EL + ENERGI

2 | MARTS 2026

INSTALLATION, BELYSNING, AUTOMATION + INFRASTRUKTUR

INNOVATIV TEKNIK
BAG LYSFESTIVALEN



MINDRE papir.
MERE fremtid.

Lynhurtig digital dokumentation direkte på stedet - med ny installationstester **MFT one** og **Sparkify app**.

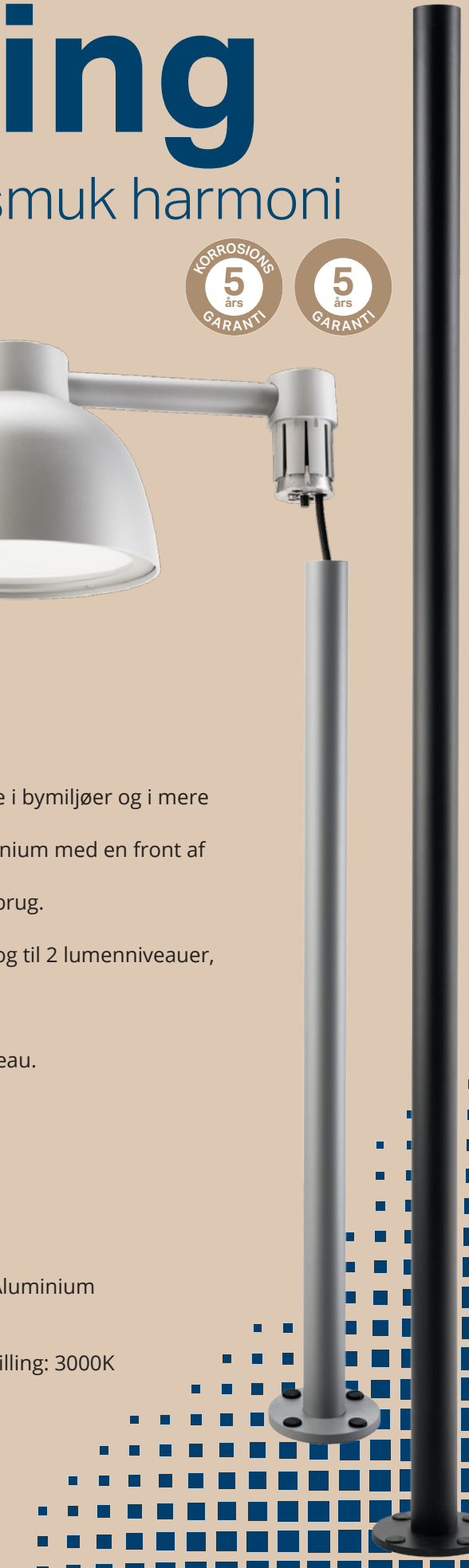




Herning

Form og funktion i smuk harmoni





Klassisk udendørslampe i stilrent design, som passer ind både i bymiljøer og i mere landlige omgivelser. Den består af massiv pulverlakeret aluminium med en front af hærdet glas, hvilket gør den egnet til både privat og offentlig brug.

Bag glasfronten er der adgang til omskiftere til 3000K/4000K og til 2 lumenniveauer, dvs. 4 kombinationer i ét produkt.

Den er som standard indstillet på 3000K og højeste lumenniveau.

Herning Pullert findes i 2 farver og 2 størrelser.

Herning Mast findes i 2 farver og 2 størrelser.

Herning Wall findes i 3 farver og 2 størrelser.

- 50 000 timer (L80/B20)
- Ra>80
- Afskærmning: Glas
- Armaturhus: Aluminium
- SDCM 3
- Standardindstilling: 3000K

IK06 IP65

www.sg-as.dk

MERE STABILITET
I KWH-PRISEN, TAK



LEDERSKRIBENT/
ROLF
SYLVESTER-HVID

Ansvarshavende
redaktør,
MScEE

Det er som regel et ret sikkert tegn på, at et valgår nærmer sig, når regeringen begynder at slagte de hellige køer. Det vil være ganske svært for Socialdemokratiet at spole tiden tilbage og genindføre Store Bededag, selv om afskaffelsen af denne fridag var et massivt selvmål for regeringen, både økonomisk og i den folkelige mening.
Men i et valgår er der selvfølgelig andre parametre at skrue på: Fødevarechecken er et fint eksempel på, hvordan man forsøger at lokke tvivlere i nettet med lidt sukkerovertræk på de daglige bitre piller i privatøkonomien. Det kommer nok to milliarder danskere til gode, primært pensionister, studerende og børnefamilier, og det skal nok lokke stemmer over i den socialdemokratiske lejr.
Men hvad har det med El+Energi og hele elmarkedet at gøre? Jo, afskaffelsen af elafgiften er også en måde, hvorpå man kan sweet-talke danskerne til at stemme på den siddende regering. Det hjælper altid at tale til tegnebogen - og det er utroligt sjældent, at en regering fjerner et stensikkert indtægtsgrundlag, hvad skatter og afgifter næsten altid er. Et problem er nok også, at selv om en fjernelse af elafgiften kan lette den gennemsnitlige danskers privatøkonomi, så er afsender på den let forbedrede hverdagsøkonomi ikke særlig synlig. Og desuden er der lige den krølle på halen, at det ville give langt mere mening at gennemføre en 1:1-afregning af købt og solgt energi til de private forbrugere, som har elbiler sat i stikkontakten, og som måske har solceller monteret på taget. Men det er oftest de velbjergede, som har elbiler med stor batterikapacitet og ladestandere i hjemmet, og solcellerne på taget er nok kun for dem, der tidligere har haft en økonomi over middel.
Når vi så taler til tegnebogen, er lave elpriser altid populære, og forbrugerne shopper rundt efter de billigste løsninger. Men går kWh-prisen pludselig op, så har vi balladen. Det var blandt andet dét, der skete den 16. februar, hvor Østdanmark på en pivkold og ret vindstille vinterdag/-aften var i massivt energiunderskud. Angiveligt tangerede kWh-prisen i tidsrummet 17 til 19 hele 10,-/kWh. Det er hundedyrt og især i de timer, hvor madlavning og elektrisk opvarmning af hjemmene virkelig er nødvendig. Og så hjælper en afskaffelse af elafgiften på under 1,-/kWh som en snebold i Helvede - uanset hvor kold sneen i bolden indledningsvis måtte have været.
Energipolitik skal sikre en stabil forsyning og ikke stemmer. Det ville måske være en bedre idé at opretholde en beskeden elafgift, som så ville kunne bruges i perioder, hvor sol og vind holder fri, og som kunne bruges til at opretholde et nationalt "energiberedskab", som kunne sættes ind, når der (igen) opstår enorme prispukler på kWh-spotmarkederne. Sammenkoblingen af privat og national energiinfrastruktur kræver langsigtet planlægning og et holistisk overblik over både økonomiske/politiske trusler og teknologiske muligheder, og så kan politikerne tænke ud over stemmer til næste valg.
Men kunne vi dog bare få en ingeniør eller to ind på Christiansborg - og gerne i regeringen ...

> *Angiveligt tangerede kWh-prisen i tidsrummet 17 til 19 hele 10,-/kWh. Det er hundedyrt og især i de timer, hvor madlavning og elektrisk opvarmning af hjemmene virkelig er nødvendig. Og så hjælper en afskaffelse af elafgiften på under 1,-/kWh som en snebold i Helvede - uanset hvor kold sneen i bolden indledningsvis måtte have været.*

Udgiver:
TechMedia
Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
kontakt@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Ledelse:
David Wall

EL+ENERGI
Læs også bladet online på:
www.elogenergi.net

ELFOKUS
www.elfokus.dk

Forsidefoto:
Copenhagen Light Festival i vintermørket, Tina Valsøe Hyldebrandt

Årgang 49



Redaktion:
Rolf Sylvester-Hvid
(ansvh. redaktør)
E-mail: rsh@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 10



Annoncer:
Tanja Wulff Dühring
E-mail: twd@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 06



Bladsekretær:
Pia Nielsen
E-mail: pn@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 72



Annoncekoordinering:
Maria Fausing
E-mail: maria@techmedia.dk
Telefon 26 77 90 54

Layout:
Helle Hansen

Produktion:
TechMedia ApS

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

Tryk:
PE Offset A/S

Trykt på miljøvenligt papir
med vegetabilske miljøfarver

Udkommer:
8 gange om året

Antal abonnenter:
7.900 stk.

Formål:
Gennem omtale af teknologi, regler og standarder, virksomheder og nye produkter inden for alle grene af el-, energi- og installationsbrancherne at informere elinstallatører, teknikere samt rådgivende og projekterende ingeniører om flest mulige relevante emner i henhold til magasinets temaplan.

Medlemsblad for
Elektroteknisk Forening.

Citater fra og delinger af artikler i EL+ENERGI skal ske med tydelig kilde-angivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse.

ISSN 2597-3371 (tryk)
ISSN 2597-338X (online)

Scan og hent EL+ENERGI's medieinformation for 2026 hér!
Scan med kameraet på din smartphone.

Miljømærket tryksag 5041 0826





DELTA AFBRYDERSERIEN - MED OVER 140 ARTIKLER!

Afbryderserie i tidløst design med et bredt udvalg af forskellige funktioner og tilbehør.
Fremstillet i halogenfri plast. Fås med skrue- eller skrueløse terminaler.
Kapslingsklasse: IP20. Farve: Hvid RAL 9001, RAL 9003 eller sort. Varemærke: Malmbergs Pro.

"Vi har lyttet til installatørerne i over 20 år – det kan mærkes i vores nye afbryderserie"

Malmbergs har arbejdet med afbrydere og stikkontakter under eget varemærke i over to årtier. Nu lancerer vi afbryderserien Delta – udviklet med fokus på brugervenlighed, design og smarte installationsprincipper. Vi har talt med produktchef Magnus Johansson.

Magnus, Malmbergs har lang erfaring med egne afbrydere og stikkontakter. Hvad har været vigtigst i udviklingen af Delta?
– Det vigtigste for os har altid været dialogen med vores kunder. Vi har arbejdet tæt sammen med installatører og forhandlere i over 20 år og løbende indsamlet input og forbedringsforslag. Delta er resultatet af den erfaring – en serie, vi virkelig er stolte af.

Hvordan vil du beskrive serien for nogen, der endnu ikke har set den?
– Det er en moderne og brugervenlig afbryderserie med et rent formsprog, som passer ind i mange forskellige miljøer. Vi har haft stort fokus på, at den skal være nem at arbejde med, uden at gå på kompromis med designet.

Delta fås i flere farver – hvad er tanken bag det?
– Serien fås i tre farver: to hvide nuancer og en sort. De hvide farver er RAL 9001 og RAL 9003, så de kan passe ind i både klassiske og mere moderne miljøer. Den sorte variant giver os en større bredde i sortimentet og imødekommer efterspørgslen efter mørkere installationer.

Er der nogle detaljer, som særligt letter installationen?
– Absolut. Afbryderne leveres uden monteringskløer og med hurtigtilslutning, hvilket sparer tid ved installationen. Det er en detalje, som mange installatører virkelig sætter pris på i hverdagen.

Materialevalg er også noget, mange efterspørger i dag. Hvordan har I tænkt her?
– Plasten er halogenfri og nem at arbejde med. Den fungerer også godt ved udvendig montage, for eksempel når man skal klippe hul til kabel. Det skal føles smidigt hele vejen – fra første greb til færdig installation.

Opsummering – hvad håber du, at elektrikerne vil opleve, når de arbejder med Delta?
– At det er en gennemtænkt serie, udviklet af personer, som faktisk lytter til, hvordan produkterne bruges i virkeligheden. Delta er ganske enkelt et resultat af lang erfaring og tæt samarbejde med elektrikerne.

