Airmaster har formået at fjerne støj fra kompressoren, så denne kan monteres i et kabinet placeret indendørs uden at øge det i forvejen lave lydniveau fra ventilationsenheden. Metoden er patentanmeldt internationalt.
Også af den årsag gør produktnyheden sig attraktiv for andre end Airmasters primære segmenter, som er skoler og institutioner. Aggregatet er nemlig skræddersyet til for eksempel modulbyggeri og kontormiljøer.

Optimalt indeklima med en energivenlig løsning

Idéen til anlægget opstod for år tilbage og har blandt andet udviklet sig i tråd med de energi- og byggetrends, der ses voksende i samfundet:
- Med nybyggeri og nutidens isoleringsstandarder reduceres varmebehovet i mange lokaler - og tilsvarende derimod ser vi et stigende behov for køling, og derfor ser vi det som en klar fordel, hvis vores ventilationsanlæg kan klare både

> Ud over at vi har samlet tre parametre i ét anlæg, så er det helt unikke ved løsningen også, at vi har gjort det stort set lydløst. Dét er teknologisk banebrydende

> Med nybyggeri og nutidens isoleringsstandarder reduceres varmebehovet i mange lokaler - og tilsvarende derimod ser vi et stigende behov for køling, og derfor ser vi det som en klar fordel, hvis vores ventilationsanlæg kan klare både køle- og varmebehovet, samtidig med at det fortsat leverer frisk luft

køle- og varmebehovet, samtidig med at det fortsat leverer frisk luft og dermed et samlet sundere indeklima kombineret med et yderst lavt energiforbrug, fortæller Lasse Mikkelsen.
Med udviklingen af produktet har Airmaster, foruden lydsiden, også haft stort fokus på at gøre den så energivenlig som muligt.
Generelt er det decentrale princip - med lavt tryktab i systemet og ingen varmetab i kanaler - et energivenligt anlæg.
Derudover bruger den som udgangspunkt udeluften til at køle, og anlægget skifter mellem ventilation og recirkulation alt efter, hvad der i situationen er mest effektivt - ligesom kompressoren er med inverterstyring. Endelig leveres AMX som standard med indbygget behovsstyring med CO_2-sensor, hvilket gør, at der ikke er unødig drift.
Og så er anlægget, i tråd med Airmasters eksisterende produktudvalg, nemt at montere og installere. Den er kanalfri og efter montering skal der blot tilsluttes el. Der kræves ikke autoriseret vvs-installatør.
Anlægget er allerede forudbestilt af flere interessenter og det glæder naturligvis Airmaster at se, at produktet har stort potentiale:
- Vi tror på, at der er et marked for vores AMX, og vi har glædet os til at dele nyheden med både eksisterende og potentielle kunder og samarbejdspartnere, understreger Lasse Mikkelsen.

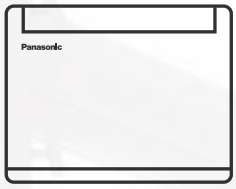
AMX

- Kompakt decentralt (kanalfrit) varmegenvindings- og ventilationsanlæg med reversibel luft-til-luft varmepumpe.
- Varmepumpe med naturligt kølemiddel R290.
- Lavt lydniveau.
- Fleksibel og modulær styring baseret på industrielle Linux-computere med mange kommunikationsmuligheder.
- Styringslogik til indblæsning af enten kølig old eller varm luft, som koordinerer og optimerer såvel ventilationseffektivitet, global termisk komfort, lokal termisk komfort samt energiforbrug.
- Modstrømsvarmeveksler som på "flad" udførelse (lav byggehøjde egnet til loftsmontage) på en reversibel måde med enten varme- eller kølegenvinding, hvor der kan fjernes indvendig kondens på en effektiv måde i begge situationer.
- Udelukkende kvalitetskomponenter fra førende leverandører.

Feel good inside Swegon

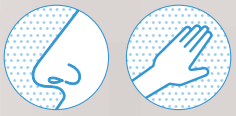
Panasonic

nanoe™ X



nanoe™ X: internationalt testet teknologi

Bringer naturens balance indenfor



nanoe™ X-teknologien kan bringe utrolige fordele indendørs, så hårde overflader, bløde møbler og indendørsmiljøet kan være et renere og mere behageligt sted at være, uanset om du er hjemme, på arbejdet eller besøger hoteller, butikker, restauranter osv.

nanoe™ X, teknologi med fordelene ved naturens hydroxylradikaler

Hydroxylradikaler (OH-radikaler) har kapacitet til at hæmme forurenende stoffer, visse vira og bakterier i at rense og deodorisere.

nanoe™ X technology verified against SARS-CoV2	Virus SARS-CoV-2: 99,9 % hæmmet. Test udført af TEXCELL (Frankrig), ved hjælp af en gaze mættet medSARS-CoV-2 virusopløsning udsat for en generator af nanoe™ X i en 45L kasse i 2 timer. Ydeevnen for nanoe™ X kan variere i det virkelige

heating & cooling solutions

Læs mere om nanoe™ X

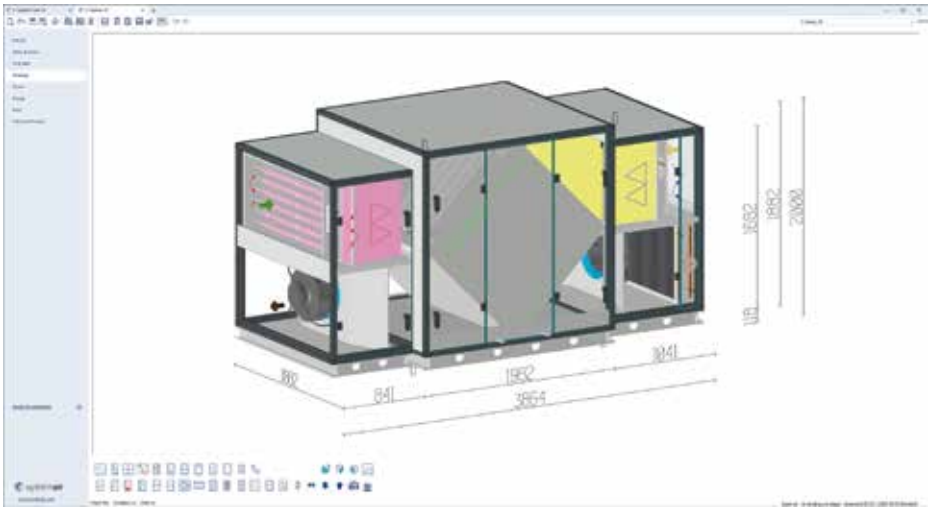
PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Energivenlig ventilation forkorter tilbagebetalingstiden

Du står overfor et vigtigere valg, end du måske tror. På den ene side har du en traditionel ventilationsløsning, der lokker med et lavere prisskilt. På den anden en avanceret, energieffektiv model, der lover langsigtede besparelser og en grønnere fremtid

Af Mikkel Svold, skribent, Systemair A/S

Måske du ikke har gjort dig de store tanker om, hvordan ventilationsanlægget egentlig påvirker din bygnings samlede livstidsværdi - det er der ikke mange, der gør. Men faktisk kan netop ventilationen hurtigt betyde, at du sparer i tusindvis, ja måske millioner af kroner, på elregningen, når først din bygning er i drift. Så, hvilken vej vil du vælge? Den kortsigtede besparelse eller den langsigtede investering, der betaler sig igen og igen?
I dette interview med Michael Søgaard Kristensen, product manager hos Systemair, kigger vi på, hvordan du som bygherre eller rådgiver bør tænke ventilationen ind i bygningernes samlede energibudget, før du trækker de endelige streger på papiret.
I Danmark, forklarer Michael Søgaard Kristensen, er vi kendt for vores strenge energikrav, også når det kommer til ventilation. Og med god grund. Ventilationsanlæg kan stå for op til 20 procent af en bygnings samlede energiforbrug i driftsfasen. Med stigende energipriser er det altså ikke kun miljøet, der drager fordel af energieffektive løsninger, men også din pengepung.
- I anlægsfasen står ventilation for under 5 procent af anlægsbudgettet, men i driftsfasen kan vi ramme op mod en femtedel af den samlede energi i en bygning. Tilbagebetalingstiden på et godt, energioptimeret anlæg kan derfor sagtens være helt ned til fem år, afhængigt af anlægsstørrelse og brug, forklarer Michael Søgaard Kristensen.
Men hvordan navigerer du i denne jungle af tekniske specifikationer, SFP-værdier og virkningsgrader? Det handler ikke kun om at vælge det rette udstyr, men også om at forstå, hvordan hver komponent kan bidrage til en samlet energieffektiv løsning.



Geniox med ECO-vekslere kan konfigureres i SystemairCAD, et konfigurationsværktøj til ventilationsaggregater.

Alle dele bør energioptimeres

I ventilationsbranchen er det ikke kun de store designbeslutninger, der tæller. Det er også de små, tilsyneladende ubetydelige valg, der kan have en enorm indflydelse på energieffektiviteten af de enkelte anlæg.
En klassisk målestok er for eksempel Specific Fan Power (SFP) - en indikator for, hvor meget elektricitet der kræves for at flytte luften gennem systemet. En lav SFP kan være ønskværdig for energibesparelser, men det kan også betyde, at anlægget bliver større rent fysisk. Dette skaber en udfordring: Hvordan balancerer man energieffektivitet med anlæggets fysiske størrelse?
- Typisk efterspørger entreprenørerne og de rådgivende ingeniører en lav SFP. Men problemet er, at jo lavere SFP desto større bliver anlægget. Og det har selvfølgelig nogle konsekvenser både rent økonomisk, men faktisk også på bæredygtighedskontoen, fordi større anlæg kræver større rum, som igen måske kræver mere beton og stål, forklarer Michael Søgaard Kristensen.
Virkningsgraden på vekslere er en anden afgørende og kendt parameter. Den måler, hvor meget energi vi kan genvinde fra udsugningsluften. En høj virkningsgrad betyder, at der kræves mindre energi for at varme eller køle luften til den ønskede tilluft temperatur, og i en tid med stigende energipriser er det en faktor, der kan have direkte indflydelse på driftsomkostningerne.
Valget af det rette filter, optimering af ventilatorernes størrelse og type, og forståelse af, hvordan hvert element i systemet påvirker det samlede energiforbrug, er afgørende.
- Der er typisk meget forskellige krav fra vores kunder til energieffektiviteten i ▷

Feel good inside Swegon

Den lette vej til høj komfort

Godt indeklima har mange facetter. Heldigvis er høj komfort med effektivt og trækfrit luftskifte ingen sag med tekstilbaseret ventilation, selv i rum med mange mennesker. Du får en fleksibel løsning, der er designet til både mennesker og bygninger. At løsningen også er miljøcertificeret og energieffektiv er bare ekstra fordele.

Læs mere på ke-fibertec.dk/tekstilkanaler

Certificeret efter FN's Verdensmål.

KE FIBERTEC

AIR THE WAY YOU WANT

PRODUAL
measure-be sure.

> I anlægsfasen står ventilation for under 5 procent af anlægsbudgettet, men i driftsfasen kan vi ramme op mod en femtedel af den samlede energi i en bygning

vores anlæg. Nogle gange er det ud fra et rent miljømæssigt perspektiv, mens kravene andre gange kommer fra ønsket om en bedre økonomi i det samlede byggeri. For os er det egentligt ikke så afgørende, for løsningen handler om det samme: Vi skal arbejde med energioptimering af alle komponenter i vores anlæg, så anlæggene forbruger mindst muligt energi, holder udgifterne nede og fylder så lidt som muligt, siger han.

Ny ECO-veksler baner vejen for bedre energiudnyttelse

I den konstante stræben efter energieffektivitet har Systemair introduceret nye teknologier, der kan gøre en forskel for både bygherres økonomi og miljøet. En af disse innovationer er ECO-veksleren. Denne veksler er designet med det formål at minimere tryktabet i ventilationsanlægget, hvilket fører til en mere effektiv luftstrøm uden at øge energiforbruget.

Men hvad adskiller ECO-veksleren fra traditionelle vekslere på traditionelle anlæg? ECO-veksleren - altså varmevekslersektionen - er optimeret, så tryktabet reduceres, når luften passerer igennem veksleren, og det forbedrer anlæggets samlede effektivitet. Med ECO-veksleren får bygningsejere altså mulighed for at opnå energibesparelser uden nødvendigvis at skulle investere i et større anlæg, fordi de mindre anlæg nu kan have næsten samme effektivitet som de store.

Hos Systemair er ECO-veksleren en del af en større bevægelse mod mere bæredygtige ventilationsløsninger. Mens ECO-veksleren lige nu er lanceret som modstrømsveksler, lancerer Systemair en tilsvarende ECO-løsning for roterende vekslere og krydsvekslere. Og målet er det samme: Alle aggregater sigter mod højere effektivitet og lavere tryktab, så energiudnyttelsen maksimeres.

Geniox med ECO-vekslere kan konfigureres i SystemairCAD, et konfigurationsværktøj til ventilationsaggregater.

- Mit postulat er, at det altid vil kunne betale sig at investere i et energioptimeret anlæg. Vi ser for eksempel også, at mange skifter komponenter i gamle anlæg ud, simpelthen fordi det kan betale sig, påpeger Michael Søgaard Kristensen.

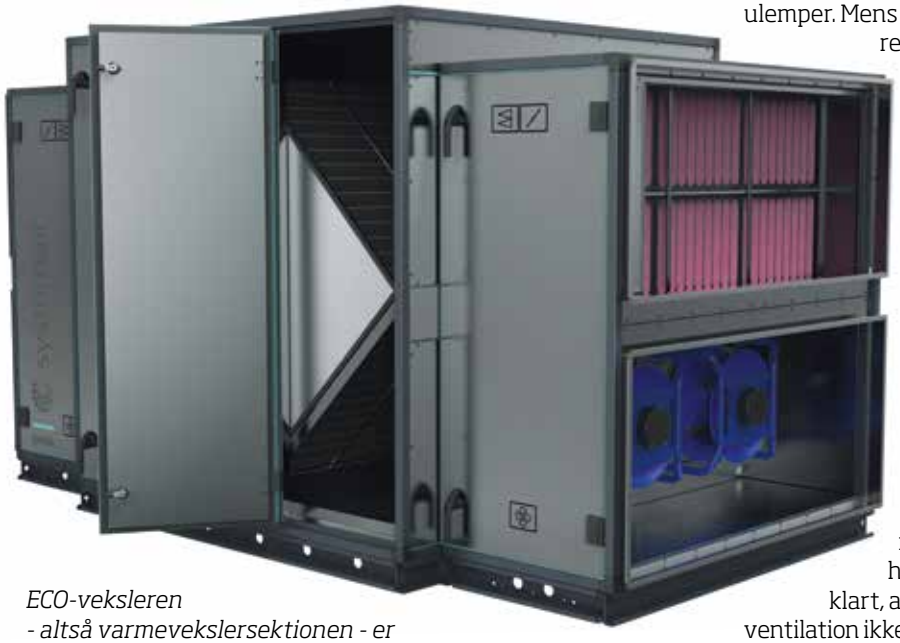
Betaler investeringen sig?

Som med alle teknologiske fremskridt er det vigtigt at overveje både fordele og ulemper. Mens energibesparelser er en klar fordel, er det også vigtigt at overveje investeringsomkostningerne, produktets levetid og andre faktorer, når man træffer beslutninger om ventilationsløsninger. I en tid, hvor bæredygtighed og økonomi går hånd i hånd, er det klart, at energivenlig ventilation ikke kun er en miljømæssig nødvendighed, men også en økonomisk fordel.

- Mit postulat er, at det altid vil kunne betale sig at investere i et energioptimeret anlæg. Vi ser for eksempel også, at mange skifter komponenter i gamle anlæg ud, simpelthen fordi det kan betale sig, påpeger Michael Søgaard Kristensen, og fortsætter:

- Ved at investere i avancerede og effektive ventilationsløsninger kan bygningsejere se en hurtigere tilbagebetalingstid gennem reducerede energiomkostninger.

Det handler altså ikke kun om at vælge noget udstyr, som passer til anlægsbudgettet - det handler også om at forstå, hvordan hvert element i ventilationssystemet bidrager til den samlede effektivitet for bygningen, når den sættes i drift. Med den rette viden, teknologi og åbenhed overfor nye løsninger kan vi med andre ord alle sammen bidrage til en grønnere og mere økonomisk bæredygtig fremtid.



ECO-veksleren - altså varmevekslersektionen - er optimeret, så tryktabet reduceres, når luften passerer igennem veksleren, og det forbedrer anlæggets samlede effektivitet.

Feel good inside Swegon

Fuld kontrol af **behovsstyret ventilation**

Lindab **Pascal System Management**

Connecting the dots i dit ventilationssystem

God ventilation starter med kvalitetsprodukter, der er forbundet i et behovsstyret ventilationssystem, som kan justeres på rumniveau. Tilføj Lindab Pascal System Management og få fuld kontrol. Alle komponenter i systemet reguleres af vores systemregulator Regula Master.

Forbind den til vores intuitive interface Pascal Operate, så har du adgang til alt fra ét sted. Du kan endda tilslutte den dit bygningsstyringssystem - BMS. Det er tid til at forbinde. Det er tid til Pascal System Management.

www.lindab.dk

Lindab®

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Bidrager til den grønne udvikling

Endnu en artikel om bæredygtighed og miljørigtige produkter og virksomheder tænker du måske... Og det forstår vi egentlig godt, for det er noget, der efterhånden har fyldt meget i meget lang tid. Men i stedet for at svinge om sig med fine udtryk og store bevægelser, har de hos virksomheden Venti i Hørning valgt at gå helt lavpraktisk, systematisk og meget konkret til den grønne omstilling

Hovedkvarteret Venti i Hørning (mellem Aarhus og Skanderborg) - selvfølgelig med vilde blomster på parkeringspladsen.

