

# BOLTED

ET MAGASIN OM BOLTNINGSTEKNOLOGIER

UDGAVE 2 – 2021

DEN LØBENDE UDVIKLING I

## MATERIALERNES VERDEN

---

### HISINGSBROEN

Et nyt vartegn i Göteborg

### I SØGELYSET

Luisa Moralejo deler sine erfaringer fra en karriere inden for sikkerhed på atomkraftværker

### EN VINDERKOMBINATION

En løsning med tre produkter til problemet med utætheder i gasturbiners firevejsamlinger

**NORD-LOCK  
GROUP**

## 04 HISINGSBRON

Expander System sikrer ny prominent infrastruktur i Göteborg



## 20 KAJFENDERE

Montering af kajfendere i en af verdens største nationer inden for kommerciel skibsbygning



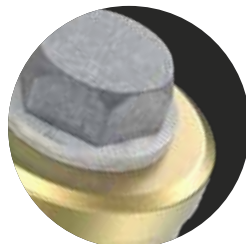
## 07 INDBLIK FRA BRANCHEN

Svejsning eller boltning? Bedste fremgangsmåder til bedre brobyggeri



## 22 EKSPERTERNE

Vores eksperter forklarer, hvordan kilelåsningsteknologien kan kombineres med Expander System ledaksler



## 10 I SØGELYSET

Luisa Moralejo taler om sin karriere som instruktør inden for ikke-destruktiv prøvning



## 24 LOG MAX

Expander System og Nord-Lock skiver hjælper med krævende harvester heads



## 13 LØSNINGEN TIL FIREVEJS-SAMLINGER

Flere Nord-Lock Group teknologier gør til sammen en ende på kendte samlingsutætheder



## 20 SIKRET MED

Historien bag Spiribol, den gode sag og Nord-Lock skiver



## 16 MATERIALERNES VERDEN

Sådan udvider materialeinnovation mulighederne for produktioningenører



### CHEFREDAKTØR

Alexander Wennberg  
alexander.wennberg@nord-lock.com

### ASSISTERENDE REDAKTØR

Kelvin Slessor-Marriott

### ART DIRECTION OG LAYOUT

Gabriel Jacobi

### INDHOLDSPRODUKTION

Nord-Lock Group  
Spoon Agency

### OVERSÆTTELSE

LanguageWire

### TRYK

Exakta

Bolted magazine udgives af Nord-Lock Group og har til formål at øge kendskabet til sikker boltning og tekniske løsninger. Bolted udkommer to gange om året på: kinesisk, engelsk, dansk, finsk, fransk, tysk, italiensk, japansk, koreansk, spansk og svensk. Bemærk, at vi ikke tager imod uopfordrede manuskripter. Materialet i denne udgivelse må kun gengives med tilladelse. Anmodninger om tilladelse skal sendes til chefredaktøren. Det redaktionelle materiale og de meninger, der udtrykkes i Bolted, afspejler ikke nødvendigvis Nord-Lock Groups eller udgiverens synspunkter. Bolted udgives med henblik på at informere. De angivne oplysninger er af generel karakter og bør ikke behandles som rådgivning eller udgøre grundlaget for beslutninger eller brug i en bestemt sammenhæng. Enhver brug af de angivne oplysninger er udelukkende på brugerens eget ansvar, og Nord-Lock Group er ikke ansvarlig for direkte, indirekte eller tilfældige skader eller følgeskader, der opstår som følge af brug af de oplysninger, der angives i Bolted.

Du har modtaget Bolted Magazine, fordi du er vores kunde, partner eller distributør og har angivet din adresse ved bestilling af produkter eller på en messe, eller fordi du abonnerer på magasinet.

Hvis vi ikke har fået dine kontaktoplysninger af dig, har vi dem fra en tredjepart. Vi behandler dine kontaktoplysninger for at kunne levere Bolted Magazine på det juridiske grundlag legitim interesse, hvilket består i at levere aktuelle oplysninger om vores produkter og tjenester. Hvis du vil opsige dit abonnement, så du undgår at modtage fremtidige udgaver, skal du kontakte os på [unsubscribe@nord-lock.com](mailto:unsubscribe@nord-lock.com).

Du er velkommen til at kontakte os med eventuelle kommentarer på [info@nord-lock.com](mailto:info@nord-lock.com).



Fredrik Meuller  
CEO Nord-Lock Group

## *Lys for enden af tunnelen*

2020 har været et år med rekordstore investeringer for Nord-Lock Group, hvor vi har opgraderet vores driftsplatform og moderniseret tre ud af seks fabrikker. Ved at forberede os på kundernes voksende behov via mere produktiv, sikker og bæredygtig produktion har vi i hvert fald “gjort os fortjent til at vækste”. Vi er kommet ud af pandemien stærkere end nogensinde.

Mens verden gradvist kommer sig over pandemien, har vi overstået det værste og ser på nogle fantastiske konstruktionsprojekter, der er blevet gennemført for nylig, f.eks. den ikoniske Hisingsbron i Sverige. Med alt, hvad vi har lært om udvikling, byggeri og vedligeholdelse af broer, er det en fornøjelse for os igen at dele vores viden med dig i denne udgave af Bolted Magazine.

Vi ser også på den løbende udvikling i materialernes verden, hvor videnskabsmænd og teknikere fortsætter jagten på den perfekte balance mellem fysiske egenskaber, bæredygtighed og omkostninger i deres valg af materialer til industrien.

I en tidligere udgave har vi fremhævet behovet for, at kritisk infrastruktur bliver bygget med større modstandsdygtighed over for naturlige og menneskeskabte katastrofer.

Her, ti år efter Fukushima-ulykken, taler vi med Luisa Morajelo, som er ekspert i nuklear sikkerhed og inspektion, om vedligeholdelse af kritiske systemers strukturelle integritet i et miljø, hvor svigt kan være katastrofalt.

Vi bliver inden for elproduktion og ser på, hvordan et nyt partnerskab har skabt en løsning på utætheder i gasturbiners firevejsamlinger, der er førende på markedet. En kombination af multi-jackbolt tensioners, hydrauliske lukkesystemer og positionerings-tensioners gør dette til et virkelig smart eksempel på Nord-Lock Groups mission om at beskytte mennesker og kundeinvesteringer.

Derefter drager vi dybt ind i de sydamerikanske skove for at se, hvordan Log Max håndterer den krævende proces bag eukalyptushøst. Desuden er der kajfendere fastgjort med Nord-Lock skiver, der beskytter sydkoreanske havne mod kollisioner med skibe på afveje. Til sidst en påmindelse om, at man i en tiltagende kompleks verden kan finde glæde i det simpleste med det spanske spil Spiribol — samlet med Nord-Lock kilelåsningsskiver!

Som altid ønsker jeg dig god læsning!

# EN IKONISK BRO BLIVER TIL

**Tekst**  
Hanna Klumbies

**Fotos**  
Göteborgs Stad  
Tomorrow AB  
Max Hjalmarsson

*I Göteborg vil den nye Hisingsbroen — en vertikal løftebro — forbinde Göta älvs nord- og sydbred og samtidig give mulighed for, at skibe kan passere. Med stort fokus på konstruktionsdetaljer og funktionalitet har man skabt noget, der er større end summen af de enkelte dele.*



I maj 2021 åbnede Hisingsbroen i Göteborg, Sverige for transport over Göta älv. De første, der krydsede, var biler, busser, cykler og fodgængere. Sporvognsskinnerne blev færdige i løbet af sommeren.

På bestilling af Göteborgs myndighed for trafik og offentlig transport startede projekteringen allerede i 2009, og byggeriet blev påbegyndt i 2016. Pålidelighed og brug af gennemprøvet teknologi var afgørende krav i deres specifikation for løftefaget og dets maskineri. Et joint venture mellem Skanska og MT Højgaard vandt udbuddet og ledte projektet.

Under projektkonkurrencen i 2013 var der forslag til forskellige typer bevægelige broer: klapbroer, svingbroer og vertikale løftebroer. Vinderen blev en vertikal løftebro ved navn Arpeggio, tegnet af et konsortium af arkitektfirmaer og projektdesignere. Juryens afgørelse fokuserede på bæredygtighed, udvikling og funktionalitet.

### *Broen bliver et symbol på Göteborg – et vartegn, der er tæt knyttet til byens karakter og landskab.*

Arpeggios konstruktion er solid med stærke dimensioner og en gennemprøvet teknisk løsning. Det åbne vand under broen, som vil bidrage til et pulserende miljø for bysport og sejlads, var også en positiv faktor.

