

# BOLTED

ET MAGASIN OM BOLTNINGSTEKNOLOGIER

UDGAVE 1 – 2022

## DEN INDLYSENDE BUSINESS CASE FOR BÆREDYGTIGHED



### SIKRET MED

Hvordan kan intelligente produkter redefinere vedligehold af bolte?

### INDBLIK FRA BRANCHEN

Reduktion af CO<sub>2</sub>-aftrykket fra mineralminedrift



**11**  
**Cirkularitet og forretning**  
 Hold fokus på business casen ved planlægning af cirkularitet og bæredygtighed



**6**  
**INDBLIK FRA BRANCHEN**  
 Reduktion af aftrykket fra mineralminedrift for at levere vedvarende energi og batterilagingsløsninger



**18**  
**SIKRET MED**  
 Fjernvedligeholdelse af jernbaner og Industri 4.0-boltingsteknologier med Revotec



**16**  
**I SØGELYSET**  
 Christoph Seeßelberg deler sin viden fra en karriere med ekspertise inden for kranbaner

- 04** Böllhoff: SMART Railway, sikret med Nord-Lock
- 10** Er der er en forbindelse mellem dyr og store bolte?
- 21** Slitage på drejetapper i miljøer med høje temperaturer
- 22** Kobe Steel havde brug for sikre boltningssløsninger på steder med begrænset plads
- 24** Der bliver ikke gamblet med sikkerheden på USA's største pariserhjul
- 26** Sådan bruges Nord-Lock skiver på malede overflader

**CHEFREDAKTØR**  
 Alexander Wennberg

**ASSISTERENDE REDAKTØR**  
 Kelvin Slessor-Marriott

**ART DIRECTION OG LAYOUT**  
 Gabriel Jacobi

**INDHOLDSPRODUKTION**  
 Nord-Lock Group  
 Spoon Agency

**OVERSÆTTELSE**  
 LanguageWire

**FORSIDE**  
 Ju Sting

**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 følgende sprog: dansk, engelsk, finsk, fransk, italiensk, japansk, kinesisk, koreansk, spansk, svensk og tysk.

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 af 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

## ***40 år som førende i branchen og Industri 4.0***

*Traditionel ingeniørkunst har længe været kernen i vores ekspertise. Nu føjer vi digital boltning til vores værktøjskasse.*

Med tre opgraderede Nord-Lock Group faciliteter officielt indviet det seneste år er vores udvidede produktion nu mere bæredygtig, mere nøjagtig og mere effektiv end nogensinde før. Vi er stolte af at have denne solide driftsplatform at bygge videre på. Samtidig fejrer vi 40 år, siden vores oprindelige kilelåsningsteknologi blev udviklet i en lille rød lade i Mattmar i Sverige.

Nord-Lock skiver fremstilles stadig i denne lille landsby, nu på et topmoderne produktionsanlæg med mindre affald, færre kemikalier og en lavere miljøpåvirkning. Det er vigtigt for os, at vores produkter ikke kun er de bedste låseløsninger på markedet ud fra et teknisk perspektiv, men også bygger videre på vores DNA som den oprindelige producent af markedets bedste kilelåsningsteknologi.

Koldt vand fra den tilstødende Indal-flod ledes året rundt ind i anlæggets kølesystem, hvilket reducerer behovet for elektricitet. 100 % af produktionsvarmen genvindes til opvarmning af bygningen, og al indgående energi kommer fra vedvarende lokale kilder, herunder vind- og vandkraft.

Bæredygtighed står højt på alles dagsorden, og alle brancher vil gerne påvirke omstillingen til nuludledning. I denne udgave af Bolted Magazine deler vi indsigt fra dem, der opbygger cirkulære økonomier, og sætter fokus på initiativer til klimaintelligent minedrift.

Hvad hvis man kunne automatisere overvågnings- og vedligeholdelsestriggere til kritisk, men fjerntliggende infrastruktur? Vores partnerskab med Revotec er et smart eksempel på Superbolt LST, en Industri 4.0-boltningsteknologi, der bruges til at forny jernbanevedligeholdelse med pålidelig fjernovervågning af forspænding.

Vi taler med en ekspert i vedligeholdelse af kranbaner om "pulsårerne i industriel produktion" og deler vores egen viden om boltsamlingsikkerhed på malede offshoreoverflader. Er der i øvrigt en forbindelse mellem dyr og store bolte?

Derudover kan du læse om en turistattraktion i Las Vegas, der ikke gambler med sikkerheden. Få mere at vide om alle disse og flere boltningsopgaver i denne udgave.

God læselyst!





# LØSE BEFÆSTELSESELEMENTER KAN AFSPORE HELE TOG

*Vibrationer, dynamiske tværgående kræfter og høje hastigheder kræver de højeste sikkerhedsstandarder inden for jernbanetransport.*

*I værste fald kan løse bolte føre til dødsulykker. Dinghan SMART Railway Technology benytter sig af monteringsseksperter Böllhoff og Nord-Lock kilelåsningsskiver til fastgørelse af hjælpestrømomformere.*

**Tekst** Tomas Lundin

**Fotos** Andrea Berg/Shutterstock og Dinghan SMART Railway Technology

Dinghan SMART Railway Technology er en global leverandør af integrerede omformere til togtransport. Virksomhedens fabrik i Kassel i Tyskland forsyner verdensmarkedet med udstyr som f.eks. klimaanlæg omformere og integrerede omformere til et bredt udvalg af togtyper.

Virksomhedens såkaldte SMARTconverters omdanner spændingen i kørestrømmen, så den passer til hjælpeudstyr som f.eks. klimaanlæg eller belysning. De anvendes i hele jernbanetransportområdet, fra lange højhastighedstog til metroer, bybaner og pendlertog, der kører kontinuerligt i storbyområder.

Dinghan SMART's integrerede omformere er trimmet til lav vægt, samtidig med at den høje effektivitet opretholdes. De opfylder alle europæiske sikkerhedsstandarder, men deres modulopbyggede design betyder, at de også kan tilpasses de særlige behov på hurtigt voksende markeder uden for Europa. Desuden er der stort set ingen begrænsninger for placering og montering af systemerne, som vejer op til 700 kg. De kan leveres som tagmonterede, under gulvet eller som en "åben ramme".



Dinghan SMART's integrerede omformere kan veje op til 700 kg

### Junkers test lukkede handlen

Til tredje generation af SMARTconverters har Böllhoff, en tysk producent af forbindelsessystemer, udviklet en løsning, der fokuserer på pålidelighed og absolut sikkerhed. Forskellige fastgørelsesmetoder blev drøftet med Dinghan SMART på forhånd, og der blev udført tests på stedet med et mobilt stativ til Junkers vibrationstest. For eksempel blev underhovedbolte testet omhyggeligt. Resultaterne var entydige.

*"Testene bekræftede, hvad vi har vidst i lang tid: Nord-Locks kilelåsnings-skiver er den sikreste og mest universelle låsemetode til sådanne sikkerhedskritiske projekter," siger Christian Haase.*

Haase er Certified Fastener Engineer DSV® for ECOTECH applikationsteknologien hos Böllhoff, en familieejet virksomhed, der blev grundlagt i 1877.

Den afgørende faktor i dette tilfælde var, at de bolt-esamlinge, der skulle fastgøres i SMARTconverteren, er fremstillet af rustfrit stål. Og der findes stort set ingen løsninger på dette område, der giver tilstrækkelig beskyttelse mod boltløsning under dynamisk belastning.

"For eksempel ville bolte af rustfrit stål med tænder under hovedet være for bløde til at garantere en holdbar, tæt pasform," siger Haase. "Derfor valgte vi Nord-Locks kilelåsnings-skiver i rustfrit stål til Dinghan SMART's hjælpestrømomformere."

### Løse bolte udgør en alvorlig fare

Inden for jernbanetransport er udfordringerne særligt store. Høje belastninger forårsaget af vibrationer og dynamiske tværgående kræfter skal håndteres, og absolut sikkerhed skal garanteres. Det er trods alt mange mennesker, der bliver transporteret døgnet rundt, og tungt gods køres ofte gennem tæt befolkede områder. Fejl på grund af materialetræthed eller løse forbindelser kan være katastrofale.

"I værste fald udsættes mennesker for livsfare," advarer Haase. "Hvis f.eks. komponenter såsom hjælpeomformerens viklingsmateriale løsner sig på grund af løsnede befæstelseselementer og falder ned på skinnerne, er der risiko for, at toget afspores. Derfor må du aldrig undervurdere vigtigheden af at omforme befæstelseselementerne."

Og faren er ikke kun teoretisk, den har også vist sig i praksis. I 2010 gik en dør f.eks. løs på et af Deutsche Bahns højhastighedstog. Det skete på vej gennem en tunnel, hvor befæstelseselementerne ikke kunne modstå det negative tryk. Som følge heraf blev døren revet løs og ramte et modkørende ICE-tog (Intercity Express).

Sikkerhedskravene har altid været høje hos Deutsche Bahn, men er siden blevet strammet yderligere. Som en af verdens førende producenter af rullende materiel til jernbanetransport bruger de nu kun Nord-Lock sikkerhedsanordninger i Tyskland til forbindelser af størrelse M10 og større med den tilsvarende sikkerhedsklasse i henhold til DIN 25201-4 ved udendørs brug.