Malmbergs Elektriske A/S
Tel: +45 44 50 03 77
salg@malmbergs.dk
www.malmbergs.com

MALMBERGS
BE BRIGHTER



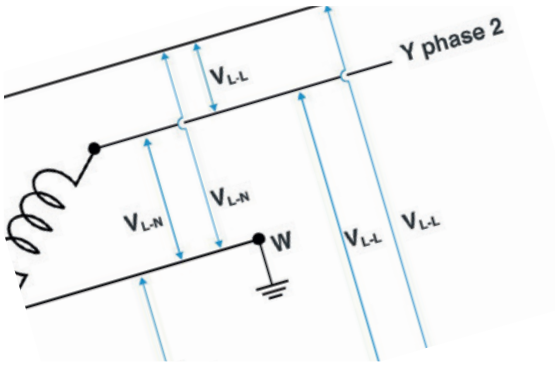
8 **Når lyskunst virkelig skal jage mørket væk**



14 **Intelligent lysstyring reducerer stress blandt fisk**



18 **Tømmermænd ... Håndværksmesse i København**



20 **Valg af den rigtige trefasede transformatorkonfiguration**

INDHOLD

8 **Når lyskunst virkelig skal jage mørket væk**
Dette års udgave af Copenhagen Light Festival fandt sted i februars tre første uger på det nok koldeste tidspunkt nogensinde - også i geopolitisk forstand. Det gennemgående tema var da også fred og håb samt troen på, at krig og flugt gennem lys og menneskelig varme kan trylles væk.

14 **Intelligent lysstyring reducerer stress blandt fisk**
Nordsøen Oceanarium i Hirtshals har taget et markant skridt mod både digital modernisering og forbedret fiskevelfærd. En ny intelligent lysstyringsløsning sikrer en mere naturlig døgnrytme for fisk og havdyr.

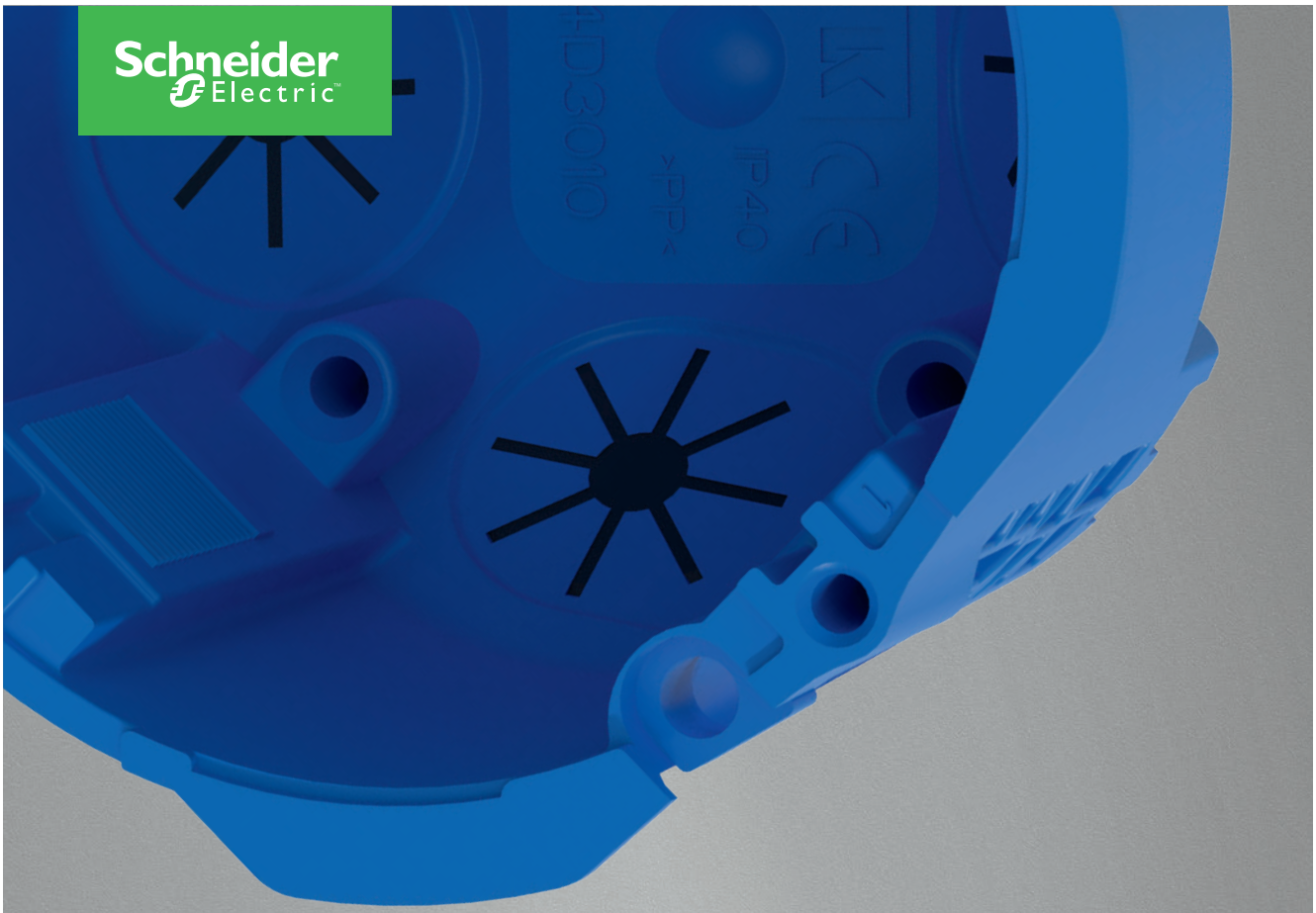
18 **Tømmermænd ... Håndværksmesse i København**
I den dybeste vinterkulde blev der afholdt håndværksmesse i Lokomotivværkstederne. En fin event, som dog primært havde fokus på tømrerfaget, isolering, tegl og tilsvarende. Der er ingen tvivl om, at lidt mere HVAC og el kunne løfte messen betydeligt.

20 **Valg af den rigtige trefasede transformatorkonfiguration**
Det er vigtigt at sætte sig ind i viklingskonfigurationerne i trefasede transformatorer for at optimere ydelse, styre belastninger og omkostninger i alle slags applikationer. Hver konfiguration har sine egne fordele afhængigt af applikationen.

23 **Derfor sætter Norden tempoet i den grønne omstilling**
Mens resten af Europa kæmper med energikriser og langsomme beslutningsgange, har Norden allerede taget hul på næste fase af den grønne omstilling drevet af intelligente elnet, næste generation atomkraft og moderne geotermi.

26 **Edge-sensorløsning vurderer tilstanden af industrielt udstyr**
Vi går i dybden med de mest moderne smarte vibrationssensorer og fokuserer på design, funktion og applikationer, der alle tager udgangspunkt i MEMS-teknologien (mikroelektromekanisk system) til helbredstjek af motorer og andre roterende maskiner.

Schneider Electric



Opdateret
LK FUGA® AIR forfradåse

Aflaster både dig og dine kabler

- ✓ Ingen strips – én samlet og stabil aflastning
- ✓ Stærk membran med tænder – låser automatisk om kablet
- ✓ Hurtigere og mere intuitiv montage
- ✓ Stabil installation – færre fejl

Køb nu og mærk forskellen

Se mere på lk.dk/forfradaase

BEDRE SAMMEN

Når lyskunst virkelig skal jage mørket væk

Dette års udgave af Copenhagen Light Festival fandt sted i februars tre første uger på det nok koldeste tidspunkt nogensinde - også i geopolitisk forstand. Det gennemgående tema var da også fred og håb samt troen på, at krig og flugt gennem lys og menneskelig varme kan trylles væk

AF/
ROLF
SYLVESTER-HVID

Copenhagen Light Festival har i flere år haft en rigtig god funktion som - bogstaveligt talt - et lys i vintermørket, og ved flere tilfælde er festivalen også blevet et positivt fyrtårn i globalt vanskelige tider. Hvad enten der har været tale om pandemi eller ufred i verden, så har de godt tre uger i februar givet publikum en tro på, at lyset og kunsten fortsat har gode kår i vores del af verden - også selv om arrangørerne af Copenhagen Light Festival sagtens kunne bruge sponsorater - blandt andet til energiforbruget fra lysskulpturerne.
2026-festivalen har fået en ekstra krølle på halen med tanke på den geopolitiske situation, hvor demokrati flere steder er blevet afløst af næsten diktatoriske forhold, og hvor den offentlige stemme har fået stadigt mere vanskelige kår. Læg dertil de steder i verden, hvor der er decideret krig, og hvor →

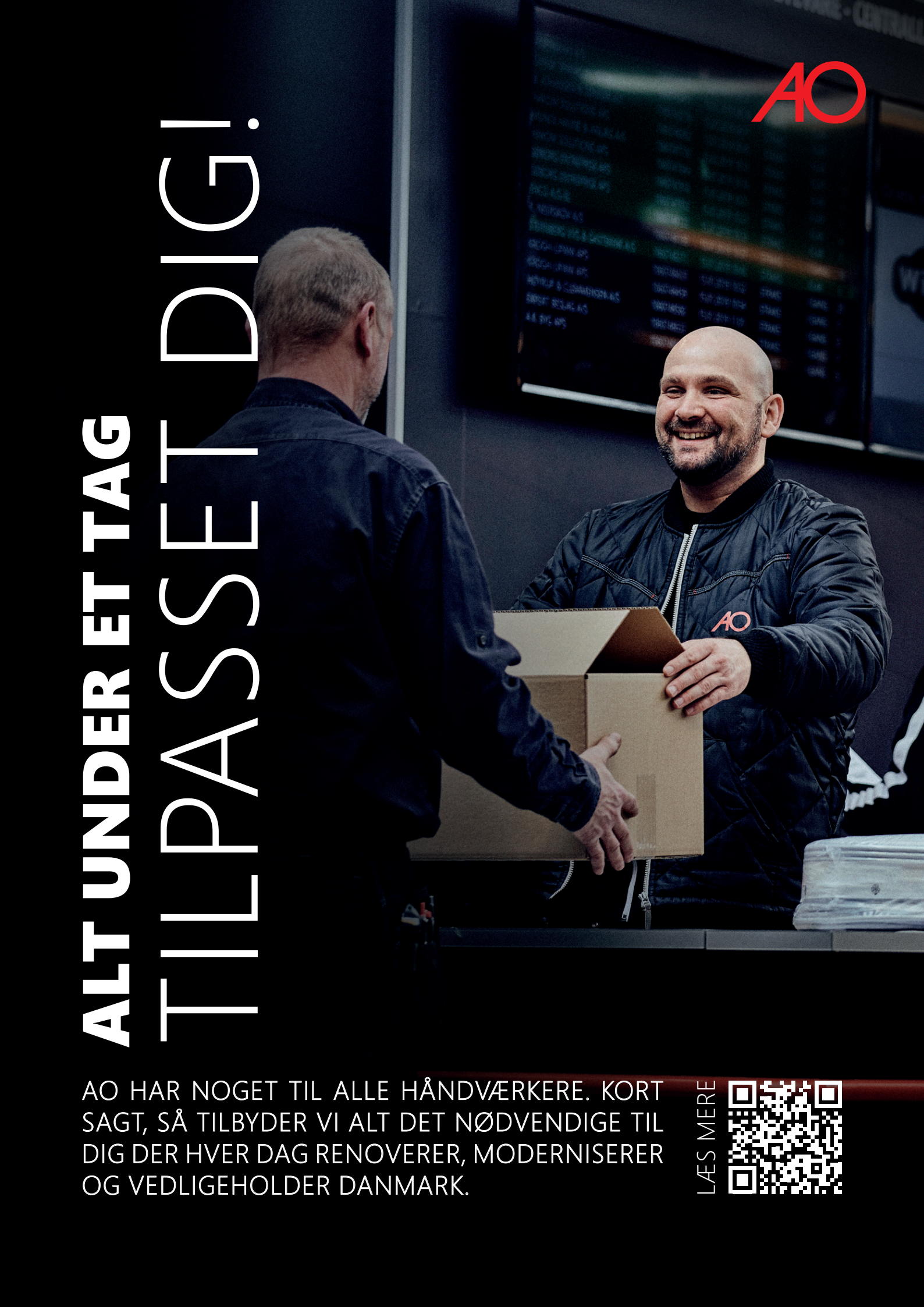


Pallets af Visualia Group og Stefan Vidovic er ét af de oplyste punkter på den ellers meget mørke Vestre Kirkegård. Budskabet på de heksagonalt opstablede paller var positive ord på utallige sprog - og selvfølgelig en opfordring til fred i verden.