#### **Mange forslag, før det rigtige blev fundet**

Hisingsbron er en 440 meter lang vertikal løftebro, hvor et centralt løftefag, der understøttes af fire ståltårne (pyloner), kan hæves 28 meter, når et skib skal igennem. Efter hver hævnings skal løftefaget vende tilbage til niveauet 12 meter over vandet med yderste nøjagtighed, så sporvognssporene på løftefaget passer perfekt sammen med dem på vejen.

Bygningsingeniørerne fra ELU konstruerede stålpylonerne og vejbanen. De hyrede Tikab Strukturmekanik AB til at udvikle maskineriet til løftefaget. Peter Lassfolk, Mechanical Design Engineer og Network Administrator hos Tikab, konstruerede maskineriet sammen med sit team. >



**Peter Lassfolk**  
MECHANICAL DESIGN  
ENGINEER OG NETWORK  
ADMINISTRATOR, TIKAB

---

#### **HISINGSBROEN** **HISINGSBRON**

---

**INDVIET**  
2021

**SLUTKUNDE**  
GÖTEBORG KOMMUNE

**SAMLET LÆNGDE**  
440 METER

**PROJEKTERING**  
TIKAB

**LØSNINGEN**  
EXPANDER SYSTEM

---

#### **FORDELE**

NEM MONTERING, ØGET BRUGSLIV  
OG MINIMAL VEDLIGEHOLDELSE



Lassfolk siger, at Hisingsbron var en af hans mest krævende opgaver:

*“Den største udfordring var at udvikle noget maskineri, der kunne være på den begrænsede plads. Det var kompliceret, og vi gennemgik temmelig mange forskellige løsninger, før vi besluttede os for den, vi endte med.”*

### Komplekst system til løftefaget

Det er helt afgørende, at det 37 meter lange løftefag, som vejer 800 tons, kan løftes og sænkes hurtigt. Det er fastgjort til 16 kabler, fire i hvert hjørne. Kablerne løber op til kabelhjul øverst på pylonerne og derefter ned til en modvægt. Fire tyndere kabler er forbundet til maskineriet, der trækker modvægten.

Når løftefaget hæves, er det faktisk modvægten, der trækkes ned. Når løftefaget sænkes, fjernes løftekraften, så løftefagets vægt får det til at blive nede. I hver pylon er der to store kroge, der via en bøsning trækker løftefaget ned og fjerner løftekraften. Expander System er fastgjort på disse kroge.

Tikab var ansvarlig for konstruktionen, og SH Group fremstillede og testede maskineriet. Det var Tikabs forslag at bruge Expander System, og SH Group var enig i, at det var den bedste løsning. Expander System er en løsning til ledeslitage. Det består af tre hoveddele: en aksel i midten og to ekspansionshylser, der installeres direkte i den eksisterende monterings. Når du spænder befæstelselementerne fra siden, trykkes ekspansionshylserne op af akslens tilspidsede ender og udvider og tilpasser sig til monteringen.

### Pålidelighed og lang brugstid

“Vi bruger en ekstra stor skræddersyet Expander-aksel,” forklarer Lassfolk.

*“Den største fordel er den måde, de håndterede samlingen på. Vi skulle installere store komponenter i et snævert rum, og det var problemfrit at bruge Expander System.”*

Desuden giver Expander System både længere brugstid og mindre vedligeholdelse. Normalt forårsager akselbevægelse slitage på ører, hvilket

med tiden gør hullerne ovale og øger sløret.

“Hvis du bruger Expander System, fjerner du det slør,” siger Brian Troest, Country Manager for Danmark og Sverige, Nord-Lock Group. “Akslen skal være mindre end hullet for at passe i det. Ekspansionshylsen justerer dog denne forskel mellem hullets diameter og akslens diameter.”

### Holder stadig, når alternativerne giver op

Når du spænder boltene eller møtrikken på siden, skubbes ekspansionshylsen ind i hullet, hvor den udvider sig med en udvendig kegle på akslen og en indvendig kegle i hylsen. “Det giver en sikker, problemfri pasform, der holder længere end nogen alternativ løsning,” siger Troest.

I løbet af årene har Lassfolk brugt Expander System i flere projekter. “Det var naturligt at vælge denne løsning til Hisingsbro projektet. Det siger sig selv, at man gerne vil bruge produkter af den højeste kvalitet,” siger han.



**Brian Troest**  
COUNTRY MANAGER FOR  
DANMARK OG SVERIGE  
NORD-LOCK GROUP

Denne artikel stammer fra Nord-Lock Groups hvidbog **Bridge Design, Construction & Maintenance: Insights and Best Practices for a Rapidly Changing Sector (2021)**.

Du kan læse og downloade den 70 sider lange hvidbog ved at gå til [nord-lock.com/bridge-construction](https://nord-lock.com/bridge-construction).

*Mange europæiske broer tilhører en aldrende infrastruktur, der blev opført i midten af det 20. århundrede. Det betyder, at der er behov for vedligeholdelse samt nye broer, der bedre kan imødegå stigende trafikale behov. Historik, regionale præferencer og brotype er alle vigtige faktorer for, hvilke samlingsmetoder der anvendes i brobyggeri og -vedligeholdelse.*

Følgende tekst går i dybden med dette emne. Den er et uddrag fra vort white paper **Bridge Design, Construction & Maintenance: Insights and Best Practices for a Rapidly Changing Sector**, som Nord-Lock Group står bag.

## BEDSTE FREMANGSMÅDER TIL BEDRE BROBYGGERI

### Sammenligning af samlingsmetoder: svejsning og boltning

Der er mange faktorer at tage i betragtning, når man skal vælge mellem svejsning og boltning til samling af brokomponenter. I nogle tilfælde kan eksisterende præferencer diktere beslutningen, men det er vigtigt at overveje hvert projekt individuelt for at nå frem til den bedste beslutning.

### Et vanskeligt valg

Historisk set er broer og andre stålkonstruktioner blevet nittet. Det gælder f.eks. Golden Gate Bridge. Denne proces omfatter varmebehandling og støbning af nitten, hvorefter den nedkøles i en proces, der kaldes glødning. Den enkelte nitte er ikke særlig stærk, hvilket betyder, at der skal bruges mange for at gøre konstruktionen sikker. Det er også en besværlig proces, og den anvendes ikke længere i brobyggerisektoren.



Men selvom der ikke længere bliver bygget nittede broer, skal eksisterende broer med nitter stadig vedligeholdes. Ofte erstatter man slidte nitter med bolte, og særligt højstyrkebolte er specifikt udviklet til at ligne nitter. Svejsning er ikke en holdbar løsning til vedligeholdelse af samlinger på gamle broer, hvor nedbrydning af broens materiale gør det usikkert.

Boltning og svejsning er i øjeblikket de to mest populære metoder til samling af brokomponenter. Beslutningen om, hvilken af de to metoder der skal anvendes, kan være lige så kontroversiel og geografisk specifik som valget mellem beton og stål. Det skal bemærkes, at niveauet af svejsekvalifikationer i nogle lande er meget høj, og det er et eksempel på, hvordan nationale kontekster spiller en rolle i de foretrukne byggemetoder. Ⓢ

## Brotpe

Ud over nationale præferencer er der et par vigtige faktorer, der kan afgøre, om dele skal svejses eller boltes. En af disse faktorer er, hvilken type bro der bygges – se grafikken.

Til store broer anvender man ofte hule kasseformede bjælker, da de er gode til at absorbere vridningspåvirkning, og kun ydersiden skal beskyttes mod korrosion. Ulempen ved hule kasseformede bjælker er, at de kun kan tilgås fra én side, hvilket gør det svært at bruge boltede samlinger. Derfor er svejsning den mest logiske metode at bruge. Tolerance og forskydningskompensation er også relevant for større konstruktioner. Der er ingen fejlmargen i forbindelse med boltede samlinger, for boltene skal passe nøjagtigt i de eksisterende huller. Svejsning er langt mere fleksibel, da du om nødvendigt kan kompensere for forskydninger.

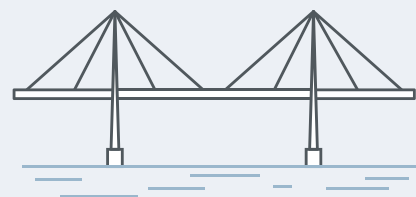
Gitterbroer kan derimod sagtens boltes på grund af deres sammenlåste trekantede sektioner. Størrelsen skal dog også tages i betragtning. Små gitterbroer kan svejses sammen i produktionshallen og transporteres til byggepladsen i ét stykke. Men selv hvis svejsning er den foretrukne samlingsmetode, vil der stadig i vid udstrækning blive anvendt boltede samlinger på broen. Det skyldes, at sekundære strukturer som f.eks. rækværk og støjskærme normalt boltes. De primære strukturer (f.eks. kabelsko, lejer og overgangsstykker) er også dynamisk belastede for at kompensere for broens bevægelse.