### Når sikkerheden er afgørende

Dinghan SMART Railway Technology, som har været kunde hos Böllhoff gennem mange år, fokuserer udelukkende på international jernbanetransport. For eksempel bruges SMARTconverters i Alstoms metrotog i Barcelona, Deutsche Bahns dobbeltdækkertog, hollandske ICM-tog og Napolis metro.

Når der er behov for sikre bolt-samlinger, anvender virksomheden konsekvent Nord-Lock skiver, selv når der findes befæstelseselementer til lavere priser på markedet. For når alt kommer til alt, er det vigtigste sikkerhed og holdbarhed under tunge belastninger.

Dette gælder især tredje generation af SMARTconverters, som primært anvendes inden for offentlig transport, uanset om det er over lange eller korte afstande.

### Stærkt fokus på kundetilfredshed

"Sikkerhed var den afgørende årsag til at vælge kilelåseskiverne fra Nord-Lock," understreger Christoph Engemann, Group Manager Mechanical Engineering hos Dinghan SMART. Som leverandør af integrerede strømomformere er Dinghan SMART også optaget af kundetilfredshed.

Engemann konkluderer med henblik på kundernes behov: "For at overdrive lidt: Hvis færre bolte løsner sig i den daglige togtrafik, skal færre bolte efterspændes. Og du kan minimere vedligeholdelsesarbejdet og de medfølgende køretøjssvigt."

*Behovet for vedvarende energi strider tilsyneladende imod den stigende efterspørgsel på mineraludvinding. Minedrift er afgørende for at bygge grønne teknologier, herunder solpaneler, vindmøller og lithium-ion-batterier, men branchen er nødt til selv at dekarbonisere for at opfylde globale bæredygtighedsmål.*



# ELEKTRIFICERING I MINEDRIFT

GNISTER FRA EN FREMTID  
MED LAV CO<sub>2</sub>-UDLEDNING

Tekst Ulf Wiman Foto Roman Korotkov/Shutterstock

Mens du læser dette, er verdens befolkning på vej mod 8 milliarder, hvilket beskrives som den anslåede bæredygtige befolkning på vores planet. Det forudsiges, at tallet vil stige til 9-10 milliarder i 2050. For at opfylde de stigende krav, det medfører, vil vi være nødt til at øge produktionen af næsten alt, hvad du kan komme i tanke om, betydeligt.

Derfor er der skarpt fokus på mineindustrien. For som det nogle gange siges: Hvis noget ikke er dyrket, stammer det i sidste ende fra minedrift. Så når den voksende globale middelklasse f.eks. øger efterspørgslen på produkter som mobiltelefoner og biler, medfører det en massiv efterspørgsel på metaller og mineraler.

Efterspørgslen forstærkes af tendenser inden for bæredygtighed og cirkularitet og omstillingen til såkaldt ren energi, der sigter mod en fremtid med nuludledning. I dag står energiforbrug og produktion for to tredjedele af den globale udledning af drivhusgasser, og 81 % af det globale energimiks er stadig baseret på fossile brændstoffer. Så hvis vi skal nå målene i Parisaftalen som f.eks. at begrænse den globale gennemsnitlige temperaturstigning, skal der ændres på tingene.

### Eksplosiv efterspørgsel på ren energi

Det bliver en udfordring at imødekomme fremtidens efterspørgsel på ren og vedvarende energi. Verdensbanken vurderer, at produktionen af grafit, litium, kobolt og andre mineraler kan stige med helt op til 500 % inden 2050.

Disse mineraler er nødvendige til fremstilling af udstyr som f.eks. solpaneler og vindmøller, men også lithium-ion-batterier, som er afgørende for omstillingen til ren energi, f.eks. i forbindelse med elkøretøjer.

Selvom genanvendelse og genbrug kan bidrage til at opfylde kravene, er vi nødt til at øge udvindingen af de nødvendige mineraler og metaller betydeligt. Og her er problemet: Mineindustrien er ikke ligefrem kendt for at være miljøvenlig. Så det tilsyneladende uundgåelige parløb mellem ren energi og minedrift kan virke mærkeligt.

### Minimering af klima- og materialeaftryk

Der er dog forandring at spore i mineindustrien. Ud over sikkerhed og produktivitet er bæredygtighed og socialt ansvar vigtige drivkræfter for forandring. Med den voksende bevidsthed om miljø og klimaændringer øges presset fra regeringer, investorer, offentligheden og andre interessenter.

Mange initiativer understøtter en positiv udvikling, f.eks. Verdensbankens initiativ for klimaintelligent minedrift (Climate-Smart Mining, CSM). Dette initiativ opfordrer til "ansvarlig udvinding, forarbejdning og genanvendelse af mineraler, der er nødvendige for CO<sub>2</sub>-reducerende teknologier, ved at minimere klima- og materialeaftrykket fra udvinding til slutbrug ved at opskalere teknisk bistand og investeringer i mineralrige lande."

CSM har udarbejdet tolv klimaintelligente byggesten opdelt i fire grupper:



MODVIRKNING  
AF KLIMAFOR-  
ANDRINGER



REDUKTION AF  
MATERIALE-  
PÅVIRKNINGER



KLIMATIL-  
PASNING



NYE MARKEDSMU-  
LIGHEDER

De supplerer flere af FN's Verdensmål for bæredygtig udvikling (sustainable development goals, SDG'er). Især SDG 7, "adgang til økonomisk overkommelig, pålidelig, bæredygtig og moderne energi for alle" og SDG 13 om at "handle hurtigt for at bekæmpe klimaforandringer og deres følger".

### Hele forsyningskæden skal medtages

Men i et interview med *mining-technology.com* siger Riccardo Puliti, Global Director, Energy and Extractive Industries i Verdensbanken, at et globalt skift til rene udvindingsteknikker over hele linjen bliver vanskeligt. Der er simpelthen for mange variabler.

Alligevel siger han: "Der er behov for at se på hele mineralforsyningskæden for at minimere effekterne og fremme bedste fremgangsmåder. Der foregår innovation, men den er ofte koncentreret i isolerede hjørner af verden."

*"Vi har brug for en langt hurtigere og bredere vidensdeling om de bedste tilgængelige teknologier på dette område og udbredt implementering globalt i mineindustrien."*

For at reducere deres CO<sub>2</sub>-aftryk og blive mere bæredygtige skrider et stigende antal mineselskaber til handling, både med hensyn til deres aktiviteter og gennem hele deres værdikæde. Initiativer som at gå over til vedvarende energi med lav CO<sub>2</sub>-udledning og bruge innovation til at forbedre effektiviteten og produktiviteten i udvindingen er afgørende, men det



# Byggesten til klimaintelligent minedrift

Kilde: Klimaintelligent minedrift (Verdensbanken)

Stærk styring og tilstrækkelige lovgivningsmæssige rammer



MODVIRKNING  
AF KLIMAFOR-  
ANDRINGER



KLIMATIL-  
PASNING



REDUKTION AF  
MATERIALE-  
PÅVIRKNINGER



NYE MARKEDSMU-  
LIGHEDER

Integration  
af **vedvarende  
energi**  
i minesektoren

**Minedrift  
med omtanke  
for skov og  
landskabs-  
forvaltning**

Implementering  
af en **cirkulær  
økonomi** for  
CO<sub>2</sub>-venlige  
minerale

**Reduktion af  
risikoen ved  
investering  
i CO<sub>2</sub>-venlige  
minerale**

**Innovation  
i udvindings-  
processer**

**Ressource-  
effektivitet  
i mineral-  
værdikæden**

**Genbrug og  
genanvendelse  
af CO<sub>2</sub>-venlige  
minerale**

**Udnyttelse af  
CO<sub>2</sub>-finans-  
instrumenter**

**Energi-  
effektivitet  
i mineral-  
værdikæden**

**Innovation af  
affaldsløsninger**

Administration  
af **forsynings-  
kæden** for  
CO<sub>2</sub>-venlige  
minerale

**Robust  
geologisk  
datastyring**

Køn og engagement fra flere interessenter



er minedrift med omtanke for vand og skov, innovative affaldsløsninger og indførelse af en mere cirkulær forretningsmodel også.

### **Forventes at bidrage positivt**

Australske BHP Group Limited var en af pionererne på dette område og lavede målsætninger for udledninger helt tilbage i 1996. BHP's handlingsplan for klimaomlægning 2021 skitserer sin "strategiske tilgang til reduktion af udledningen af drivhusgasser (greenhouse gasses, GHG) til nul i vores drift inden 2050 og til at samarbejde med kunder og leverandører om at støtte deres udledningsreduktioner i overensstemmelse med ambitionen om at forfølge nuludledning i vores værdikæde."

Andre industrigiganter som Anglo American og Rio Tinto har også omfattende bæredygtighedsplaner. Førstnævnte skriver: "Vores branche skal håndtere kritiske udfordringer i forhold til sikkerhed, produktivitet og den måde, vi bruger jord, energi og vand på."

*"Det moderne samfund forventer med rette, at mineindustrien yder et positivt bidrag til socioøkonomisk udvikling på en bæredygtig måde ved at reducere sit miljømæssige aftryk og støtte biodiversiteten."*

Det er alt sammen meget godt, kan man sige, men hvordan ændrer den daglige drift sig?

### **Elektrificering af minedrift**

Riccardo Puliti nævnte udbredelsen og indførelsen af de bedste tilgængelige teknologier. Mere miljøvenligt udstyr er en måde at ændre sig på, og mange mineselskaber vælger el- i stedet for dieselmotorer. Der er mange fordele.

