

BOLTED

EN TIDNING OM SKRUVTEKNIK

UTGÅVA 1 - 2021

DESIGN FÖR

EN SÄKRARE VÄRLD

04 MORANDIBRON I GENUA

Brickor från Nord-Lock säkrar de kritiska kopplingarna på den nya bron i Genua.

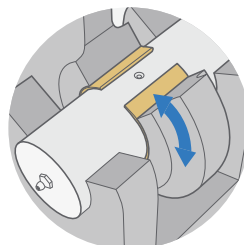


18 SÄKRAD AV

Expandersystem hjälper familjeföretaget att förlänga grävmaskinens livslängd.

08 BRANSCHKOLLEN

Hur ingenjörskonsten kan skapa tåligare infrastruktur över hela världen.



20 EXPERTERNA

Vad påverkar lagertappslitage?

11 SUPERBOLT HYFIT

En inblick i utformningen av en ny generation kopplingskruvar.

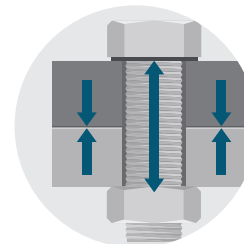
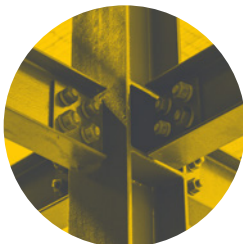


22 SÄKERHET PÅ NÖJESPARK

Hur man säkerställer att inget lämnas åt slumpen.

14 EN SÄKRARE VÄRLD

Hur tillförlitlighet hjälper ingenjörerna att balansera konkurrerande krav.



26 EXPERTERNA

Vad händer med förbelastning och klämkraft när man applicerar externa laster?

REDAKTIONSCHEF

Alexander Wennberg
alexander.wennberg@nord-lock.com

BITRÄDANDE REDAKTÖR

Ariane Osman
Jörgen Lindström

AD & LAYOUT

Gabriel Jacobi

INNEHÅLLSPRODUKTION

Nord-Lock Group
Spoon Agency

ÖVERSÄTTNING

LanguageWire

OMSLAGSBILD

Lager 1

TRYCK

Exakta

Tidningen Bolted ges ut av Nord-Lock Group i syfte att öka kunskapen om säkra skruvförband och konstruktionslösningar. Bolted ges ut två gånger om året på tio språk: engelska, finska, franska, japanska, kinesiska, koreanska, tyska, spanska, italienska och svenska.

Insänt material som inte är beställt publiceras ej. Materialet i denna publikation får endast återges med tillstånd. Begäran om tillstånd skickas till redaktionschefen. Redaktionellt innehåll och åsikter som uttrycks i Bolted behöver inte nödvändigtvis återspegla Nord-Lock Groups eller utgivarens åsikter. Bolted utges i informativt syfte. Informationen är allmän och ska inte betraktas som vägledande eller användas som underlag för beslut eller andra ändamål. All användning av informationen sker på användarens egen risk, och Nord-Lock Group är inte ansvarig för direkta eller indirekta skador som uppstår efter användning av informationen som finns tillgänglig i Bolted.

Du har fått tidningen Bolted eftersom du antingen är vår kund, partner eller återförsäljare och har lämnat din adress i samband med beställning av våra produkter, vid en mässa eller genom att prenumerera på tidningen.

Om du inte har givit oss din adress har vi fått dina kontaktuppgifter från en tredje part. Vi behandlar dina kontaktuppgifter för att vi ska kunna förse dig med Bolted grundat på det legitima intresset av att tillhandahålla aktuell information om våra produkter och tjänster. Om du vill avsluta din prenumeration kontakta du oss via e-post på unsubscribe@nord-lock.com.

Om du har några kommentarer är du välkommen att kontakta oss på info@nord-lock.com



Fredrik Meuller
Vd Nord-Lock Group

Att investera i säker infrastruktur är att investera i framtiden.

Covid-19 är en påfrestning för oss alla, som individer, som företag och som samhälle. Ja, vi har ställts inför både tragedier och förluster – men vi har återigen bevisat att vi människor kan fortsätta framåt och uträtta fantastiska saker när vi verkligen lägger manken till. Därför känns det betryggande inför framtiden, eftersom det finns många utmaningar framöver.