Midlertidige broer er næsten udelukkende boltede, fordi de skal skilles ad efter nogle år og samles igen et andet sted. Fordi boltning skaber en midlertidig samlingsforbindelse, kan disse samlinger nemt skilles ad, og selve boltene og skiverne kan genbruges. Fordi svejsning skaber en permanent samlingsforbindelse, er det yderst kompliceret, dyrt og tidskrævende at anvende på en midlertidig bro. Det kræver meget arbejde først at lave svejsningerne og derefter fjerne dem. Derfor er boltning en langt mere effektiv og fordelagtig metode.

## Effektivitet og brugervenlighed

Effektivitet og brugervenlighed er også vigtige faktorer i forhold til svejsning og boltning. I den forbindelse skal det besluttes, om samlingen skal foretages på fabrikken eller på stedet. Svejsning kræver ofte en certificeret svejser, avanceret værktøj og kan opfattes som risikabelt på grund af de høje temperaturer, der arbejdes med. Derfor er det hurtigere og nemmere at udføre denne opgave på en fabrik, hvor alt allerede er gjort klar. Det er også billigere at svejse på en fabrik på grund af de høje omkostninger ved at klargøre et svejsnings- og testanlæg på stedet. Dette bidrager også til længere broopførelsestider.

Hvis samlingerne skal foretages på stedet, er boltning faktisk ofte den nemmeste og mest effektive metode. Dette skyldes, at boltning er en langt mere kontrolleret proces, som ikke skaber unødigt risiko i et byggermiljø. Komponenterne er også nemme at transportere og installere, da de ikke kræver specialudstyr. I de fleste tilfælde kræves blot en håndholdt momentnøgle. Boltning har også den fordel, at det ikke er permanent, i modsætning til svejsning, hvilket betyder, at uventede problemer kan løses hurtigt, nemmere og billigere.



## SKRÅSTAGSBRO

Berømt eksempel  
Millau-viadukten, Frankrig

### ⊕ FORDELE

- + Æstetisk bro
- + Hurtigere og billigere at bygge end hængebroer
- + Højt niveau af stivhed.

### ⊖ ULEMPER

- Dyrere end de fleste brotyper



## HÆNGBRO

Berømt eksempel  
Golden Gate Bridge, USA

### ⊕ FORDELE

- + Æstetisk og ikonisk broudforning
- + Dækker store afstande
- + Store skibe kan passere nedenunder
- + Yderst stærk

### ⊖ ULEMPER

- Dyr at opføre
- Tager lang tid at bygge
- Følsom over for vibrationer



# FRA STENBUER TIL RUMALDEREN

Brotypen er en afgørende faktor, når du skal beslutte dig for at svejse eller bolte delene under byggeriet. Der findes mange forskellige brotyper, som igen kan have mange variationer. Her under kan du se seks almindelige brotyper og deres respektive fordele og ulemper.



## BUEBRO

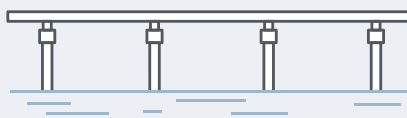
**Berømt eksempel**  
Karlsbroen, Tjekkiet

### ⊕ FORDELE

- + Yderst stærk bro, der kan bruges til en række formål
- + Kan bygges i mange materialer

### ⊖ ULEMPER

- Dyr at opføre
- Tager lang tid at bygge
- Følsom over for vibrationer



## BJÆLKEBRO

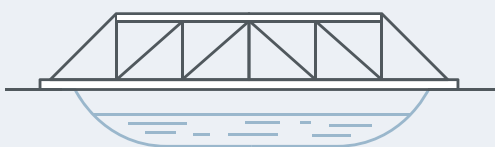
**Berømt eksempel**  
Tianjin Grand Bridge, Kina

### ⊕ FORDELE

- + Enkel udformning
- + Billigere at bygge end de fleste broer

### ⊖ ULEMPER

- Betragtes som uæstetisk
- Kun egnet til små spænd
- Kræver søjler



## GITTERBROER

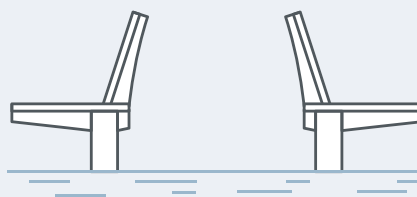
**Berømt eksempel**  
Sky Gate Bridge R, Japan

### ⊕ FORDELE

- + Yderst stærk
- + Nem at præfabrikere
- + Lav byggehøjde

### ⊖ ULEMPER

- Vanskelig at bygge og vedligeholde
- Vanskelig at beskytte mod korrosion pga. de mange gittersektioner



## BEVÆGELIGE BROER

**Berømt eksempel**  
London Tower Bridge, Storbritannien

### ⊕ FORDELE

- + Godt alternativ, når faste broer ikke er en mulighed

### ⊖ ULEMPER

- Trafikken på broen standser, når broen er åben

*For mere end to årtier siden begyndte Luisa Moralejo sin karriere NDT-inspektør (non-destructive testing, ikke-destruktiv prøvning) i atomindustrien.*

Siden har hun udført NDT-inspektioner og -tilsyn inden for atomkomponenter både under fremstilling og ved kontrol under inspektion (in-service inspection, ISI). Hun er også NDT-underviser. I dag udfører Moralejo NDT-tilsyn under ISI'er på atomkraftværker i Spanien.

---

#### **Hvad var det, der tiltalte dig ved atomsektoren og ikke-destruktiv prøvning (NDT)?**

I mit første job i atomsektoren hjalp jeg de teams, der udførte NDT-arbejde under ISI'en på Santa María de Garoña-atomkraftværket i Burgos i Nordspanien. Den oplevelse varede et par uger, men dens indflydelse på mig har varet i mere end 20 år. Jeg var draget af min nysgerrighed efter at forstå det hele: driften af kraftværket, hvert enkelt systems funktion, protokollernes logik og inspektionsprocesserne.

*“Det hele fascinerede mig, og det gør det også den dag i dag.”*

Idag arbejder jeg som NDT-tilsynsførende og personaleunderviser. Det er meget givende at undervise. Jeg synes, det er utrolig tilfredsstillende at dele ud af min viden og vække interessen for NDT hos mine studerende.

#### **Hvad er ikke-destruktiv prøvning? Hvordan og hvorfor anvendes disse test på atomkraftværker?**

NDT udføres på svejsninger, komponenter eller systemer. Det giver os mulighed for at analysere materialernes tilstand uden at forårsage nedbrydning. Testene gør det muligt at identificere og evaluere skader såsom revner, slitage, tykkelsestab eller andre fejl. Det gør dem til en uundværlig del af den prædiktive og korrigerende vedligeholdelse af et atomkraftværk. NDT udføres under kraftværkets drift, vedligeholdelsesafbrydelser eller designændringer. Man kan sige, at det bare er endnu en opgave i den daglige drift af kraftværket. ☺



A woman with dark hair, wearing a black blazer over a white shirt, stands in a factory setting. She is holding a large sheet of paper, likely blueprints, and looking towards the camera with a slight smile. In the background, a worker in a blue uniform and cap is visible, working with a large white cylindrical object. The background is slightly blurred, emphasizing the woman in the foreground.

# LUISA MORALEJO





### Hvad sker der under en afbrydelse i forbindelse med udskiftning af brændselsstave på et atomkraftværk?

Atomkraftværker planlægger deres vedligeholdelsesarbejde og ISI'er, så de falder sammen med afbrydelser, hvor der skal udskiftes brændselsstave. Det kræver, at mange opgaver udføres inden for et kort tidsrum, så de planlægges nøje for at sikre, at de ikke påvirker hinanden. Der er som regel et defineret tidsvindue til udførelse af hver enkelt handling.

Personalet er vant til at arbejde under disse forhold og udfører deres arbejde godt og til tiden. Uventede problemer er dog uundgåelige, og de kan få tidsplanen til at skride, så det er nødvendigt hele tiden at kunne tilpasse sig ændringerne.

Det kan godt være anspændt, men vi har også nogle meget morsomme øjeblikke sammen. Der bliver fortalt et utal af vittigheder blandt atomfagfolk i løbet af en rutinemæssig afbrydelse, som de færreste uindviede ville forstå.

### Der er gået ti år siden Fukushima-atomulykken. Hvad har ændret sig siden dengang, og hvad har vi lært?

Efter Fukushima-ulykken blev alle atomkraftværker i Europa bedt om at evaluere deres sikkerhedsmarginer på ny med såkaldte stresstest. Det, man havde lært af ulykken, blev evalueret. Denne evaluering førte til implementering af en række foranstaltninger med det formål at gøre kraftværkerne mere robuste, så de kan modstå ekstreme naturfænomener. Den resulterede også i implementeringen af nye alternative nødkontrolcentre, forbedrede nedkølingssystemer og anskaffelsen af bærbart udstyr til at mindske konsekvenserne af ulykker, blandt andet.