*Faktisk er elektrificering blevet beskrevet som en af de afgørende teknologiske ændringer inden for minedrift sammen med automatisering og digitalisering.*

De reducerede CO<sub>2</sub>-udledninger gavner miljøet. Men elektrificering kan også reducere driftsomkostningerne betydeligt, når behovet for omfattende ventilationssystemer i underjordisk

minedrift reduceres. Især fordi underjordiske miner hele tiden skal grave dybere for at nå nye årer.

Operatørens sundhed og velbefindende forbedres også betydeligt, når der ikke er dieseludstødningsgasser i arbejdsmiljøet. Og generelt er batteridrevne elkøretøjer (battery electric vehicles, BEV'er) mindre i størrelse med samme belastningskapacitet.

### **Samarbejde om forandring**

Efterhånden som selvkørende og batteridrevne elbiler i stigende grad bliver normen – og trækker tråde tilbage til omstillingen til ren energi – sætter udstyrsproducenter deres lid til innovation og partnerskaber, når de skal opfylde deres egne og deres kunders behov.

Partnerskaber og samarbejder ser ud til at stige i antal. I august 2021 meddelte Caterpillar f.eks., at de ville samarbejde med BHP om at udvikle batteridrevne store minelastbiler med nuludledning.

Caterpillar skriver, at "BHP vil få tidlig adgang til det Caterpillar-udviklede nuludledningsudstyr og vil komme med input til udviklings- og testprocesserne. Dette samarbejde kommer til at forme de processer, den teknologi og den infrastruktur, der i sidste ende skal understøtte maskiner og mineanlæg med nuludledning i fremtiden."

### **En fremtid til gavn for alle**

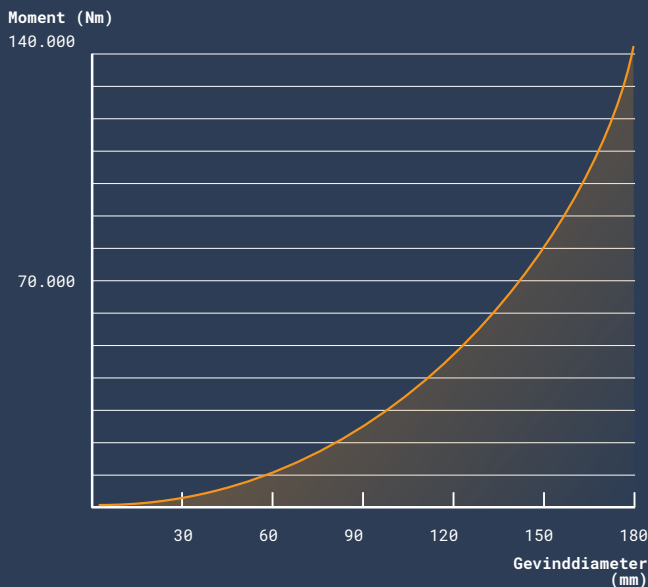
Så selvom udviklingen og tilpasningen af klimaintelligent minedrift begynder at tage fart, er der lang vej endnu. Men forhåbentlig vil de forskellige brancheinitiativer og de enkelte virksomheders initiativer holde gryden i kog.

For efterspørgslen efter mineraler og metaller fortsætter med at vokse – i høj grad drevet af behovene i forbindelse med omstillingen til ren energi – og mineindustrien skal finde den bæredygtige vej fremad.

I sit forord til 2020 CSM-rapporten Minerals for Climate Action konkluderer Riccardo Puliti, at "ved at arbejde sammen om at reducere CO<sub>2</sub>- og materialeaftrykket fra mineraler kan vi støtte den gennemgribende implementering af vedvarende energi og batterilagringsteknologier, der er nødvendig for at opfylde ambitiøse klimamål og opnå en fremtid med lav CO<sub>2</sub>-udledning, som er til gavn for alle."





# HVOR MEGET KRAFT KRÆVER DET AT SPÆNDE EN BOLT?

## Momentkurve for 310 MPa boltspænding



$$T = (c) D^3$$

T = Moment  
c = Konstant  
D = Bolt diameter

Gevindstørrelse [mm]	M24	M30	M48	M64
For-spænding [kN]	145	214	700	1.270
Moment [Nm]	615	1.134	5.937	14.362
Nødvendig kraft* [kg]	 62,6	 115,4	 604,0	 1461,0

\*Nødvendig kraft med en momentarm på 1 meter

### Kan man se en forbindelse mellem dyr og store bolte?

På en måde. Det er nemlig muligt at sammenligne et dyrs vægt med den kraft, det kræver at opnå et bestemt moment. En kos vægt er f.eks. den kraft, der skal til for at opnå et moment på 5.937 Nm ved hjælp af et momentarm på 1 meter!

Momentkraften vokser eksponentielt, når du arbejder med større bolte, men det er ikke altid let at forklare, hvor meget kraft der skal til for at opnå den pågældende momentkraft, så dyrets vægt kan give hjælp med at visualisere det. Når man f.eks. gør en sammenligning med en elefants vægt, bliver det tydeligt, at hvis man arbejder på meget store boltforbindelser, så skal der arbejdes ret hårdt for at generere den nødvendige momentkraft.

Heldigvis er der en nemmere måde at spænde store boltforbindelser på end ved at bruge kraften fra et dyr – og det er ved at bruge tilspænding i stedet for momenttilspænding. Afhængigt af dit anvendelsesformål har Nord-Lock Group to forskellige og innovative løsninger:

### Den første: Boltight hydrauliske tensioners

Boltight har været førende inden for hydraulisk boltefterspænding i mere end et årti. Vores efterpændingsværktøj er en hurtig, præcis og sikker løsning til at tilspænde og løsne flere bolte samtidig med mindre besvær. Ved hjælp af højtrykshydraulik strækker bolt tensioners bolten, før møtrikken drejes ned, uden forspænding, hvilket sikrer ekstrem nøjagtighed, hastighed og ensartethed.

### Den anden: Superbolt multi-jackbolt tensioners

Superbolt var de første i verden, der revolutionerede bolte og møtrikker med Multi-Jackbolt tensioning (MJT) teknologi. Siden har teknologien vist sit værd i titusinder af vellykkede installationer, og der udvikles fortsat en lang række løsninger på næste generations boltningssudfordringer. Superbolts MJT'er tager de høje forspændingskrav i boltning med store diameter og opdeler dem i håndterbare drejningsmomenter ved hjælp af jackbolte, der går gennem møtrikkens gevind.



I Bolted #1 2020 reflekterede vi over behovet for mere bæredygtig brug af industrielle råmaterialer på "vejen til grønt stål". I denne udgave udvikler vi dette fokus til et teoretisk overblik og et praktisk eksempel på den cirkulære forretningsstrategi.

Få en introduktion til de grundlæggende principper for den cirkulære økonomi og det cirkulære design på: [www.nord-lock.com/circular](http://www.nord-lock.com/circular)

---

# DEN INDLYSENDE BUSINESS CASE FOR BÆREDYGTIGHED

---

*Sandvik er en global ingeniørgruppe med speciale i fremstilling af værktøjssystemer til avanceret industriel metalskæring, mineudstyr, byggeudstyr, avancerede rustfrie stål- og speciallegeringer. Virksomheden har også et årelangt engagement i social ansvarlighed.*



*Vi talte med Mats W. Lundberg, Head of Sustainability, om koncernens ambitiøse bæredygtighedsmål, og hvordan enhver organisation efter hans mening kan skifte til en cirkulær økonomi. ➤*



### Lad os starte helt fra begyndelsen. Hvordan begynder en multinational ingeniørvirksomhed at tænke på cirkularitet?

Når jeg tænker på cirkularitet, handler det i hvert fald om forretningsmuligheder. Når man taler om bæredygtighed generelt, er man nødt til at sætte fokus på forretningen. For hvad er formålet med bæredygtighed? Det handler om at tjene penge, spare penge, reducere risici og have en positiv indvirkning på miljøet. Det er det, man prøver at gøre, set i det store perspektiv.

Du kan f.eks. starte med at se på risici og råmaterialer. Afhængigt af din branche kan der være et begrænset antal leverandører, og niveauet af kvalitetskontrol varierer fra land til land. Dine leverandører kan udgøre en risiko for din egen virksomheds kerneværdier eller omdømme, så nogle gange er du nødt til at håndtere og minimere risici.

En måde at gøre det på kan være at få leverandørerne til at underskrive og overholde adfærdskodekser. Men det er ikke altid det perfekte scenarie. En af fordelene ved at indføre cirkularitet er, at du erstatter nye råmaterialer med cirkulære materialer ved at genanvende fra produkter, der allerede har været i brug. Så bliver du mindre afhængig af et risikorelateret område.

Lad os tage et skridt videre. Hvad nu hvis jeg sælger en minemaskine eller et metalrør til en kunde, men jeg også tilbyder at købe produktet tilbage, når det er udtjent? Fra kundens synspunkt er produktet blevet til skrot, når det er udtjent, men i stedet for at sælge det til en skrotforhandler kan jeg tilskynde kunden til at sælge direkte tilbage til Sandvik. Materialet kan herefter genanvendes som råmateriale.

At kunne tilbagekøbe et brugt produkt hos en kunde er også en fordel for Sandvik, da vi kender vores egne produkters præcise indhold og kemi og måske endda batchnummeret. I stedet for tilfældigt skrot kan vi bruge disse rør i en ny smeltning og vide, at vi allerede har næsten den nøjagtige sammensætning til det, vi ønsker at producere. Du skal bruge en lille mængde nyt materiale til sidst for at kalibrere den perfekte blanding – ligesom du kan tilsætte lidt salt og mælk til en brødblanding for at få den rigtige smag.