I Istedgades Mariakirke, der normalt er tilflugtssted for mange hjemløse, kunne man inde i kirken se Fractions af Claudia Reh. Flere projektorer kastede bevægelige mønstre op på kirkens loft og vægge, og publikum kunne med en række genstande ændre billedoplevelsen. På dette foto har en besøgende lagt nogle tørrede og tornede rosenstilke på én af projektorerne, og skyggerne er forstørret op over alteret. Man kunne sagtens sidde i timer og suge oplevelsen til sig - også fordi der var lunt og rart i kirken.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897



ALT UNDER ET TAG
TILPASSET DIG!

AO HAR NOGET TIL ALLE HÅNDVÆRKERE. KORT SAGT, SÅ TILBYDER VI ALT DET NØDVENDIGE TIL DIG DER HVER DAG RENOVERER, MODERNISERER OG VEDLIGEHOLDER DANMARK.

LÆS MERE

mange mennesker er på flugt. Hér er kunsten nok en vigtig måde at råbe den almindelige befolkning op på, for er krig og flygtninge langt væk, så kan kunsten synliggøre de lidelser andre mennesker har, så vi også i vores del af verden kan se, at der er mange rettigheder og demokratiske systemer, der er værd at støtte. Og det har set ud til, at det har været en fællesnævner for mange af lysinstallationerne i 2026-versionen af Copenhagen Light Festival.

Kom ud af hulen

Lysfestivalen er en fantastisk måde at komme ud af vinterhiet på og møde folk, man normalt ikke ville komme til at tale med, på flere interessante steder rundt om hovedstaden. Med Københavns kontinuerte vækst giver det selvfølgelig mening, at også lysfestivalen breder sig ud over et større areal, flere områder i og - i enkelte tilfælde også uden for - byen, men på iskolde vinteraftener er der nok en grænse for, hvor meget man som tilskuer magter at bevæge sig rundt. I modsat fald skal man nok sætte to eller tre aftener af for at få hele oplevelsen med. Men det kan nu være dét værd ...

Et efterhånden klassisk område lidt uden for centrum er Vestre Kirkegård, hvor der i flere år har været opstillet typisk tre installationer, der ofte har været meget tankevækkende. Det skyldes ikke mindst det ellers totale mørke på Vestre Kirkegård, men selvfølgelig også omgivelserne, der i sagens natur giver den lidt sære stemning, som en tur rundt på en natlig kirkegård har det med at fremprovokere. Men det giver en fantastisk oplevelse at besøge kirkegården, hvor lysinstallationerne er logiske samlingspunkter, og dette års nok mest interessante værk, Displaced, var i sig selv hele turen til festivalen værd.

→

Foto: Tina Valsøe Hyldebrandt.



Den mest tankevækkende lysinstallation i 2026-udgaven af Copenhagen Light Festival må uden tvivl have været Displaced af finske Alexander Reichstein. Opstillet i lange rækker langs stierne på Vestre Kirkegård var "flygtninge", alle udført enkelt, men ekstremt godt og kunstnerisk udtryksfuldt i tyk ståltråd, som var malet med UV-reflekterende maling og individuelt oplyst af små UV-lyskilder. Specielt i snevejret var effekten lamslående effektiv. Virkelig en installation i særklasse - også i sit omfang på flere hundrede meter.



Det kan vel næppe undre, at Hans E. Madsens værk på Knasten foran Knippelsbro hedder Båd? Placeringen lige ved vandet og de hvide lysstofrør i vinterens hvide omgivelser er temmelig genial. Folk kunne i hvert fald godt lide effekten.



Britiske Studio Vertigo har opstillet den flotte Sentinel, som er en dobbelt vifte af LED-rør, som skifter mellem rødlige og blålige farver. Idéen er at symbolisere "kanariefuglen i kulminen", som skal advare om kritiske tilstande overført - gætter vi på - til klodens nuværende tilstand.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897





Vivid Verve III har vi vist set før? Men det er et glædeligt gensyn med Vibe Lundemarks installation i Jorcks Passage. Den i forvejen hyggelige gård i bygningen får et næsten kinesisk udtryk med de mange, farvede lamper.

NYHED

Transformerstationer med fokus på sikkerhed, kvalitet og kort leveringstid.



PRODUKTSORTIMENT:

Transformerhuse - Teknikskabe for eltavler - Teknikskabe med 185mm lavspændingstavle – Kabelskabe - Målerskabe

CABINET SYSTEM

Designet og produceret i Danmark – ring 7027 3626



Foto: Tina Valsøe Hyldebrandt.

Projicering af bevægelige billeder op på husfacader har været et tilbagevendende tema på Copenhagen Light Festival, og Walking Towards Peace af Eva Esmann Behrens fører traditionen videre. Installationen viste fodspor på Nationalmuseets facader udformet af indsamlede fysiske materialer, der fortæller om menneskets fælles historie og de ting, der forener os. Helt i ånd med lysfestivalens overordnede tema i år om fred for hele menneskeheden.



Foto: Tina Valsøe Hyldebrandt.

For dén da: Brocken på Bryghuspladsen er udført af Yasuhiro Chida og er udefra blot en kubisk container på vel ca. 3,5 meter på hver led oplyst af en række projektører. Men der var en lille kø for at komme ind i containeren, og så åbnede der sig en lysteknisk genistreg. Der var boret huller i tusindvis i containeren, som forvrængede lyset til koncentriske små cirkler, når lyset ramte noget inde i containeren. Her er bladets redaktør kommet ind i containeren og får oplevelsen af at blive ét med nærmest en tåge af stjerner. En helt vild oplevelse udført på en forbavsende enkel måde.

Kreativ nytænkning

Der er enkelte gengangere fra den ene til den anden lysfestival. Der er i hvert fald installationer, som man synes, at man har set før. Noget så banalt, men altid velkomment som den årligt tilbagevendende og ret fint oplyste kaffebar, som er opstillet et nyt sted hvert år, er altid en fornøjelse, og laserstrålen, Green Beam, der forbinder flere københavnske landemærker med en grøn, ubrudt laserstråle, er altid sjov. The Wave, som er opstillet på Ofelia Plads, har med sin tunnel af lysende triangler, som man kan gå igennem, været en populær installation i flere år. Det samme gælder Vivid Verve III i Jorcks Passage. Det er en sjov og farveglad installation, der omdanner passagen til en slags "mini-Chinatown".

Men det mest imponerende er den fortsatte kreativitet, der ligger til grund for mange af lysinstallationerne. Ofte interagerer skulpturerne med lyd, bevægelser eller publikums handlinger, og det gør hver lysoplevelse ret enestående. Brocken uden for arkitekturcentret Blox er noget helt for sig, for oplevelsen af at være centrum i et univers af stjerner er helt fantastisk, og ens egen krop bliver en del af lysoplevelsen. Helt fantastisk var også Fractions, som var placeret inde i Mariakirken i Istedgade. Her kunne man placere genstande på ofte flydende overflader på projektorer, der kastede billeder som psykedeliske lysshows op på kirkens vægge og i loftet - i øvrigt til en lydkulisse af dæmpede skrig og sangen "Kringsat af Fjender". Igen et opråb til at gøre noget mod den uretfærdighed, der er i verden i dag - og hvor kunsten formår at formidle ret dybe følelser til de besøgende.

Der er grund til at glæde sig allerede nu til Copenhagen Light Festival i 2027, og så må vi jo håbe på, at verden på dét tidspunkt er blevet et bedre sted med fred, frihed - også til at tale frit - og respekt for demokratiets spilleregler, både herhjemme og rundt omkring på kloden ...



Ja, ja, ingen lysfestival uden lidt knald på lysfarver og lydkulissen. Calidos værk Loop Trope havde farvede mønstre i de altid populære rødlige, blålige og hvide farver, og rytmen i musikken blev understreget med billedsekvenser og gentagelser på LED-stavene. En sjov publikumsmagnet for alle aldre.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

NYHED

DMF sikringsæg med sikringsholder

Type E27, DZ II sikringer, 2 - 25 Amp

- DMF sikringsæg med sikringsholder kan bruges som en permanet eller midlertidig forbindelse fra en luftledning til huse, gadebelysninger eller til byggepladser.
- DMF sikringsæg med sikringsholder består af et kunststofhus, der er modstandsdygtig overfor UV-stråler, med luftledningsklemme og sikringsholder.
- Kunststofklemmeoverdelen er designet som et tag, der er modstandsdygtig overfor UV-stråler.
- DMF sikringsæg med sikringsholder kan anvendes til såvel AL som CU luftledninger.



EL nr. 95 11 001 861

1897 129 år 2026

DMF

Frederiksborgvej 300 . 4000 Roskilde . Tlf. 46 75 76 77 . Mail dmf@dmf-el.dk . www.dmf-el.dk

Grundlagt 1897 - EL-branchens ældste danske selskab og bedste leverandør til det danske EL-folk!

Stor nok til at servicere dig - lille nok til at kende dig!



Fiskene i Oceanariet i Hirtshals reagerer mere roligt, hvis lysændringer sker gradvist.

Intelligent lysstyring **reducerer stress blandt fisk**

Nordeuropas største akvarium, Nordsøen Oceanarium i Hirtshals, har taget et markant skridt mod både digital modernisering og forbedret fiskevelfærd. En ny intelligent lysstyringsløsning sikrer en mere naturlig døgnrytme for fisk og havdyr

AF/
HENRIETTE DRAGØ

Oceanariet i Hirtshals huser mere end 8000 fisk og havdyr fordelt på 75 akvarier. I mange år har indsatsen for fiskevelfærd handlet om foder, vandkvalitet og fysisk miljø. Men det er også velkendt, at bratte overgange mellem lys og mørke skaber uro i akvarierne og kan give stresssymptomer hos flere arter. Den tidligere installation, der blot kunne tænde og slukke, levede ikke op til behovet for en mere skånsom lysstyring. Samtidig var den daglige drift tidskrævende, fordi medarbejderne skulle rundt i syv forskellige rum for at tænde og slukke lyset.

I foråret 2025 besluttede Oceanariet derfor at udskifte den gamle installation med et intelligent og automatiseret system. Målet var at skabe et roligere og mere stabilt miljø for fiskene, reducere antallet af unødvendige tænd/sluk-cyklusser og samtidig samle styringen ét sted, så åbning og lukning kunne håndteres mere effektivt. Løsningen skulle også automatisk kunne håndtere særlige åbningstider og arrangementer og fungere som et fundament for fremtidige digitale udvidelser.

- Fisk trives bedst, når døgnrytmen er så naturlig som muligt, siger Martin Riis, akvariemester på Nordsøen Oceanarium. Han forklarer, at bratte skift i lysintensitet får nogle arter til at miste orienteringen, mens andre reagerer med pludselige bevægelser eller desorientering. En mere glidende overgang var derfor nødvendig.