### ITER-kernefusionsprojektet har samlet 35 nationer, der samarbejder om at bygge verdens største tokamak. Denne anordning til magnetisk fusion bliver den første af sin slags, der leverer nettoenergi. Hvorfor er du begejstret for det?

ITER-projektet udgør en videnskabelig milepæl og en teknologisk bedrift uden fortilfælde i vores jagt på ren, sikker og prisbillig energi. For en del år siden deltog jeg i arbejdet med at udvikle NDT-processer til ITER — specifikt ultralydstest til evaluering af svejsesamlingerne i reaktorvakuumkanterets sektorer. Det arbejde knyttede mig til ITER, og jeg følger stadig udviklingen med stor interesse.

#### Navn

Luisa Moralejo

#### Titel

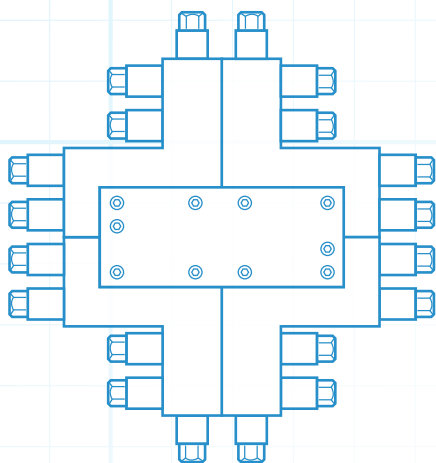
Tekniker og NDT niveau 3

#### Faglig baggrund

Tyve år inden for atom-NDT, herunder ti år på Santa María de Garoña-atomkraftværket, ti år på Vandellòs II-atomkraftværket. Arbejder p.t. som freelance-NDT-tilsynsfører og personaleunderviser.

#### Personlige kvaliteter

“Jeg tror på, at det har hjulpet mig meget i min karriere, at jeg er omhyggelig og metodisk. Det er afgørende egenskaber for en person, der skal opretholde målrettethed og kvalitet i kritiske processer som f.eks. atominspektioner.”



*Utætheder i en gasturbine fører ikke bare til afbrydelser og beskadigelse af kritisk udstyr, men kan også udgøre en betydelig sikkerhedsrisiko. Ved at kombinere flere produkter og teknologier har Nord-Lock Group udarbejdet en kombination af løsninger til utætheder i 501F-gasturbiners firevejs-samlings.*

## LØSNINGEN TIL

# FIREVEJS-

# SAMLINGER

Tekst Nic Townsend Fotos Peter Miranda

Utætheder i firevejs-samlings i gasturbiner opstår typisk over tid, når ekstreme temperaturvariationer og opstarter får turbinecylindre til at bøje og forvrides. Cylinderforskydninger forværrer problemet, fordi flangeoverflader ikke opretholder det maksimale kontaktområde, der er nødvendigt for at sikre korrekt tætning, så utætheder kan opstå.

Utætheder kan forårsage betydelig skade på turbineinstrumenter og -isolering og kan bringe driften og arbejdspladens sikkerhed i fare. For nylig indgik Nord-Lock Group partnerskab med en ejer af en 501F-gasturbinemaskinpark, som havde oplevet sådanne utætheder i over 20 år. Sammen kørte de et forsknings- og udviklingsprojekt med henblik på at finde en bedre løsning.

### Behov for en mere permanent løsning

“De løsninger, der har været tilgængelige for maskinparkejere, har enten været af midlertidig karakter eller har handlet mere om at inddæmme utætheden end at stoppe den,” siger Jeremy Hersom, Business Development Manager, Power Generation, hos Nord-Lock Group.

En populær type inddæmningsløsning er at påsvejsede utæthedsbokse. Men ud over at det ikke stopper utætheden, skal de også fjernes og geninstalleres under en afbrydelse, hvilket koster tid og penge i afbrydelsestidsplanen. ☹



**Jeremy Hersom**  
BUSINESS DEVELOPMENT  
MANAGER USA, POWER GENERATION,  
NORD-LOCK GROUP

“Tidligere løsninger fokuserede også gerne på en enkeltstående årsag for at løse problemet med utætheder,” siger Hersom. “Vores løsning kombinerer derimod flere produkter og teknologier i vores produktportefølje for at håndtere alle de årsager, der bidrager til utætheder.”

Mens projektet stod på, havde Nord-Lock Groups Power Generation eksperter fri adgang til maskinparkejerens turbiner, så de kunne studere cylinderkonfigurationer og årsager til utætheder.

“Fri adgang til 501F gasturbiner viste sig at være afgørende for vellykket diagnosticering af flere bidragende faktorer til utætheder,” siger Hersom.

*“Det var i høj grad en længerevarende læringsproces, hvor flere forskellige løsninger blev udviklet og testet.”*

### Genial kombination af teknologier

Efter omfattende test viste den mest effektive løsning sig at være en kombination af Nord-Lock Group produkter og teknologier. Først bruges et Boltight HCS (Hydraulic Closure System) til hurtigt og midlertidigt at sikre, at cylindrene er korrekt positioneret, og at firevejs-samlingen er tilspændt. Hvis et boltehul eller en flange stadig er ude af position, efter cylinderen er blevet klemt af HCS'et, anvendes et CamAlign tensioner-system til at justere cylinderens position. Dette kan reducere et indvendigt mellemrum med 2-4 millimeter, hvilket sikrer det mindste mulige mellemrum.

HCS'et er under tryk for at kunne klemme turbinecylinderen ensartet rundt om firevejs-samlingen, så området isoleres. Flere hydrauliske tensioners opretholder trykket, mens indvendige og udvendige mellemrumsaflæsninger registreres, og cylinderens position kontrolleres.

Når disse justeringer er fuldført, og firevejs-samlingen er korrekt positioneret, klemmes samlingen igen med HCS'et, hvilket gør, at belastningen kan overføres til Superbolt Multi-Jackbolt tensioners for at tilspænde samlingen permanent. I stedet for at spænde boltene en ad gangen, hvilket kan skabe bevægelse i belastningen, blokerer HCS'et hele samlingen og opretholder fuldkommen stabilitet, mens hver enkelt bolt spændes.

Til sidst monteres en indvendig tætning som et ekstra beskyttende lag i det område, hvor brændkammercylinderen og turbinesektionerne mødes. Dette eliminerer eventuelle utætheder, der ikke er blevet forhindret af justeringen af cylindrene.

### Den bedste løsning på markedet

Kombinationen af Nord-Lock Groups løsninger – herunder multi-jackbolt tensioners, hydrauliske closure systems og positionerings-tensioners – er siden blevet testet og afprøvet i maskinparkejerens drift og har vist sig at være effektiv til at forhindre utætheder i firevejs-samlinger. Der har ikke været nogen tvungne nedlukninger på grund af beskadiget instrumentering eller isolering, og det har givet et sikrere arbejdsmiljø inde i turbineindkapslingen

*Den overordnede feedback fra maskinparkejeren er, at “det er markedets bedste løsning til utætheder i firevejs-samlinger.”*

Denne specifikke løsning er unik for 501F-maskinparkejere og deres specifikke turbiner, men den viden og de erfaringer, der følger med, bliver værdifuld for Nord-Lock fremover.

“Turbiner har et fælles princip: Et hjul eller en rotor drejer rundt for at generere el gennem bevægelse,” forklarer Peter Miranda, Regional Sales Director, Nord-Lock Group. “De erfaringer, vores elproduktionseksperter har gjort sig, øger vores ekspertise og kan anvendes på lignende problemer med utætheder.”



Boltights hydrauliske lukkesystem (HCS) var afgørende i forbindelse med positionering



Peter Miranda  
REGIONAL SALES DIRECTOR USA,  
NORD-LOCK GROUP



Superbolt Multi-Jackbolt tensioners tager høje forspændingskrav og opdeler dem i håndterbare momenter ved hjælp af jackbolte, der går gennem møtrikkens gevind. De er nemme at montere, også på større størrelser, sammenlignet med almindelige sekskantbolte.

DEN LØBENDE UDVIKLING I

# MATERIALERNES VERDEN

**Tekst** Brian Cloughley  
**Illustration** Gabriel Jacobi

*Materialevalg i forbindelse med maskin- eller byggetekniske projekter har altid krævet kompromiser.*

*Med så mange variabler – snesevis af fysiske egenskaber, pris, bæredygtighed – er det aldrig rigtig muligt at finde det perfekte materiale til en opgave. Alligevel opgiver teknikere og forskere ikke jagten.*





At finde det perfekte materiale til et specifikt industri design kan være en kompleks proces. Uanset om du benytter såkaldte Ashbydiagrammer, multikriterieanalyser eller sågar kunstig intelligens, er det et gennemgående tema i beslutningsprocessen at finde en balance mellem målsætninger og begrænsninger.