Hos Sandvik kalder vi det sekundære råmaterialer, ikke skrot. Sekundære råmaterialer er også billigere end nye råmaterialer og har et mindre miljøaftryk. Det er en fordel for både Sandvik og vores kunder. Ved at udvikle et lukket kredsløbssystem sammen hjælper vi kunderne med at håndtere skrot, og med mindre efterspørgsel efter nye råmaterialer er miljøpåvirkningen mindre.

Fra et økonomisk perspektiv hjælper et lukket kredsløb som dette os med at spare penge på råmaterialerne og reducere risikoen, samtidig med at vi øger bæredygtigheden. Kort sagt et perfekt eksempel på, hvordan cirkularitet også er gavnligt for forretningen. Dette er et eksempel, der kan bruges som en vejledning til at begynde at tænke på nye og mere cirkulære måder for at finde andre forretningssamarbejder eller produktlinjer, hvor en lignende tilgang kunne fungere.

### Du præsenterer cirkularitet med en meget stærk business case. Hvorfor forfølger organisationer det ikke allerede som et bæredygtighedsmål?

Problemet er, at den traditionelle lineære økonomi bygger på flere transaktioner. Du ser på, om dine input er dyre i den ene ende og beregner din indtjening på salgsstedet i den anden. Men når du opbygger en cirkulær økonomi, bøjer du i overført betydning den lige linje, så de to ender mødes, og pludselig begynder din råvareindkøber og dine salgsteams at samarbejde, fordi den ene skal købe produktet tilbage fra den anden.

Det skal være en omstilling, så derfor kalder vi vores bæredygtighedsstrategi "gennemfør skiftet til bæredygtighed". Infrastrukturen skal implementeres, produktionsfaciliteterne skal måske tilpasses, og forretningsmodellerne skal omlægges.





Der er også et mentalt skift væk fra 150 års lineær økonomi, så du kan ikke bare omdanne en hel virksomhed på én gang. Det vil sandsynligvis tage 10 år eller mere at få det hele på plads. Derfor er det vigtigt at indse, at der er en business case. Vi har ikke kun taget bæredygtighed til os for at håndtere klimaforandringer – det handler om begge dele.

Cirkularitet fungerer, når du opbygger din business case. Nogle råmaterialer, f.eks. plast, er for billige, til at det kan betale sig at købe dem tilbage. Det er en begrænsning, men stål er et dyrt råmateriale, så cirkularitet giver god mening for os inden for minedrift og stålproduktion.

Jo mere cirkulær din virksomhed bliver, jo flere besparelser vil du opnå, fordi du måske har overset nogle muligheder, før du gik over til en ny forretningsmodel. Hvis jeg har et rør, hvorfor skal jeg så sælge det? Hvorfor ikke leje røret i stedet?

### Hvad sker der, hvis du går over til "leje i stedet for salg"?

Tjah, så vil jeg gerne udvikle bæredygtige rør, der aldrig går i stykker, for jeg vil jo gerne have, at du lejer dem for evigt, ikke? Ud fra et bæredygtighedssynspunkt er det fantastisk, for så er der mindre materiale i cirkulation. Det er godt for miljøet, og en god forretning for mig for jeg får løn hver måned.

Dit produkt bliver måske dyrere at fremstille, men nu er det udviklet til "evig" brug og garanterer dig en månedlig indkomst. Når kunden ikke længere har brug for det, får vi vores råmateriale tilbage og kan bruge det til at producere et nyt produkt.

*Det kræver, at vi tænker uden for den lineære kasse, som vi har været låst fast i. I sidste ende er den cirkulære økonomi det samme, som vi gjorde, før penge blev opfundet: Vi handlede, reparerede og genbrugte.*

De ekstreme lineære forsyningskæder kom kun til, fordi tingene blev så billige at producere. Der er ikke det samme økonomiske pres for at være opfindsom med forbruget, når man kan smide tingene ud. Men nu er vi ved at indse de forretningsmæssige fordele ved den cirkulære økonomi, og opfindsomheden er tilbage i centrum.

### Hvis business casen har overbevist dig, og du ved, at omstillingen kan tage et årti, hvad kan du så gøre i det første år for at bevæge dig hen imod cirkularitet?

For fem år siden begyndte jeg at se på, hvor det er nemmest at foretage ændringer? Lad ikke en storladen forestilling om, at alt skal være cirkulært i morgen, føre til en kamp mod umulige odds. Tag i stedet fat der, hvor du kan opbygge din business case.

Hvis du tvinger bæredygtighed ned over hovedet på folk, bliver organisationen bare frustreret, og så kan du ikke gøre dig forhåbninger om at opnå momentum. Selvom Sandvik er en business-to-business-virksomhed, var det første, jeg gjorde, at se på de af vores produkter, der var tættest på forbrugermarkedet.

Sandvik producerer båndstål, som vores kunder eksempelvis bruger til at fremstille køkkenknive og barberblade. Forbrugerundersøgelser slog fast, at kvinder i gennemsnit er de primære købere af husholdningsartikler i Europa. Kvinderne var også mere tilbøjelige til at købe et økologisk produkt. Her ser du en mulighed for at brande et "grønt" barberblad eller en "øko" køkkenkniv, da det vil appellere til din kunde.

Muligheden for at samarbejde med producenterne og give det samme produkt en ny indpakning ved at tilføje bæredygtighed som "værdi" forbedrer deres produktportefølje. Ved også at tilbyde at tilbagekøbe det båndstål, der ellers bliver kasseret, når de producerer disse skraber eller knive, får de dobbeltpoint – grønt stål og en cirkulær økonomi.

Med en god business case er du ikke længere bare den person, der prædiker om miljøet. Jeg fortæller dig ikke, at verden står i brand – jeg fortæller dig, hvordan du kan tjene flere penge og håndtere klimaforandringerne. >

Det er en positiv måde at gøre folk mere åbne over for det på, og det kan påvirke beslutningstagere i andre afdelinger til også at finde disse enkle tilgange.

### **Når du taler om business-to-business, hvordan får du så en minemaskinekunde til at tænke på cirkularitet?**

Først vil jeg sikre mig, at vi ikke taler om overflademinedrift. Vi taler om undergrunden, fordi det er her, du har den interessante business case til at begynde med.

Hvis du kører med en batteridrevet elbil i stedet for en forbrændingsmotor, udleder du mindre CO<sub>2</sub> i minen. Lavere udledninger kræver mindre ventilation, så det er billigere at drive en mine med elkøretøjer end med dies elkøretøjer – og jo dybere du kommer ned, jo flere ventilationsomkostninger kan du spare. Når du skifter til el, reduceres CO<sub>2</sub>-aftrykket fra den malm, du udvinder, også. Så ved at sælge idéen om en elektrisk minemaskine får du også kunden til at tænke over, hvordan de vil brande deres nye, grønnere malm.

Metaller og mineraler driver mobiltelefoner, så du får mineselskabet til at tale med en producent, der ønsker at markedsføre telefoner med et lavere CO<sub>2</sub>-aftryk, fordi dine råmaterialer nu udvindes med mindre CO<sub>2</sub> og mindre vand.

*Du hjælper dine kunder med at få et overblik og finde redskaberne til at opnå en højere pris på det, de fremstiller, baseret på den nye merværdi, der videreføres til deres egne kunder.*

Det fungerer ved, at virksomheder køber grønt stål til en højere pris, fordi de anerkender merværdien og forbrugerefterspørgslen. Set fra forbrugers perspektiv er det tilfredsstillende at købe og bruge miljøvenlige produkter. Folk køber økologiske bananer, hvorfor skulle de ikke også købe en økologisk Volvo? Prisforskellen mellem en grøn stålbil og dens konventionelle modstykke er ubetydelig, så det fungerer både økonomisk og moralsk for kunden.







### Du har sagt, at Sandvik vil være 90 % cirkulær senest i 2030. Hvilken betydning vil 90 % cirkularitet have?

Mange mennesker misforstår den cirkulære økonomi og tror, det handler om at bruge mindre materiale. Det handler faktisk om at være mere ansvarlig og ikke spilde materiale, der er i omløb. Man kan bygge større maskiner, men når det kommer til udtjent levetid, skal man passe på materialerne og genbruge dem.

Jeg bruger det svenske udtryk "ressurssnål", som kan oversættes til at være nærig med sine ressourcer, opmærksom på, hvordan man bruger dem, og undgå spild.

At smide ting væk er for passivt og blindt for den virkelighed, at affald ender på et fysisk sted – det forsvinder ikke fra planeten. Cirkularitet bruger materialer på en mere bevidst måde, reducerer deponering og viser ansvarlighed.

Her hos Sandvik mener jeg, at det er et stærkt budskab at sende, at vi vil være 90 % cirkulære senest i 2030. Vi ønsker at opnå en forandring, hvilket betyder, at vores leverandører skal tænke anderledes, vores kunder skal tænke anderledes, og frem for alt skal vi tænke anderledes.

Fordelen ved vores ambitiøse mål er fænomenalt set fra et økonomisk synspunkt. Vi taler om hundredvis af millioner, hvis du gør det rigtigt. Dertil kommer, at set fra et miljømæssigt synspunkt bidrager alt, hvad du gør rigtigt i forhold til cirkularitet, til at håndtere klimaforandringerne. De to faktorer er i symbiose.