Virksomheden har valgt at sammensætte et produktsortiment, der giver det bedst mulige produktudvalg inden for energieffektive og dermed energibesparende produkter. Det taler ind i FN's verdensmål 7 om Bæredygtig Energi.
Her fokuserer virksomheden blandt andet på delmål 7.3, hvor virksomheden konkret arbejder på at reducere energi- og ressourceforbrug gennem anvendelse af de mest energieffektive produkter.
Venti har valgt at sætte fokus på, hvordan de konkret selv kan bidrage til en positiv udvikling i markedet.
Derfor er det en høj prioritet for virksomheden at tilbyde de produkter og udvikle de løsninger, der giver de mest energieffektive resultater.

Birgit Knudsen, produktchef - teknik.

Feel good inside Swegon

EPD
THIRD PARTY VERIFIED

Tilluftsarmaturer og spjæld

DCV-B

PRODUKTET DER GØR STORE CO_2 BESPARELSER MULIGT!

300+ TONS KULDIOXID SPARES VED GENBRUG OG SMART STYRING AF EKSISTERENDE KØLEBAFLER!

Med nye løsninger til behovsbaseret styring af belysning og indeklima kan vi skabe langsigtede løsninger, der giver os og vores kunder mere fleksibilitet og samtidig minimerer klimaaftrykket, materialekrav og også omkostninger til fremtidige renoveringer for vores kunder. Derudover reducere energiforbruget.

Clas Boudrie, Projektchef Humlegården Fastigheter

LÆS MERE OM GREENHOUSE SOLNA STRAND
www.lindinvent.dk

LINDINVENT®

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Behovstilpassede løsninger

Her har virksomheden helt bevidst valgt udelukkende at forhandle ventilationsaggregater fra Euroclima. Euroclimas aggregater er modulopbyggede, og der er lagt vægt på at anvende så energieffektive motorer som muligt, samt varmegenvindingskomponenter med den højeste virkningsgrad.

Euroclima-aggregaterne er fordelagtige at vælge, fordi de giver meget fleksible og behovstilpassede løsninger, som sikrer det lavest mulige energiforbrug fra projekt til projekt.

Euroclima har et Efficiency Module, hvilket betyder, at måden man regulerer væskeflowet på i forhold til temperaturerne på væske og luft, gør, at man kan få en højere virkningsgrad på vekslerne. Samtidig kan man tilsætte ekstra varme eller køling, hvis man for eksempel har spildvarme eller overskydende køl, der med fordel kan udnyttes.

Det giver rigtig god mening, at returvandet fra fjernvarmen sendes igennem aggregatet for at få en lavere returvandstemperatur. På den måde opnås en bedre udnyttelse af fjernvarmen.

Et af de nyeste tiltag i Venti er deres koncept "Opstart og Support" på deres Euroclima-anlæg. Her får kunden hjælp til at opstarte aggregatet helt korrekt, sådan at produktet fungerer optimalt og dermed så energieffektivt som overhovedet muligt. Venti kan som specialister dermed rådgive i det enkelte projekt og på den måde sikre, at opsætningen af automatikken bliver så energioptimeret som muligt.

- Vi mærker tydeligt en voksende interesse for vores Euroclima-aggregater. Det kommer som følge af det stigende fokus på energioptimering, der eksisterer i samfundet og i branchen. Vores kunder og samarbejdspartnere vægter simpelthen energieffektivitet højere og højere, og det er virkelig her, vores aggregater gør en forskel, siger salgs- og marketingdirektør Søren Clausen.

I produktionen er medarbejderne passionerede omkring arbejdet med genbrugen af skrot - alle stykker, der kan genanvendes, samles og gemmes.

Venti samler og organiserer deres reststål, så det kan genanvendes i produktionen.

Salgs- og marketingdirektør Søren Clausen.

Løsning i svømmehal

Et konkret eksempel på Euroclimas energieffektivitet og dermed energibesparelse, er løsningen hos Løkken Svømmehal. Her leverede Venti et nyt anlæg, der kan håndtere 50 procent større luftmængde end det tidligere, og som kan håndtere de hurtige omskift fra én temperatur og luftfugtighed til en anden. Det kræver kraftig udsugning og indblæsning. Det medførte, at svømmehallens strømforbrug blev reduceret med 70 procent.

Endnu et helt konkret "tiltag" er, at Venti har specialiseret sig i at udarbejde helt

Feel good inside Swegon

individuelt tilpassede og særdeles fleksible kundeløsninger i forhold til storkøkkener og ventilationslofter.
Det betyder, at virksomheden hver gang sikrer, at kunden får den mest energieffektive og dermed energibesparende løsning til projektet.

Behovsstyret ventilationsloftsløsning
Måden dette helt konkret sikres på, er ved, at Venti arbejder med deres specielle automatik i deres Jeven-produkter. Her er der en unik behovsstyret automatik, der sikrer, at emhætter og ventilationslofterne arbejder så energivenligt og dermed energibesparende som muligt. Det giver den mest optimale løsning for både kunden og miljøet.
En konkret løsning, som kan nævnes i denne forbindelse, er den energieffektive og behovsstyrede ventilationsloftsløsning, som Venti har leveret til Nyborg Strand Hotel.
Her udtalte Nyborg Strand Hotel selv, at det nye køkken kvadratmetermæssigt er to-tre gange større end det gamle køkken, men da de så på energiforbrug per kubikmeter luft, bruger de nu mindre energi end før den nye løsning.

Løkken Svømmehal, hvor Venti har leveret en energibesparende Euroclima-løsning.

- Vi har virkelig lagt os i selen for at sikre, at Venti tilbyder så mange produkter som muligt med fokus på optimering af energi, og at vi løbende udvikler os på området. For at nævne et helt konkret tiltag på produktområdet, så har vi aktivt valgt, som de eneste på markedet, udelukkende at forhandle ventilatorer med EC-motorer. Vi har faktisk markedets største udvalg af ventilatorer med EC-motorer. Og så har vi simpelthen udfaset alle ventilatorer med AC-motorer,

11 **nye** måleinstrumenter fra Testo!

BUHL BØNSØE
MÅLBAR VIDEN
HASSELLUNDEN 11A · DK-2765 SMØRUM
TLF. 45 95 04 10 · WWW.BUHL-BONSOE.DK

PRODUAL
measure-be sure.

Hotel Nyborg Strand, hvor Venti har leveret et behovstilpasset ventilationsloft.

fordi vi kun ønsker at tilbyde kunden den mest energioptimerede løsning, forklarer produktchef for teknik Birgit Knudsen.
Det kan måske lyde banalt, men for virksomheden Venti er det yderst vigtigt at arbejde helt konkret og håndgribeligt med den grønne omstilling.
- Et sted, hvor vi som virksomhed har mulighed for at gøre en forskel og tilbyde vores kunder og samarbejdspartnere de mest energioptimerede resultater, er jo netop i forhold til vores produktsortiment og vores unikke behovstilpassede løsninger, fortæller Lone Lindahl, bæredygtighedsambassadør hos Venti og fortsætter:
- Selvfølgelig har vi også en række andre projekter - både igangværende og i støbeskeen. Helt konkret har vi bidraget til udarbejdelsen af de første branche-EPD'ere i samarbejde med Veltek. Vi har sat ind i forhold til vores produktions- og lagerudstyr, hvor vi har skiftet over til en række maskiner, der kører på el, for eksempel truck og ny laser. Derudover har vi opsat ladestandere på vores parkeringsplads, som medarbejdere og kunder kan benytte. Og så arbejder vi indgående med at reducere vores stålrester, både så vi kasserer mindre, og sådan at vi upcycler de rester, der ikke kan undgås i en produktion. Og så har vi en godt benyttet returordning, hvor vores rør- og gitterbure, rørcover, poser og returbag sendes i cirkulation mellem Venti og byggepladserne.
Så både på produktområdet og generelt i forhold til virksomheden er den grønne omstilling en vigtig og meningsfuld udvikling, der prioriteres meget højt hos Venti. Virksomheden vil nu og i fremtiden fortsætte den passionerede rejse mod en endnu grønnere udvikling via et så energieffektivt produktsortiment og ansvarligt forbrug og produktion som muligt.

Feel good inside Swegon

Opdater, opgrader eller optimer dit HVAC-system

Spar 20, 35, eller 55 % på bygningens energiforbrug med RetroFIT

Udnyt chancen for store energibesparelser, næste gang du renoverer et HVAC-anlæg. Du kan spare meget, hvis du "retrofitter" anlægget med bedre komponenter i stedet for blot at skifte 1-1 til ventiler og aktuatorer magen til.

Belimo hjælper dig med bedre alternativer til dine slidte ventiler, aktuatorer og sensorer. Du kan spare mellem 20 og 55 % på energien, når du opdaterer til moderne ventiler, opgraderer anlægget eller optimerer hele HVAC-systemet.

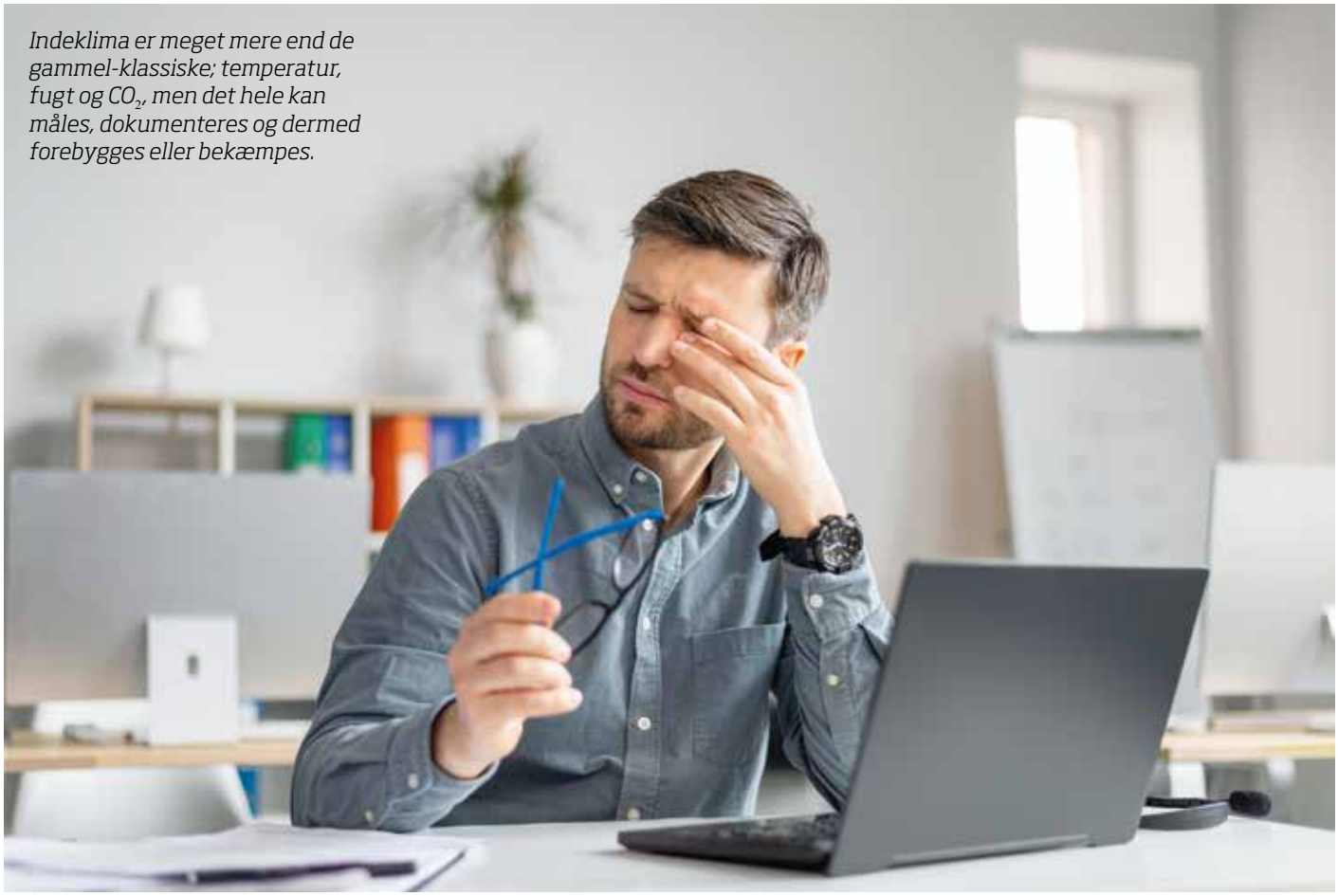
Læs mere om at retrofitte på belimo.dk

BELIMO®

BELIMO A/S Thomas Helsteds Vej 7A, 8660 Skanderborg 86 52 44 00, info@belimo.dk, www.belimo.dk

Shark & Co.

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK



Indeklima er meget mere end de gammel-klassiske; temperatur, fugt og CO_2, men det hele kan måles, dokumenteres og dermed forebygges eller bekæmpes.

Indeklima skal både indreguleres og styres

Indeklima er foranderligt. Det forandrer sig med årstiden, over arbejdsdagen og med klimareguleringens ydelse over tid. Ved idriftsætning skal der indreguleres og funktionsafprøves, både på det elektriske energioptag og på anlæggets output. Det er grundlaget for at sikre og dokumentere både virkningsgrad, så vi ikke fråser med energien og at sikre og dokumentere ydelse, så vi ikke mistrives i ringe indeklima. Det kan være komplekst i sin helhed, men heldigvis findes der værktøjer til hele rejsen, som gør hvert trin overskueligt

Af Mathias Diemer,
Elma Instruments A/S

Et perfekt indreguleret anlæg, som kontinuerligt måler og tilpasser sig miljøet, opretholder det bedste indeklima, tilbyder den højeste komfort og anvender mindst muligt energi.
Vi skal måle og dokumentere energien - det er en del af indreguleringen.
Varmegenvinding og meget høje virkningsgrader kendetegner vor tids store fokus på energiforbrug. Vi åbner ikke bare vinduet eller tænder for blæseren; vi lader anlægget behovsstyre luftudskiftningen og vekslere sørger for høj energigenvinding fra udblæsningen.
Energi er nemlig det nye guld, og specielt ved mekanisk ventilation er det vigtigt, og et krav, at få så meget luft for energien som muligt, SEL-værdi, for at nedbringe CO_2-udledningen til vores miljø og spare vores pengepung. Med en transportabel energimåler fra Elma Instruments kan du måle netop det elektriske energioptag øjeblikkeligt, logget gennem periode eller endda live-data i skyen med for eksempel PEL104, som kan tilgås fra pc'en på skrivebordet, selvom den er monteret på kundens ventilationsanlæg i den anden ende af landet.
Seneste skud på stammen er den prisstærke Vega74, som både måler energi og kan anvendes til avanceret analyse af spændingskvalitet, for eksempel til fejl- ▷

Feel good inside
Swegon

Anteco

VI LEVERER KOMFORT I DIN BYGNING

reddot winner 2023

Optimal opvarmning med LEO varmeventilator

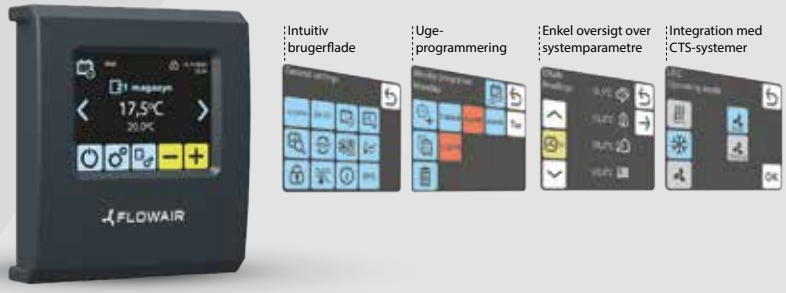
- Bredt produktsortiment
- Indbygget 3-trinsregulering
- Mange monteringsmuligheder

LUNA varmeventilator til loftmontage - med eller uden køling

- Høj effektivitet – luftstrøm på 3500 m^3/t
- Besparelser - intelligente algoritmer, EC-blæser
- Luftkvalitet - valgfri filtre forbedrer luftkvaliteten

SE OGSÅ FLOWAIR–SYSTEMET

Smart integration af optil 31 enheder!



Anteco Thermo Trade A/S | Lucernemarken 7-9 | 5260 Odense S | Tel. 70 26 83 26 | info@anteco.dk

www.anteco.dk

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Energi er det nye guld, og specielt ved mekanisk ventilation er det vigtigt, og et krav, at få så meget luft for energien som muligt.

Der findes mange instrumenter til at måle de forskellige parametre, som påvirker indeklimaet.

> Et klimaanlæg er ikke længere bare en ventilationsmotor, som flytter noget luft. Værdier for temperatur, fugt og CO_2 skal reguleres i driften og virkningsgraden skal opretholdes

finding, med fire fleksible strømtænger, så der også måles på nul-leder, og tilmed kan måle temperatur, relativ luftfugtighed og belysningsstyrke med det rette tilbehør.
Det er en lovpligtig del af indreguleringen at kontrollere, at energiforbruget ikke er for højt i forhold til den leverede effekt af anlægget.