I de senere årtier har der været en eksplosion i det udvalg af materialer, ingeniørerne har til rådighed. Det har ikke ændret det grundlæggende behov for kompromiser, men det har måske nok medført en mere subtil ændring i denne balance, hvor målsætninger er blevet vigtigere end begrænsninger.

*Sagt på en anden måde:  
Du vælger i højere grad materialer ud fra dine ønsker, i stedet for efter hvad du er villig til at give afkald på.*

Nedenfor undersøger vi, hvordan innovation inden for materialeudvikling fortsat udvider mulighederne for ingeniører.

### **Fiberarmerede kompositter**

Når man tænker på nye materialer i næsten enhver branche – luftfart, transport, energi, byggeri, maskinkonstruktion og mange andre – starter man uundgåeligt med kompositter. Det er nærmere en kategori end et enkelt materiale, fordi en komposit kan være en hvilken som helst kombination af to eller flere materialer, der resulterer i andre egenskaber end de enkelte komponenters. I de fleste brancher, betegner “komposit” dog en kombination af polymerer og armeringsstoffer.

Som koncept er denne type komposit ikke ny. Fiberarmerede kompositter – hvor glasfibre bruges til at forstærke umættede polyesterresiner – blev opfundet i 1930'erne. I løbet af de efterfølgende årtier førte nyskabelser såsom kulfibre og brug af epoxyplast til, at denne teknologi blev anvendt inden for militæret og søfarten. Men det var først i 1970'erne, at det virkelige gennembrud skete.

Med stigende oliepriser blev kulfiber-armerede polymerer (CFRP'er, carbon fiber reinforced polymers) ekstremt interessante for luftfartsindustrien. Det blev økonomisk attraktivt at reducere vægten af fly, og det satte skub i udviklingen og kommercialiseringen af CFRP'er.

### **Mange fordelagtige egenskaber**

Det høje styrke/vægt-forhold er uden tvivl stadig den mest fremtrædende kvalitet ved disse kompositter, men de kan have mange andre værdifulde egenskaber. Disse varierer, alt efter hvilke polymerer der anvendes, men generelt har CFRP'er høj termisk og elektrisk ledningsevne, korrosionsbestandighed, trækstyrke og stivhed. Ved brug af forskellige armeringsmaterialer ændres disse kvaliteter betydeligt. Hvis man f.eks. bruge en aramid (en stærk syntetisk fiber) i stedet for kulstof, bliver kompositten mere fleksibel, holdbar og ikke-ledende.

Denne mangfoldighed af egenskaber er med til at forklare, hvorfor kompositter fortsat benyttes i så mange brancher og anvendelseområder. Nyere innovation har ført til, at CFRP'er anvendes til kabler på skråstagsbroer og, i kraft af deres dæmpende egenskaber, til komponenter der bevæger sig hurtigt, i industrimaskiner.

Den primære forhindring for at anvende kompositter endnu bredere har været produktionsomkostningerne. Desuden øger det den strukturelle kompleksitet at anvende flere materialer og anbringe armeringsfibre i forskellige matricer, og det kan gøre det vanskeligere at forudse mekanisk adfærd og slitage. Det har også været en udfordring i mange brancher at udarbejde sikre og robuste samlinger, hvilket har ført til udviklingen af avancerede boltningsteknologier såsom Nord-Lock X-series skiver. De benytter en fjedermekanisme for at kompensere for det tab, der kan opstå, når f.eks. to polymerer boltes sammen. ⊞

## Biobaserede polymerer og kompositter er lovende

De fleste af de polymerer, der bruges til industrielle formål, stammer stadig fra fossile brændstoffer, hvilket giver anledning til spørgsmål om bæredygtighed. I de senere år er interessen for biobaserede polymerer, der benytter vedvarende ressourcer som råmateriale, vokset hastigt.

Peter Mannberg, unit manager hos det uafhængige og statsejede RISE – Research Institutes of Sweden – arbejder med forskning, der tackler polymerer og kompositters miljøpåvirkning.

“Vores mål er at finde løsninger til letvægtsapplikationer,” siger han. “De mest anvendte kompositmaterialer har deres oprindelse i fossil olie, både kulfibre og plast. Dem vil vi gerne udskifte med vedvarende ressourcer. Det betyder, at vi skal bruge de råmaterialer, vi har til rådighed, til at bygge nye materialer, som kan erstatte de materialer, der skader miljøet.”

Mannbergs team har set på restprodukter fra skov- og agerbrug som kildematerialer, men der er særligt ét råmateriale, der har fanget hans interesse. “Rørgræs vokser i sumpområder,” siger han, “så det kan dyrkes uden at optage jord, der ellers kunne bruges til at dyrke fødevarer. Det er vigtigt. Vi kan bruge dette græs på flere forskellige måder til at fremstille kompositter.”

Den enkleste er at bruge stilkene og det træagtige materiale som armeringsfiber. De kompositter, der kommer ud af det, har dog relativt begrænsede anvendelsesmuligheder og er kun robuste nok til indendørs brug. Med en mere ambitiøs metode bruges græsset til at fremstille kulfibre.

“I mange år har vi i RISE haft kig på at bruge lignin til at fremstille en fiber, som vi derefter kan karbonisere,” forklarer Mannberg. “Det kan man også gøre med cellulose og hemicellulose – de to andre grundkomponenter i biomasse. Ligninet fra græsset bruges til at fremstille fibre, som derefter karboniseres i en temmelig kompliceret proces.”



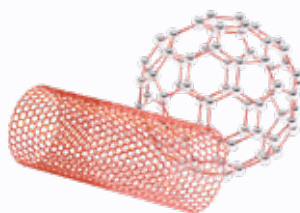
Kulfiber



Aramid



Biobaserede polymerer



Nanokompositter

*“Resultatet er kulfibre, som er de stærkeste fibre, vi har i øjeblikket, og som kan bruges til kompositter inden for anvendelsesområder på højt niveau.”*

## Erstatning af fossilbaserede materialer

Dette udgør kun én af komponenterne i en kulfiberkomposit. Mannberg tror dog på, at rørgræs også kan bruges til fremstilling af polymerer.

“Plast i lav kvalitet, der fremstilles af biomaterialer, fås allerede på markedet – f.eks. i plastikposer,” siger Mannberg. “Vi prøver at finde måder at fremstille biobaseret plast på, der kan anvendes i bil- og luftfartsindustrien og erstatte de epoxier og termoplaste, man bruger dér. Det indebærer at nedbryde lignin til molekylært niveau og bygge det op for at skabe noget, der er identisk med de materialer, der her og nu kommer fra olie.”

Selvom nogle virksomheder eksperimenterer med brug af lignin til fremstilling af kulfibre, er meget af det arbejde, Mannberg beskriver, stadig på forskningsstadiet.

“Der er tale om ting, vi kan gøre i et laboratorium,” siger han. “I øjeblikket er det en dyrere proces at udvinde molekylerne og fremstille plasten og fibre end at fremstille dem af olie. Så det vil kræve en kombination af lovgivning og opbakning fra forbrugerne at nå frem til, at disse produkter anvendes kommercielt.”



Peter Mannberg  
UNIT MANAGER,  
RESEARCH INSTITUTES  
OF SWEDEN



Guan Gong  
SENIOR SCIENTIST,  
RESEARCH INSTITUTES  
OF SWEDEN

## Skræddersyede løsninger

Som et institut med fokus på anvendt forskning er RISE også involveret i projekter, som gør det mere praktisk at arbejde med materialer, der i mange år har været betragtet som fremtiden inden for konstruktionsmaterialer – nanokompositter.

Nanokompositter er endnu et ord, der kan omfatte en lang række materialer. Det kan bruges om ethvert kompositmateriale, hvor nanopartikler forbedrer en komponent. Disse partikler har mindst én dimension, der er mindre end 100 nanometer (nm). Ved at indarbejde partikler af den størrelse kan man ændre et materiales fysiske egenskaber radikalt.

Guan Gong er en seniorforsker hos RISE, hvis arbejde omfatter brug af nanomaterialer til at ændre bestemte egenskaber i kompositmaterialer, så de passer til specifikke industrielle krav.

*“Vi er interesseret i at bruge nanomaterialer til at forbedre eller ændre forskellige egenskaber i henhold til slutbrugernes ønsker,” forklarer hun.*

“Et eksempel kunne være en kunde, der kommer til os og siger, ‘Jeg vil have forbedret elektrisk og termisk ledningsevne, eller jeg vil bare have bedre termisk ledningsevne.’ Eller, ‘Jeg skal bruge en kompositkomponent med gode bestandighedsegenskaber over for ilt eller noget andet.’ Ud fra disse behov screener vi nanomaterialer for at finde dem, der har de pågældende kvaliteter, og så udarbejder og verificerer vi en løsning. Vores generelle metodologi er at starte med spørgsmålet, hvad er der brug for? Hvad er den mest kritiske kvalitet, kunden er på udkig efter?”