- Vi manglede et samlet, intelligent system, der kunne sikre både rolige lysovergange, overblik og fremtidssikring, Et system, der først og fremmest tager hensyn til fiskenes ve og vel, men også forenkler lysstyring i hverdagen for personalet. Det skal være nemt for alle - uanset om det er en kok,

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

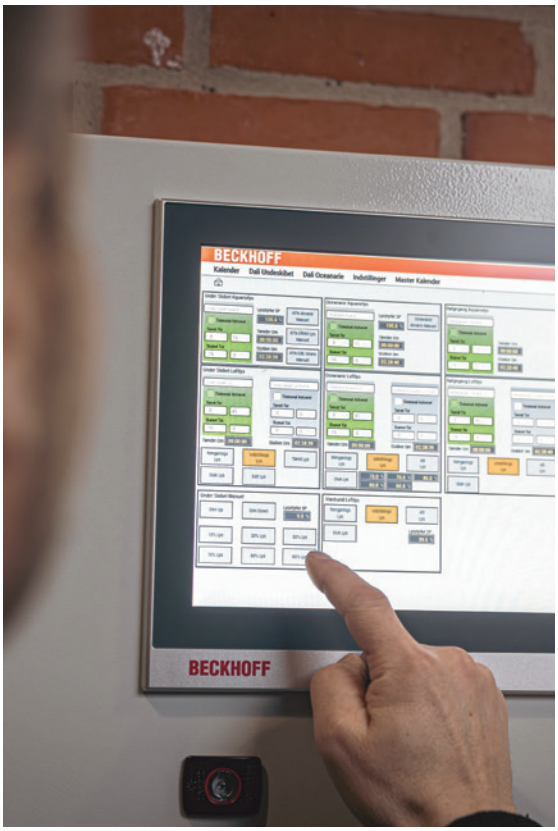
dyrepasser, tekniker eller administrativt personale, der åbner eller lukker - at kunne styre lyset ét sted fra, fortsætter Martin Riis.

Lysstyring følger en fast rytme

H. Jespersen & Søn, med programmør Jørn Mikkelstrup som hovedarkitekt, udviklede en samlet styringsplatform baseret på Beckhoff-teknologi. Løsningen omfatter i første omgang 20 akvarier og leverer en stabil, automatiseret og centralt styret lysrytme.
- Lyset toner nu langsomt op over 30 minutter om morgenen og dæmpes gradvist ned over 15 minutter om aftenen. For at undgå unødige forstyrrelser er systemet programmeret til, at der skal gå mindst to timer, før lyset må tændes igen i et akvarium, efter det er blevet slukket. En digital kalender styrer åbningstider, arrangementer og særlige perioder, så lyset tilpasses aktiviteterne uden behov for manuel indgriben. Alle funktioner kan betjenes fra én central touchskærm ved indgangen, siger Jørn Mikkelstrup.
Han fremhæver, at Beckhoffs platform gjorde det muligt at programmere faste rampetider og opbygge en løsning, der både er fleksibel og robust.

Ro, overblik og sikkerhed

Efter implementeringen oplever Oceanariet en markant forbedring. Fiskene reagerer roligere på de gradvise lysændringer, og medarbejderne har fået et system, der er både driftssikkert, forudsigeligt og let at justere.
Det tidligere behov for at gennemgå syv lokationer for at tænde og slukke lys er nu reduceret til en kort og overskuelig procedure, som medarbejderne kan udføre på omkring 15 minutter mod tidligere cirka 40.



En centralt placeret CP2716 touch-pc med TwinCAT 3 HMI udgør det brugervenlige interface i Oceanariets lysstyring.

Beckhoff Automations leverance

- Syv styk CX7000 PLC'er i akvariets installationstavler.
- DALI-2-moduler af typen KL6821 til styring af 60-70 lamper fordelt på ca. 20 akvarier.
- En centralt placeret CP2716 touch-pc med TwinCAT 3 HMI som brugervenligt interface.
- Et komplet kontrolmiljø, der adskiller akvarielys fra udstillingslys, så begge dele kan styres individuelt og skånsomt.

- Den nye løsning giver os ro, overblik og sikkerhed for, at alt fungerer, som det skal. Det har løftet hele huset - og vi er kun lige begyndt. For platformen kan udvides og integreres til vores hovedsystem og flere bygningsfunktioner. Det bliver næste skridt, siger Martin Riis.
For Jørn Mikkelstrup var Beckhoff et godt valg:
- Beckhoff har hjulpet med rådgivning, de har været tilgængelige om aftenen, når vi stod midt i noget - og generelt skabt en enorm tryghed i projektet. Alene på grund af deres gode support vil jeg vælge Beckhoff igen. Sammen har vi på få måneder skabt et teknologisk fundament for Nordsøen Oceanarium, der gavner både fisk, medarbejdere og den daglige drift. Og så er platformen klar til yderligere digitalisering og automatisering i fremtiden, slutter Jørn Mikkelstrup.



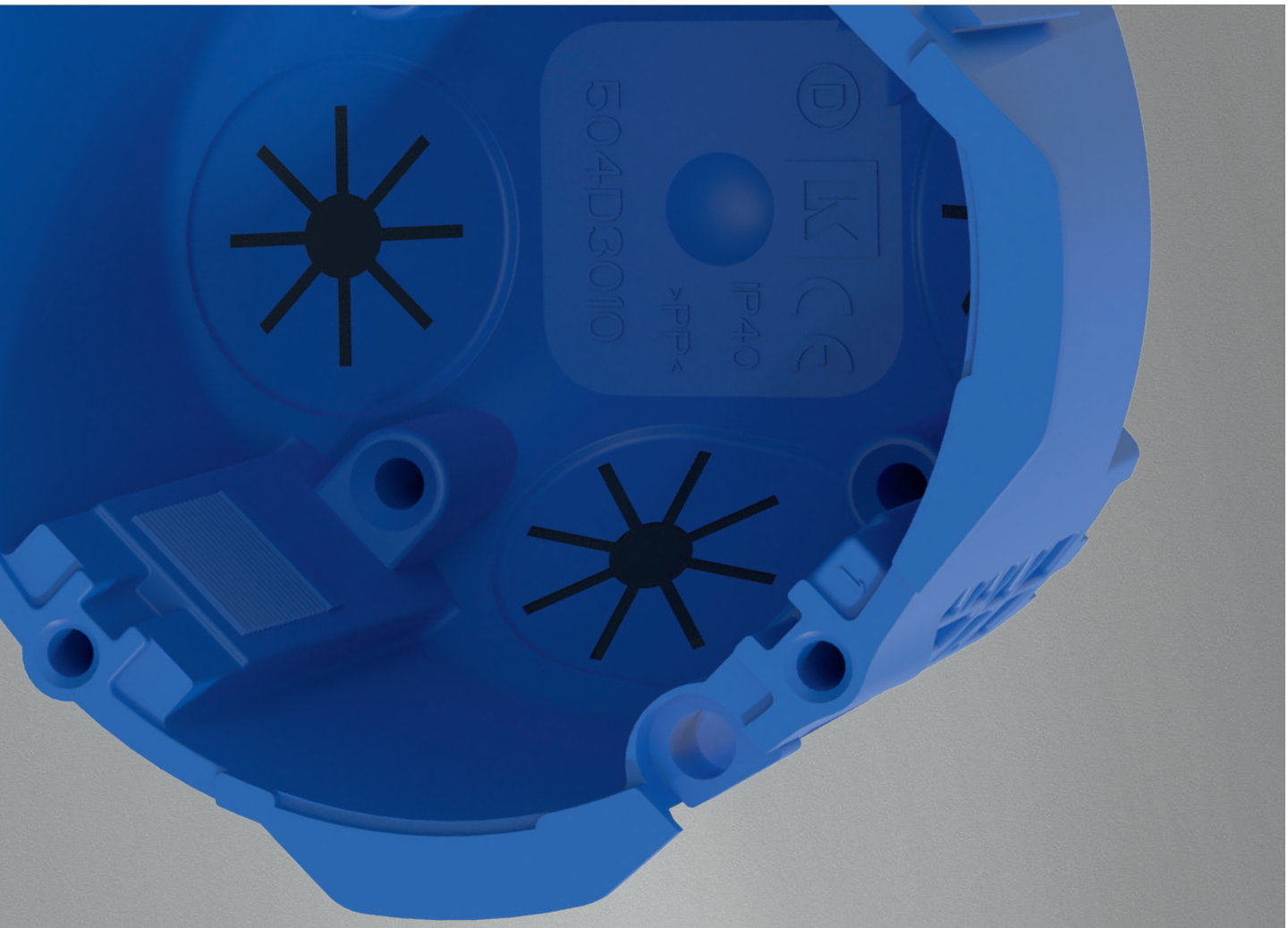


Opdateret
LK FUGA® AIR forfradåse

Aflaster både dig og dine kabler







- ✓ Ingen strips – én samlet og stabil aflastning
- ✓ Stærk membran med tænder – låser automatisk om kablet
- ✓ Hurtigere og mere intuitiv montage
- ✓ Stabil installation – færre fejl

Køb nu og mærk forskellen

Se mere på lk.dk/forfradaase

BEDRE SAMMEN

TØMMERMÆND ...

I den dybeste vinterkulde blev der afholdt håndværksmesse i Lokomotivværkstederne. En fin event, som dog primært havde fokus på tømrerfaget, isolering, tegl og tilsvarende. Der er ingen tvivl om, at lidt mere HVAC og el kunne løfte messen betydeligt - men der var dog flere spændende stande at besøge

AF/
ROLF
SYLVESTER-HVID

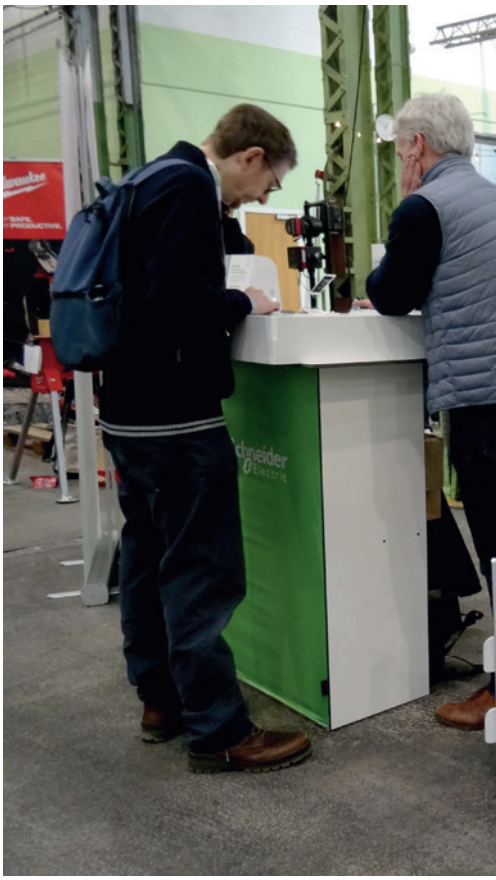
Den nærværende messerapport bliver nok én af de korteste i dette blads historie. Håndværk er en rigtig god idé, og Lokomotivværkstederne på det gamle baneareal nær Sydhavnen i København er perfekt til en håndværksmesse. Det er også meget forståeligt, at arrangørerne læner sig op ad det traditionelle håndværk som tømrerfaget, der i høj grad var i fokus, med beslægtede fag som murerhåndværket, isolering, tagdækning og lignende fag, der har været i spil i hundredvis og måske endda tusindvis af år, side om side med tømrerfaget.

Men skal vi være lidt krakilske, så ligger udviklingen og en stor del af pengene i dag i håndværksfag som HVAC/VVS, el, energi og bygningsstyring samt elektronisk overvågning og sikkerhed, så hvis messen Håndværk skal kunne flytte grænser i fremtiden, skal vi nok have lidt flere af disse fag med på messen.

Det rokker nu ikke ved, at rundt regnet 4000 besøgende - og i høj grad unge mennesker fra håndværksfagene - havde fundet vej på nogle iskolde vinterdage til Håndværk-messen, og det så ud til, at den næste generation af håndværkere sugede rigtig godt til sig af de udstillede produkter og tilbud. Og set gennem de eltekniske og mere modernistiske briller var der faktisk også nogle stande, som kunne tiltrække sig opmærksomhed. Det har vi så samlet i en lille billedcollage på disse sider.



Benjamin Andersen arbejder hos firmaet Watter, som har de fikse, lette og kompakte, men meget ydedygtige Rotek-generatorer og -pumper på programmet. Watter leverer generatorer helt op til 2MW (Genmac), om end Rotek-generatorerne "kun" leverer op til 18,5kVA. Men Rotek leverer en masse ydelse til ret små priser: Den viste Rotek Gen 235 leverer 7,3kVA, vejer 80kg og forbruger kun tre liter benzin/timen. Den er i et Stage 5-design, så den kan køre i miljøzoner og har både en- og trefasede udtag med AVR-regulering, som sikrer en fin sinuskurveform på udgangsspændingen.



TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin
- since 1897



iLOQ er et batteri- og ledningsfrit låsesystem, som Rasmus Leisvig kunne demonstrere. Med energy harvesting-forsyning i låsen kommunikerer lås og RFID/NFC-tag i nøglen med hinanden. Man behøver derfor kun én nøgle, der så kan kodes til forskellige niveauer og rettigheder i et system via en cloud-baseret programmeringsenhed - eller en app i en mobiltelefon. Håndværkere kan derfor med den samme nøgle få adgang til flere kunders iLOQ-låste bygninger efter kundernes behov og givne tidsrum. Det er en ultrasikker løsning, som passer til en 1:1-udskiftning af standard Ruko-låsekasser til priser på ca. 300,- for en nøgle og 2000,- for en lås.



Asger Wenzel fra NS Building prøver et exoskelet fra Festool. Morten Frost (th.) fortæller, at Stark udlejer exoskelettet for ca. 300,-/døgn, og det er ideelt til montageopgaver i loftet. Formålet er at aflaste arme og skuldre ved repetitive opgaver i lofter eller på højtliggende steder, så det handler om ergonomi frem for tunge løft, så exoskelettet beskytter kroppen godt. Der er batteri til et par timers brug i Festools medfølgende batteripakke.



Se, det var jo rart at opleve, at Schneider var til stede på Håndværk med deres stand for den nye LK One-serie. Så var der da også noget væsentligt for elektrikerfaget. Schneider har jo også som motto: "Udviklet sammen med elektrikerne", og selv om vi endnu ikke selv har afprøvet LK One, så må vi formode, at installation er både hurtigere og lettere end med den foregående LK Fuga-generation. Det skal blive sjovt at prøve ...



Intet håndværk uden varebiler, og dem var der også nogle stykker af på Håndværk-messen. Maxus læner sig med deres e-Deliver 5 nok lidt meget op ad VW's ID Buzz, men kan man klare sig med en kineser, så er prisen for den viste bil kun ca. 230.000,-. Så får man 163HK og 325 kilometer rækkevidde efter WLTP-standarden med et 64kWh-batteri (206Wh/km), mulighed for 1500kg på krogen samt en tresæders ganske enkel kabine. Lastrummet er enormt stort og faktisk både plant og firkantet i udformningen.

Altid glade vindere af Milwaukee-værktøj

Vanen tro udloddede El+Energi bore-/skruemaskiner fra Milwaukee til besøgende på bladets stand. Man skulle bare registrere sig som modtagere af nyhedsbrevet eller det fysiske magasin, så var man med i konkurrencen - og dén valgte rigtig mange at deltage i. Vinderne blev:
Lennart Hansen fra Solrød Strand, Lars Fries fra Kbh. NV og Jesper Pedersen fra Næstved. Vinderne er blevet kontaktet direkte og har på nuværende tidspunkt modtaget deres nye Milwaukee-maskiner.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

Valg af den rigtige trefasede transformator-konfiguration

Det er vigtigt at sætte sig ind i viklingskonfigurationerne i trefasede transformatorer for at optimere ydelse, styre belastninger og omkostninger i alle slags applikationer. Hver konfiguration har sine egne fordele afhængigt af applikationen. Man skal derfor forstå de forskellige trade-offs mellem trekant-trekant-, stjerne-stjerne-, trekant-stjerne- og stjerne-trekant-koblingerne - og vælge den rigtige køling i hvert tilfælde

AF/
ANTHONY KOURTESSIS
Design- og applikations-ingeniør
Signal Transformer-divisionen Bel

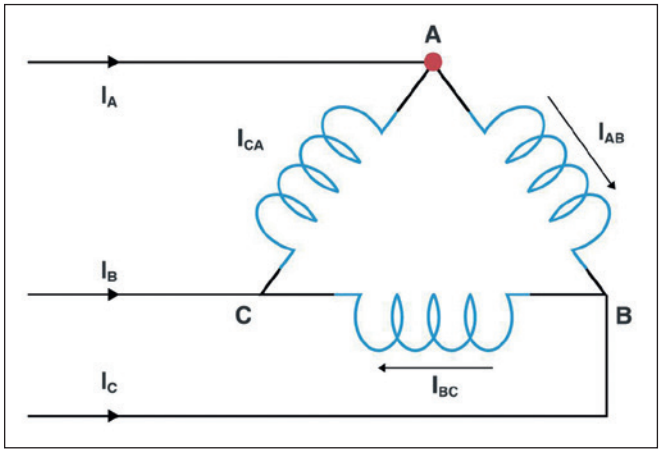
I systemdesigns for effektdistribution bestemmer viklingskonfigurationerne i transformatorerne grundlæggende systemets ydelse. Konfigurationen, trekant-trekant, stjerne-stjerne, trekant-stjerne og stjerne-trekant, påvirker transformatorens evne til at håndtere ubalanceret belastning, til at give en god nulforbindelse til enfaset udstyr og til at tilpasse sig de forskellige spændingsbehov.
Ud over valget mellem konfigurationer giver trefasede transformatorer også betydelige fordele i forhold til tre enkeltfasede transformere. Ved at vikle tre faser om én kerne bruger producenterne kobberet og jernet i konstruktionen mere effektivt, hvilket giver mindre, lettere og mere prisøkonomiske komponenter til et givent VA-niveau (volt x ampere). Disse gevinster i effektivitet kan direkte oversættes til en pålidelig systemydelse, men kun hvis konfigurationen matcher applikationens specifikke behov. Ingeniører, som specificerer transformatorer til produktionsenheder, datacentre eller kommercielle bygninger, skal derfor gøre sig klart, hvordan viklingskonfigurationer påvirker belastningsstyringen, mulighederne for jording og spændingsoverførslen.

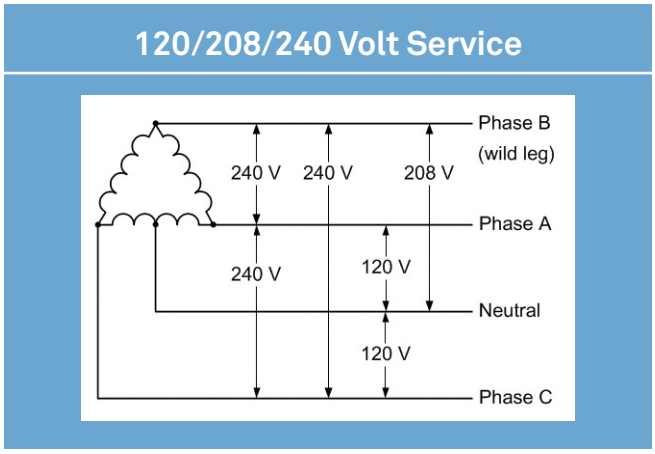
Forstå trekant- og stjernekoblingerne

Der er to fundamentale konfigurationer som basis for de trefasede transformatorers design, nemlig trekant og stjerne. I en trekantforbindelse er de tre transformatorviklinger forbundet med enderne mod hinanden, så de udgør en triangulær loop uden noget nulpunkt. Linjespændingerne svarer til forsyningsspændingen med fasestrømme på rundt regnet 58 procent (1/√3) af linjestrømmen. Trekantforbindelserne er velegnede til store, ubalancerede belastninger, da primærviklingerne giver en bedre balancering af strømmen på input-kilden.
Uden et nulpunkt kan trekantkonfigurationer forsyne trefasede belastninger direkte og kan desuden forsyne enkeltfasede belastninger over ethvert fasepar. Trekantkonfigurationer med et centreret nulpunktsudtag på én af viklingerne understøtter multiple spændingsniveauer samt nul.
I en stjerneforbindelse er den ene ende af hver vikling forbundet til et fælles, centralt nulpunkt, mens den anden ende af hver vikling er forbundet til hver af de tre faser. Dette 4-trådede system har en indbygget dobbeltspændingsfunktion, der dels giver en linje-linje-spænding til trefaset udstyr og en linje-til-nul-spænding for enfasede belastninger. Dermed er der også et indbygget stelpunkt og for jording.

Konfigurationsmuligheder: Matching af transformator til applikationen

Gennem kombinationen af trekant-stjerneforbindelser kan teknikere vælge mellem fire standardkonfigurationer:
Trekant-trekant (D/d) giver en robust ydelse i applikationer, der kræver kontinuert drift. Hvis én vikling fejler, kan de resterende →





Trekantforbindelsesdiagram (venstre) og et eksempel på et centreret udtag på én af viklingerne (højre) for at opnå multiple spændingsniveauer med mulighed for nulpunkt.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

EL&TEKNIK 2026

BESØG DANMARKS STØRSTE ELFAGMESSE

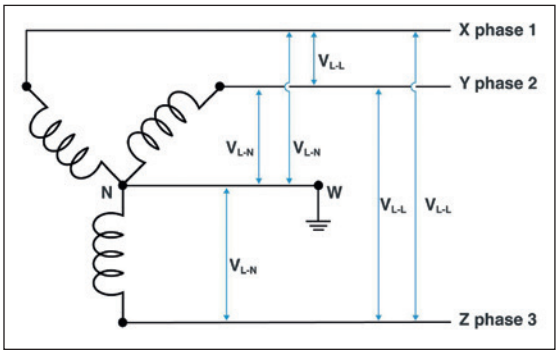
5.-7. MAJ

ODENSE CONGRESS CENTER

GREEN POWER DENMARK

VELTĒK

BOOK GRATIS BILLET



Stjerneforbindelsesdiagram.

to fortsætte med at levere trefaset effekt med rundt regnet to tredjedele kapacitet. Denne konfiguration er ideel til lavvolt/højstrømsapplikationer og er oplagt på steder, hvor forsyningsudfald ville medføre store omkostninger. D/d kræver dog højere vindingstal med øgede omkostninger og har ikke egen nuludgang, så løsningen er begrænset til trefasede belastninger.
Af de fire konfigurationer er stjerne-stjerne (Y/y) den mest økonomiske. Der er et nuludtag på både primær og sekundær med mulighed for en dobbelt spændingsforsyning til både en- og trefasede belastninger. Der er intet faseskift mellem de primære og sekundære spændinger, hvilket letter parallel drift. Y/y kræver dog en nøjagtig balancering af enkeltfasede belastninger og er mere tilbøjelig til at overføre harmonisk støj mellem forsyningskilde og belastning.
Stjerne-trekant (Y/d) er ideel til step-down applikationer i transmissionslinjernes yderpunkter. Stjernekoblingen på primæren reducerer spændingen over de enkelte viklinger med en faktor √3, som medfører færre vindinger i viklingerne og mindre krav til isolationen. Med sit jordede nulpunkt giver Y/d også bedre sikkerhed i højvoltsapplikationer, men man skal tage hensyn til et 30-graders faseskift og følsomhed over for udfald af en enkelt vikling.