Dimensioneringen er grundlaget - men virkeligheden kræver indregulering
Dimensioneringen er selvfølgelig det teoretiske grundlag for ethvert klima- ▷

Feel good inside Swegon

NEWSNEWSNEWS

2023 Få de seneste opdateringer om energieffektive ventilationsanlæg • www.ivprodukt.dk

IV PRODUKT
Air handling with focus on LCC

Store energi-besparelser og hurtig tilbagebetaling

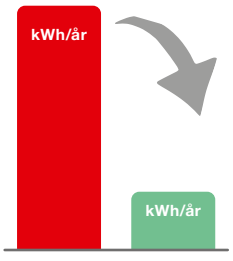
Behovet for energieffektivisering i Europa har aldrig været større. Her kan ventilationsbranchen gøre en stor forskel.

Vi fortæller, hvor nemt og hurtigt du kan beregne energibesparelser og tilbagebetalingstid ved udskiftning af et anlæg.

Vi glæder os til at møde dig!

Stort behov for energi-effektivisering i Europa

220 millioner, svarende til 85 % af bygningerne i EU, blev bygget før 2001 og er ikke energieffektive.



En hurtig og nem kalkule viser energibesparelserne

Selvom et ældre ventilationsanlæg ser ud til at være i god stand, kan det være mere rentabelt at udskifte det. I dag findes der betydeligt mere effektive anlæg.

Kontakt os, så fortæller vi mere!

Jes Brandt Reinhard
25 22 22 18
jes@ivprodukt.dk

Peter Søgren
24 22 22 18
peter@ivprodukt.dk

Peter Dam
40 88 48 01
peter.dam@ivprodukt.dk

Malthe Duvils
22 98 24 22
malthe@ivprodukt.dk

PRODUAL
measure-be sure.

anlæg. Men alle anlæg og miljøer er forskellige, så der findes ikke en facitliste. Når både CO_2, fugt og temperatur skal reguleres, kræver det, at armaturer indstilles korrekt og spjældautomatikken fungerer ved idriftsætning. Men over tid kan tryktab over filtre ændre sig markant, så måleinstrumenter til indregulering er mindst lige så relevante ved løbende kontrol og vedligehold.
Der findes heldigvis et måleinstrument til ethvert scenarie. Varmetråds-anemometer som VT110 er det simple "allround"-instrument til kontrol, som kan anvendes til indikativ måling på armaturet i kombination med tragt, men er også lille nok til at måle i kanalen, hvis der bores et lille hul. Målehullet proppes selvfølgelig til efter måling.
Men pitotrør i kombination med differenstrykmanometer som MP120 er mere velegnet til luft med partikler, for eksempel udsugning, som kan sætte sig fast på varmetråden og differenstrykmålingen kan i sig selv anvendes til måling af tryktab over for eksempel filter. Et vingehjulsanemometer måler mest præcist med tilbehørstragt, da det måler over hele arealet i modsætning til varmetråden, som kun måler i ét punkt, og for helt præcise målinger på armaturer, også i store dimensioner kan anvendes dedikeret måletragttragt som Swemaflow eller Kimo/Sauermann DBM620. Her sørger et fint net af varmetråde for ekstrem nøjagtig måling, da der måles på hele flow-arealet på samme tid.
Det betyder, at der findes et instrument til enhver situation, men heldigvis findes der også instrumenter, som dækker bredt. Kimo/Sauermann 200-serien dækker bredt og kan anvendes til både kontrol og indregulering. MP210 måler for eksempel både differenstryk og luftflow/volumen i kombination med pitotrør, varmetråd eller vingehjul. Selv omdrejningshastigheden på ventilationsmotoren kan måles med den kompatible tachometerprobe. Det hele kan let dokumenteres via den medfølgende software. Flagskibet AMI310 har vi selv samlet til et "DK"-sæt med de mest gængse prober for det danske marked, men AMI-serien er kompatibel med prober til samtlige parametre i Kimo/Sauermanns brede program, til klimastyring og smart-probes sikrer, at instrumentet ikke kan fejlbetjenes og kalibreringer overholdes for alle dele.

> Energi er nemlig det nye guld, og specielt ved mekanisk ventilation er det vigtigt, og et krav, at få så meget luft for energien som muligt, SEL-værdi, for at nedbringe CO_2-udledningen til vores miljø og spare vores pengepung

Med en transportabel energimåler kan man måle netop det elektriske energioptag øjeblikkeligt, logget gennem en periode eller endda live-data i skyen, som kan tilgås fra pc'en på skrivebordet, selvom den er monteret på kundens ventilationsanlæg i den anden ende af landet.

Lys og lyd mærkes, radon og skimmel er usynlige

Parametrene er mange, og ligesom CO_2-niveau kan påvirke os, kan mange andre parametre påvirke os: Ringe lyskvalitet med usynligt flimmer; høje lydniveauer eller kontinuerlig støj fra ventilationen kan give ubehag og fornemmes fysisk. Radon, som naturligt siver fra undergrunden, og sporer fra skimmelsvamp er usynlige, men påvirker os. Radon over tid og skimmelsvamp, hvis den aktiveres på en fugtig bygningsdel, som let skabes af for høj luftfugtighed eller for lav overfladetemperatur.
Og det er endda blot et par eksempler på parametre, som påvirker vores indeklima, komfort og bygningsmasse. Så indeklima er meget mere end de gammelklassiske; temperatur, fugt og CO_2, men det hele kan måles, dokumenteres og dermed forebygges eller bekæmpes. Hos Elma Instruments har vi faguddannede teknikere inden for ethvert felt, så vi kan hjælpe med at vælge det korrekte udstyr til opgaven.

Anlægget skal holdes i drift - år efter år efter år efter...

Overskriften synes nok meget logisk ved første øjekast. Men et klimaanlæg er ikke længere bare en ventilationsmotor, som flytter noget luft. Værdier for temperatur, fugt og CO_2 skal reguleres i driften og virkningsgraden skal opretholdes. Og som beskrevet ovenfor kan mange andre parametre være relevante at overvåge og regulere. Heldigvis er Elma Instruments' program til klimastyring vokset markant, så vi nu tilbyder alt fra indregulering og dokumentation til drift af anlæg. Elma har gennem mange år været eksklusiv forhandler for Kimo/Saurmanns brede program af måleudstyr i Danmark, men over de seneste par år har vi udvidet samarbejdet til også at omfatte både Sverige og Norge og tilbyder nu hele Kimo/Sauermanns program, som også omfatter transmittere til styring, regulering og overvågning i hele Skandinavien. Serien dækker hele spektret fra simple on/off funktioner til multifunktionstransmittere, som kan overvåge et væld af parametre fra klassisk ventilation til lys og solindstråling. Og som tidligere nævnt er håndholdte måleinstrumenter til kontrol og indregulering mindst lige så relevante ved løbende kontrol og vedligehold.

Feel good inside Swegon

Skalerbart og
PÅLIDELIGT.

Det er **BATTERI-DREVET MESH.**

Det er nemt og
SIKKERT.

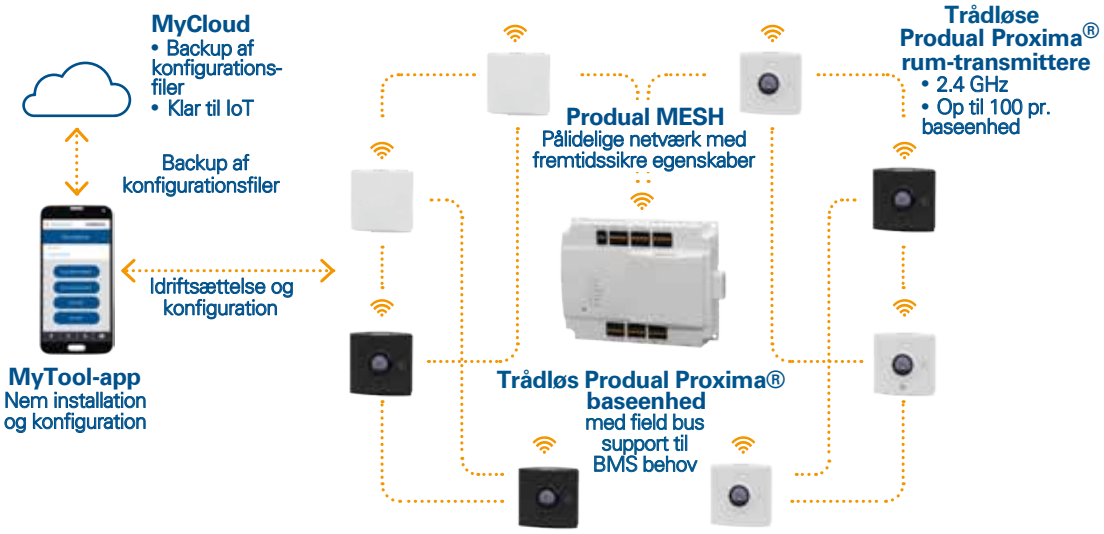
Det er **MULTI-FUNKTIONELT.**

Den trådløse fremtid er her allerede!

Produal Proxima® MESH-løsningen leverer pålidelige trådløse sensorer.

Skal du være med?

Og slippe for dyr kabelføring – specielt når der ikke er tid eller mulighed for det, i bevaringsværdige eller fredede miljøer, ved glasvægge, i nybyggeri med fleksible indretningskrav, eller når en trådløs løsning foretrækkes.



TRÅDLØS ER VEJEN FREM!
Vil du høre mere om mulighederne – og hvordan den 100% trådløse batteri-drevne Produal Proxima® MESH CO2-føler kan gøre en forskel i dit næste projekt?

Produal A/S
tlf. 70 26 03 04
salg@produal.dk
produal.dk

PRODUAL
measure-be sure.

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Tænd, mål og bliv informeret øjeblikkeligt

Det rette måleinstrument til enhver applikation - er de nye kompakte håndholdte måleinstrumenter fra Testo. De nye HVAC-måleinstrumenter leverer præcise resultater, hvor end du har brug for dem - hurtigt, fleksibelt, brugervenligt og tilsluttet til din smartphone og tablet

Uanset om det drejer sig om installation og vedligeholdelse af aircondition- og ventilationssystemer, servicering af varmesystemer, kontrol af indendørs luftkvalitet og komfort, måling af tryk i industrielle applikationer eller måling af temperatur i fødevare- og laboratoriemiljøer, så har Buhl & Bønsøe det rette måleinstrument til alle relevante parametre og sætter med sine kompakte produkter nye standarder i håndværkernes og teknikernes daglige arbejde. De nye HVAC-måleinstrumenter lever op til Testos dokumenterede præcision, kvalitet og pålidelighed.
Mindre tid, flere og mere komplekse opgaver, det er new normal. Det er især i de

> Energieffektiv drift af aircondition- og ventilationssystemer kan kun sikres ved regelmæssige målinger af de relevante parametre

situationer, hvor de nye kompakte måleinstrumenter fra Testo excellerer. Hurtig bestemmelse og visning af målte værdier, fleksibel, brugervenlig og med support fra Testo Smart App. Med appen har du både målemenuer, lagring af målte værdier, analyse og dokumentation - samt den praktiske ekstra skærmfunktion.

Aircondition- og ventilationssystemer kontrolleres nemt og sikkert
Energieffektiv drift af aircondition- og ventilationssystemer kan kun sikres ved regelmæssige målinger af de relevante parametre. Med de nye kompakte måleinstrumenter Testo 417, Testo 416 og Testo 425 er flow- og volumenflow-måling i ventilationskanaler, ved luftindtag og -udtag og ved justering af boligventilation nemt og sikkert.

Mere komfort indendørs
Vi tilbringer dagligt næsten 90 procent af vores tid indendørs. Indendørs luftkvalitet og komfort er derfor afgørende for at minimere sundhedsrisici og sikre ydeevne på arbejdspladsen. Takket være de nye kompakte måleinstrumenter Testo 535, Testo 545 og Testo 625 kontrolleres CO_2, lux, temperatur og fugtighed hurtigt, nemt og præcist, hvilket sikrer et sundt indeklima, der fremmer ydeevnen.

Trykmåling - simpelt og kompakt
De to differenstrykmålere Testo 512-1 og Testo 512-2 kan bruges til at måle lav- og højtryk hurtigt og præcist, for eksempel ved kontrol af varmesystemer og brændere. Testo 512 er også en pålidelig partner til trykmåling i industrielle applikationer eller til kontrol af filtre og pitotrørmåling på aircondition- og ventilationssystemer.

Alsidig og præcis temperaturmåling
Temperatur er den mest målte parameter, når det gælder kontrol af varme-, køle- eller ventilationssystemer, indu-

> Temperatur er den mest målte parameter, når det gælder kontrol af varme-, køle- eller ventilationssystemer, industriudstyr eller i et laboratorie- og fødevaremiljø

striudstyr eller i et laboratorie- og fødevaremiljø. Med de nye temperaturmåleinstrumenter Testo 922, Testo 925 og Testo 110 (HACCP-compliant) og det store udvalg af følere (TE Type K, NTC, Pt100) kan både høje og lave temperaturer måles præcist, nemt og hurtigt i næsten ethvert medie. Derudover kan instrumenterne beskyttes mod støv og vand i henhold til IP65 med en TopSafe.
Testo Smart App supporterer alle målinger med intuitive målemenuer, hurtig konfiguration, tabel- og grafisk visning af målte værdier, ekstra skærmfunktion og enkel dokumentation. Appen kan downloades gratis via App Store og opdateres løbende.

Feel good inside
Swegon

Hvad har renovering af din bolig med et godt indeklima at gøre?

Et godt indeklima er vigtigt af mange årsager. Det har betydning for vores sundhed. Det har betydning for vores følelse af komfort. Og der er heldigvis rigtig meget, vi selv kan gøre for at sikre eller forbedre indeklimaet. Huske udluftning, brug emhætten når der tilberedes mad, tør tøjet udendørs etc.
Indeklimaet er i fokus, når boligejere ønsker at renovere deres boliger fra for eksempel 70'erne, 80'erne og 90'erne. Mindre støv er et af de forhold, der kan forbedre indeklimaet. Skal vi så gøre mere rent? Ja det kan være en mulighed, men vi kan også sikre, at vores bolig er nemmere at holde ren og ikke så "støvvenlig". Her er gulvvarme rigtig godt, da en bolig uden radiatorer tiltrækker mindre støv, og er nemmere at holde ren.

Hurtig gulvvarme

En jævn temperatur er ligeledes godt for indeklimaet, og det sikrer en opvarmningsløsning med gulvvarme. Styringsmæssigt er traditionel gulvvarme dog ikke så hurtigt reagerende, hvilket betyder, at nogle forbrugere foretrækker en radiatorløsning.

Quick Heat gulvvarme er udviklet til renoveringsprojekter. Der fræses riller i det eksisterende betongulv, og gulvvarmeslangerne lægges allerøverst i betonen. Denne installationsmetode betyder, at reaktionstiden er næsten lige så hurtig som ved traditionelle radiatorløsninger. Ved de ældre traditionelle gulvvarmeløsninger ligger gulvvarmerørene i 75-80 mm's dybde - ved Quick Heat gulvvarme placeres gulvvarmeslangerne øverst i konstruktionen. Dette sikrer den hurtige reaktionstid styringsmæssigt.
Så Quick Heat er både godt for indeklimaet og høj på brugervenlighed.

Hos Cx & tekniq er vi klar som bygherres uvildige kontrolinstans på tekniske installationer inden ibrugtagning af bygninger.

Fra 1. juli 2017 er der udstedt krav om funktionsafprøvning på følgende bygningsinstallationer:

- Ventilationsanlæg
- Varme- og køleanlæg

Cx & tekniq
sammenhæng balance

Vores team af fagspecialister yder rådgivning til udformning af installationer, så alle nødvendige parametre kan måles nøjagtig og som er med til at indeklimaet forbedres optimalt.

Vi har desuden alt måleudstyr og en faglig teknisk erfaring, der er nødvendigt til gennemførelse af performance tests og funktionsafprøvning.

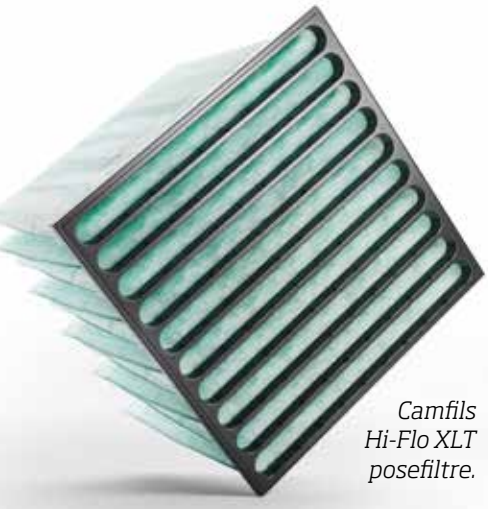
Ring til os på tlf. 43 31 26 20 eller se mere på www.cxt.dk

Commissioning - Driftsoptimering - Indregulering/balancering - Måling og dokumentation

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Posefiltre reducerer ressourceforbrug

Sky-Light, en af Europas førende folie- og emballageproducenter, udvikler og optimerer emballager og folier til medicinal- og fødevareindustrierne med ekspertise i genanvendelse og bæredygtighed



Camfils Hi-Flo XLT posefiltre.

Folieproduktion hos Sky-Light A/S.