## En krævende og udfordrende proces

Ikke overraskende er der en del mere i det end bare at slå op i nogle tabeller. På grund af de mange fysiske attributter, plus faktorer som pris, energieffektivitet og produktionens sværhedsgrad, er det altid kompliceret at finde den rigtige kombination af nanomaterialer, kompositter og processer. Gong forklarer, at det ikke er den eneste forhindring for, at nanomodificerede kompositter bliver hverdagskost:

“Den primære tekniske forhindring er relateret til spredning. For at omdanne

nanomaterialernes enestående egenskaber til kompositmaterialer skal det lykkes at sprede partiklerne i kompositten,” siger Gong. “Man kan bruge forskellige teknikker, men det er stadig meget vanskeligt at få den spredningsstatus, man vil have, især når der anvendes fiberarmering. Industriel implementering af nanomodificerede kompositter er ikke robust endnu.

“De fleste af nanomaterialerne, f.eks. kulstofnanorør og grafén, er dyre. Det kan man imødegå ved at bruge meget små mængder nanomaterialer, men fordi vi ikke kan opnå en god spredning, skal man bruge mere, end der egentlig er nødvendigt.”

Desuden er det helt afgørende at følge strenge sikkerhedsregler ved fremstilling og håndtering af nanomaterialer. Ellers kan der være risici for menneskers helbred og for miljøet.

Ikke desto mindre har Gongs afdeling haft et vellykket samarbejde på dette område med mange store partnere fra den private sektor, herunder virksomheder inden for luftfarts-, søfarts-, bil-, skovbrugs- og energiindustrien.

## Titanium FORDELE OG ULEMPER

Polymerer, kompositter og nanomaterialer stjæler måske flere overskrifter i videnskabelige tidsskrifter, men der udvikles også løbende innovative anvendelsesområder for mere traditionelle materialer. Titanium og titaniumlegeringer har været anvendt i årtier på grund af deres høje styrke/vægt-forhold og korrosionsbestandighed. Der er endda den fordel ved dem i forhold til polymerkompositter, at de har et meget højt smeltepunkt.

En af de største ulemper ved at bruge titaniumdele er, at det kan være udfordrende at fremstille dem. Valsning er tidskrævende

og involverer stort spild, mens smeltning og støbning kræver et meget højt energiforbrug på grund af grundstoffets høje smeltepunkt. I de senere år er 3D-printning med titanium dog blevet en realitet.

Det amerikanske militærs forskningsgruppe DARPA indså potentialet i 3D-printning med titanium for ca. 15 år siden, hvor de begyndte at udarbejde nye måder at fremstille titaniumpulver på. Som følge af denne forskning er titaniumpulver nu bredt tilgængeligt – selvom det stadig er dyrt – og anvendes allerede i den virkelige verden, f.eks. i dyre sportsvogne og implantabelt medicinsk udstyr. Både Boeing og Airbus bruger nu 3D-printede titaniumkomponenter i nye fly.





## KAJFENDERE AFBØDNING AF STØD

Tekst Ulf Wiman Fotos Sung-min Cho/Hwaseung Corporation

*Kollisioner mellem skibe og havneinfrastruktur kan resultere i betydelig skade. Kajfendere er den bedste løsning til reducere kraften fra sammenstød, men de skal monteres på sikker vis. Nord-Locks kilelåsningskiver viste sig at passe perfekt i Sydkorea.*

Hvert år sejler hundredvis af skibe ind i moler og kajer, når de anløber – ind imellem på spektakulær vis. Det er heller ikke ualmindeligt, at skibe støder sammen. Disse uheld skyldes som regel dårlig planlægning, f.eks. fejlregning af hastighed eller vindstyrke. Manglende kommunikation, f.eks. mellem besætningen på skibets bro og lodsen, kan også være et problem.

Disse ulykker kan være meget bekostelige og udrette stor skade på både skibet og havnens infrastruktur. I værste fald kan mennesker komme til skade eller endda dø. Man skal selvfølgelig stræbe efter at eliminere menneskelige fejl, men det er vanskeligt at opnå i praksis.

I forbindelse med anløb er der ganske enkelt for mange variabler i spil, til at man kan komme kollisioner helt til livs. Derfor er det altid en god idé at arbejde proaktivt på at

forbedre sikkerheden og reducere kraften fra sammenstød. Idéen med at bruge kajfendere til at absorbere disse kræfter er formentlig lige så gammel som havneanløb. I dag findes der et stort udvalg af kajfendere – i forskellige materialer, former og størrelser – til generelle eller mere specifikke behov.

### En gigant inden for skibsbygning

Syd Koreas kystlinje strækker sig over tre kardinalpunkter, og landet har ca. 3.000 havne i alle størrelser. I betragtning af at Sydkorea er verdens næststørste kommercielle skibsbygningsnation, kun overgået af Kina, er det ikke overraskende, at landet også er fremtrædende inden for produktion af kajfendere.

Virksomheden Hwaseung Corporation leverer forskellige typer fendere til den sydkoreanske skibsbygningsindustri. Hyundai Heavy Industry, Samsung Heavy Industry, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering og STX Offshore & Shipbuilding, de fire største skibsbygningsvirksomheder i verden i 2020, er blandt deres kunder.

Hwaseung Corporation udvikler og fremstiller forskellige fendere, f.eks.

buefendere, kajfendere, pneumatiske fendere og undervandsfendere. Virksomhedens gummiafdeling leverer råmaterialerne.

### Vibrationer kan forårsage boltløsning

De kræfter, som kajfendere skal absorbere, skaber store vibrationer. Med de standard-skiver og fjederskiver, som Hwaseung Corporation traditionelt har anvendt, løsnede bolte sig ofte. Det havde ikke resulteret i nogen alvorlige hændelser, men problemet øgede varigheden af vedligeholdelsesarbejde, og slutbrugerne klagede.

Nord-Lock Group Korea general manager Alex Keum har tidligere arbejdet for Hwaseung Corporation og kender til situationen. Med denne viden kontaktede han sin gamle arbejdsplads for at introducere dem for kilelåsning som en fortræffelig løsning til fastgørelse af fenderne.

“Jeg tog kontakt til Hwaseung og slutbrugeren samtidig,” siger han. “Til sidst, efter adskillige besøg og kampagner, blev Nord-Lock skiver inkorporeret i konstruktionen. Det skadede naturligvis ikke, at jeg havde et godt forhold til mine gamle kolleger hos Hwaseung.”

### Et uortodokst valg giver pote

Hr. Sung-min Cho, Deputy General Manager, Hwaseung Corporation, siger, “Vi mente, at skiverne ville være en god løsning.

*“Nu kan vi sige, at vi har implementeret en af markedets bedste løsninger til problemet med boltløsning.”*

Løsningen omfattede de store NL52ss kilelåsningsskiver på kritiske punkter på

en bestemt fender, TR- fenderen. Keum siger, at det måske kan se ud som et uortodokst produktvalg. “Jeg var åben over for Hwaseung, om at disse skiver kan være uegnede til stænkzonerne, og fortalte dem om risikoen for korrosion,” siger han.

*“Men nu er det halvandet år siden, de monterede skiverne, og der er ikke noget problem med korrosion.”*

Monteringen af Nord-Lock skiver var en praktisk løsning på problemet med boltløsning. Som ventet er vedligeholdelses-effektiviteten også forbedret. “Fordi vi ikke behøver at kontrollere boltningpunkterne så ofte sammenlignet med fjederskiverne sparer vi en masse tid,” siger hr. Cho.

### Overlegen i forhold til tidligere løsninger

Hwaseung Corporation er generelt tilfreds med løsningen. “Selvfølgelig, låseeffekten varer længere end tidligere løsninger såsom fjederskiver,” siger hr. Cho. “Miljøet for denne anvendelse er barskt, og hvis Nord-Lock skiver kan løse problemet, kan Nord-Lock Group muligvis indtage endnu et stort marked.”

Han siger, at slutbrugerne også har reageret positivt, og at de har til hensigt at bruge Nord-Lock skiver fremover, både til kajfendere og på andre anvendelsesområder.

“Alex Keum kontaktede vores firma første gang i 2018, og det var sådan, vi lærte Nord-Lock at kende,” siger hr. Cho. “Han lyttede til vores bekymringer og manede effektivt vores tvivl i jorden. Jeg tror, vi opbyggede en gensidig tillid — i en grad så vi nu anbefaler Nord-Lock skiver til vores datterselskaber.”