Og det er faktisk sagens kerne. Sandviks formål er "Vi gennemfører skiftet – og skubber verden fremad via ingeniørarbejde". Som jeg ser det, er det ret svært at skubbe verden fremad uden at gøre den mere bæredygtig.

#### Gør det cirkulært: Minemaskiner og manganstål

Gå til [nord-lock.com/circular](https://nord-lock.com/circular) for at finde ud af, hvordan Sandviks bæredygtighedsstrategi bliver til virkelighed på projektniveau

Tekst Kelvin Slesser-Marriott Illustrationer Ju Sting

*De fleste kranspor i den vestlige verden blev anlagt i 1960'erne og 1970'erne, og derfor er der et stort behov for opgradering.*

Selvom det ikke traditionelt er forbundet med den store glamour, kan hele produktionslinjer gå i stå, hvis kranerne holder op med at fungere. Det hyppigste problem er utilstrækkelige samlinger og løse bolte.

# CHRISTOPH SEEßELBERG

Tekst Tomas Lundin Foto Christian Frumolt

## **Du er en anerkendt ekspert i kranspor, og du har haft en velanset karriere inden for bygningsteknik og stålkonstruktion. Hvor har det ført dig hen?**

Som officer i den tyske hær læste jeg til civilingeniør ved det tyske forsvars universitet i München. I min fritid skrev jeg på mit speciale. Da jeg forlod militæret, afsluttede jeg mine studier hos en doktor i ingeniørvidenskab (Dr.-Ing.) på RWTH Aachen-universitetet.

Mit første job var hos den tyske flyproducent Dornier, som var et usædvanligt sted at være for en civilingeniør. Men jeg arbejdede med holdbarhed og robusthed i dynamiske konstruktioner som f.eks. broer og vindmøller, og så blev jeg vild med kranspor. I de sidste 26 år har jeg undervist og forsket på Münchens Universitet for anvendt videnskab, skrevet bøger og rådgivet private virksomheder om kranspor.

## **Hvad er det, der er så fascinerende ved kranspor? Ved første øjekast ser det ikke ud til at være banebrydende teknologi.**

Det er rigtigt. Ved første øjekast er kranspor ret kedelige og ikke særlig "sexede". I bund og grund er det blot en stålbjælke, der dækker et, to eller flere felter. Men hvis du ser nærmere efter, er det virkelig spændende. Det handler om kritisk infrastruktur og om at sikre langsigtet sikkerhed og holdbarhed.

For nylig rådgav jeg en tysk virksomhed inden for den tunge industri. De rapporterede et tab på en million euro hver dag, hvor kransporet var nede, og de var nødt til at holde det kørende, samtidig med at de investerede i nye kraner. Så vi fandt en måde at holde kranen kørende på ved hjælp af en "minimalt invasiv" udskiftning af dele. Det var et fascinerende projekt.

Det er blot ét eksempel på, hvor vigtige kransporene er for næsten alle industrisektorer. Uanset om det drejer sig om tung industri som stålproduktion, bilmontering eller let mekanisk industri, er det afgørende at kunne løfte tunge komponenter.

Jeg plejer at sammenligne det med en arterie. Når den er tilstoppet, går produktionen i stykker. Når det sker i en højovn, er det en katastrofe. Det er en af de mest undervurderede farer i mange brancher – ingen tænker over dem, så længe de fungerer.

## **Mange installationer rundt om i verden er ved at være gamle. Hvor alvorligt er dette problem?**

I Tyskland blev mere end 50 % af kransporene anlagt i 1950'erne, 1960'erne eller 1970'erne. På nuværende tidspunkt overskrider de langt deres tekniske levetid på 25 år og har brug for regelmæssig vedligeholdelse og opgradering. Så spørgsmålet er, om de skal udskiftes, eller om det er muligt at redde dem i endnu et par år, mens man planlægger en udskiftning?





Vi skal være opmærksomme på, at industrien har ændret sig meget. Løftebelastningerne bliver tungere. Og i dag er de tekniske normer fra før 1980 ikke længere tilstrækkelige. Det er et reelt problem. Men jeg vil ikke sige, at det er en tikkende bombe, for der findes løsninger.

#### **Hvad er de primære problemer?**

Alle kranpor, der er ældre end 25-30 år, har defekter. Hovedproblemerne er revner i stålkonstruktionen og løsnede bolte eller endda tomme bolthuller. Ved regelmæssige eftersyn er problemer med samlinger og bolte det hyppigste problem. Det er min erfaring, at de tegner sig for 80 % af de rapporterede fejl. Så det er et stort problem.

Desværre er den tyske norm, der regulerer inspektionerne, VDI 6200, ikke særlig velkendt og anvendes ikke konsekvent. Hvis vi ikke bruger normen, er der risiko for, at problemerne bliver så voldsomme, at komponenterne falder ned og forårsager alvorlige ulykker.

#### **Hvad er din foretrukne løsning, når det drejer sig om at sikre samlinger?**

Med forspændte bolte skal vi sikre, at de ikke mister forspændingen. En perfekt måde at gøre det på er at bruge Nord-Lock kilelåsningskiver. Men desværre får jeg næsten dagligt forslag til løsninger med låsemøtrikker eller palmøtrikker, som er helt uegnede. Det skyldes, at mange bygningsingeniører ikke kender til dynamisk belastning.

Men kraner genererer altid dynamisk belastning, hvilket betyder, at selv perfekt forspænding med tiden mister forspænding. Det er utroligt, hvor hurtigt det sker. Selv jeg blev chokeret, da Nord-Lock demonstrerede de forskellige låseløsninger på Münchens Universitet for anvendt videnskab. Låsemøtrikkerne og palmøtrikkerne løsnedes på få sekunder, når de blev udsat for vibrationer. Kun kilelåsningskiverne forblev tilspændt.

#### **Forudser du nogen væsentlig udvikling i fremtiden for kranpor?**

Jeg forventer ændringer i kranernes elektroniske styresystemer, hvilket gør det muligt at tilpasse sig forskellige belastninger på forskellige dele af kraneporene. Det vil gøre det muligt at bruge ældre kranpor i længere tid. En anden tendens er, at vi skifter fra S235-stål til S355-stål. Endelig er det en tendens at bruge bredere flangeprofiler til bjælkerne, hvilket forbedrer stabiliteten.

#### **Hvad er efter din mening fremtidens ingeniørers rolle?**

Ingeniører har en tendens til at fokusere på tekniske spørgsmål uden at spørge, hvad det betyder for samfundet. Vi skal have et bredere udsyn og tænke ukonventionelt. På Münchens universitet for anvendt videnskab skal de studerende f.eks. studere mindst to fag uden relation til tekniske emner. Der er nogle, der mener, at det er unødvendigt, men som ingeniører er vi nødt til at blive mere følsomme og ansvarlige.



# "ALEXA: HVORDAN KAN INTELLIGENTE PRODUKTER REDEFINERE BOLT VEDLIGEHOOLD?"

*Michael Reiterer var med til at grundlægge Revotec som et internationalt konsulentfirma med ekspertise inden for strukturel dynamik og strukturel sundhedsovervågning.*

Tekst Kelvin Slesser-Marriott Fotos Jörgen Lindström

Siden 2014 har virksomheden haft den mission at udmærke sig inden for udviklingen af intelligente produkter til tekniske konstruktioner. "Vi har allerede udviklet et ry for at analysere vibrationer og forhindre udmatningsskader," siger Michael. Revotec bruger software til at foretage dynamiske beregninger og evaluere effekten af f.eks. vibrationer i jernbanebroer som følge af krydsende tog.

Denne evne førte til en kontrakt med det østrigske nationale jernbaneselskab, ÖBB, i 2016. Revotec fik til opgave at undersøge aerodynamiske belastningers påvirkning af jernbanens støjskærme.



*Michael husker specifikt, at "de ønskede at vide, hvordan befæstelselementerne påvirkes, når togene passerer med høj hastighed, hvordan levetiden for befæstelselementerne ændres, når forspændingskraften mistes, og om det er muligt løbende at overvåge forspændingen i disse befæstningselementer?"*

Aerodynamisk belastning er den kraft, der påvirker støjskærmene, når togene passerer. Dens amplitude afhænger af toghastigheden, formen, skærmens højde og dens afstand fra sporaksen. Det er en trykbølge, der danner en maksimal amplitude i brøkdelen af et sekund, hvilket skaber en chokbelastning, der resulterer i udmatningsskader på støjskærmens stålkonstruktion.

Desværre har togs stigende hastighed i begyndelsen af 00'erne forværret dette problem. Under 160 km/t er der ikke rigtigt nogen problemer, men Michael fortæller os, at "tyske og østrigske tog nu regelmæssigt overstiger denne hastighed, og nogle kører endda over 300 km/t". Støjskærme er også blevet forhøjet til seks eller syv meter, hvilket mangedobler effekten af dynamiske vibrationer.

### Forskning og udvikling

"Vores største udfordring har været løbende at overvåge forspændingskraften i befæstelselementerne," tilføjer Michael. Revotec beskæftiger et lille team af færdiguddannede maskin-, elektro- og civilingeniører. Joachim Muik er en af disse medarbejdere, som er tilknyttet et fireårigt forskningsprojekt, der skal udvikle to prototypeløsninger til forbelastningsregistrering på bolte, REVO m-Bolt og REVO e-Bolt.