Camfil kontaktede Sky-Light med henblik på energioptimering af virksomhedens eksisterende ventilationsanlæg. Allan Schultz Møllgaard, VH teamleder hos Sky-Light, var interesseret i at høre mere, og derfor udarbejdede Camfil LCC-beregninger via et simuleringsprogram for at se, om det var muligt at opnå energibesparelser.
Det benyttede program beregner totalomkostningerne (TCO) ud fra input om blandt andet luftmængde, størrelse på filtre, driftstid, filterklasse (ISO 16890) og kWh-pris.
I Sky-Lights tilfælde blev beregningerne lavet ud fra de filtre, der allerede var installeret i ventilationsanlæggene på daværende tidspunkt og Camfils Hi-Flo XLT posefiltre, der er udviklet til at levere en god indendørs luftkvalitet og samtidig opnå energibesparelser.

Effektiv test og gode resultater
Resultatet i beregningsrapporten var så positivt, at Allan Schultz Møllgaard ønskede, at Sky-Light selv testede Camfils Hi-Flo XLT-filtre med 12 helmodulsfiltre i ét af Sky-Lights 12 ventilationsanlæg (VE-03).
Testen løb over hele 23 uger, før det var tid til at skifte Camfils filtre. Til sammenligning skulle de tidligere installerede filtre udskiftes to gange inden for samme tidsrum. Ifølge Sky-Lights egne beregninger er der opnået en god besparelse på 16 procent i kWh.
Derudover spares der også på arbejdsforbrug, da Camfils filtre ikke skal skiftes så ofte og dermed heller ikke indkøbes så ofte - samt det er en mere bæredygtig løsning, da der vil generes mindre affald i kraft af de færre filterskift.
Det positive resultat har været afgørende for, at virksomheden er interesseret i fremadrettet at skifte alle ventilationsanlæg til Hi-Flo XLT-filtre. Et skifte, der er lige i deres ånd, hvor fokus netop er miljø og ressourcer.

Udvikling i løbet af testperioden.

Feel good inside Swegon

Henrik Lassesen
Luftakrobat og Country manager.

Mød nogle af ventilationsbranchens mest erfarne luftakrobater.

AAF/Dinair er en af verdens førende producenter af luftfiltre. Koncernen har flere end 3.000 ansatte i 22 lande. Vi har over 100 års erfaring og en vision om til stadighed at være verdens førende inden for luftfiltre og luftfilterløsninger. Vores produkter produceres bæredygtigt med fokus på energibesparelser og effektivitet iht. ISO16890 og EN1822. Vores eFRM HEPA filtre (membran filtre) er godkendt til pharma og renrum m.m. og kan give besparelser på op til 50%. Disse historier og mange andre, uddyber vi gerne ved lejlighed.

Kontakt en af luftakrobaterne i AAF Danmark på tlf.: 70 26 01 66 eller check: aafeurope.dk

AAF® INTERNATIONAL

Vaillant

Mere viden
Flere færdigheder
Mere succes

NYHED! Vaillant Academy

En platform, der tilbyder en bred vifte af digitale og fysiske uddannelsesmuligheder - skræddersyet til dig og din virksomhed.

Vaillant Academy hjælper dig med at få en bedre forståelse af komplekse systemer og produkter og med løbende opdatering af din tekniske viden og ekspertise.

Alt med et enkelt mål: at give dig de bedste forudsætninger for at yde og tilbyde den bedst mulige support for dine kunder.

1

Mere bekvemmelighed

Vaillant Academy er tilgængelig 24/7, hvilket betyder, at du nemt og fleksibelt kan få adgang til vores brede udvalg af uddannelsesmateriale til enhver tid.
Fra instruktionsvideoer til e-learning til booking af dit næste kursus - vores platform gør det utrolig nemt at finde den løsning, der passer bedst til dig og din virksomhed.

2

Mere fleksibilitet

Vi tilbyder en kombination af kurser, der foregår både fysisk og online, hvilket giver dig **større fleksibilitet til at integrere træningen i din tidsplan.** Uanset om du er hjemme eller på kontoret, kan du når som helst bruge platformen til at booke dit næste kursus eller se på de muligheder, der tilbydes.

3

Mere individualitet

Med et uddannelsesforløb, der er skræddersyet specifikt til dine evner og personlige interesser, tilbyder Vaillant Academy en personlig tilgang til læring sammen med individuelle uddannelsesanbefalinger og individuelle læringsforløb, der er designet til dig og din virksomhed.

4

Mere succes

Vaillant Academy giver dig mulighed for at holde styr på dit uddannelsesforløb. Du arbejder dig frem via individuelt uddannelsesforløb, der løfter dine teoretiske og praktiske færdigheder til det næste niveau, lige fra din allerførste træningsevent og frem til du modtager dit certifikat.

SKAB TILFREDSE KUNDER - STYRK DINE KOMPETENCER

Sådan kommer du i gang?
Som Certificeret installatør har du allerede adgang til Vaillant Academy.
Log ind med dine eksisterende oplysninger og start din træning i dag.
Er du endnu ikke partner? Scan QR-koden i dag.

PRODUAL
measure-be sure.

Næste skridt i bæredygtig ventilation

I en verden, hvor bæredygtighed og komfort går hånd i hånd, er der en virksomhed, der er blandt frontløberne inden for ventilationssystemer til skoler, institutioner og andre bygninger med mange brugere. InVentilate, en dansk virksomhed med mere end et årti i branchen, har skabt et gennembrud inden for bæredygtig ventilation med deres system kaldet Performance+. Denne artikel vil udforske Performance+

Af Lasse Andersen, salgschef, InVentilate

Traditionelt har ventilation i skoler og institutioner været forbundet med et netværk af rør, der strækker sig gennem lofter og lokaler. Men denne traditionelle tilgang er i stigende grad blevet udfordret af ny teknologi og et skifte mod mere bæredygtige løsninger. InVentilate har taget fat i dette skifte og udviklet Performance+, et ventilationssystem, der kan ændre den måde, vi tænker på indeklima.
Performance+ adskiller sig på flere måder. For det første har det en markant energibesparelse sammenlignet med centrale ventilationssystemer. Ifølge

> En høj grad af komfort er afgørende for ethvert indendørsmiljø, især i skoler og institutioner, hvor elever og personale tilbringer mange timer om dagen. Systemet gør det muligt at fokusere på undervisning og arbejde uden at blive distraheret af ubehagelige støjgener eller træk fra ventilationssystemet

Sebastian Jacobsen, udviklingsingeniør hos InVentilate, har de formået at reducere energiforbruget med imponerende 90 procent sammenlignet med traditionelle centrale anlæg. Dette er en betydelig præstation og markerer en vigtig milepæl i retning af mere bæredygtige bygninger.
Systemet er bygget op omkring et lav-

Performance+ integreret som en naturlig del af Troldtekt-loftet på Skåde Skole.

tryksystem med et meget lavt tryktab, og derved bruger det ikke en masse energi på at presse luften rundt i rør som i traditionelle systemer. I stedet benytter Performance+ fordelen af, at det er et facadeintegreret ventilationssystem, som gør det muligt at opnå en SEL-værdi på kun 250 J/m^3. Dette er markant lavere end de 2.100 J/m^3, der er kravet til luftskifte i klasseværelser ifølge bygningsreglement BR18.
Dette betyder, at Performance+ ikke kun leverer frisk luft, men også gør det på en måde, der er skånsom for miljøet og budgettet. Systemet er ydermere designet med brugervenlighed for øje, dvs. at der er fuld adgang til service af hele systemet nedefra. Dette reducerer driftsomkostningerne og gør systemet til en økonomisk attraktiv løsning på lang sigt.

Høj komfort
Ud over energibesparelserne fokuserer systemet på komfort. Et af aspekterne af det decentrale ventilationssystem er, at det skaber en behagelig indendørs atmosfære uden træk. Dette opnås ved at blæse luften ind med kun 0,075 meter per sekund, hvilket er 50 procent mindre end kravene. Dette betyder, at de, der opholder sig i rummet, ikke føler ubehagelige træk, mens de nyder godt af frisk luft.
En høj grad af komfort er afgørende for ethvert indendørsmiljø, især i skoler og institutioner, hvor elever og personale tilbringer mange timer om dagen. Systemet gør det muligt at fokusere på undervisning og arbejde uden at blive distraheret af ubehagelige støjgener eller træk fra ventilationssystemet.

Feel good inside Swegon

Opnå det ideelle indeklima med GK

GK Danmark er din erfarne partner for et sundt indeklima og et effektivt energiforbrug – og med GK Cloud kan vi hjælpe med at løfte jeres bygningsdrift til næste niveau

Et optimalt indeklima er afgørende for trivsel og produktivitet. Uanset om I er en virksomhed, uddannelsesinstitution, sundhedscenter eller idrætshal kan GK hjælpe med at designe, projektere og installere et ventilationssystem, der passer jeres behov. Vi sørger for, at systemet er korrekt dimensioneret, energieffektivt og overholder alle gældende miljøstandarder.

Din ekspert i fremtidens ventilation
Hos GK er vi eksperter i at udvikle ventilationssystemer, som reducerer energiforbruget og begrænser CO2-udledningen. Vil I løfte jeres bygningsdrift til næste niveau, kan vi også tilbyde GK Cloud – en integreret løsning, der kan reduceres jeres energiforbrug med 20-25 % og muliggøre optimering af alle tekniske installationer i bygningerne via skyen.

Kontakt os allerede i dag på tlf. 66 14 24 12 og lad os drøfte, hvordan vi sammen kan finde den optimale løsning til dit indeklima. Sammen skaber vi et bedre arbejdsmiljø for alle.

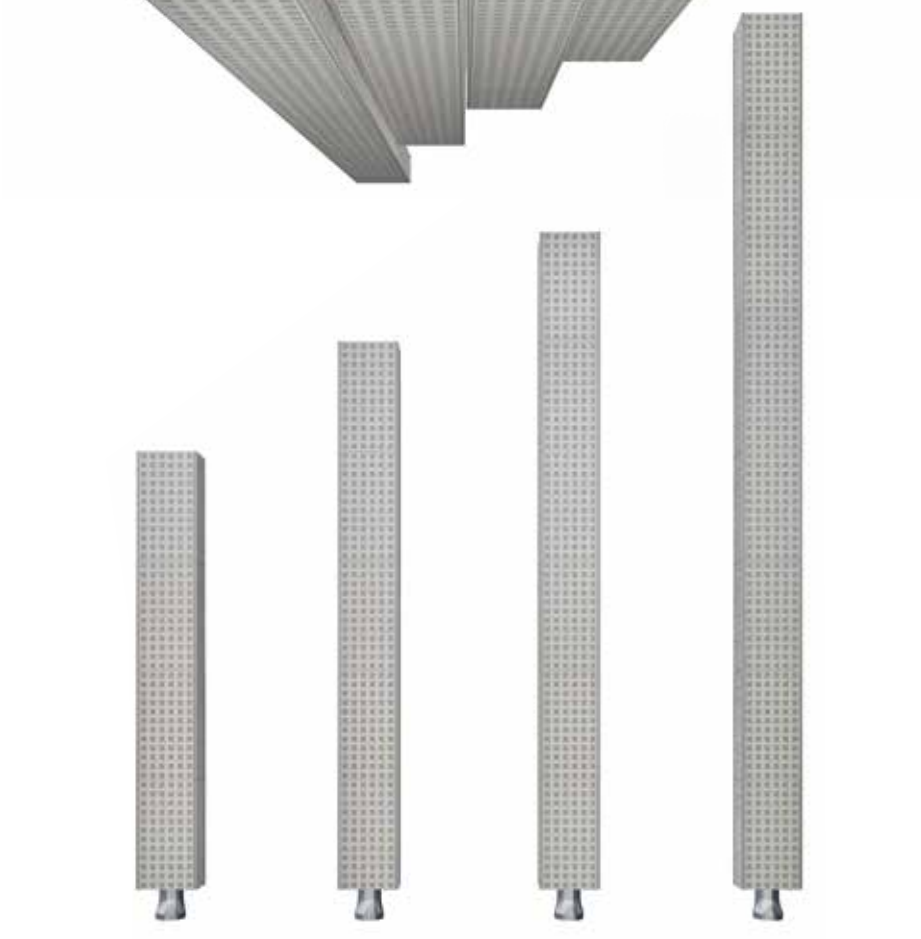
gk.dk

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Fleksibel installation
Performance+ tilbyder også en høj grad af fleksibilitet i installationen. Systemet er kompakt og kan nemt integreres i klasseværelser og lokaler under klimarenoveringer. For arkitekter og bygherrer åbner dette op for en bred vifte af muligheder for at tilpasse systemet til forskellige bygningsstrukturer og æstetiske krav. Ud over de traditionelle installationer kan det også hænges op i wirer og tilpasses rummets længde, hvilket giver arkitekter en hidtil uset frihed til at designe indeklimaet på den mest hensigtsmæssige måde.

Svanemærke-godkendelse
Performance+ er godkendt til svanemærket byggeri. Dette anerkender systemets bæredygtighed og dets positive indvirkning på miljøet. InVentilate har dermed demonstreret, at effektivitet og bæredygtighed kan gå hånd i hånd inden for ventilationssystemer.

På Ørslevkloster Skole er Performance+ installeret over et nedhængt Knauf-loft, hvilket viser systemets alsidighed i forhold til installation.



> Systemet er kompakt og kan nemt integreres i klasseværelser og lokaler under klimarenoveringer.

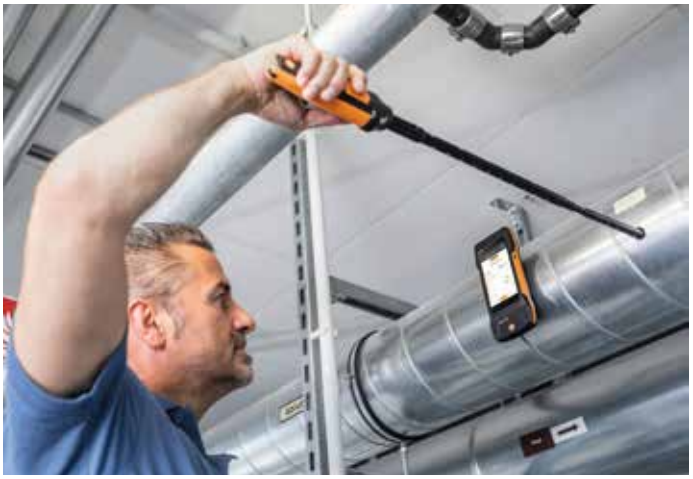
Cases og anvendelser
InVentilate Performance+ har allerede fundet vej til flere skoler og institutioner rundt omkring i landet. Et eksempel er Skåde Skole, hvor systemet er integreret som en naturlig del af Troldtekt-loftet. På Ørslevkloster Skole er Performance+ installeret over et nedhængt Knauf-loft, hvilket viser systemets alsidighed i forhold til installation.

Konklusion
InVentilate Performance+ er et skridt mod en mere bæredygtig fremtid inden for byggeindustrien. Dets teknologi, store energibesparelse, høje komfortniveau og fleksible installationsmuligheder gør det til et værdifuldt værktøj for arkitekter, bygherrer og samfundet som helhed.
Som vi bevæger os mod en tid, hvor bæredygtighed og komfort er af afgørende betydning, er InVentilate Performance+ en løsning, der lever op til disse krav inden for indeklima i skoler, institutioner og andre bygninger med mange brugere.

Feel good inside Swegon

Multiinstrument til lufthastigheds-, indeklima- (IAQ) og referencemålinger

Testo 400 er et multiinstrument til lufthastigheds- og IAQ-målinger inden for alle områder, og imponerer med smart teknologi, hurtige aflæsninger og praktiske anvendelsesmuligheder.
Med Testo 400 har Testo uden tvivl udvidet sit sortiment af måleteknologi til volumen flow- og komfortniveaumålinger. Den universelle Testo 400 er ikke bare smartere, hurtigere og bedre - den kan også kombineres med Testos omfattende udvalg af måleudstyr til IAQ-målinger. Udvalget af følere til Testo 400 er blandt det største på markedet. Dertil kommer, at Testo Smart Probes trådløse følere kan tilsluttes Testo 400. Testo 400 tilbyder innovative funktioner, som letter brugerens arbejde på enhver måde,



og gør det muligt at udføre dokumenterede målinger, som overholder standarder.

Hurtigt videre
Med Testo 400 kan du hurtigt og nemt udskifte følere under målingen. Dermed undgår du irriterende genstart af måleinstrumentet og ventetid til boot og slukning.
Testo 400 har en brugervenlig menustruktur og en entydig måleguide til målinger, som hjælper brugeren sikkert og nemt gennem hele applikationen. Et trafiksignal-system evaluerer måleresultaterne objektivt og entydigt - om de overholder standarden, så du får fejlfrie måleresultater inden for volumen flow og komfortniveau.

Universal anvendelse
Takket være det store udvalg af følere, kan alle IAQ-, ventilations- og komfortniveaumålinger foretages præcist og pålideligt. IAQ-udvalget inkluderer digitale Bluetooth-følere, digitale kablede følere, Testo Smart Probes trådløse følere, såvel som NTC og TC temperaturfølere (Type K). Fem digitale højpræcisions PT100 temperaturfølere indgår som noget nyt også i udvalget af følere.
Testo forhandles af Buhl & Bønsøe.