Alex Keum  
GENERAL MANAGER,  
NORD-LOCK GROUP KOREA



Hr. Sung-min Cho  
DEPUTY GENERAL MANAGER,  
HWASEUNG CORPORATION

KUNDE  
HWASEUNG CORPORATION CO., LTD

GRUNDLAGT  
1978

PLACERING  
BUSAN, SYDKOREA

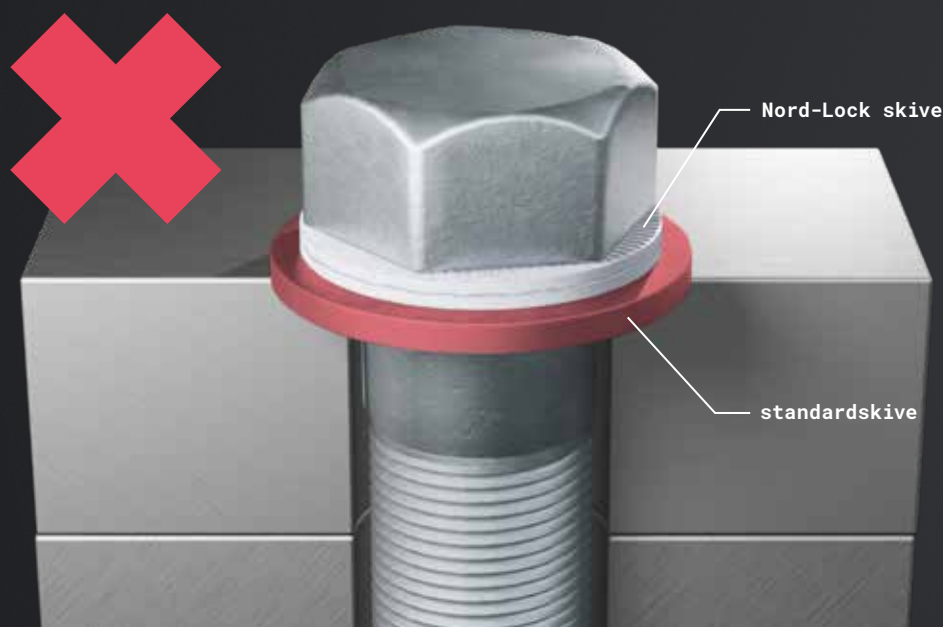
ANVENDELSE  
PNEUMATISKE FENDERE OG KAJFENDERE

LØSNINGEN  
NORD-LOCK KILELÅSNINGSSKIVER, NL52ss

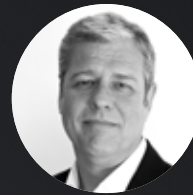
## *Kan jeg bruge Nord-Lock kilelåsnings-skiver til at låse Expander System?*

Send dine spørgsmål om boltningsteknologier via e-mail til [experts@nord-lock.com](mailto:experts@nord-lock.com)

*Ifølge Nord-Locks anbefalinger for samling bør brugere undgå at bruge Nord-Lock skiver i kombination med en standardskive, der kan rotere. Her er grunden:*



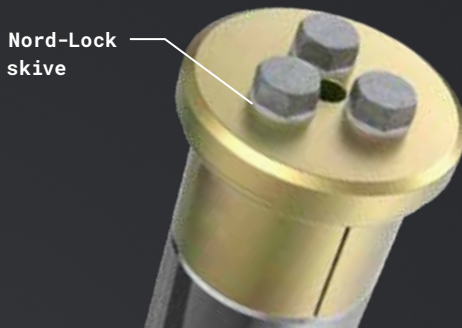
Nord-Lock skiven fastgør bolten mod standardskiven, men det er friktionen mellem den røde standardskive og modfladen, der afgør, hvor sikker samlingen er. Da Nord-Lock ikke har nogen kontrol over den røde standardskive, modfladen eller friktionen mellem dem, kan Nord-Lock ikke garantere samlingens låsning. Nogle Expander System-kunder bruger dog med succes Nord-Lock skiver på denne måde til at fastgøre Expander System med kilelåsning eller øget friktion.



**Sonny Halberg**  
APPLICATION  
ENGINEER,  
NORD-LOCK GROUP



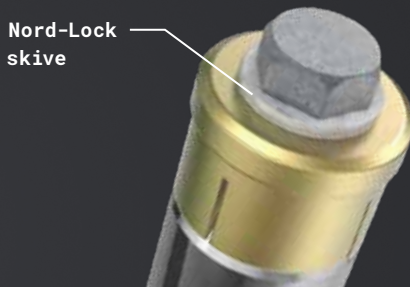
**Jonny Wiberg**  
ENGINEER,  
EXPANDER DIVISION  
NORD-LOCK GROUP



Nord-Lock  
skive

### 100 % kilelåsning

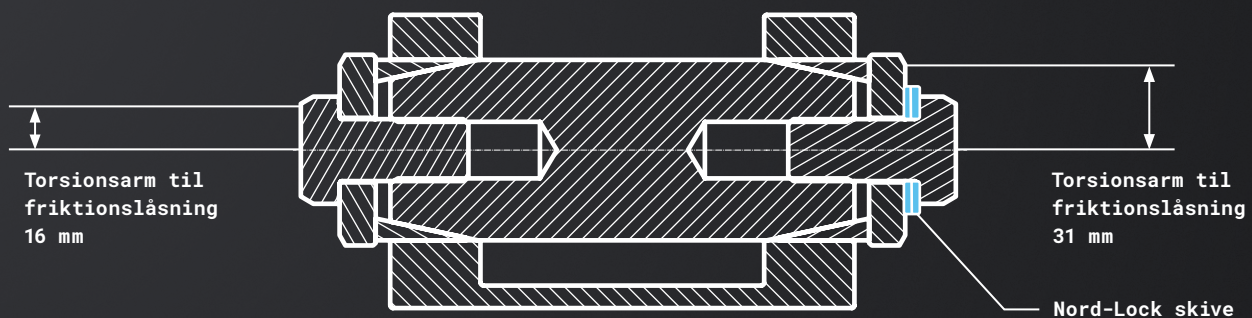
For at opnå 100 % kilelåsning må der ikke være mulighed for at overfladen under Nord-Lock skiven kan rotere. Til anvendelsesområder med dette behov udformes Expander System typisk med flere bolte, der forhindrer trykskiven i at rotere. I så fald opfylder samlingen de generelle monteringsanbefalinger for Nord-Lock skiver, der monteres mod en overflade, der ikke kan rotere. Nord-Lock skiven giver sikker låsning af boltene.



Nord-Lock  
skive

### Forbedret friktionslåsning

Hvis du beslutter, at forbedret låsning er tilstrækkeligt til dit formål, kan du gøre det sværere for bolte at rotere sig løs ved at føje Nord-Lock til ethvert Expander System.



Lad os set på et eksempel. Den tilspændte bolt på vestre side af Expander System holdes på plads af friktionen mellem boltens hoved og trykskiven. Friktionskraften svarer til forspænding  $\times$  friktion, og friktionskraften anvendes ved en torsionsarm på 16 mm.

Bolten på højre side omfatter Nord-Lock skiver, hvilket giver 100 % kilelåsning mellem boltens hoved og trykskiven. På den måde holdes boltens hoved på plads af friktionen mellem trykskiven og muffen. Friktionskraften anvendes ved en torsionsarm på 31 mm.

For al friktionslåsning er den nævnte torsionsarm en afgørende parameter. Hvis torsionsarmen fordobles, bliver det dobbelt så

svært for boltens hoved at rotere sig løs (forudsat at alle andre parametre er uændrede). I dette eksempel øges torsionsarmen med en faktor  $31/16=1,93$ , og som følge heraf forbedres friktionslåsningen med en faktor på ca. 2.

Der er én fordel mere ved at flytte rotationspunktet fra mellem boltens hoved og trykskiven til mellem trykskiven og muffen: Boltens hoved er hårdere end hylsen, og derfor er friktionskoefficienten mellem boltens hoved og trykskiven lavere end friktionskoefficienten mellem trykskiven og hylsen. Den højere friktion og større afstand fra boltens roterende akse eller midterlinje gør det sværere for boltens hoved at rotere sig løs.

SIKRET MED

# DRIFTSSIKKERHED I DE MEST UDFORDRENDE SKOVE







## *Skovhøstning kan være ekstremt barskt for udstyret, og de ofte fjerntliggende steder, hvor arbejdet foregår, kan føje flere dage til produktionens nedetid, mens man venter på maskindele. Expander System og Nord-Lock skiver hjælper Log Max med at holde det vigtigste udstyr kørende.*

Hvis du arbejder i skovbrugsindustrien ved du hvor vigtigt holdbart, driftssikkert og effektivt udstyr er. Skovene kan være fjerntliggende, nådesløse steder, og der er ganske enkelt ikke råd til maskinefejl og nedetid, når du er ude at fælde træer. Desuden er det vigtigt at forhindre uheld og ulykker, der bringer brugerens eller udstyrets sikkerhed i fare.