Joachim syntes, den løbende overvågning, som ÖBB søgte, var en særlig stor udfordring, og fortalte os, at "der ligger en enorm mængde viden bag udviklingen af en møtrik eller bolt, der faktisk kan måle forspændingskraften, men det er langt sværere at forbinde internettet til den bolt."


### Fandtes der allerede en løsning?

Revotecs kerneforretning er rådgivning, så selvom Michael tørster efter innovation, ville det aldrig komme i vejen for at finde den rette partner at samarbejde med. Ud over deres egen udvikling har Michael lært om Superbolt Load-Sensing Tensioner (LST), Nord-Lock Groups Industri 4.0-løsning til kontinuerlig overvågning af forspænding, takket være kontakt til Thomas Schardax, Nord-Lock Group Sales Engineer i Østrig.

Efter nogle samtaler og et vidensdelingsmøde på Nord-Lock Groups kontor i Lauchheim i Tyskland blev de to parter enige om at håndtere ÖBB's problem sammen. Først blev Joachim overrasket over, at Superbolt LST ikke lignede en konventionel møtrik, men han så hurtigt fordelene, da den blev monteret.

Superbolt Multi-Jackbolt tensioners (MJT'er) tager høje forspændingskrav og opdeler dem i håndterbare tilspændingsmomenter ved hjælp af jackbolte, der går gennem møtrikkens krop. Du skal f.eks. bruge et moment på 200 Nm for at spænde en almindelig M16-bolt til en forbelastning på 80 kN. Joachim siger, at med "Superbolt LST var det kun 12 Nm på hver jackbolt, hvilket betød, at jeg kunne stå på en stige og arbejde på trange steder."

### Fremtiden for forbelastningsovervågning

Installationen er enkel, men den vigtigste innovation er den måde dette projekt blev gennemført med intelligente teknologier på. Pierre Kellner, 





Joachim Muik med HoloLens-smartbriller

---

## REVOTEC ENGINEERING GMBH

### VIRKSOMHEDEN

EKSPERTER INDEN FOR STRUKTUREL DYNAMIK OG STRUKTUREL OVERVÅGNING AF SUNDHED.

---

GRUNDLAGT  
2014

PLACERING  
WIEN, ØSTRIG

---

ANVENDELSESOMRÅDE  
JERNBANESTØJSKÆRME

---

UDFORDRINGEN  
LØBENDE OVERVÅGNING AF FORBELASTNINGSKRAFTEN I BEFÆSTNINGSELEMENTERNE

---

LØSNINGEN  
SUPERBOLT LOAD-SENSING TENSIONER (LST)

Nord-Lock Groups Business Developer for Smart Products, hans kollega Damien Thomas i Lyon og partneren Lisab fra Gøteborg støttede Joachim gennem den første installation via en fjernlivestream ved deres skriveborde, hundredvis af kilometer væk.

"På trods af rejserestriktioner gav Joachims Microsoft HoloLens-smartbriller os en augmented reality-visning, så vi kunne 'være til stede' sammen med Joachim i felten. Han havde aldrig installeret en Superbolt MJT før, for slet ikke at tale om vores intelligente løsninger, men med denne forbindelse kunne vi være 'hans øjne', så han havde hænderne fri til at udføre arbejdet. Optagelsen fjerner også behovet for at tage noter," siger Pierre.

Når Superbolt LST er installeret, giver den en nøjagtig, fjernbetjent og kontinuerlig forbelastningsaflæsning, der kan ses fra en webgrænseflade overalt i verden.

*"Ved hjælp af denne teknologi kan vi indstille udløsningsniveauer, der automatisk informerer kunderne, når forbelastningen er faldet til under en foruddefineret grænse," forklarer Michael.*

"Vi registrerede også et tab af forspænding inden for 72 timer efter den første tilspænding og derefter endnu et tab af forspænding efter 1 års overvågning," fortsætter han. Med disse oplysninger kan Superbolt LST-brugere som ÖBB indstille de optimale intervaller for efterspænding og boltvedligeholdelse, uvurderlige oplysninger for en virksomhed som Revotec, der har specialiseret sig i at hjælpe kunder med at undgå udmatningsskader i deres infrastruktur.

### Hvad er potentialet for digitale værktøjer i industrien?

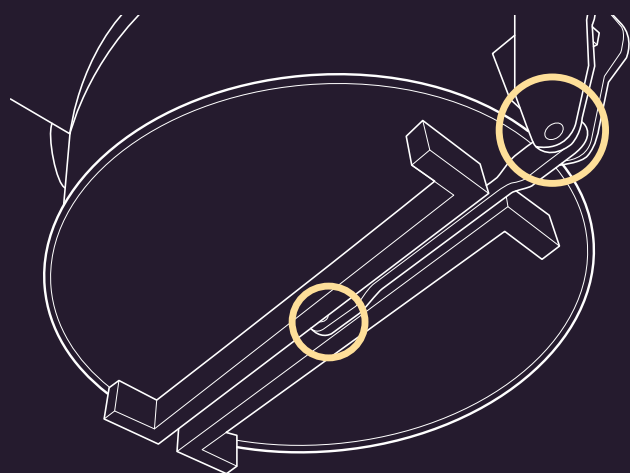
"Det er ekstremt højt," siger Michael, der mener, at prædiktiv vedligeholdelse vil blive vigtigere og vigtigere for industri- og infrastrukturvirksomheder. En del af Revotecs vision er, at dataregistrering kan foretages uden kabler eller strømforsyning. I stedet registrerer selve toget dataene fra alle intelligente produkter langs jernbanesporene og leverer dem til en central database, så togselskaberne kan udarbejde vedligeholdelsesplaner.

Joachim tilføjer, at "mulighederne er uendelige; det er ligegyldigt, om det er en støjskærm med enkle befæstningselementer eller et anvendelsesområde på højt niveau som en turbine eller en enhed under tryk – denne teknologi kan anvendes overalt."

*"På samme måde som vi nu opretter forbindelse til vores enheder i hjemmet, f.eks. tv, varmeapparater og støvsugere, tror jeg, industrien vil gøre det med fjernforbindelser til kritiske komponenter."*

Det gør livet lettere, når man ikke behøver at være der, og giver samtidig større kontrol over vedligeholdelsen.





# REDUCER SLITAGE PÅ AKSLER I MILJØER MED HØJE TEMPERATURER

Tekst Kelvin Slesser-Marriott Foto Yermolov/Shutterstock

*Udstyrsejere i stålindustrien er plaget af problemet med slidte aksler, som fremskyndes af arbejdsmiljøer med høje temperaturer.*

Nedbrud på udstyr medfører nedetid og produktionsmangler, og disse nedbrud kræver ofte linjeboring og svejsning. F.eks. har de støbeskeer, der bruges til at overføre smeltet stål fra ovne til støbning, ofte aksler i flere positioner. På grund af de høje temperaturer øges slitagen og den permanente deformation. Bøjningen af akslen medfører ofte, at der er behov for at skære, hvilket kræver intensiv vedligeholdelse.

## Løsningen? Expander System

Drejepositionerne på støbeskeen kan udstyres med Expander System, som fastgøres i fremspringene ved hjælp af de ekspanderende muffen, hvilket reducerer bøjningen og den tid, der skal bruges på at fjerne akslerne, betydeligt, og eliminerer samtidig ledslitage fuldstændigt. Expander System kan også omfatte afmonteringsfunktioner som f.eks. en flange eller gevindhuller i muffen og tappen, hvilket gør det endnu nemmere og hurtigere at montere og afmontere ved hjælp af en aftrækker.

## UNDGÅ SPILD AF TID

**Hold op med at bore og gætte på, hvor lang tid en opgave tager**

At linjebore og montere en traditionel pindbolt betyder blot, at slitageprocessen starter forfra, og det er kun et spørgsmål om tid, før der er behov for den samme reparationsproces igen. Expander systemet er meget hurtigere og tidsforudsigeligt at afmontere og installere, og desuden behøver du ikke at reparere de drejelige dele igen.



Download din hvidbog for at få mere at vide - **Løsninger til stålindustrien: Undgå slitage på aksler og fremtidig linjeboring med Expander System**

# STEMPEL- KOMPRESSOREN

## EN OLIE- OG GASARBEJDSHEST

Tekst Ulf Wiman Foto Kazutora Soma

*Den japanske produktionsgigant Kobe Steel, der udfører opgaver på tværs af mange brancher, benytter sig af Nord-Lock Groups løsninger til at være på forkant.*



Stempelkompressorer spiller en afgørende rolle i mange brancher. De anvendes normalt i olie- og gasindustrien og bruges f.eks. til effektiv komprimering og transport af gasser. Som et andet eksempel bruges de til den højtryksbrint, der er nødvendig for at fjerne svovlen i råolie.

Betegnelsen stempelkompressor giver et praj om, hvordan den fungerer. Maskinen komprimerer eller pumper gas ved hjælp af stemplernes frem- og tilbagegående bevægelse, drevet af en krumtapaksels rotationsbevægelse.

### Grundlæggende inden for olie og gas

Den japanske industrikoncern Kobe Steel, der opererer globalt som Kobelco, tilbyder et bredt udvalg af produkter og serviceydelser. Tilbage i 1915 fremstillede virksomheden Japans første stempelkompressor.

Hitoshi Takagi, chef for virksomhedens stempelsektion i kompressorafdelingen, siger: "Stempelkompressorer er vigtige maskiner, der udgør grundlaget for et olieraffinaderi."