Trekant-stjerne - den industrielle distributionsstandard for energiforsyning

Trekant-primær- og stjerne-sekundær- (D/y) konfigurationen er blevet det foretrukne valg til kommerciel-, industriel- og energitæt forsyningsdistribution i beboelseskvarterer. D/y giver både adgang til enfaset og trefaset effekt og giver samtidigt en balanceret belastning af forsyningsnettet. Denne konfiguration undertrykker desuden harmonisk støj, så den ikke kommer igennem til sekundærsiden.
I produktionsmiljøer forsyner denne type af transformatorer ofte store trefasede motordrev foruden enfasede PLC'er (Programmable Logic Controllers) og operatør-interfaces. I datacentre er D/y-konfigurationen især værdifuld, fordi trekantformen på primærsiden undertrykker den tredje harmoniske forvrængning, som it-udstyr, UPS'er, servere og lignende ofte genererer tilbage på nettet, så D/y-konfigurationen forhindrer denne støj i at komme tilbage til nettet. Nulpunktet på stjernen på sekundærsiden giver en pålidelig jording, sikrer en stabil spænding og forhindrer fluktuationer, som ellers kunne påvirke driften i servercentre. Kommercielle bygninger bruger D/y-transformere til forsyning af HVAC-udstyr, elevatorer, belysning og netudtag fra ét enkelt distributionspunkt. Typiske konfigurationer inkluderer 480V/277V (North American industrial), 208V/120V (US commercial), 600V/347V (Canada) samt 400V/230V-systemer (international).
Når man specificerer D/y-transformere skal man som ingeniør overveje, hvor følsom man er overfor enkeltviklingsfejl. Hvis den ene af de tre viklinger fejler, kan hele transformatoren gå ud af drift. Desuden medfører et 30-graders faseskift mellem primær- og sekundærspændingerne, at man skal tænke sig om, før man parallelkobler transformatorer, ligesom det i visse ensretterinstallationer kan medføre øgede ripplestrømme på DC-output.

Luft- eller væskekølet?

Man skal matche kølingen til applikationen.
Ud over viklingskonfigurationen afhænger valget mellem en tør eller væskekølet transformator mest af spændings- og effektniveauerne.
Luftkølede (tørre) transformere bruger typisk atmosfærisk luft som kølemedium og er som regel opdelt i to kategorier: Open-frame transformere har blottede epoxyimprægnerede kerner og spoler op til oftest 1000V og 500kVA, mens indstøbte viklingsdesigns nominelt kan være op til 36kV og 40MVA. Disse enheder er ideelle til applikationer, hvor sikkerhed mod brand er afgørende som i hospitaler, skoler, kontorbygninger og faciliteter med strenge miljømæssige begrænsninger. De kræver et minimalt vedligehold, og inspektion af de interne forbindelser er i sagens natur ret let.
Væskekølede transformere har kerne og viklinger nedsænket i en speciel mineralsk olie i vakuumforseglede metalbeholdere med nominelle spændinger mellem 6kV og 1500kV og nominelle effekter over 1000MVA. Væskekøling er betydeligt mere effektiv end luftkøling, så væskekølede transformere kan håndtere højere spændinger og belastninger, men alligevel være forholdsmæssigt kompakte. Det er dog vigtigt, at væskekølede er placeret i inddæmmede miljøzoner, ligesom olien kræver jævnlige tests, og det er også nødvendigt med foranstaltninger til forhindring af brand.

Det rigtige valg

Valget af den optimale konfiguration kræver balancering af nulpunkter, hensyn til belastningskrav, spændingsforhold og miljøbegrænsninger. Som ingeniør skal man også vurdere den samlede tilsluttede belastning med behov og forskellige faktorer tænkt ind i valget, frem for blot at kigge på mærkepladen. Det kan forhindre såvel dyre overspecifikationer eller underdimensionering, som kunne kompromittere ydelsen af forsyningen.
I kommercielle og industrielle applikationer er D/y-konfigurationen fortsat industriens foretrukne valg. Signal Transformer, der er et varemærke i Bel-koncernen har specialiseret sig i fremstilling af luftkølede open-frame trefasede transformatorer til krævende applikationer med en kombination af over 50 års erfaring i produktion af transformerne med prisoptimerede, effektive og pålidelige designs.

Besøg www.belfuse.com/products/transformers/three-phase-transformers for flere oplysninger om Bels trefasede transformerløsninger fra Signal Transformer.



Open Frame Transformer



Cast-Resin Coils Transformer



Liquid Filled Transformer

Forskellige typer af transformatorer.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin
- since 1897

DERFOR SÆTTER NORDEN TEMPOET I DEN GRØNNE OMSTILLING

Mens resten af Europa kæmper med energikriser og langsomme beslutningsgange, har Norden allerede taget hul på næste fase af den grønne omstilling drevet af intelligente elnet, næste generation atomkraft og moderne geotermi

AF/
JESPER ILLUM
Dansk landedirektør
IFS

Det nordiske energisystem bliver ofte fremhævet som en model for resten af Europa. De nordiske lande har formået at etablere en infrastruktur med lavere CO_2-aftryk, høj forsyningssikkerhed og en digital infrastruktur, der gør det muligt at integrere nye energikilder hurtigere end andre steder.
Men selv i Norden er den stigende elektrificering, klimamål og geopolitisk usikkerhed begyndt at presse systemerne. Tre teknologiske spor skiller sig særligt ud som afgørende for den næste fase, hvor Norden er stærkt positioneret.
Norden er blandt de bedst placerede regioner i verden til at lede overgangen til fremtidens fuldt datadrevne elnet (smart grids). Det skyldes både den digitale modenhed, de meget stabile elnet og ambitiøse klimamål, der kendetegner regionen, som skaber optimale forudsætninger for at basere energiproduktion, -transmission og -distribution på intelligent udnyttelse af data. Den globale smart grid-industri forventes at vokse med over 15 procent årligt frem mod 2033, og i Norden hænger udviklingen tæt sammen med den hastige elektrificering af industri, transport og opvarmning.
Sideløbende med denne udvikling bliver energisystemerne stadig mere decentraliserede i Norden. Mikronet, lokale energifællesskaber og mindre produktionsenheder vinder frem overalt i regionen, hvilket styrker modstandsdygtigheden mod omfattende nedbrud og afhængighed af centrale aktører. Decentraliseringen skaber imidlertid nye udfordringer for netselskaberne. De skal i fremtiden være i stand til at styre og overvåge hele værdikæden inklusive de decentraliserede kilder fra produktion til transport og energileverance uden at kompromittere den høje forsyningssikkerhed, der kendetegner Norden.



Jesper Illum, dansk landedirektør for IFS, giver sit bud på udviklingen inden for energiforsyningens grønne omstilling i Norden i denne artikel.

Forskellige regulatoriske krav på tværs af Norden og EU, mangel på datakompetencer og stigende cybersikkerhedstrusler betyder, at omstillingen ikke går over stok og sten. Men fordelene er så betydelige, og Norden er så godt rustet til at udnytte datadrevne elnet, at det er et spørgsmål om tid, før vi vil se det ske. Med AI bliver det muligt at forudsige belastninger og lokalisere fejl i nettet, før problemerne bliver synlige, og allerede i 2030 forventes AI-understøttede elnet at være en realitet.

Atomenergi gør comeback

Efter nogle årtier i skyggen er atomenergi igen på dagsordenen - nu i form af små modulære reaktorer (SMR'er), der kan levere stabil, CO_2-neutral energi som supplement til vind og sol. Globalt forventes markedet for SMR'er at vokse fra ca. 3,5-4,3 milliarder euro i 2025 til op mod 40 milliarder euro i 2035, afhængigt af regulatorisk udvikling.
I Norden er udviklingen ikke længere teoretisk. I Finland undersøger energiselskabet Helen aktivt mulighederne for at etablere et mindre atomkraftværk i Helsinki, hvor flere potentielle placeringer nu vurderes i forhold til miljøpåvirkning og energibehov. Formålet er at styrke energisikkerheden og understøtte elektrificeringen af både fjernvarme og transport.
Der er en tilsvarende interesse

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

i de andre nordiske lande, hvor aldrende kraftværker, begrænsede muligheder for at udbygge vandkraftsektoren og voksende elforbrug tvinger politikere og forsyningsselskaber til at revurdere atomkraftens rolle. Også i Danmark diskuteres mulighederne. Regeringen besluttede i 2025 at igangsætte en vurdering af især små atomkraftanlæg, og sideløbende har private aktører etableret Dansk Nuclear Power Alliance.
På tværs af Norden hæmmes omstillingen dog fortsat af store startinvesteringer, lang tilbagebetalingstid, offentlige holdninger og umodne leverancekæder. Men digitaliseringen ændrer på økonomien: IoT-overvågning og AI-drevet vedligehold af anlæggene kan reducere vedligeholdelsesomkostningerne markant og øge oppetiden med omkring 20 procent.

Geotermi rykker frem som strategisk energikilde

Geotermiske løsninger er på vej til at få en langt større rolle i energiforsyningen i Norden, ikke mindst fordi de kan levere ren, stabil og vejr-uafhængig energi og dermed er et strategisk supplement til vind, sol og vand. Globalt forventes geotermi at vokse fra omtrent 15 gigawatt i 2023 til op mod 60-80 gigawatt i 2050.
De seneste fem år er der blevet investeret over 900 millioner euro i nye geotermiske projekter, drevet af både politiske incitamenter og stigende interesse fra private virksomheder. I Danmark er flere projekter i gang. Et af de mest ambitiøse findes i Aarhus Kommune, hvor man sidste år begyndte at levere geotermisk varme til fjernvarmesystemet i Skejby, og i Storkøbenhavn er der planer om noget tilsvarende. Samlet vurderes geotermisk varme at kunne dække 15-20 procent af Danmarks varmebehov.
Branchen kæmper stadig med høje anlægsomkostninger og komplekse godkendelsesprocesser, men omkostningerne falder hastigt. I Norden er nye teknologier - især Enhanced Geothermal Systems (EGS) - særligt attraktive. De gør det muligt at udnytte dybereliggende geotermiske ressourcer, også i områder der traditionelt ikke har været egnede til varmeudvinding.
For byer og industriklynger i Norden betyder det, at geotermi kan blive et relevant supplement til fjernvarmen og en lokal, stabil energikilde, der kan reducere importafhængighed og balancere elnettet.

Klimadata til rådighed for kunderne

Lemvigh-Müller gør det nu markant nemmere for virksomheder i industrien, byggeriet og installationsbranchen at få klimadata til brug i deres CO_2e-rapportering. Virksomheden kan med en ny løsning levere CO_2e-data for mere end 450.000 varenumre, så kunderne kan få dokumenteret klimaaftrykket fra indkøb af både stål- og teknikprodukter.
- Vores kunder har i stigende grad behov for pålidelige CO_2e-data, som kan integreres direkte i deres rapportering. Vores løsning er testet i et tæt samarbejde med vores kunder, og vi kan nu hjælpe dem med adgang til data, der både kan bruges til rapportering og til at estimere klimaaftrykket på det enkelte indkøb på et transparent og dokumenteret grundlag, siger executive advisor, ESG & Communications, Pernille Kiær.



Pernille Kiær præsenterede for første gang kunderne for den nye CO_2e-beregner på HI-messen i Herning.

Med den nye løsning får kunderne et samlet overblik over CO_2e-udledningen for deres indkøb i en given periode på tværs af hele vareindkøbet. Det gør det lettere at arbejde struktureret med klimaregnskaber og understøtter både dokumentationskrav og indkøbsstrategier.
Løsningen giver samtidig gennemsigtige data. Kunderne kan se, hvilke produkter der beregnes på baggrund af data fra leverandøren, og hvilke der estimeres med udgangspunkt i en referencemodel.

ELEKTROTEKNISK FORENING
EF

Elektroteknisk Forening er dit netværk i elbranchen

Vi mødes på tværs af uddannelser og er fælles om interessen for elteknik.

Arrangementer

Vi tilbyder virksomhedsbesøg, foredrag og studieture.

Kontingent

Medlemskab koster 700 kr./år.

Vi vil gerne være flere

Indmeldelse sker på hjemmesiden. Eneste forudsætning er, at du er interesseret i elteknik.

Kontakt

Elektroteknisk Forening
Elleholmvej 28 C
5250 Odense SV
E-mail: info@dkef.dk
Tlf.: 42 57 70 69

Se mere på www.dkef.dk

PAPA-MIA!