Måske kender du også til besværet, frustrationen og den tid, der går tabt ved at få nedbrudte maskiner transporteret fra skoven til værkstedet, repareret og returneret. Disse unødige forsinkelser får din produktivitet – og dermed din rentabilitet – til at gå op i røg.

### **En førende skovbrugsproducent**

Den svenske virksomhed Log Max har skabt sig et navn ved at levere robust og innovativt skovbrugsudstyr. De leverer harvester heads med ét greb, som er monteret på et køretøj, f.eks. en stor traktor, en gravemaskine eller udkørselsmaskine eller en særlig skovningsmaskine.

Fra sin base i den lille landsby Grangärde midt i de svenske skovbrugsdistrikter har Log Max opnået en stærk position på det globale marked. Ud af de ca. 500 harvester heads, de fremstiller hvert år, bliver omkring 70 % eksporteret, primært til Europa

samt Nord- og Sydamerika og Rusland. Virksomheden har været en del af Komatsukoncernen siden 2012.

“Vi leverer ikke køretøjet, men vi er en stor og velrenommeret spiller på verdensplan,” siger Johan Ericson, der er leder af designafdelingen.

### **Omhyggelig udviklingsproces**

Log Max sigter mod at lancere mindst to nye eller opdaterede produktmodeller hvert år. I øjeblikket består produktudvalget af 14 modeller, men også et dedikeret styresystem. Log Max ejer adskillige patenter, f.eks. Active Friction Control-systemet, der justerer kniven til den specifikke anvendelse, hvilket forbedrer tømmerkvaliteten og reducerer brændstofforbruget.

Ericson forklarer, at hver enkelt ny model kræver et stort udviklings- og testarbejde. En lang liste over løbende produktforbedringer beviser dette, men det kan være meget tidskrævende. “Vores produkter gennemgår en lang udviklingsproces,” siger han.

*“Vi er meget omhyggelige, fordi alt, hvad vi lancerer, skal være af den højeste kvalitet.”*

Ligesom mange andre producenter, der fremstiller løsninger til barske miljøer og krævende anvendelsesområder, bruger

Log Max Nord-Lock kilelåsningsskiver til at reducere risikoen for svigt i boltede samlinger. Maskiningeniør Per Andersson siger, at Log Max brugte dem, da han blev ansat for 20 år siden. I dag indgår de som en selvfølge i designet.

“Vores stålrammer har mange gevindhuller, hvor der ikke er nogen møtrik i den boltede samling,” siger Andersson. “Nord-Lock skivernes udformning forhindrer boltene i at løsne sig.”

### **Expander er uundværlig til de mest krævende typer skovbrug**

Log Max bruger i stor udstrækning Expander System som service- og reparationsmetode under vedligeholdelse. Expander System er også standardmonteret fra fabrikken på Log Max E6-Harvester head til eukalyptus, der primært er rettet mod det sydamerikanske marked.

Træfældning bliver ikke meget vanskeligere end høstning af eukalyptustræer. Det er et anvendelsesområde, der er yderst hårdt ved udstyret, og Log Max har udviklet E6 harvester head til netop det formål. Det har fem knive til afbarkning og afgrening samt særlige fødevalser, der hjælper med at rotere stammen. ☺



I modsætning til traditionel høstning skal eukalyptusstammen også roteres, mens den bevæges frem og tilbage, for at opnå effektiv afbarkning og afgrening,” forklarer Ericson. “Der må ikke være noget bark tilbage på stammen, når du sender den videre i processen.”

Det, at eukalyptus absorberer sand fra jorden ind i barken, komplicerer afbarkningen yderligere. “Det er som at køre sandpapir gennem maskinen,” siger Andersson, “meget skurrende, hvilket giver øget slitage.”

De belastninger, som deres E6 harvester head udsættes for, kan ikke sammenlignes med dem, som Log Max’ andre harvester heads kommer ud for. “Beslutningen om at gøre Expander System til standardudstyr var kundedrevet,” siger Andersson.

*“Expander System er yderst holdbart og kræver ikke specialværktøj til vedligeholdelse,” siger han.*

“For eksempel skal knivene slibes ret ofte, og alt, hvad der kan forenkles denne og andre vedligeholdelsesopgaver, giver kunden besparelser i form af tid og penge.”

### En stærk lokal og global profil

Det kan virke, som om der er langt fra en lille svensk landsby til de sydamerikanske skove, men Log Max sætter konstant landsbyen på landkortet. For nylig blev værkstedet udvidet, hvilket har øget produktionskapaciteten betydeligt.

“Vi er stolte af, hvordan vi bidrager til lokalmiljøet,” siger Ericson. “Vores hovedkvarter ligger stadigvæk i Grangärde, herunder vores afdelinger for design, udvikling, produktion og salg, men også vores primære reservedelslager. De fleste af vores underleverandører er også lokale virksomheder. Det er rart at vide, at Komatsu gerne vil have os til at udvide her. Jeg tror, det betyder meget for vores mangeårige kunder.”

**Tekst**  
Ulf Wiman

**Fotos**  
Thanakorn Hongphan/Shutterstock  
Thomas Jenkins/Log Max



**Johan Ericson**  
HEAD OF DESIGN,  
LOG MAX



**Per Andersson**  
MECHANICAL ENGINEER,  
LOG MAX

**KUNDE**  
LOG MAX AB

**PLACERING**  
GRANGÄRDE, SVERIGE

**GRUNDLAGT**  
1980

**ANTAL MEDARBEJDERE**  
85

**HOVEDPRODUKT**  
HARVESTER HEADS TIL  
SKOVBRUGSINDUSTRIEN

**HOVEDMARKEDER**  
EUROPA, NORD- OG SYDAMERIKA, RUSLAND

**NORD-LOCK GROUP LØSNINGER**  
NORD-LOCK KILELÅSNINGSSKIVER, EXPANDER  
SYSTEM LEDAKSLER



# SJOVT BOLDSPIL MED SPIRIBOL

*Man siger, at de simple glæder i livet ofte er de største, og det passer i hvert fald på Spiribol. Denne ydmyge løsning, der består af en bold, en stang og et en snor, spreder i øjeblikket glæde overalt i Spanien.*

Spiribols historie begyndte i Granada i Sydspanien tilbage i 1920'erne. Baltasar Fábregas byggede en elementær anordning, som hans 11 børn kunne lege med. Han forbandt en tennisbold til en stang med en snor, og dermed havde han opfundet en ny sport.

Omkring fem årtier senere blev den kommerialiseret af et af Fábregas' børnebørn, Jesús Candel, bedre kendt som "Spiriman". Candel var læge og bekymret over unge menneskers stillesiddende livsstil. Han indså potentialet i Spiribol, især som et spil til udfodrede unge.

Candel oprettede Spiribol-fonden, som promoverer skolesport og yder støtte til unge mennesker med sociale vanskeligheder.

### Enkel men effektiv konstruktion

Spiribol spilles ved at få bolden til at dreje rundt om stangen. Den spiller, der får drejet snoren hele vejen, så bolden rammer den gule stang, har vundet. Spiribols fod er fastgjort på stangen med to Nord-Lock

skiver, der er anbragt mellem foden og stangens bundstykke.

"Nord-Lock skiver er en uundværlig del af den aktuelle Spiribol-model. Det er takket være disse komponenter, at stangen og foden forbliver stabil under kampen," forklarer Chus Hervera, generel koordinator for institutionelle aktiviteter hos Spiribol og formand for Spiribol-fonden.

### To værdige målsætninger

I 2020 fik Candel konstateret lungekræft. Han er stor fortaler for den helbredende kraft ved motion og har udvidet Spiribol-fondens arbejde til også at indsamle penge til afdelinger for støtte til onkologipatienter.

"Spiribol er en solidaritetssport med to målsætninger: at fremme motion og at yde en positiv social indsats," fortsætter Hervera. "Spiribol kan spilles overalt, af personer i alle aldre og med et hvilket som helst konditionsniveau. Derfor kan spillet samle familier og fremme den sociale sammenhængskraft."

VIRKSOMHED  
SPIRIBOL-FONDEN

PLACERING  
GRANADA, SPANIEN

LØSNINGEN  
SPIRIBOL BESTÅR AF  
EN FOD, EN STANG,  
EN SNOR OG EN BOLD.  
FODEN ER FASTGJORT  
PÅ STANGEN MED TO  
NORD-LOCK SKIVER.

PRODUKT  
NL18sp  
KILELÅSNINGSSKIVER