Kobe Steel leverer også stempelkompressorer til tankskibe, der

transporterer flydende naturgas (LNG). De fleste konventionelle skibe bruger dieselmotorer, der kører på tung olie. Dobbeltbrændstofmotorer, der kører på både tung olie og naturgas, er dog i de senere år blevet taget i brug i praksis.

### Et grønnere brændstofforsyningssystem

Da luftforurenende stoffer fra skibe i stigende grad er i søgelyset, kan sådanne dobbeltbrændstofmotorer reducere udledningen af svovloxider (SOx), nitrogenoxider (NOx) og drivhusgasser betydeligt med henblik på at overholde strengere bestemmelser.

#### KUNDE

KOBE STEEL LTD. OPERERER GLOBALT SOM KOBELCO

#### GRUNDLAGT

1905

#### HOVEDSÅDE

KOBE OG TOKYO, JAPAN

#### ANVENDELSESMRÅDE

STEMPELKOMPRESSORER

#### UDFORDRINGEN

VIBRATIONSDÆMPNING OG VEDLIGEHOVELSE I SNÆVRE ARBEJDSOMRÅDER

#### LØSNINGEN

SUPERBOLT TENSIONERS, BOLTIGHTS HYDRAULISKE TENSIONERS OG NORD-LOCK KILELÅSNINGSSKIVER



Takayuki Tomochika  
CHEF FOR  
STEMPELSEKTIONEN  
I KOBE STEELS  
KOMPRESSORAFDELING



Kazuo Kusaba  
KOBE STEELS  
MASKINAFDELING

Naturgas er en ren energikilde, der næsten ikke indeholder urenheder. Den transporteres i betydelige mængder med LNG-tankskibe, hvor man udnytter, at den bliver flydende ved nedkøling til -162 °C. Det betyder, at den fylder 1/600 af, hvad den fylder i gasform.

På grund af den ekstremt lave temperatur er det dog en udfordring at forhindre fordampning som følge af ekstern varme under transport. Derfor ender det fordampede indhold som spild. Men stempelkompressor øger trykket i den fordampede LNG til 300 bar, så den kan bruges som brændstof til sådanne dobbeltbrændstofmotorer, hvilket giver et miljøvenligt brændstofforsyningssystem.

### Fremragende vibrationsdæmpning

Selvom stempelkompressor har en robust og effektiv ydeevne, har de generelt et stort flademål og kan forårsage mange vibrationer under drift. Kobe Steel bruger Nord-Lock skiver samt Superbolt- og Boltight seriens produkter til at håndtere disse problemer.

Brug af Nord-Lock kilelåsningsskiver forbedrer sikkerheden og pålideligheden og reducerer risikoen for, at bolte løsner sig pga. vibrationer. I modsætning til mange andre virksomheder udfører Kobe Steel vibrationsanalyser og akustiske analyser internt, hvilket fører til høj analysenøjagtighed takket være de akkumulerede data på stedet.

Kobe Steels stempelkompressor er bemærkelsesværdigt støjsvage.

Takayuki Tomochika, sektionschef for stempelsektionen i Kobe Steels kompressorafdeling, siger: "I de 15 år, jeg har været involveret i kompressorbranchen, har jeg aldrig haft en kunde, der klagede over støjen."

### Mere effektiv på trange steder

Ud over kompressoren omfatter Kobe Steels servicepakke også tromlen, gaskøleren og andet udstyr samt rør og ventiler, der er monteret på en base. Det giver mulighed for et kompakt design – en væsentlig fordel med tanke på den begrænsede plads på LNG-tankskibe.

Disse trange forhold vanskeliggør installation og vedligeholdelse af stempelkompressor. Kobe Steel har fundet ud af, at man kan forbedre arbejds effektiviteten ved at bruge Nord-Lock Groups tensioningssløsninger. De bruger enten Superbolt tensioners eller hydraulisk Boltight efterspænding afhængigt af arbejdsstedet og effektiviteten af fastgørelsesprocessen.

Superbolt Tensioners bruges til at fastgøre stempelstangen på krydshovedet på den anden side af stemplet. Tidligere blev der anvendt en gearnøgle med langt håndtag, men det viste sig at være problematisk på trange steder. Med Superbolt kan en almindelig momentnøgle fastgøre bolte med stor diameter, så der ikke er behov for plads eller tungt værktøj.

### Hurtig teknisk support

Kobe Steel anvender Nord-Lock Groups produkter i maskiner, der skal køre hele tiden. "Vi kan aldrig stoppe

produktionen, fordi det ville medføre alvorlige tab," siger Kazuo Kusaba fra Kobe Steels maskinafdeling.

Da kompressorerne hele tiden bliver mere pålidelige, er vedligeholdelsesintervallerne blevet længere. "Men hvis man kun kan få adgang til udstyrets indre en gang hvert andet år, kan man ikke opbygge vedligeholdelseserfaring," forklarer Kusaba. "Det gør det svært for erfarne teknikere at videregive deres færdigheder til den næste generation. Men med Superbolt og Boltight kan vi nu styre tilspændingsmomentet for bolt-befæstning kvantitativt, hvilket er meget opmuntrende.

*Kusaba tilføjer, at Nord-Lock Japan adskiller sig fra andre virksomheder, fordi de yder hurtig teknisk support, herunder ingeniører, i forbindelse med alle typer problemer. Han er taknemmelig for, at Kobe Steel kan regne med dem.*

### Med tanke på fremtiden

I alle brancher er miljøvenlige løsninger ved at blive normen. FN's mål for bæredygtig udvikling (SDG'er) er afgørende for fremtiden og for at fremme denne forandring.

Kobe Steel flytter fokus fra olie- raffineri til næste generation af brintenergi. Deres brintkompressor enheder (HyAC®-serien) er allerede i brug på brinttankstationer, og produktudviklingen er i gang med tanke på fremtiden.



# DEN BEDSTE SIKKERHED, DU KAN FÅ

*Voldsomme naturkræfter kan forårsage frygtelige katastrofer, og dem ser det ud til, at der bliver flere af. Derfor bør sikkerhed og robusthed altid være det primære fokusområde, når man bygger store konstruktioner, f.eks. broer eller et af de højeste pariserhjul i verden.*

Tekst Ulf Wiman Foto Diana Gorita/Shutterstock

Da de første forløbere til pariserhjulet blev bygget – muligvis i det 17. århundrede i Bulgarien – kunne ingen i deres vildeste fantasi have forestillet sig størrelsen af Las Vegas High Roller. Indtil slutningen af 2021 var det verdens højeste pariserhjul. Det hæver sig 168 meter over Las Vegas Strip og de omkringliggende bygninger mod Nevadas himmel.

På hjulkransen, som er 143 meter i diameter, sidder 28 observationskabiner, som hver har en kapacitet på 40 passagerer. En fuld omdrejning tager 30 minutter og giver en fantastisk udsigt over Las Vegas Valley.

## Nå nye højder

Det engelske ord "Ferris wheel" stammer fra det pariserhjul, der blev bygget til verdensudstillingen i Chicago i 1893 af George Washington Gale Ferris Jr. Det var 80 meter højt, hvilket på det tidspunkt må have virket gigantisk.

I det 21. århundrede har vi set et kapløb om at bygge det højeste pariserhjul. Las Vegas High Roller havde haft titlen siden 2014, men er nu blevet overhalet af Ain Dubai i De Forenede Arabiske Emirater, som er 250 meter højt.



Nick Greco  
VP ENGINEERING  
AMERICAN BRIDGE





### Sikkerhed har førsteprioritet

Uanset hvad man bygger med sådanne dimensioner, kræver det ingeniørmæssig ekspertise. Man har at gøre med enorm vægt og voldsomme kræfter, både fra selve konstruktionen og fra vind og seismisk aktivitet. Hvad angår pariserhjul, skal sikkerheden for dem, der tager en tur med det, samt personer og bygninger i nærheden altid have højeste prioritet for maskiningeniører og konstruktører.

Ejeren af Las Vegas High Roller, Caesars Entertainment, var på udkig efter den rigtige entreprenør og henvendte sig til det anerkendte entreprenørfirma American Bridge, som har mange års erfaring med at udarbejde og bygge komplekse konstruktioner som f.eks. store broer.

American Bridge skriver på sin hjemmeside, at det har "en lang historie med udfordrende og unikke stålkonstruktionsprojekter, der ofte kræver hidtil usete teknikker."

### "En hel masse ingeniørarbejde"

Konstruktionen fra American Bridges ingeniører omfatter en hjulkrans, der er forbundet til et roterende nav og fastgjort med 112 kabeleger, der

er fremstillet af snoede kabler med en diameter på 75 millimeter. Der er fire støtteben, men også en enkelt skråstiver til ekstra støtte.

Ifølge American Bridge krævede projektet "en hel masse ingeniørarbejde og procedureudvikling. Ved projektets afslutning var der blevet udarbejdet over 300 tegninger."

Opførelsen af hjulet startede i slutningen af 2011, og Las Vegas High Roller åbnede for offentligheden i marts 2014.

### Høj risiko for ødelæggende jordskælv

Selvom Nevada ikke er udsat for jordskælv i samme grad som Alaska eller naboen Californien, er det stadig den tredjemest seismisk aktive stat i USA. Store skælv i Californien kan også mærkes i Las Vegas. Forskere siger, at den sydlige del af Nevada, hvor Las Vegas ligger, også kan blive ramt af mere ødelæggende jordskælv i fremtiden.