Er du business klar - så ser du Papa-Mia sikringsindsats som en del af din økonomi

Flere og flere montører vælger Papa-Mia - og indkøberne gnider sig i hænderne over den billige pris

- Montagevenlig
- Tilslutning af kabler fra neden
- Klasse II og IP 54
- Lille dimension H 232 mm B og D 69 mm
- Udbygningssæt til 2 sikringer
  - El nr. 95 10 540 002,
  EAN nr. 57 038 140 564 58
  (pasring, sikringshoved, sikring, tylle)
- Glasfiberarmeret polycarbonat materiale
- Korrosionsbeskyttede metaldele
- Kan anvendes i rørmaster og til udendørs brug
- 4 stigeledningsklemmer for 1x eller 2 x eller 3 x 4 x 2,5 mm^2 - 16 mm^2 rund massiv, CU eller AL, 1 x eller 2 x 4x10 mm^2 - 16 mm^2 rund flerkoret, CU eller AL, 3 x 4 x 10 mm^2 flerkoret CU eller AL
- Varetekst: Sikringsindsats PAPA-MIA! DMF 2020, 1 sikringssokkel E14, 2 x 4 x 16 / 3 x 4 x 10 mm^2 CU/AL, JOR-94281 IP54 KL II,

El nr. 95 10 540 000,
EAN nr. 57 038 140 564 41

Den mest solgte sikringsindsats - simply the best.
Leveres fra lager.



Lynbeskyttelse here we come

Papa-Mia Lyn version 2 har samme fordele som vores kendte og gode Papa-Mia

- Montagevenlig
- Tilslutning af alle kabler fra neden
- Opfylder klasse II og IP 54
- Små dimensioner H 232 mm, B og D 69 mm
- Glasfiberarmeret polycarbonat bund
- Gennemsigtig dæksel for nem inspektion
- Overspændingsafledereren er som standard monteret som seriel
  I_{max} 10 kA / U_{oc} 10 kV/5 kA (IEC 61643-11) / U_p 1.500 V
- Lysdiode som indikerer at overspændingsafledereren er funktionsdygtig
- Korrosionsbeskyttede metaldele
- Til anvendelse i rørmaster
- 4 stigeledningsklemmer for indtil 3 kabler, 2,5 mm^2 til 16 mm^2 rund massiv, Cu eller Al. Eller indtil 2 kabler 10 mm^2 til 16 mm^2 rund flerkoret, Cu eller Al.
- Leveret med leder og kabelsko til funktionsmæssig jording i rørmasten.
- Varetekst: Papa-Mia Lyn version 2 DMF 2020, 1 sikringsholder E 14, IP 54 og klasse II. EL nr. 95 10 540 200 - EAN nr. 57 038 140 618 72

Papa-Mia Lyn version 2 kan også monteres som parallel beskyttelse. Vi kan også levere andre sikringsindsatse med overspændingsafledere. Har du ældre sikringsindsatse som er Klasse 2, kan vi sikkert finde en løsning, når du ønsker beskyttelse til ny LED gadebelysning.
For flere oplysninger kontakt venligst afdelingsleder Ole Pedersen på tlf. 46 75 76 77 eller på mail op@dmf-el.dk

Datablade på overspændingsafledere kan rekvireres

1897 129 år 2026

DMF

Frederiksborgvej 300 . 4000 Roskilde . Tlf. 46 75 76 77 . Mail dmf@dmf-el.dk . www.dmf-el.dk

Grundlagt 1897 - EL-branchens ældste danske selskab og bedste leverandør til det danske EL-folk!

Stor nok til at servicere dig - lille nok til at kende dig!

Edge-sensorløsning vurderer tilstanden af industrielt udstyr

Smarte MEMS-vibrationssensorer fokuserer på design, funktion og applikationer, og målet er høj præcision, pålidelighed og real-time moniteringsegenskaber i industrielle- og forskningsmiljøer

AF/
SHUAI REN
Software systems applications engineer
Analog Devices
TOMASZ POTACZAŁA
Technical director
AMC Tech

Tilstandsbaserede moniteringssystemer (CbM) er blevet en hjørnesten i forudseende real-time vedligeholdelsesstrategier for at øge produktiviteten og reducere omkostninger til vedligehold. MEMS-sensorer (mikroelektromekaniske systemer) giver sammen med avancerede diagnosticeringsalgoritmer et bedre indblik i forskellige typer af maskiners "helbred".

MEMS-accelerometres ydelse har for nylig nået et punkt, hvor teknologien kan konkurrere mod piezo-vibrationssensorer. Med deres lavere forbrug, mindre størrelse og højere integrationsniveauer parret med en stor båndbredde og støjniveauer under 100µg/√Hz har disse MEMS-vibrationssensorer åbnet døren til et helt nyt CbM-paradigme for vedligehold og for ingeniørers muligheder for at detektere, diagnosticere, forudse og ultimativt undgå fejl i deres maskiner.



Figur 1: AVS 1001HF-sensor.

På grund af MEMS-accelerometrenes lave forbrug kan fortrådede systemer nu erstattes af trådløse ditto, og enkeltaksede piezo-sensorer kan erstattes af små, letvægts triaksiale analoge komponenter, så et langt større udbud af maskiner kan nu blive moniteret kontinuert på en prisoptimal måde. Vi skal i det følgende se, hvordan fremskridt inden for MEMS-baserede vibrationssensorer, specifikt AVS 1001HF (højfrekvens) og AVS 1003LF (lavfrekvens) accelerometre, er på den absolutte forkant af teknologien.

Tilstandsbaseret monitering og CbM

Tilstandsbaserede moniteringssensorer (CMS) til robotter og roterende maskiner som turbiner, blæsere, pumper og motorer optager real-time data til analyser af "helbred" og ydelse af maskinen. Det gør målrettet forebyggende vedligehold og optimeret styring mulig. Tidligt i maskinens livscyklus reducerer forudseende vedligehold risici for downtime i produktionen, hvilket sikrer en øget pålidelighed, betydelige besparelser og en øget produktivitet på fabriksgulvet. For virksomheder, der har oplevet ikke-planlagt downtime, varer det i gennemsnit op til fire timer og kan koste op mod to millioner USD baseret på gennemsnittet af flere registrerede downtime-events.

Den primære funktion af CbM er at levere real-time data, der fortæller om maskineriets vedligeholdstilstand. Denne datadrevne tilgang gør det muligt kun at udføre vedligehold, når det er nødvendigt, men med samtidig forebyggelse af uventede fejl, hvorved man udvider driftslevetiden for udstyret. Ved at reducere den uplanlagte downtime hjælper CbM systemer til at opretholde et kontinuert produktionsflow med optimering af ressourcernes allokering.

Hvad er løsningen og hvilke fordele giver den?

Ved at integrere høj- og lavfrekvente vibrationsmålinger med real-time databehandling og -transmission kan disse sensorer give en omfattende løsning til forudseende vedligehold. Den lette integration og alsidighed med en høj præcision gør sensorer til værdifulde værktøjer til forbedring af produktiviteten med reduceret downtime og en optimeret ydelse i strategierne for industrielt vedligehold.

Gennem en ændret definition af tilstandsmonitering forbedrer AVS-sensorfamilien ikke alene driftseffektiviteten for maskiner, men sætter i sig selv en helt ny standard for industriel/maskinel "helbreds"-styring. I takt med at industrien fortsætter sin adoptering af smarte teknologier vil avancerede sensorer som AVS-serien blive et stadigt mere udtalt omdrejningspunkt for den næste generation af industriel automation og -vedligeholdelse.

En stor fordel ved den nye AVS-sensorfamilie er den helt nye definition af tilstandsmonitering. En typisk CbM kræver sensorer, omfattende kabling samt en dedikeret dataopsamlings- og -behandlingsenhed. Med smarte AVS-sensorer bliver alle disse funktioner nu udført internt i sensoren selv. Analyseresultaterne kan sendes direkte til en PLC (Programmable Logic Controller) eller et SCADA -system (Supervisory Control And Data Acquisition) i det højere hierarki. Med brug af digitale RS-485-links kan mange sensorer forbindes indbyrdes med et enkelt kabel. En anden væsentlig fordel er alsidigheden i AVS-sensorapplikationerne. Under normal drift bliver kun de beregnede parametre fremsendt. Hvis der er behov for endnu mere avancerede analyser, kan de rå vibrationssignaler blive fremsendt og analyseret.

AVS 1001HF er et enkeltakset, digitalt, højfrekvensaccelerometer, der udover vibrationer er i stand til at måle temperatur. Komponenten behandler vibrationsaccelerationssignalet og gør data tilgængelige via en digital konnektor med den industrielle RS-485-standard og Modbus-protokollen. Sensoren kan give to slags data, en stream af rå vibrationsdata eller determinerede parametre for vibrationssignalet *(figur 1)*.

AVS 1003LF er et treakset, digitalt lavfrekvensaccelerometer. Som for AVS 1001HF måler komponenten både vibration og temperatur og leverer data gennem RS-485 og Modbus-protokollen. Den er designet til at give omfattende monite-

→

TEST- OG MÅLEUDSTYR
hin - since 1897
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk

Få den bedste start på El & Teknik messen

Start med et besøg hos Triarca uanset om du kommer ind fra Nord eller Vest





Vi står klar med:

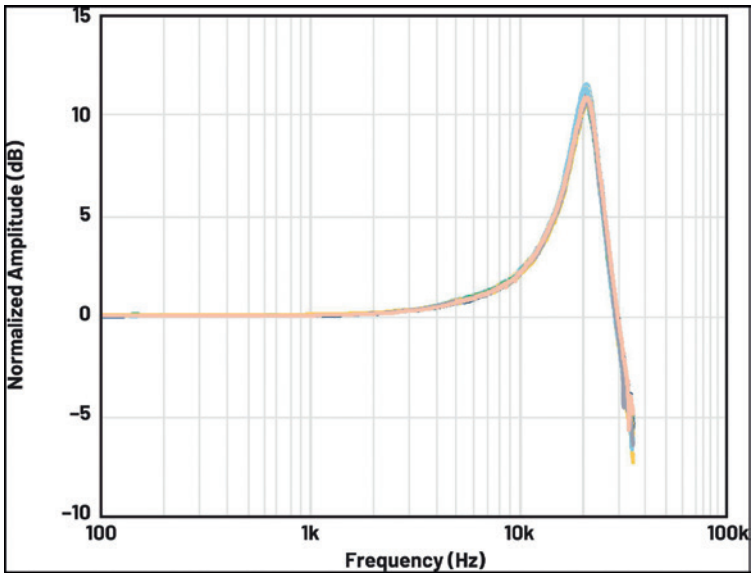
- Banebrydende løsninger til eldistribution og e-mobility
- Kolde øl fra Jelling Bryggeri
- Snacks og uformel stemning til gode faglige snakke

Hent din invitation her

triarca®

Technical Specifications	AVS 1001HF	AVS 1003LF
Measurement Range	±50g, peak	±40g, peak
Frequency Range	0 to 11kHz	0 to 1kHz
Sampling Frequency	32kHz	4kHz
Noise Density	25µg/√Hz	80µg/√Hz
Operating Voltage	24V DC	24V DC
Current Consumption	13mA	
Operating Temperature	-40°C to +85°C	
Protection	IP67	
Shock Resistance	10,000g, peak	5,000g, peak

Tabel 1: Tekniske specifikationer.

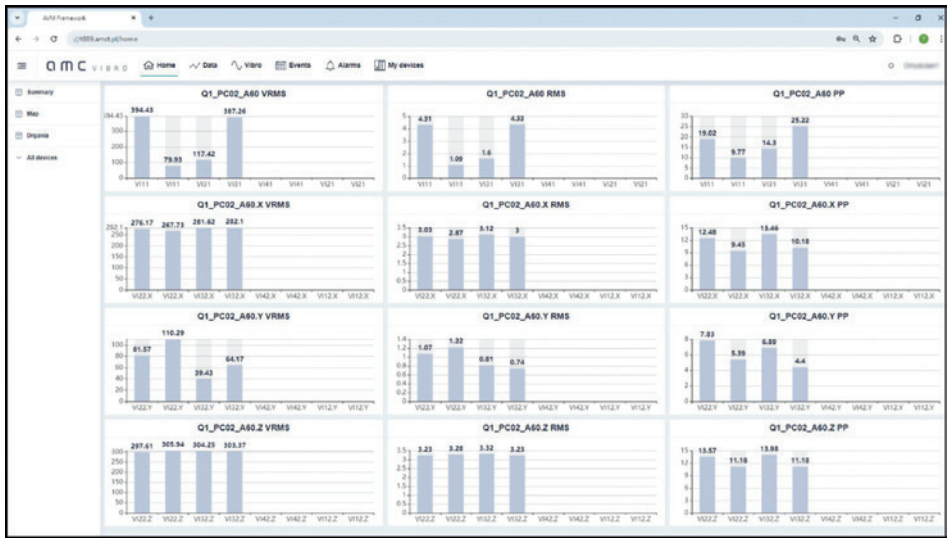


Figur 2: Frekvensrespons for ADXL1002, højfrekvent (>5kHz) vibrationsrespons.

ring over tre akseretninger. Detaljerede tekniske specifikationer for de to sensorer kan ses i *tabel 1*. Applikationer omfatter beskyttelse, maskinovervågning, tilstandsvurdering og dynamisk tilstandsmåling.