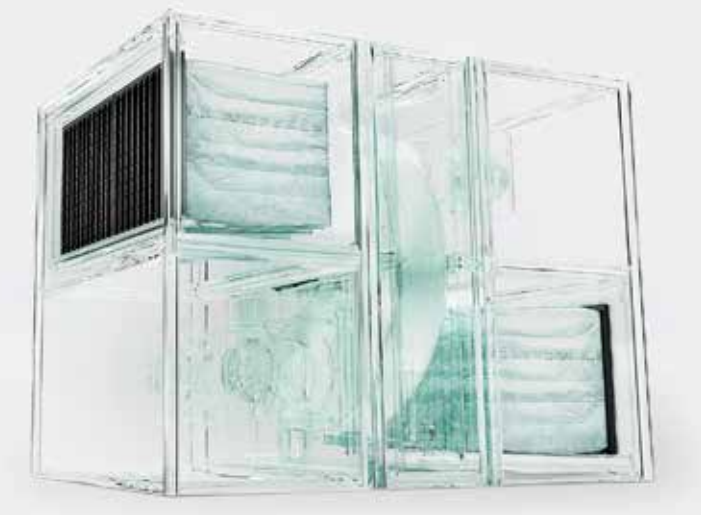
HI-FLO NEXT GENERATION

Det bedste bliver bedre.

Reduceret energiforbrug
12% ift. den tidligere Hi-Flo-generation
30% ift. branchegennemsnittet

Forbedret CO_2-aftryk
25.620 tons CO_2-reducering

Fokus på bæredygtighed
Data på EPD (miljøvaredeklaration) er tilgængelig



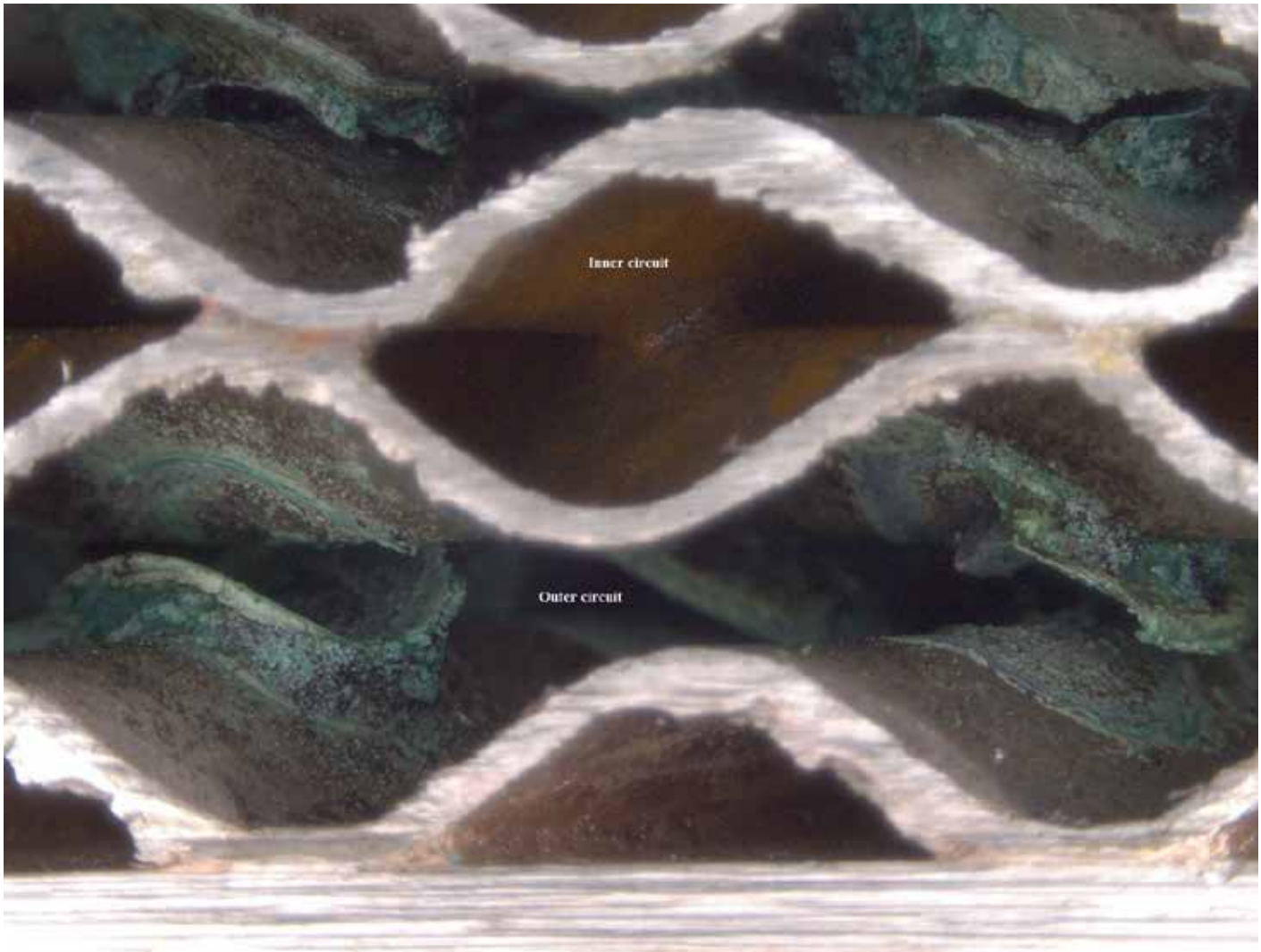
www.camfil.dk/hi-flo

camfil

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Vandkvalitet
i varme- og kølesystemer

I industrielle systemer, som anvender loddede pladevarmevekslere, er korrekt vandbehandling essentielt for at sikre systemets effektivitet og pålidelighed gennem hele dets levetid



Varmevekslere bruges til forskellige funktioner i et varme- eller kølesystem, hvor de fungerer som for eksempel kondensatorer, fordampere, olie- eller gaskølere.

For at optimere anlæggets driftseffektivitet skal vandkvaliteten i et køle- eller varmesystem, som for eksempel fjernvarme, være fri for aflejringer og korrosion. Hvis vandkvaliteten forringes, opstår der risiko for snavs og aflejringer samt korrosion, hvilket har en direkte effekt på effektiviteten af en indbygget loddet pladevarmeveksler.
En loddet pladevarmeveksler består af korrugerede plader, der tilsammen skaber kanaler, hvorigennem et varmt og et koldt medium, typisk vand, kan udveksle energi. Varmevekslere bruges til forskellige funktioner i et varme- eller kølesystem, hvor de fungerer som for eksempel kondensatorer, fordampere, olie- eller gaskølere.
Snavs og aflejringer kan opstå, når væsken, der strømmer gennem en varmeveksler, indeholder rester af snavs, olie, fedt eller organiske aflejringer, som kan efterlade en belægning på den varmeoverførende flade. En belægning af kalk på blot 1 mm kan reducere effektiviteten med op til 8 procent.
Sweps varmevekslere er selvrensende, idet deres plademønstre skaber et højt niveau af turbulens, hvorved der skabes konstant høj friktion, som holder vekslerens overflader rene.

Reducerer funktionaliteten
Korrosionsskader skyldes en kemisk ▷

Feel good inside Swegon

Luft-til-vand varmepumper fra Clivet

Energieffektive, lydsvage, certificerede, driftssikre

Edge EVO 2.0 monoblock | Sphera EVO 2.0 all-in-one / box

- Kapaciteter fra 4 til 30 kW
- A+++ | A++
- SCOP optil 5,2 | 3,7
- Lavt lydniveau
- Indbygget WIFI
- Fuld DC inverter
- Kølemiddel R32
- Indregulering via USB-stik
- Optil 6 enheder i kaskade
- Produktion af varmt brugsvand optil 65 °C
- Mulighed for ekstra varmelegeme til ekstreme temperaturforhold
- Eurovent og Keymark certificeret

Særligt tilbud lige nu

Se mere og køb online
www.hjj.dk/clivet

Produkter direkte fra eget lager
- bestil i dag med hurtig levering.

H · JESSEN JÜRGENSEN A|S

Tlf.: +45 70 27 06 07 • info@hjj.dk • www.hjj.dk

Ballerup
Tempovej 18-22
2750 Ballerup

Kolding
Niels Bohrs Vej 1
6000 Kolding

Aarhus
Johann Gutenbergs Vej 11-13
8200 Aarhus N

PRODUAL
measure-be sure.

Korrosionsskader skyldes en kemisk reaktion mellem et metal og dets omgivelser. Korrosion reducerer funktionaliteten i materialet eller det system, som materialet er en del af.

> Risikoen for korrosionsskader afhænger i høj grad af materialevalg. Rustfrit stål, som hyppigt bruges i fjernvarmesystemer, har generelt en høj korrosionsbestandighed, men kan være følsomt over for et højt kloridindhold i vandet

reaktion mellem et metal og dets omgivelser. Korrosion reducerer funktionaliteten i materialet eller det system, som materialet er en del af. Konsekvenserne kan være blokerede termostatventiler, defekte cirkulationspumper og tilstoppede varmevekslere, hvilket reducerer ydeevnen og sænker systemets samlede effektivitet.

Risikoen for korrosionsskader afhænger i høj grad af materialevalg. Rustfrit stål, som hyppigt bruges i fjernvarmesystemer, har generelt en høj korrosionsbestandighed, men kan være følsomt over for et højt kloridindhold i vandet. De fleste Swep-varmevekslere bruger kobber som loddemateriale, hvilket generelt er korrosionsbestandigt i forhold til fjernvarmevand. Men hvis vandkvaliteten forringes over tid, kan kobber begynde at korrodere eller udvaskes i vandet.

En belægning af kalk på blot 1 mm kan reducere effektiviteten med op til 8 procent.

Realtidsovervågning

Konstant monitorering af mulig korrosion er afgørende for at undgå skader og produktnedbrud. Korrosionsprøver bør løbende udtages for at sammenligne måleresultater med tidligere resultater og derved monitorere udviklingen af korrosion over tid. Normalt bruges et årligt gennemsnit til at måle korrosionshastigheden i et system.

Realtidsovervågning bør anvendes gennem et vandbaseret systems fulde levetid - fra rengøring før ibrugtagning og løbende under drift.

En gennemsnitlig årlig korrosionshastighed under 7 pm/år repræsenterer en lille risiko for korrosionsskader, 7 pm/år til 21 pm/år indikerer, at korrosionsskader er sandsynlige, og >21 pm/år viser en betydelig risiko for systemfejl.

Realtidsovervågning bør anvendes gennem et vandbaseret systems fulde levetid - fra rengøring før ibrugtagning og løbende under drift. Dette sikrer dels, at systemet overdrages til slutbrugerne i den bedst mulige stand, og dels at systemet overvåges kontinuert, således at levetiden forlænges.

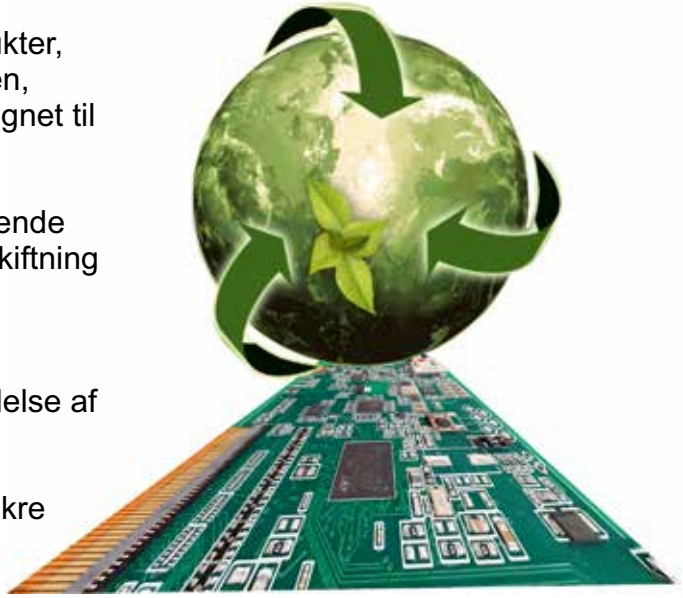
Feel good inside Swegon

Ventilationsløsninger med omtanke

Er du klar til at løfte dit næste projekt ud over blot indeklimaet? LS Control-produkter hjælper dig med at skabe en komfortabel og grønnere fremtid.

Miljøcertificeret: Vi er stolte af at være miljøcertificeret efter TÜV 14001:2015. Det bekræfter vores engagement i ansvarlig produktion og en mere miljøvenlig fremtid.

Optimeret Indeklima: Vores målsætnig er at levere produkter, der skaber det bedst mulige indeklima i hjemmet, industrien, institutioner og på arbejdspladsen. Vores løsninger er designet til at minimere energiforbrug og sikre energieffektiv drift.

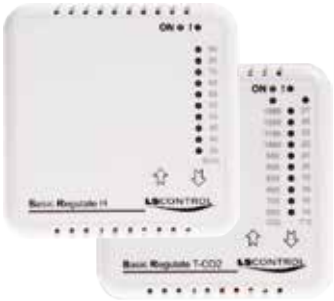


Holdbare løsninger: Produkter fra LS Control har enestående lang levetid, hvilket betyder færre ressourcer spildt på udskiftning og bortskaffelse.

Bidrag til genanvendelse: Som stolte medlemmer af EL-returordningen spiller vi vores rolle i at fremme genanvendelse af elektronik.

Du kan stole på LS Controls produkter, når du ønsker at sikre det bedst mulige indeklima for dine kunder.

Et par forslag til dit næste projekt



BasicRegulate
Kombineret sensor og regulator til styring og regulering af 1 rum.

Leveres til regulering efter temperatur, fugtniveau eller en kombination af temperatur og CO_2

ModBus Sensor
Sensor velegnet til CTS og BMS anlæg med central styring af ventilation.

Leveres i kombinationen temperatur / fugtniveau (RH) eller temperatur / fugtniveau (RH) / CO_2

MultiController
Regulator, der løser de fleste ventilationsopgaver.

Har integreret display, ugekalender med op til 10 skift pr. dag. Kvikopsætning konstant temperatur, CO_2 mm.

Se de mange muligheder på lscontrol.dk/produkter
Køb LS Control produkter hos din grossist

LS Control A/S · Industrivej 12, Gelsted · DK-4160 Herlufmagle · tel. +45 5550 5550 · lsc@lscontrol.dk · www.lscontrol.com

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Ny varmeventilator er klar til fremtidens varmekilder

En stigning af varmepumper i industri- og erhvervsbyggerier er en betingelse for det fremtidige energisystem. Sådan er virkeligheden i Danmark, og derfor er der høje og øgede krav til varmeprodukter. Nu er den stærke nyhed, Luna varmeventilator, landet

På Nordens største VVS-messe i Odense i maj kunne Anteco Thermo Trade A/S for første gang præsentere varmeventilatoren Luna fra Flowair. En ventilator med prisvindende design, energioptimering og drift gennem luft til vand-varmepumper og andre lavtemperatur-varmekilder. En ventilator, som direktør Nis Pedersen for Anteco Thermo Trade A/S, spår en spændende fremtid.

- Danmark er ofte et foregangsland, når der bliver introduceret nye energiformer, og vi har i mange år været helt fremme på lavtemperatur-fjernvarme, som har stor udbredelse i industri- og erhvervsbyggerier. I dag vinder varmepumper i stigende grad ind til rumopvarmning i erhvervsbyggerier, og det stiller særlige krav til varmeprodukter til danske varmeinstallationer, som i høj grad har behov for høj afkøling eller mulighed for at bruge lave temperaturer i varmesystemet, konstaterer Nis Pedersen fra den odenseanske virksomhed.

> Danmark er ofte et foregangsland, når der bliver introduceret nye energiformer, og vi har i mange år været helt fremme på lavtemperatur-fjernvarme, som har stor udbredelse i industri- og erhvervsbyggerier

Vil du nyde komforten i hvert hjørne af din erhvervsbygning, din butik eller dit kontor? Er miljøet vigtigt for dig, og vil du gerne reducere dit energiforbrug? Mød Luna, der kombinerer behagelig temperatur og høj æstetik.

En varmeventilator bliver anvendt i for eksempel udstillinger og detailhandelslokaler, men også i lager- og produktionshaller, værksteder og sportshaller.

Anteco Thermo Trade A/S leverer opvarmningsløsninger til dansk industri og servicesektor og er ansvarlig for Flowair-produkter på det danske marked.

Fra nye varmekilder til nye varmeventilatorer

Anteco Thermo Trade A/S har længe efterspurgt varmekaloriferer fra deres leverandører, der endnu bedre kan ho-

Feel good inside Swegon

Fieldpiece

Gør dit arbejde lettere, hurtigere og bedre

Introduktion af Fieldpiece-slanger

A2L COMPATIBLE

Udfør dit kvalitetsarbejde med vores slanger. Vores slanger er lavet med en tyk 4-lags konstruktion. Den tredobbelte krympning med fuld ring gør den perfekt til både små og store opgaver. Fuldend din Fieldpiece-pakke med vores slanger, så du kan udføre dit arbejde nemmere, hurtigere og bedre.

www.fieldpiece-europe.com

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

norere de ekstra krav til at levere varme og køling, som blandt andet varmepumperne stiller. Derfor er det også med en pæn portion begejstring, at Luna varmeventilator nu er en del af sortimentet.
- Vi har hidtil klaret os godt med vores eksisterende serie af varmeventilatorer, der - alt afhængig af model - kan specificeres til både kedler, lavtemperatur-fjernvarme og varmepumpe. Men den nye model kan både levere varme og køling og er særdeles interessant til lavtemperatur. Den vil give os en endnu bedre mulighed for at vælge det rette produkt til den rette varmekilde, fortæller Nis Pedersen.

Præsentation og priser
Siden præsentationen på VVS-messen har interessen for varmeventilatoren været stor. Faktisk kalder Nis Pedersen den nye model for en af de mest gennemarbejdede produktnyheder, de længe har set hos Anteco Thermo Trade A/S.