Risikoen for store og skadelige jordskælv var med i overvejelserne, da Las Vegas High Roller blev udviklet. Eksempelvis giver skråstiveren, der er fastgjort til den østlige ende af spindlen, sidestøtte i tværetningen, hvilket giver bedre stabilitet og sikkerhed.

### Boltigt sikrede skråstiveren

American Bridge kontaktede Boltight for at finde en løsning til tilspændingen af 16 ankerstænger med lige stor indbyrdes afstand, som skulle forbinde skråstiveren med dens fundamenter. Byggeriet skulle kunne modstå spændinger som følge af høje vindhastigheder eller seismisk aktivitet i området.



Boltight leverede en komplet spændingsløsning til tilspænding af de 16 ankerstænger, der sikrer skråstiveren. Løsningen omfatter specialudviklede tensioners, der alle fungerer ved et tryk på 1.500 bar og kan generere 3.115 kilonewton (kN) kraft. Ud over tensioners leverede Boltight også højtrykshydraulikpumper, hydraulikslanger og hydraulikmanifolde.

Denne løsning har to fordele. For det første gav udstyret kunden mulighed for at spænde ankerstængerne til den forspændingsbelastning, som kontrakten krævede. For det andet kunne American Bridge også udføre forspændingen af ankerstangen effektivt pga. udstyrets kompakte størrelse og vægt og nemme opsætning.

### Mange fordele for kunden

Med denne løsning kunne American Bridge gøre Las Vegas High Rollers kritiske struktur sikker ved hjælp af en specialudviklet boltningensløsning, der også var nøjagtig og tidsbesparende.

Nick Greco, Vice President Engineering, American Bridge, konkluderer, at "de største fordele var den nemme håndtering, kompaktheden og udstyrets evne til at opnå det ønskede belastningsniveau i stængerne."



# Kan jeg bruge Nord-Lock kilelåsnings-skiver på malede overflader?

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

*Vi bliver ofte spurgt om fastgørelse af boltesamlinger, hvor der er dele med malede overflader, hvilket er relevant for mange anvendelsesområder og brancher. Svaret afhænger af, hvilken type overfladebehandling der anvendes, og hvordan den påføres, men generelt er der nogle praktiske udfordringer, der skal løses.*



Nord-Lock anbefaler at bruge en kilelåsnings-skive med en større udvendig diameter, da den fordeler belastningen over et større overfladeareal. Det er mere skånsomt mod følsomme overflader og giver en mere jævn fastspænding, der i nogen grad modvirker sætninger.

De mest almindelige problemer er tab af forspænding over tid på grund af sætninger og afspændinger i malingen eller korrosionsproblemer, der skyldes slitage på samlingsstedet og brud i malingen. Den rotation, der opstår, når boltesamlingen spændes/løsnes med traditionelle befæstelselementer, kan også ødelægge belægningen.

Forskellige brancher har forskellige kriterier for overfladebehandling, men nogle af de mest krævende anvendelsesområder og den tykkeste maling findes i offshore-industrier som olie og gas, vindmølleparker, solcelleparker og skibsfart. Disse skal bevare stålkonstruktioner på en omkostningseffektiv måde og beskytte mod den naturlige korrosion i barske havmiljøer.

Disse industrier bruger ofte "aktive" belægninger, der indeholder aluminium og zink, som er grundstoffer, der giver en kemisk modstandsdygtighed over for korrosion i stålkonstruktioner ved at fungere som en anode i den elektriske celle. Andre ikke-aktive belægninger danner et uigennemtrængeligt lag, der beskytter konstruktionen mod de korroderende elementer, men når denne belægning nedbrydes, bliver konstruktionen eksponeret og begynder at svækkes.

For at samle en boltesamling foretager du en rotation af bolten, møtrikken og måske skiverne. Denne rotation kan beskadige malede overflader. Disse deles rotationsadfærd bestemmer også indvirkningen på belægningen, så Nord-Lock Group har udført test på forskellige boltningsmetoder for at blive klogere på dette område.

## Uden skive

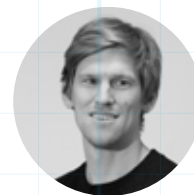
Når man samler en boltesamling uden skiver, koncentrerer rotationen direkte mellem bolten og den malede overflade, og det er tydeligt, at det høje moment, der bruges til forspænding af bolten, vil beskadige malingen.

## Med planskiver

Ved at tilføje en planskive reducerer man rotationen mod overfladen, men det garanterer ikke, at al rotation finder sted mellem bolten og skiven. I stedet er det tilfældigt og derfor svært at forudsige skaden på belægningen.

## Med Nord-Lock skiver

Nord-Lock kilelåsnings-skiver er udviklet til at kontrollere rotationen mellem den øverste skive og møtrikken under samling, så den malede overflade forbliver mere intakt.



Nicholas Lundkvist

EMEA-PRODUKTSPECIALIST  
NORD-LOCK GROUP

De udvendige overflader på Nord-Lock skiver har tænder for at lave indgreb på både de klemte dele og undersiden af bolthovedet, så samlingen sikres. Man kan se aftryk fra tænderne på begge overflader, når bolten løsnes, hvilket bekræfter kilelåsnings-effekten, der forhindrer boltene i at løsne sig spontant.

Man kunne godt forestille sig, at disse tænder ødelægger malingen under samlingen, men testene viser i stedet flere positive effekter. Fordi tænderne trykkes en smule ind i lakken,

reduceres sætningerne i boltsamlingen, i forhold til hvis man brugte en planskive. Derfor bevares den ønskede forspænding bedre i boltsamlingen.

Når Nord-Lock skiverne udsættes for vibrationer, dirigerer de også bevægelsen til mellem de to skiver, så der ikke er nogen rotationspåvirkning af belægningen under vibrationer. Kilelåsnings-effekten sikrer også, at forspændingen holdes på et højt og sikkert niveau, hvilket ikke opnås med de andre løsninger.

## Effekten af samling på malede overflader med forskellige låsemetoder



Figur 1. Spændt Nord-Lock skive på malet overflade



Figur 2. Malet overflade efter Junkers vibrationstest med Nord-Lock skiver. Tydelige tandaftryk i overfladen



Figur 3. Malet overflade efter Junkers vibrations-test med planskiver. Tilfældig slitage på den malede overflade.



Figur 4. Malet overflade efter Junkers vibrations-test med kun bolthoved. Fjernelse af maling og revner i malingen ses tydeligt.

### Bedste praksis

Vi anbefaler at arbejde i denne rækkefølge:

1. Saml delene
2. Spænd boltsamlingen
3. Når de er korrekt tilspændt, påføres til sidst belægningen

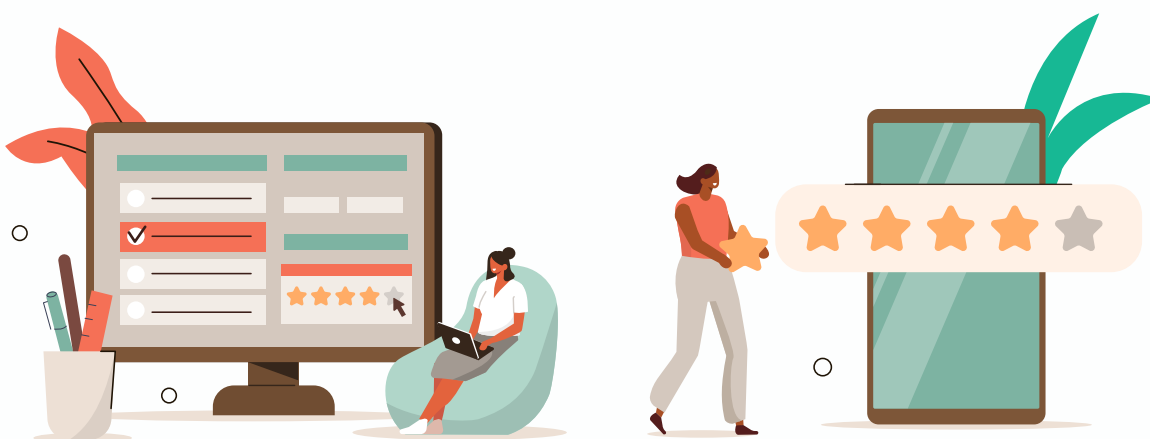
Dette ville give en bedre garanti for en sikker og korrosionsbestandig boltsamling til malede overflader, men nogle gange overses denne proces, fordi den kan være for dyr eller upraktisk i felten.

Som vores tests viser, er risikoen ved overfladebehandling før boltning, at nogle låsemetoder ikke kan opretholde forspændingen på grund af sætninger og afspændinger i malingen, eller at malingen går i stykker, når bolten spændes, og dine dele derefter også udsættes for korrosion.

Selvom der er meget at overveje, giver vores resultater i denne test en pålidelig indikation af, at brug af Nord-Lock kilelåsnings-skiver vil have en mere positiv effekt på sikkerheden af boltforbindelser, når de anvendes i disse scenarier, sammenlignet med alternativerne.



# VI VIL GERNE HØRE FRA DIG!



Hvad er de vigtigste branchetendenser, tekniske udfordringer og bolttips, som du gerne vil have Bolted til at dække?

**Vil du hellere få Bolted digitalt i fremtiden?  
Sig din mening for at få chancen for  
at vinde en gave!**



**Gå til undersøgelse**  
[www.nord-lock.com/survey](http://www.nord-lock.com/survey)