Fordele ved den nye AVS-sensorfamilie

- *Direkte digital dataadgang:* Integrationen af direkte digital dataadgang eliminerer behovet for omfattende kabling samt dedikerede dataopsamlings- og -behandlingskomponenter, da alle funktioner er indeholdt i sensoren selv. Det forenkler i høj grad montagen og reducerer de overordnede omkostninger.
- *Alsidighed i applikationerne:* AVS-sensorerne er særdeles alsidige. Under normal drift fremsendes kun de beregnede parametre, hvilket sparer båndbredde og regnekraft. For mere avanceret analyse kan de rå vibrationssignaler transmitteres og analyseres, hvad der giver en dybere indsigt i maskinens tilstand.
- *Pålidelig datatransmission:* Med brug af digitale RS-485-links kan multiple sensorer forbindes via ét enkelt kabel, hvilket sikrer pålidelig datatransmission op til en kilometer. Det minimerer industriel støj og giver let adgang til udvidelse af sensornetværket.
- *Høj præcision og lav støj:* Begge sensorer er meget følsomme, men med lave støjniveauer, hvilket løfter præcisionen i de opsamlede vibrationsdata. AVS 1001HF's følsomhed på op til 100mV/g med et støjtal på 4µg/√Hz og AVS 1003LF's støjtal på 80µg/√Hz sikrer præcise målinger selv i udfordrende industrielle omgivelser.
- *MEMS-teknologi:* Kernen i sensorerne ligger i MEMS-teknologien, der kombinerer en lille størrelse med høj ydelse. MEMS-sensorer er grundlæggende robuste og holdbare, og det er afgørende i krævende industrielle applikationer.



Figur 3: Konfigurérbart bar-grafplot.

Betydning af høj båndbredde og triaksial sensorfunktion

ADXL1002 enkeltakse-accelerometret er med sin 11kHz, 3dB-båndbredde vital for opsamling af højfrekvent kugleleje og gearkassefejl, som sensorer med en lavere båndbredde eventuelt kunne misse. Den høje båndbredde gør en detaljeret analyse af de kritiske komponenter mulig med tidlig detektering og forebyggelse af potentielle fejl *(figur 2)*. Treaksede sensorløsninger som AVS 1003LF er vigtige for forudsigelser af fejl, som kunne blive overset af enkeltaksede sensorer. Ved at opsamle data over tre akser giver disse sensorer et mere holistisk overblik over en maskines tilstand, hvilket giver en bedre forudsigelse af fejl og dermed også en bedre mulighed for planlagt vedligehold.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897



ALT I EL

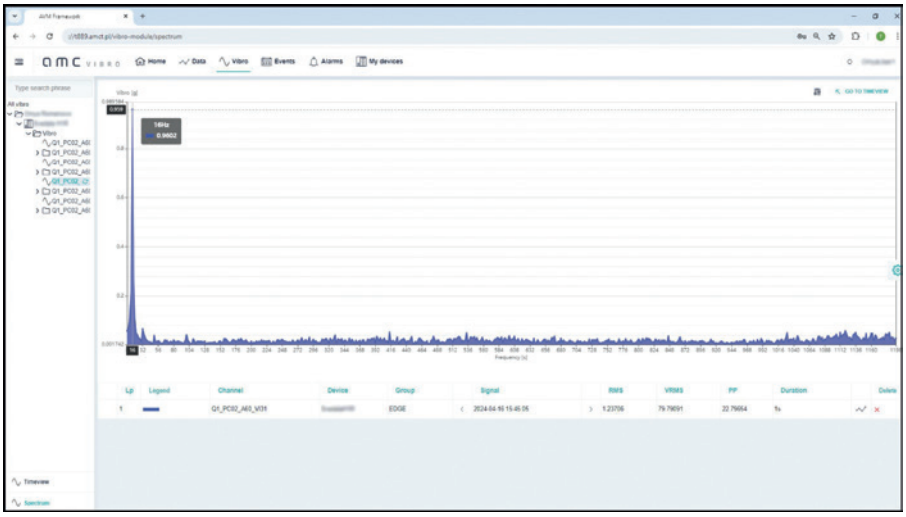


Oplev et stærkt el-sortiment og dygtige fagfolk i alle vores 53 butikker. Få adgang til kompetence-center, eget kabellager, lynhurtig levering og døgnåbent med 24/7.

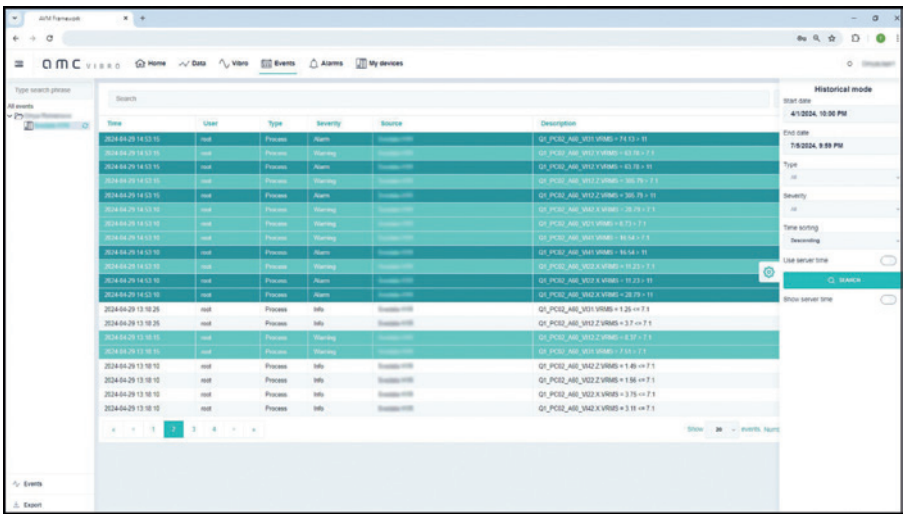
bd.dk/el



Figur 4: Event-/alarm-overblik.



Figur 5: Historik over udvalgte vibrationsmønstre.



Figur 6: Overvågning af faktiske data.

Casestudie

I en praktisk demo er AVS 1001HF- og AVS 1003LF-accelerometersensorerne blevet integreret i AMC's cloud-baserede tilstandsovervågningssystem. De rå signaler fra sensorerne bliver sendt til en edge-beregningsenhed, som udfører de diagnostiske funktioner og sender data videre til en cloud-server. Kunder kan derfra tilgå information om maskiners "helbred" hurtigt og nemt. Der er følgende plots til rådighed: maps, custom-mimics (med flere komponenter som bar-grafer), alarmer, trends, waveforms, spektre og lignende. *Figur 3 på side 28* viser nogle få plots fra systemet.

Det konfigurérbare bar-grafplot giver et hurtigt overblik for operatører. Hvis der opstår grænsekritiske tilstande, vil bar-grafen skifte farve til gul (advarsel) eller rød (alarm). Billeder eller andre komponenter kan tilføjes for at skabe brugervenlig og intuitiv information.

Desuden kan data let udveksles med andre systemer via digitale protokoller (for eksempel Modbus, OPC UA og MQTT). Af andre anvendelige funktioner er blandt andet muligheden for eksport af interessante data for en senere dybere analyse *(figur 6)*.

Figur 4 viser et event/alarm-overblik i plottet. Operatører kan dermed tjekke aktuelle og aktive overskridelser af tærskelværdier eller inspicere tidligere ændringer. Der er flere filtermuligheder til rådighed, så man ikke spilder operatørernes tid.

Trend-plottet viser historikken over udvalgte vibrationsparametre (rms- og hastighed - *figur 5*). Brugere kan dermed hurtigt tjekke ændringer i mønstre over tid som ustabilitet, nye tendenser eller sammenhæng med andre målinger. Nogle gange er et dybere indblik dog nødvendigt. Oftest har vi brug for at vide, hvad der har forårsaget et øget vibrationsniveau. Den ultimative kilde er en undersøgelse af det rå vibrationssignal. Eksperter kan analysere disse signaler ud fra waveforms og spektrale plots. Disse data kommer fra en screener (si) bestående af i alt otte sensorer (fire HF- og fire LF-typer).

Installationen har bevist funktionen af sensorerne og deres evne til at monitere industrielle maskiner i selv hårde miljøer.

AVS 1001HF- og AVS 1003LF-accelerometrene repræsenterer betydelige fremskridt inden for "helbreds"-monitering af industrielt udstyr og kan med deres kombinerede målinger af høj- og lavfrekvente vibrationer med real-time databehandling og -transmission være et vitalt værktøj til forudseende vedligehold samt optimering af vedligeholdsstrategier i industrielle miljøer.

TEST- OG MÅLEUDSTYR
Tlf.: +45 76 25 90 90 · hin@hin.dk
hin - since 1897

Det som andre ikke kan - det kan Møre Trafo



Kære læser

MØRE TRAFO kan levere transformere i rekord tempo på 6 - 8 uger. Hvor alle andre fabrikker har en leveringstid på 12 - 16 uger.

MØRE TRAFO har kvalitet og omtanke for ordentlighed og ansvarlighed, som skal leve op til nogle af verdens skrappeste krav som:

- Arbejdsmiljø, sikkerhed, ligeløn og ordnede ansættelsesvilkår.
- Løn under sygdom og pensionsordninger.
- Miljøhensyn, dokumentation, sporbarhed og reduktion af CO_2, affald og energiforbrug.

Kort sagt: Produktion med respekt for både mennesker og omgivelser.

I en tid hvor markedet tilbydes produkter fremstillet under "alternative vilkår", kan lave priser være fristende.
Men ofte er prisen betalt et andet sted – i arbejdsvilkår, miljøbelastning og manglende gennemsigtighed. Her adskiller den nordiske model sig markant.

Når du vælger transformere fra **MØRE TRAFO** via **DMF,** får du:

- Ordentlighed hele vejen gennem værdikæden.
- Dokumenteret bæredygtighed – ikke grønne overskrifter.
- Stabil, driftssikker kvalitet bygget til nordiske forhold.

OG SÅ ER DER LEVERINGSTIDEN
Hvor lange leveringstider ellers er blevet hverdag i branchen, kan **Møre Trafo** noget ingen kan matche:

Ekstremt kort leveringstid på 6 - 8 uger fra ordre til levering hos kunden.

Hvis du allerede har handlet med os, ved du, at det holder.
Hvis ikke – så er det måske nu, du skal prøve.
Hos **DMF** prøver vi på at have de rigtige priser sammen med kvalitet.

DMF – når ordentlighed også skal kunne leveres til tiden.

Kontakt os gerne for dialog om transformere og stationer.

Læs mere om produktionen hos Møre Trafo på deres hjemmeside: https://moretrafo.no/

1897 129 år 2026

D M F

Frederiksborgvej 300 . 4000 Roskilde . Tlf. 46 75 76 77 . Mail dmf@dmf-el.dk . www.dmf-el.dk

Grundlagt 1897 - EL-branchens ældste danske selskab og bedste leverandør til det danske EL-folk!

Stor nok til at servicere dig - lille nok til at kende dig!



SG INSTALL 2.0

www.sg-as.dk