Luna bliver betjent af Flowair T-box Zone, der er en intuitiv og programmerbar controller med mange muligheder for at betjene varmeventilatoren både automatisk eller manuelt. T-box Zone kan tillige arbejde sammen med eksisterende bygningsautomatisering, hvilket giver flere fordele i større byggerier.

Det skyldes ikke kun produktets funktion, men i høj grad også designet, der har vundet den anerkendte Red Dot Design Award i 2023.
- Det er ret unikt, at en varmekilde vinder en designpris, og samtidig er det sjældent med muligheden for at installere tekniske installationer i moderne byggerier, der tilmed ser pæne ud. Ikke mindst når man ser på produkter som varmeventilatorer, fortæller Nis Pedersen, og tilføjer, at Flowair faktisk har en flot forhistorie med at vinde designpriser. De har flere gange tidligere vundet både Red Dot-prisen og iF-designprisen.

Luna kan leveres i standardfarverne hvid og sort, og du kan derfor oftest finde en model, der passer godt ind i den omgivende indretning.

> Vi har hidtil klaret os godt med vores eksisterende serie af varmeventilatorer, der - alt afhængig af model - kan specificeres til både kedler, lavtemperatur-fjernvarme og varmepumpe. Men den nye model kan både levere varme og køling og er særdeles interessant til lavtemperatur

Når design og funktion går hånd i hånd
Under udviklingen af Luna har der netop været fokus på optimering af indeklimaet, og varmeventilatoren kan levere både varme og køling eller en kombination af begge dele.
Det er ifølge Nis Pedersen særdeles interessant ved montering i forbindelse med luft til vand-varmepumper, der oftest både kan varme og køle.
- Luftstrømmen reguleres og optimeres via en avanceret styring, som sammen med en EC-motor optimerer energiforbruget og reducerer støjniveauet. Samtidig har den en automatisk og justerbar 360-graders luftdyse, der sikrer en ensartet luftfordeling - uanset enhedens driftstilstand eller rumhøjde, siger Nis Pedersen, som også peger på, at varmeventilatoren er monteret med et indsugningsfilter og kan hænge både frit eller integreres i loftet. Han uddyber:
- Luna giver god komfort året rundt. Det vil sige køling om sommeren og effektiv opvarmning om vinteren. Den kan naturligvis også benyttes i fjernvarmeinstallationer, hvis man har fokus på opvarmning, men stadig ønsker et lækkert design. Her bruger vi en speciel udgave, der har fokus på varmedelen.

Flere produkter i paletten
Varmeventilatoren bliver betjent af Flowair T-box Zone, der er en programmerbar controller med mange automatiske optimerings-, regulerings- og integrationsmuligheder. Det er også muligt selv at justere luftstrømmen via controlleren, der har en nem, overskuelig og intuitiv brugerflade.
- Den kan også kan tale sammen med andre produkter fra Flowair - for eksempel lufttæppet ELiS AX. Fordelen ved netop dette lufttæppe er, at det ligeledes er udviklet til brug, hvor en luft til vand-varmepumpe er energikilden eller til brug ved andre energikilder med lav fremløbstemperatur eller behov for høj afkøling. Ved sammenspil mellem varmekilde og lufttæppe kan man prioritere og styre indeklimaet i bygningen, så det altid er optimeret efter forholdene, forklarer Nis Pedersen og slutter:
- I en tid hvor nye lavtemperatur-energikilder stiller større krav til varmeprodukterne, er det særdeles vigtigt at have produkter i paletten, der kan benyttes bredt. Luna produceres i tre udgaver, og ELiS AX produceres i 16 forskellige versioner, så man kan oftest ramme den enkelte virksomheds behov ret godt.

Feel good inside Swegon

Flowmåletragt med markedets laveste vægt

Ventilationssystemer skal sikre et godt indeklima til arbejde og produktion. Dårligt indeklima er ikke kun en trussel mod produktionen; det kan i værste tilfælde også skade medarbejdernes helbred. Derfor er ventilationsanlæg underlagt strenge krav og retningslinjer.
Med Testo 420 flowmåletragt kan man nu, ubesværet og mere effektivt end nogensinde før, nemt opfylde retningslinjerne for hygiejne og indeklima i industrien, kontorer eller renrum.
Testo 420 fra Buhl & Bønsøe vejer kun 2,9 kilo og er dermed markedets letteste model. Det gør det lettere at udføre hyppige målinger i mange rum samt over hovedhøjde.
Testo 420 har en stor målepræcision, og især ved hvirveldiffusorer reduceres de sædvanlige måleusikkerheder væsentligt - på grund af tragtens evne til at ensrette luftstrømmene.

Brugervenligt design
Flowmåletragten er designet med solide håndtag i to sider, som gør det nemt at holde tragten hen over indblæsnings- og udsugningsarmaturer. Til flowmåleren fås stativ på hjul, der kan indstilles i højden og let køres rundt fra målested til målested.
Du kan bruge mobile enheder via app som et andet display eller fjernbetjening. Og du kan oprette og sende målerapporter direkte på stedet.

Ring og hør, hvordan vi kan hjælpe dig

OPTIMALT INDEKLIMA
VED HJÆLP AF BEFUGTNING

Vi er dine eksperter i:
- Styring af luftfugtighed
- Befugtning og affugtning
- Forbedring af indeklima
- Energibesparelser med evaporativ køling
- Professionelle måleinstrumenter
- Indeklimamåling / overvågning

Vær på forkant med vinteren, hvor luftfugtigheden falder

Når vintermånederne nærmer sig, falder luftfugtigheden udenfor. Vores befugtere sikrer, at luftfugtigheden bliver reguleret og styret med stor præcision til gavn for virksomheder, institutioner, produktioner og brugere af bygninger, der har udfordringer med indeklimaet.

Særligt statisk elektricitet giver store problemer med bl.a. støv, svingende produktkvalitet og driftsstop i produktionsfaciliteter.

Condair producerer og sælger avancerede systemer og anlæg til overvågning og styring af luftfugtigheden. Vi er specialister i befugtning og måleinstrumenter til professionelt brug.

Vores IoT-sensorer kan måle både CO2, temperatur, luftfugtighed, VOC'er, partikler, radon, lys, støj og lufttryk.

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

Kontakt os
Telefon 8788 2100
www.condair.dk

SE MERE HER

condair

PRODUAL
measure-be sure.

Skal man vælge nyt eller renovere det gamle? Det kommer an på så meget, men er anlægget over 10-15 år gammelt, bør man under alle omstændigheder enten renovere eller skifte til nyt.

Energibesparende ventilation

Det lyder måske som en modsætning - det er det ikke. Både ved proces- og komfortventilation er der store muligheder for energiforbedringer at hente, især ved ældre eller intet anlæg. Det bedste indeklima får man netop ved ventilation, og den bedste og mest energirigtige ventilation opnås når kun den nødvendige luftmængde udskiftes

Der er store besparelser at hente på at vedligeholde og optimere sit ventilationsanlæg. Det kan gøres ved at montere styrings- og reguleringsprodukter, der ved korrekt indregulering, sikrer den mest optimale drift.
Ved procesventilation bør der kun fjernes luft, når der er forurenende luftkilder, så der ikke udsuges unødige mængder af opvarmet eller kølet luft, så den balancerede luft i lokalet påvirkes unødigt. Samtidig er der krav og regler angivet af blandt andet Arbejdstilsynet til overvågning og sikkerhed i forbindelse med procesventilation.
Disse foreskriver, at der skal anvendes en procesvagt, der angiver, om udsugning i forbindelse med proces fungerer korrekt. Det kan også spare energi, idet procesvagten alarmerer ved for højt tryk (filtre er stoppet) eller for lavt tryk. Alarmen indikerer, at der er ubalance i ventilationssystemet, som koster energi. For den mest energioptimerede løsning er det vigtigt, at procesventilationen kun kører, når der er behov, og at erstatningsluften er i tilpasset balance.

Ventilationsalarm indikerer, at der er ubalance i ventilationssystemet, som koster energi.

Tænk i behovsprofiler
Hos LS Control har vi i mange år arbejdet målrettet med at udvikle og producere komponenter til at sikre korrekt ventilation, uden at gå på kompromis med komforten, og hvor energiforbruget holdes så lavt som muligt. Det opnås ved effektive ventilationsalarmer, samt styringer og reguleringer, der udstyres med mulighed for tilslutning af forskellige følere, der sørger for, at driftsniveauet på ventilationsanlægget er tilpasset den aktuelle situation i rummene.
Ud over at regulere efter de traditionelle ▷

Feel good inside Swegon

DAIKIN

altherma

BLUEVOLUTION

Den perfekte monoblok

Daikin Altherma 3 M - ideel løsning, kræver meget lidt plads

- Daikin Altherma 3 M tilbyder de mest kompakte løsninger til boliger, hvor pladsen er sparsom
- Passer let ind under et vindue
- Det lyse design falder let ind i omgivelserne
- Kræver ingen indendørsenhed
- Kombineres let med vores ståltanke til varmt brugsvand
- Let at installere. Den nye drejekontaktboks giver let adgang til elektriske og hydrauliske komponenter
- Ved brug af R-32 kølemiddel tilbyder denne løsning en lavere GWP værdi
- Findes i klasse 4-6-8 i dette design, men findes også i et andet design i klasse 9-11-14-16.
- Kort leveringstid

R-32 Lav GWP kølemiddel

Onecta app
fjernbetjener enheden

Kontrollér enheden med din stemme via Amazon Alexa eller Google Assistant

Daikin Altherma 3 M leverer fremløbstemperatur på 55°C ved -15°C udendørstemperatur, i varmepumpetilstand 55°C

v. 35°C A+++

v. 55°C A++

op til A+

Se vores video her

BKF-Klima A/S, Tempovej 18-22, 2750 Ballerup, Tlf. 70 26 56 66, www.daikin.dk

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

parametre som temperatur, fugt og CO_2, kan der også reguleres efter bevægelse med en PIR-sensor.
Ventilationen kører enten slet ikke eller på et meget lavt niveau i de rum, der ikke benyttes.
Det er naturligvis også muligt på mange regulatorer at benytte urdrift - ofte med mulighed for at sætte flere forskellige driftsniveauer over døgnet og altså ikke kun den traditionelle natsænkning.
Det er derfor vigtigt, at der både ved nye anlæg og især ved renovering af ældre anlæg, tænkes i behovsprofiler, når der udvælges styring, regulator og tilhørende følere. I nogle tilfælde er det tilstrækkeligt, at ventilationen blot stopper og starter på forudbestemte tidspunkter. I andre tilfælde skal der tænkes mere sofistikeret.
Vi har erfaring for, at vores styringer, reguleringer, følere mv. har en meget lang levetid. Lang levetid giver en god driftsøkonomi på anlægget, og så er det også godt for miljøet.

Nyt anlæg eller ej?
Energi er nemlig ikke den eneste parameter i den grønne omstilling. Også produkternes levetid og genanvendelighed har en gunstig indflydelse på produktets samlede miljøbelastning.
Hos LS Control arbejder vi på at kunne genbruge mest muligt, ligesom vi ofte reparerer produkter fremfor at kassere dem.
Det kan med fordel betale sig at renovere eller udskifte anlæg over 10-15 år. I forbindelse med Retrofit/ombygning af større ventilationsanlæg er der ofte store energisparegevinster at hente i at udskifte ventilatorer til mere energibesparende modeller, samtidig med at styrings-/reguleringsenheden skiftes til en behovsstyret løsning.
Vælges et nyt anlæg, så er styringen som hovedregel integreret i anlægget, og ofte er anlægget udstyret med indbyggede sensorer eller leveres med et antal eksterne sensorer som temperatur - relativ fugt (RH) - CO_2 og måske VOC. Det er derfor vigtigt ved valg af nyt anlæg at sikre sig, at der, udover energiforbrug, også er tænkt på støj, vægt, størrelse og ikke mindst levetid.
De nye anlæg er ofte på mange måder de gamle anlæg overlegne. Der er i dag langt højere dokumentationskrav til anlæggene, særligt på kvalitet, energiforbrug og genanvendelsesgrad. Produktudvikling har også bevirket, at der ofte er store energibesparelser og komfortforbedringer ved at udskifte især de mindre anlæg til nye.
LS Control samarbejder med en del større ventilationsfabrikanter om fremtidssikring og energioptimering af ventilationsanlæg. Det betyder, at der i mange anlæg i dag er online-opkobling, hvilket giver mulighed for styring, konfigurering og vedligehold ved hjælp af en app. Features, der både sparer serviceteknikere mange kilometer på landevejene, giver slutbruger øget komfort, da alt foregår remote, og holder anlæggets totalomkostning nede til glæde for alle, ikke mindst miljøet.

Avanceret styring af anlæg.

> Energi er nemlig ikke den eneste parameter i den grønne omstilling. Også produkternes levetid og genanvendelighed har en gunstig indflydelse på produktets samlede miljøbelastning

Man behøver ikke per automatik skifte til nyt anlæg. Det kan også betale sig at sende det nuværende til reparation.

Feel good inside Swegon

AMX

En *banebrydende* innovation

Ventilation. Varme. Køling. Alt *samlet* i ét aggregat.

AIRMASTER.DK

AIRMASTER

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Ventilationsbranchen skal også tage ansvar for at opfylde 2030-målsætningen

Vi lever i en tid, hvor vi konstant bliver mindet om globale klimaforandringer og deres effekt med ekstreme varmerekorder, skovbrande og oversvømmelser rundt om i verden. Det står klart for alle, at vi skal handle nu og gøre noget aktivt for at mindske den samlede udledning af drivhusgasser

Af KE Fibertec

Med den aktuelle klimalov, der er vedtaget af regeringen, har vi i Danmark forpligtet os til at reducere vores CO_2-udledninger med 70 procent inden 2030. Det betyder, at der ligger høje forventninger og krav til danske virksomheder og deres arbejde med at optimere og udvikle mere klimavenlige løsninger og produkter. Men også i høj grad ved hjælp af klimaregnskaber at få et komplet overblik over det klimaaftryk, som man afsætter, så man har fuld kontrol og tager ansvar for, at man bidrager mindst muligt til de samlede udledninger.
Omkring 40 procent af verdens samlede CO_2-udledninger kan relateres til byggeriet og driften af bygninger, herunder indeklimaet, og derfor er det vigtigt, at vi som samlet ventilationsbranche - og ikke mindst vi producenter - tager ansvar for, at byggeriet bliver mere bæredygtigt. Det gælder vores supply chain, vores energieffektivitet, brugen af sunde materialer og ikke mindst materialer og produkter, der kan indgå i en cirkulær økonomi, som har haft særlig bevågenhed over de senere år.

Omkring 40 procent af verdens samlede CO_2-udledninger kan relateres til byggeriet og driften af bygninger, herunder indeklimaet.

For KE Fibertec blev en certificering i 2012 efter Cradle to Cradle-standarden reelt startskuddet til at arbejde målrettet med bæredygtighed, og i dag er bæredygtighedsindsatsen opdelt i fire hovedområder, som kan ses nederst på siden.
KE Fibertec ønsker fuld indsigt og kontrol over påvirkningen af miljøet i alle fire kategorier, og derfor blev det tilbage i 2022 besluttet at deltage i Klimaklar Produktionsvirksomhed under Dansk Industri og Industriens Fond. Samarbejdet med Klimaklar Produktionsvirksomhed har ikke kun givet os stor indsigt i, hvordan man kan opgøre virksomhedens klimaregnskab, monitorere og rapportere sine klimapåvirkninger i fremtiden, men det har også skabt nye metoder for, hvordan KE Fibertec i fremtiden kan sætte sig nye reduktionsmål og sikre den rette kurs. I 2023/2024 er vi klar til at tilmelde os den internationalt kendte standard: Science Based Target Initiative (SBTi).

CO_2-neutral på danske fabrikker inden 2030

Dokumenteret overblik over Scope 1-, Scope 2- og Scope 3-udledninger

I 2022 stammer 97% af udledningen fra Scope 3

Indsatsområder:
Solceller på egen fabrik

Alle nye firmabiler er elektriske eller hybrid

Tilslutning til SBTi-protokollen i 2023

Nul-affaldsproduktion i Danmark

Alt produktionsaffald skal genanvendes i nye (egne) produkter

KE Fibertec Væveri genanvender 100% garnaffald til vulst-produktion (ca. 8 tons)

KE "sælger" ca. 37 tons tekstilaffald til akustik-pladeproduktion

Målsætning: Alt produktionsaffald skal indgå i en cirkulær løsning

Bygningscertificeringer

KE Fibertec skal understøtte kundernes opfyldelse af deres klimamål inden for bygningsreglementet

Vi tilbyder dynamiske EPD'er (tredjeparts-evalueret for hele produktet og ikke kun 1 m^2 tekstil)

Vi understøtter DNGB-, BREEAM- og LEED-bygningscertificeringer

Innovative og sunde materialer

KE Fibertec tilbyder kun "sunde" materialer produceret under ordentlige forhold

KE Fibertec er verdensmålscertificeret igennem Bureau Veritas

Stop for stykfarvning af tekstiler. Vi tilbyder kun garnindfarvede eller printede materialer

Cradle to Cradle- og OekoTex-certificering

Feel good inside Swegon

MicroVent:
Den optimale løsning
til renovering og nybyggeri - fra fagfolk til fagfolk

Lægehuset Vejlsø, Silkeborg. MicroVent monteret vandret i facade ved siden af vindue.

MicroVent er et intelligent og facadeintegreret ventilations-system, der effektivt og balanceret ventilerer uden behov for omfattende rørsystemer. Det anvendes i forskellige miljøer som kontorer, institutioner, skoler og boliger og sikrer frisk luft uden brug af rørsystemer.
Med en varmegenvinding på op til 92% og en SEL værdi på ned til 400 J/m3 er MicroVent både miljøvenlig og økonomisk. Dets moderne og æstetiske design gør det desuden til en flot tilføjelse til de fleste byggerier. Systemet kan styres individuelt på rumniveau og **opfylder kravene til Svanemærket byggeri**.

MicroVent er for flere faggrupper
MicroVent-systemet bliver værdsat af et bredt spektrum af fagfolk, herunder arkitekter, ingeniører, tømrere, elektrikere og VVS-specialister. Dets ekstremt enkle installation gør det muligt for disse forskellige faggrupper at håndtere og indkøre opgaver, der tidligere kun blev udført af ventilationseksperter. Dette gør systemet ideelt til både renoveringsprojekter og nybyggeri. Ved at eliminere behovet for rørsystemer tilbyder det facadeintegrerede ventilationssystem en problemfri og fleksibel løsning til selv større ventilationsopgaver.

Se mere om MicroVent på inventilate.dk

- MicroVent er et totalt ventilationssystem, forklædt som facadeventilation
- MicroVent har et patenteret vindkompensering system som bidrager til at eliminere træk
- MicroVent er et fleksibelt og let skalerbart modulsystem
- MicroVent kan styres helt ned på rumniveau
- MicroVent er blandt de mest energieffektive ventilationssystemer

Tlf. 72 30 10 24 • info@inventilate.dk • www.inventilate.dk

PRODUAL
measure-be sure.

Fordel, hvis man lader stå til

Vi oplever, at der er store fordele ved at arbejde ambitiøst og målrettet med at sikre mere bæredygtige løsninger. Det er en erfaring, som KE Fibertec har gjort sig efter mange års arbejde inden for bæredygtighed. Processen om at optimere og videreudvikle virksomhedens produkter mod mere miljøvenlige løsninger har bevirket, at flere områder end blot slutproduktet er blevet forbedret. Det er lige fra de interne processer til de valgte leverandører, som har givet KE Fibertec muligheder for vækst og nye konkurrencefordele.

- Desværre oplever vi også en del benspænd på grund af regler, som er helt uforståelige, og som oftest tilgodeser de virksomheder, der lader stå til. Et godt eksempel er brugen af aluminium, som er KE Fibertecs absolut største enkeltkilde med cirka 38 procent af vores samlede CO_2-udledning, siger administrerende direktør Carsten Jespersen.

- I vores nye tredjepartsevaluerede EPD har det ligget os meget på sinde, at de oplyste værdier er korrekte og ikke bare databaseværdier. Vælger man for eksempel en kinesisk produceret aluminiumsskinne, udleder den reelt cirka 20 kilo CO_2- eq/kg aluminium, hvis der er brugt kulkraft i produktionen på aluminiumsværket, og skinnerne transporteres til Danmark. I dag er der skandinaviske leverandører, der kan lave en tilsvarende aluminiumsskinne med en udledning på 2,3-5,7 kilo CO_2- eq/kg aluminium. Disse leverandørers produkter burde belønnes, når vi afleverer vores EPD, men sådan fungerer det desværre ikke i dag. Kan producenten ikke "oplyse" din reelle udledning, er det tilladt at bruge en gennemsnitsdatabaseværdi på 10 kilo CO_2- eq/kg aluminium. Animerer det producenter i ventilationsbranchen til at vælge ofte dyrere underleverandører, hvis man kan slippe afsted med en halvering af udledningen ved at lave et opslag i en database? Det er efter vores opfattelse en forkert måde at motivere producenter til at tage del i den grønne omstilling, påpeger Carsten Jespersen.

Virksomheden oplever, at der er store fordele ved at arbejde ambitiøst og målrettet med at sikre mere bæredygtige løsninger. Det er en erfaring, som KE Fibertec har gjort sig efter mange års arbejde inden for bæredygtighed.

Derimod bliver det tydeligt, hvor man belaster miljøet mest, og hvilke initiativer og konkrete mål for en CO_2-reduktion man kan igangsætte for at forbedre udviklingen, hvis man har fået lavet et klimaregnskab. Det kan være en kompleks opgave at skabe fuld gennemsigtighed over alle de nødvendige data, og nogle virksomheder kan blive udfordret på, hvordan man overhovedet kan komme i gang med arbejdet.

Scope 1, 2 og 3

Til opgørelse af virksomheders klimaaftryk findes der i dag en række standarder, der inddeler CO2-udledningerne i forskellige kategorier, alt efter hvilke aktiviteter udledningen stammer fra. En af disse standarder er den internationale og anerkendte GHG-protokol, der inddeler CO_2-udledninger i tre scopes, som hver især beskriver, hvilke aktiviteter den pågældende udledning påvirkes af.

Hvor de to første scopes er direkte og indirekte udledninger, som virksomheden selv bidrager til, eller data, som man har mulighed for at få adgang til, så er udledninger i scope 3 langt mere komplekse og udfordrende for virksomhederne at gennemskue og få overblik over.

Her er der tale om indirekte udledninger, som ligger uden for virksomhedens direkte kontrol, da de dækker over leverandørers aktiviteter og forbrug af materialer eller råstoffer samt udledninger, som opstår i forbindelse med forbrug eller bortskaffelse af virksomhedens produkter. Samtidig ligger langt den største CO_2-udledning typisk op mod 85 og helt op til 97

- Vi oplever desværre en del benspænd på grund af regler, som er helt uforståelige, og som oftest tilgodeser de virksomheder, der lader stå til, siger administrerende direktør Carsten Jespersen.

Den internationale og anerkendte GHG-protokol inddeler CO_2-udledninger i tre scopes, som hver især beskriver, hvilke aktiviteter den pågældende udledning påvirkes af. Hvor de to første scopes er direkte og indirekte udledninger, som virksomheden selv bidrager til, eller data, som man har mulighed for at få adgang til, så er udledninger i scope 3 langt mere komplekse og udfordrende for virksomhederne at gennemskue og få overblik over.

Feel good inside Swegon

- Vi glæder os rigtig meget til at deltage i det nye program, for vores deltagelse i Klimaklar Produktionsvirksomhed har været lærerigt og givet os en brugbar viden, men har også tydeligt vist os, at de CO_2-udledninger, som ligger i scope 3, er vores helt store udfordring, påpeger administrerende direktør Carsten Jespersen.

procent af den samlede udledning for de fleste produktionsvirksomheder i netop scope 3, så indsigt og overblik fra denne type af udledninger er langt det vigtigste og mest afgørende for det samlede klimaregnskab.

Med i nyt program

I dag er KE Fibertec klar til næste skridt ved at blive en del af Afkobling 2030, som er et nystartet program under Industriens Fond. Afkobling 2030 er sat i søen over de næste otte år som en hjælp til danske produktionsvirksomheder, der har høje og målrettede ambitioner for bæredygtighed, med at afkoble værdiskabelsen fra deres klima- og miljøbelastning. Den bæredygtige omstilling bliver løftestangen for virksomhederne til at realisere nye forretningsmuligheder, der - uden at skade miljøet - giver nye konkurrencemuligheder. Hele visionen for Afkobling 2030 er, at Danmark skal gå i front og vise vejen for fremtidens bæredygtige produktion. Igennem programmet får virksomhederne stillet et hold af eksperter med bred og dyb viden inden for bæredygtig produktion, cirkulær økonomi, innovation og forretningsudvikling til rådighed. Sammen med lokale og nationale erhvervs- og innovationsaktører hjælper man virksomheder igennem det komplicerede arbejde med at skabe en bæredygtig virksomhed på tværs af hele værdi- og forsyningskæden. Med ekspertrådgivning og samarbejde i programmets Labs udarbejdes der konkrete handlingsplaner og klare prioriteringer for den enkelte virksomhed med skræddersyede løsninger, der løbende tilpasses efter virksomhedens behov og de udfordringer, der måtte komme til undervejs. Afkobling 2030 drives i et samarbejde mellem Trekantområdet, Alexandra Instituttet, Dandy Business Park, Teknologisk Institut, Force Technology og DDC - Dansk Design Center.

- Vi glæder os rigtig meget til at deltage i det nye program, for vores deltagelse i Klimaklar Produktionsvirksomhed har været lærerigt og givet os en brugbar viden, men har også tydeligt vist os, at de CO_2-udledninger, som ligger i scope 3, er vores helt store udfordring. Vi har et ambitiøst mål om at blive CO_2-neutrale på vores danske fabrikker inden for seks til syv år, og vi ønsker at sætte handling bag ordene. Vi håber derfor meget på, at vi gennem Afkobling 2030 og deres ekspertviden kan få bedre indsigt og finde de nødvendige løsninger på denne udfordring, samtidig med at vi styrker vores forretningsmodel og konkurrenceevne, påpeger Carsten Jespersen.

Alt i test- & måleudstyr

– også til indeklima

Hvis du har brug for at måle:

- Lufthastighed
- Luftfugtighed
- Luftmængde
- CO_2 & luftkvalitet
- Temperatur
- Træk & trækrisiko
- Energiforbrug
- Lys, lyd og støj

Se vores store udvalg på: www.elma.dk

elma instruments

Elma Instruments A/S | Ryttermarken 2 | 3520 Farum
T: +45 7022 1000 | E: info@elma.dk

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

Hvorfor passer vi bedre på maskiner end mennesker?

De seneste år har vi set en stigende opmærksomhed på vigtigheden af et sundt indeklima for menneskers sundhed og trivsel. Denne opmærksomhed er velkommen, men det er stadig et område, der kræver forbedring mange steder

- Hvis det kommer ned til økonomi, skal man huske også at inddrage de fordele, der er ved et forbedret indeklima, såsom det reducerede antal sygedage og den forhøjede produktivitet og trivsel blandt de ansatte. Når man regner disse faktorer med, bliver det en værdifuld investering, understreger Carsten Brostrup, der er salgsdirektør i Condair A/S.

Af Condair

Det er bemærkelsesværdigt, at vi ofte er bedre til at beskæftige os med vedligeholdelsen af vores maskiner og elektroniske udstyr end at tage os af menneskers sundhed, især når det kommer til at opretholde den korrekte luftfugtighed og dermed skabe et sundt indeklima. Dette paradoks opstår sandsynligvis, fordi maskiner og elektronik reagerer hurtigt på unormale forhold ved at stoppe driften eller producere varer af lavere kvalitet, når luftfugtigheden ikke er optimal. Mennesker derimod, er mere fleksible og kan opholde sig i et dårligt indeklima i længere tid, før de reagerer. Men det betyder ikke, at der ikke er problemer, der skal adresseres.

Frygt for skimmel og CO_2

En øget opmærksomhed på høj luftfugtighed, skimmelsvamp og CO_2-niveauer har ført til en skærpet indsats for at forbedre indeklimaet i bygninger, hvilket på sin vis er en god ting. Men selvom der er øget opmærksomhed på indeklimaet, er der stadig udfordringer, der kræver opmærksomhed.

En af de primære årsager til dette er, at mange stadig primært fokuserer på to parametre, når det kommer til et sundt indeklima for mennesker: temperatur og CO_2-niveau. Disse parametre er afgjort vigtige, og de er også lettere at forholde sig til end luftfugtighed. Temperatur kan nemt reguleres ved at justere varme- eller kølesystemer, og CO_2-niveauet kan overvåges og reguleres ved at ventilere

Feel good inside
Swegon

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

eller lufte ud, når det når kritiske niveauer. Men hvis man ikke tager højde for luftfugtigheden, opstår der nye udfordringer, når man bare øger ventilationen eller lufter ud for at opnå lavere CO_2-niveauer.
Det kan nemlig føre til, at luftfugtigheden falder, da man ved øget ventilation ikke kun tilfører frisk luft, men også fjerner en vis mængde fugt fra den indendørs luft. Dette skyldes, at den udefrakommende luft ofte har en lavere relativ luftfugtighed end den luft, der er inde i bygningen.

Vigtigheden af fugtstyring
Denne indsats har dog imidlertid udløst et nyt problem; for tør luft. I forsøget på at mindske luftfugtigheden og CO_2-niveauer har overdreven udluftning og ventilation ført til en udtørring af indendørsluften, hvilket kan have negative konsekvenser for komfort og sundhed.
Det er i den forbindelse værd at bemærke, at bygningsreglementet for nylig blev ændret, så det nu i højere grad tillader brugen af befugtningssystemer som en løsning på problemet med for tør luft i bygninger. Luftfugtigheden i et indeklima spiller nemlig en afgørende rolle, når det kommer til vores helbred og almene trivsel. For lav luftfugtighed kan føre til symptomer som hovedpine, træthed og nedsat koncentrationsevne og dermed produktivitet.

Tør luft og sygdomme
Luftfugtigheden spiller også ind, når det kommer til smitte og vira. For nylig har Realdania på den baggrund igangsat et stort forskningsprojekt af indeklimaet på landets folkeskoler. En lang række forskere skal over to år undersøge, om et bedre indeklima på skolerne kan bremse smitte med luftvejsinfektioner. De skal afprøve alt fra regelmæssige udluftninger til avancerede ventilationsanlæg og samtidig registrere sygdom.
Udover at en for lav luftfugtighed som nævnt går ud over den almene trivsel og produktivitet, kan det også øge risikoen for sygdom, da virus lettere kan sprede sig. Det er nemlig allerede påvist, at der er en sammenhæng mellem luftfugtighed og luftbåren smitte. Flere undersøgelser har slået fast, at risikoen for smitte fra én person til en anden minimeres, når den relative luftfugtighed ligger i idealområdet mellem 40-60 procent.
Der er lavet flere gode studier af influenzasmitte under forskellige luftfugtighedsforhold, og de peger på, at flere typer af virus overlever bedre - og derfor smitter mere - i tør luft. Det har seniorforsker ved Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø Lars Andrup forsket i, og hans budskab er klart:

> Hvis det kommer ned til økonomi, skal man huske også at inddrage de fordele, der er ved et forbedret indeklima, såsom det reducerede antal sygedage og den forhøjede produktivitet og trivsel blandt de ansatte. Når man regner disse faktorer med, bliver det en værdifuld investering

- Der er god evidens for, at influenza og lignende vira (corona og RS-virus for eksempel) smitter mere, når luften er tør, og så påvirker tør luft også luftvejene, så man bliver mere modtagelig over for luftvejsinfektioner. Derfor lader det til, at det vil være gavnligt for et sundt indeklima at kontrollere luftfugtigheden, så den ikke kommer under 40 procent, siger han.
Det europæiske smitteagentur ECDC anbefaler også en relativ fugtighed i indeklimaet på 40-60 procent, men ved ventilering, specielt om vinteren, kan der blive meget tørt indenfor. Når det sker, tørrer vores slimhinder ud, og det resulterer i, at deres naturlige evne til at modstå bakterier reduceres, som Lars Andrup nævnte. Derfor kan befugtning til ventilation være en god idé, så man kan opretholde en god luftfugtighed.

Antal timer med variabel luftfugtighed ved 20°C indeklima.
Kilde: Meteorological data for design of building and installation: Danish reference year.

- Luftfugtighed er skadelig og du bør befugte eller affugte.
- Luftfugtigheden er ikke optimal og du bør overveje at befugte eller affugte.
- Luftfugtigheden er god for helbredet.

- Der er god evidens for, at influenza og lignende vira (corona og RS-virus for eksempel) smitter mere, når luften er tør, og så påvirker tør luft også luftvejene, så man bliver mere modtagelig over for luftvejsinfektioner. Derfor lader det til, at det vil være gavnligt for et sundt indeklima at kontrollere luftfugtigheden, så den ikke kommer under 40 procent, siger seniorforsker ved Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø Lars Andrup.

Man behøver ikke vælge mellem økonomi og trivsel
Betydningen af et godt indeklima er altså grundigt undersøgt og dokumenteret, men ofte bliver indeklimaet nedprioriteret, fordi det koster penge at installere ny ventilation med befugtning. Men det er afgørende, at vi øger vores fokus på sundhed og trivsel i forhold til de bygninger, vi tilbringer vores tid i. Vi må ikke negligere indeklimaets betydning i vores bestræbelser på at være så økonomisk ansvarlige som muligt. Det er fuldt ud muligt at optimere energieffektiviteten og samtidig forbedre indeklimaet, så længe det gøres på en intelligent måde. Her er det vigtigt, at man har de mere langsigtede briller på, for i det store billede kan det ende med at tjene sig selv ind:
- Hvis det kommer ned til økonomi, skal man huske også at inddrage de fordele, der er ved et forbedret indeklima, såsom det reducerede antal sygedage og den forhøjede produktivitet og trivsel blandt de ansatte. Når man regner disse faktorer med, bliver det en værdifuld investering, understreger Carsten Brostrup, der er salgsdirektør i Condair A/S, der er totalleverandører af indeklimaløsninger.
- Hvis man for alvor vil sikre et rigtig godt indeklima for mennesker, så skal man tage højde for både den relative luftfugtighed, temperatur og CO_2-niveau. Fugtstyring er vigtigt, og det kan vi hjælpe alle med, påpeger han.

Feel good inside
Swegon

PRODUAL
measure-be sure.

Exhausto viser vej til bæredygtigt byggeri

Kompleksiteten og omfanget af lovpligtige og frivillige certificeringer, forkortelser, standarder og måleenheder i bæredygtigt byggeri er vokset markant det seneste årti. Og det stiller store krav til producenter af ventilationsløsninger, HVAC-rådgivere og ikke mindst ventilationsentreprenører

Vi er alle nødt til at tænke stort og sætte ambitiøse mål for fremtidens byggeri.

Af Exhausto

- Vi oplever en skov af begreber som DGNB Hjerte, Platin og Diamant, LCA, BREEAM, LEED, HQE, Cradle to Cradle, Svanemærke m.fl. Det er en stor broget blanding af lovkrav og frivillige ordninger. Jeg har selv taget mine brydetag med denne kompleksitet, da jeg trådte ind i branchen. Jeg kan godt forstå, at mange finder det meget kompliceret, siger Peter Hartmann, salgsdirektør, Exhausto. Exhausto har i årtier udviklet og leveret ventilationsløsninger med de nyeste og miljørigtige teknologier til byggerier i Europa. Men virksomheden har også medvirket i indeklimaforskning og i at sætte danske og europæiske standarder for certificeringer på ventilationsområdet. Således har virksomheden opbygget en betydelig industriel erfaring og indsigt i bæredygtige og effektive ventilationsteknologier. Som en del af virksomhedens mission og til gavn for det globale klima har man et stærkt ønske om at dele erfaringer og indsigter med omverdenen.

Vi svarer på alle typer af spørgsmål

- Vi kan godt forstå, at folk bliver forvirrede. Vi oplever jævnligt, at folk ringer ind med spørgsmål om certificering, som er så svære at forstå, at forespørgslen i sig selv er skruet forkert sammen. Man ved ofte ikke præcis, hvad man spørger om. Men vi kan næsten høre bygherren, der står og hiver i de stakkels mennesker, siger distriktschef Lucas Krogh Thomsen fra Exhausto. Han fortsætter:

- Den slags forespørgsler gør os faktisk glade. For det betyder, at vores kunder og samarbejdspartnere ved, at de bare kan ringe. Hos os er alle spørgsmål velkomne. Vi ved, at det er svært. Vi har overblikket og vi deler gerne ud af vores ▷

Exhaustos VEX40T decentrale aggregat sætter nye standarder for energiforbruget til ventilation.

Feel good inside Swegon

Energioptimerede ventilationsløsninger - der taler ind i den klimavenlige dagsorden !

Euroclima aggregat:

- Energieffektivt og fleksibelt
- Optimal udnyttelse af køling/varme
- Kompetent opstart og service

Ventilationsloft:

- Behovsstyret
- Høj komfort
- Samlet leverance - Spar tid

7 BÆREDYGTIG ENERGI

FN Verdensmål

Venti arbejder med at reducere energi- og ressourceforbrug gennem anvendelse af de mest energieffektive produkter.

På Hotel Nyborg Strand er energiforbruget faldet betydeligt efter installationen af det behovsstyrede ventilationsloft.

Hos Løkken Svømmehal har det behovstilpassede Euroclima aggregat medført, at svømmehallens strømforbrug er blevet reduceret med 70%.

VENTI™

Kontakt os på:
86 92 22 66
www.venti.dk

PRODUAL
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

viden. Så kan vi sammen sikre et reelt bæredygtigt byggeri og sikre for eksempel DGNB-point i de vigtige regnskaber, så byggeriet opnår den ønskede og korrekte certificering.

Hele værdikæden skal med

For at få den grundige indsigt i bæredygtigt byggeri har Exhausto selv som organisation arbejdet intenst med både de frivillige og lovpligtige krav på området. I den forbindelse har man bidraget til brancheforeningen Velteks udarbejdelse af branche-EPD for aggregater. Det har givet virksomheden en endnu dybere viden på dette område.

- På alle de kommende produkter fokuserer vi yderligere på hele værdikæden. Det gør vi for at træffe optimale valg i forhold til både materialer, energieffektivitet og økonomi. Både frembringelse, produktion, transport, drift, vedligehold og bortskaffelse granskes nøje. På fabrikken i Langeskov har vi blandt andet særligt fokus på reduktion af spild i produktionen og på sortering af affald helt ude hos den enkelte medarbejder. Alle lyskilder er skiftet. Energiforsyningen er under omlægning fra gas til fjernvarme. Dette er blot eksempler, som flytter virksomheden i den rigtige retning, og det stopper ikke her, forklarer Peter Hartmann.

Et vigtigt element i strategien er at minimere miljøbelastningen i fremstillingen af løsninger, aggregater og komponenter på fabrikken i Langeskov, midt i Danmark.

Henning Grønbæk, product expert.

Det tæller alt sammen - også affald og emballage

Et andet område, hvor man er i gang med at optimere sin bæredygtighed, er emballageområdet. Da byggepladser står for en tredjedel af alt affald i Danmark, forventes det, at affald fra byggepladserne allerede om et par år skal indregnes i bæredygtighedsregnskaberne.

Tre VEX4000-aggregater leverer godt indeklima til Bravidas bæredygtige domicil i Brabrand - en løsning, der er blevet til i et tæt samarbejde mellem Bravidas projektteam og Exhaustos kundeteam.

De to stærke drivkræfter bag bæredygtigt byggeri

Der er to stærke drivkræfter i certificering af bæredygtigt byggeri i Danmark. Den ene er lovgivningen i det danske bygningsreglement. Det andet er EU's frivillige taksonomiforordning. Her ser vi nærmere på begge dele:

De danske regler:

Det danske bygningsreglement har med virkning fra 1. januar 2023 krævet en livscyklusanalyse (LCA) på alle nye bygninger. En ny bygning over 1.000 kvadratmeter må maksimalt udlede 12 kilo CO_2-ækvivalenter per kvadratmeter per år. Det overholder 90 procent af alt nybyggeri, så det er - groft sagt - ikke umuligt. Her ligger også nogle krav til ventilationssystemet, både i forhold til nu og i forhold til fremtiden.

EU's taksonomiordning - en bæredygtig rettesnor:

Den anden drivkraft i bæredygtig udvikling af byggeriet er EU's taksonomiforordning. Med forordningen er der skabt et robust klassificeringssystem for økonomiske aktiviteter, der kvalificerer sig som klima- og miljømæssigt bæredygtige. Taksonomiforordningen er i udgangspunktet en finansiel regulering, der gælder kapitalhaverne, altså ejendomsbesidderne. Her kan ejerne af bygninger vise, at de har et incitament til at investere i bæredygtigt byggeri.

- Vi ser stor interesse for EU's taksonomiforordningen hos en række af de store kapitalinvestorer, for eksempel PFA. De vil typisk gerne vil have fuld skala bæredygtighed, altså det, vi kalder DGNB Platin, måske ovenikøbet suppleret af kravene i certificeringerne DGNB Hjerte og DGNB Diamant, forklarer Peter Hartmann.

Feel good inside Swegon

PRODUAL PROXIMA
www.produal.dk
DE BEDSTE RUMCONTROLLER-LØSNINGER TIL BYGNINGSAUTOMATIK

- Uanset kravene til vores produkter optimerer vi internt allerede nu og tager ansvar for bæredygtighed på tværs af værdikæderne. Når vi for eksempel arbejder med at udvikle vores emballage, er målet, at den både er optimalt bæredygtig, men samtidig nem at sortere efter brug på byggepladsen. Derfor reducerer vi vores emballage til få materialer - træ, pap og plastik - som alle kan sorteres og genanvendes, når blot de ryger i den rigtige container ude på byggepladsen, uddyber Peter Hartmann.

Platin i dag er sølv i morgen

Peter Hartmann er sikker på, at kravene til bæredygtigt byggeri udvides eksponentielt i den nærmeste fremtid. Han siger:

- DGNB Platin i dag er DGNB Sølv om et par år. Ventilation står lige nu for blot tre procent af de samlede CO_2-ækvivalenter på et byggeri. Men efterhånden som disse krav skærpes i de kommende år, vil vægtningen af ventilation øges. Løfter du begrebet bæredygtighed op på et lidt højere niveau, så har velventilerede omgivelser, som er fri for mikropartikler, træk og støj, en kæmpemæssig betydning. Dette gælder både for byggeriets holdbarhed og for sundheden hos de mennesker, der skal bo eller arbejde i bygningen. Alle disse tanker indgår i vores produkter.

Ventilation har også meget stor betydning for byggeriets energiforbrug. Det er for eksempel energimæssigt en rigtig god idé, både at energioptimere og at sikre, at ventilationssystemet får optimal varmegenvinding fra den opvarmede fraluft. Så går den energi, der allerede er brugt til opvarmning, ikke til spilde.

Lucas Krogh Thomsen, distriktschef.

Peter Hartmann, salgsdirektør.

Emhætte med dokumenteret effekt

Allerede nu tilbyder Exhausto en banebrydende emhætte, nemlig ESL145 udtræksemhætte. Den er tredjeparts-verificeret af Teknologisk Institut, så de oplyste luftmængder ved forskellige montagehøjder og krævet emopfangsevne i henhold til BR18 er dokumenteret. Denne udtræksemhætte kan give op til 15 DGNB-point i kategori SOC 1.2 og kan anvendes til både central- og decentral boligventilation. Med ventilationsløsning kan bygherren opnå mere end 100 points i de eftertragtede regnskaber. Men så er emhætten også gennemtænkt helt ned til dens maling, som afgasser minimalt i hjemmet, når den er sat op og i brug.

Løsninger til fremtidens krav

- Selv om vores produkter lever op til alle standarder og certificeringer i dag, stopper vi ikke udviklingen. Vi ved jo, at kravene skærpes løbende. Derfor er vi sammen med Teknologisk Institut i fuld gang med at udvikle en helt ny generation emhætter til boligventilation med fokus på indeklima, bæredygtighed, udformning og dimensionering, siger produktekspert Henning Grønbæk.

- De nye emhætter skabes på baggrund af et samarbejde med Teknologisk Institut og med tilskud fra EUDP, Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram. Det er en ordning, som støtter ny teknologi på energiområdet, som kan bidrage til at indfri Danmarks målsætninger inden for energi og klima. Det er en langsigtet udvikling af fremtidens teknologier, som grundlag for de produkter, vi vil se på markedet om tre til fem år, fortæller Henning Grønbæk.

For Exhausto er det helt naturligt at bidrage til denne type projekter. Vores udbytte af disse projekter er nemlig den viden, involvering og indsigt, som gør os i stand til vise vejen for vores kunder, understreger Peter Hartmann.

Hvor kommer tallene bag beregningerne fra?

For at sikre, at bygningers bæredygtighed vurderes på en ensartet måde, er der udviklet standarder for certificering af bæredygtigt byggeri, blandt andet BREEAM, HQE, LEED og DGNB. I Danmark anvendes ofte den tyske standard DGNB til at certificere bygninger og den amerikanske standard LEED. Men oplysninger til beregningerne af miljødeklarationen LCA kan findes flere steder, for eksempel:

- DGNB, den tyske certificeringsordning. DGNB blev introduceret i 2009. Det er baseret på tre ligeværdige søjler i form af social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed, der alle tre vægter lige meget. Hertil kommer en analyse af den procesmæssige og tekniske kvalitet. DGNB står for Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, altså Det Tyske Selskab for Bæredygtigt Byggeri.
- Veltek Ventilations branche-EPD (Environmental Product Declaration) eller miljødeklaration. EPD'en dokumenterer en byggevares miljømæssige egenskaber. Exhausto har drevet en del af beregningerne til denne database i forhold til ventilation. For at ramme de miljømæssige egenskaber "rykkede vi to af vores aggregater fra hinanden og gik helt til bund i hver del: hvor var de fremstillet", udtaler Peter Hartmann. Der blev regnet på alt fra energiform ved fremstillingen, transport at råvarer, elektroniks oprindelse og så videre. Det udmundede i et konsolideret tal, som alle i branchen nu frit kan bruge. Tallene kan ses på www.epd.dk.
- Nogle ingeniørfirmaer har også udregnet og præsenteret nogle standardværdier. De er meget generelle og ofte ikke helt præcise. Men fordi de er nemme, bruges de af mange som en mellemløsning, indtil man kender de nærmere krav i fremtiden.

Feel good inside
Swegon

PRODUAL
measure-be sure.

EC-motorer sikrer energibesparelse

Selvom energikrisen ikke længere er den primære udfordring, har den skabt øget opmærksomhed hos landets virksomheder på energibesparelser og forbedret rentabilitet, og samtidig ønsker flere at omstille deres produktion for at opfylde ESG-målsætninger og fremme bæredygtighed.
En af dem, der oplever gevinsten ved at energioptimere, er biotekvirksomheden Zealand Pharma i Søborg. Efter anbefaling fra deres faste servicepartner valgte biotekvirksomheden at investere i opgradering af et af deres ældre ventilationsanlæg, der blev ombygget og fik udskiftet den originale motor med moderne EC-motorer.
- I forlængelse af service på alle vores ventilationsanlæg gjorde GK Danmark os opmærksomme på en betydelig mulighed for energioptimering af et af vores større ventilationsanlæg. Beregningerne pegede tydeligt på en stærk forretningscase, som vi besluttede os for at investere i, siger senior facility manager Søren Larsen-Jensen fra Zealand Pharma.
De moderne EC-motorer forbedrer anlæggets energieffektivitet med over 50 procent, men også driftssikkerheden er forbedret betydeligt, ligesom Zealand Pharma har opnået bedre udnyttelse af pladsen, da de nye EC-motorer ikke er så omfangsrige som de gamle.

- Ifølge beregningen vil vores investering have betalt sig selv tilbage på lidt over fem år. Udover at have fået et mere driftssikkert anlæg med nye EC-motorer, har ombygningen også bidraget til at understøtte vores grønne dagsorden og reduceret vores samlede CO_2-aftryk, siger senior facility manager Søren Larsen-Jensen fra Zealand Pharma.

Fokus på CO_2-besparelse
GK Danmark, der er fast servicepartner på Zealand Pharmas ventilationsanlæg, spillede en nøglerolle i energioptimeringsinitiativet. De præsenterede mulighederne for at forbedre anlægget og kom med beregninger for CO_2- og energibesparelser samt tilbagebetalingstid for investeringen. Ifølge afdelingschefen hos GK var opgaven mindre kompleks, da de skulle arbejde med et ældre CTS-system, der skulle integreres med ventilationsstationsanlægget.
- Det ældre CTS-system stillede os over for nogle udfordringer. Samtidig krævede det en omfattende indsats at demontere de store, tunge ældre frekvensomformere og forbinde dem til EC-motorer, der reagerer på et 0-10V-signal. Det krævede derfor en finere indstilling og tilpasning af en række parametre i CTS-systemet for at få det til at lykkedes, fremhæver Jimmi Beyer fra GK Danmark, der var ansvarlig for projektering og leverance af opgaven.
Han fortæller, at en afgørende faktor i beslutningen om at opgradere ventilationsanlægget var forventningen om betydelige CO_2-besparelser. Ifølge GK's energiberegninger kan Zealand Pharma forvente at reducere sit forbrug med 1.582 tons CO_2 årligt.
- Hos Zealand Pharma prioriterer vi kraftigt at reducere vores CO_2-udslip og energiforbrug. Især inden for ejendomsdrift forbruger vi betydelige mængder energi. Derfor er ombygningen af anlægget et afgørende skridt på en mere bæredygtig rejse, siger Søren Larsen-Jensen fra Zealand Pharma og fortsætter:
- Det handler ikke kun om tal på et regneark; det handler om at tage ansvar i den grønne omstilling. At gennemgå vores energiforbrug på tværs af alle områder er derfor afgørende for at bidrage til at mindske vores fælles klimaaftryk, så vi forhåbentligt bedre kan tackle klimaforandringerne.

ROI på kun fem år
Med et reduceret energiforbrug er investeringen tjent hjem efter kun fem år, hvorefter Zealand Pharma vil opnå betydelige besparelser på energien og fortsat reducere deres CO_2-udledning.
- Ifølge beregningen vil vores investering have betalt sig selv tilbage på lidt over fem år. Derfor er vi glade for, at vi fulgte GK's anbefaling. Udover at have fået et mere driftssikkert anlæg med nye EC-motorer, har ombygningen også bidraget til at understøtte vores grønne dagsorden og reduceret vores samlede CO_2-aftryk. Alt i alt har det været en positiv oplevelse for os, slutter Søren Larsen-Jensen.

De moderne DC-motorer forbedrer anlæggets energieffektivitet med over 50 procent, men også driftssikkerheden er forbedret betydeligt, ligesom Zealand Pharma har opnået bedre udnyttelse af pladsen, da de nye EC-motorer ikke er så omfangsrige som de gamle.

Med et reduceret energiforbrug er investeringen tjent hjem efter kun fem år, hvorefter Zealand Pharma vil opnå betydelige besparelser på energien og fortsat reducere deres CO_2-udledning.

Feel good inside Swegon

FRICO NEWS

DEN MEST EFFEKTIVE ADSKILLELSE AF TEMPERATURZONER MED DET LAVEST MULIGE ENERGIFORBRUG

Som følge af stigende energipriser er varmeudgifterne ofte meget høje. Frico udvikler produkter og energieffektive varmesystemer, der skaber bedre komfort. Frico har i årtier været verdensleder indenfor design af produkter til et bedre indeklima. I dag har vi et komplet sortiment af udstyr af højeste kvalitet, der er udviklet til Skandinaviens barske klima. Oplev alle vores energieffektive produkter på frico.dk.

EUROPO

INTEGREREDE KOMFORTSYSTEMER

EST INVERTER
ENERGY SAVING TECHNOLOGY

OMNIBUS
BUILDING MANAGEMENT SYSTEM

Ahlsell Danmark ApS
Salgsafdelingen tlf. 43241717
Hovednr. tlf. 43241700
ahlsellref@ahlsell.dk
www.ahlsell.dk

ahlsell