I detta nummer av Bolted Magazine får vi träffa experter och prata om hur ett ökande antal katastrofer, både naturliga och orsakade av människan, påverkar och anstränger nödvändig infrastruktur. Det har aldrig varit viktigare för byggnadsingenjörer och maskiningenjörer att planera för oväntade händelser.

Det är Nord-Lock Groups uppdrag att skydda människoliv och kundernas investeringar. Vi har under lång tid arbetat målmedvetet för att spela en viktig roll för att skapa en säkrare värld. Därför är vi extra stolta över att ingå i krävande och viktiga konstruktionsprojekt, som exempelvis den nya bron i Genua, Italien.

Stadens välkända Morandibro rasade under ett störtregn 2018. Denna tragedi är ännu en påminnelse om de utmaningar vi lever med, men det är även ett bra exempel på vad vi kan uppnå när vi samarbetar med varandra. På rekordtid har en ny bro utformats och konstruerats och den säkras numera av brickor från Nord-Lock.

Säkerhet är även en del av livets goda stunder. Vi har därför besökt nöjesparken Gröna Lund i Stockholm, för att prata om tjusning och säkerhet – spänn fast säkerhetsbältet och följ med på åkturen!

I detta nummer kan du även läsa en inspirerande berättelse om hur en ny generation kopplingskruvar – utformade för att undvika alla risker för katastrofala olyckor – utvecklades, samt få insikter från experterna och mycket mer.

Jag önskar dig trevlig läsning – håll dig säker och håll kontakten!

ÅTERUPPBYGGNAD AV BRON I GENUA

Att på rekordtid konstruera en ny bro, för att ersätta den bro som rasade i Genua 2018, var ett verkligt högprofilerat projekt. Alla företag och leverantörer granskades noga – absolut inget fick gå fel.

Text Claudia Flisi Foton Luca Rei/Shutterstock och Nicolò Campo/Getty Images

VIADOTTO GENOVA-SAN GIORGIO (SAINT GEORGE-BRON I GENUA)

INVIGD DEN 3 AUGUSTI, 2020 | ARKITEKT RENZO PIANO

TOTAL LÄNGD 1 067 METER | BREDD 30,80 METER

ANTAL KÖRBANOR 4 (PLUS 2 KÖRBANOR FÖR UTRYCKNINGSFORDON)

FINCANTIERI INFRASTRUCTURE

FÖRETAGET
FINCANTIERI INFRASTRUCTURE ÄR ETT DOTTERBOLAG TILL FINCANTIERI S.P.A., VÄRLDENS FJÄRDE STÖRSTA SKEPPSVARV.

HUVUDKONTOR
VERONA, ITALIEN

PRODUKTLINJER
HÄNGBROAR, VIADUKTER, BÅGBROAR, SNEDKABELBROAR, JÄRNVÄGSBROAR, TORN, BYGGNADSKONSTRUKTIONER, FLYGPLATSER, MARINA ARBETEN, FLYTANDE MODULSYSTEM.



Lorenzo Sartori
CHEF FÖR BYGGNADSAVDELNINGEN
PÅ FINCANTIERI INFRASTRUCTURE

Tragedin var ett faktum i Genua, nordvästra Italien, på morgonen den 14 augusti 2018. Under ett skyfall rasade bron Ponte Morandi helt plötsligt och det gick så snabbt att en del trodde att den träffats av blixten. I katastrofen dödades 43 personer, bostäder och företag förstördes och det blottades infrastrukturproblem som hade funnits i årtionden.

Filmer som tagits när bron rasade avslöjade vågrörelser i brobanan, följt av kablar som lossnade, en avbruten tvärbalk, vridna bärbalkar, fallande torn och slutligen knäckningen av bronns 210 meter långa mittsektion. Allt förstärkt av skrikande åskådare när passagerarna i mer än 30 bilar och tre lastbilar störtade 45 meter mot sin död.

Varningssignalerna hade ignorerats

Tekniskt sett så var Morandibron en viadukt, inte en bro – en snedkabelkonstruktion med en sträckning på 1 182 meter, över Polceveradalen i Genua. Den förband de två områdena av staden och utgjorde en del av vägnätet som förbinder Italien och Frankrike. När bron byggdes 1967 var ingenjören Riccardo Morandis innovativa design – där man använde spännarmerad betonginkapsling för stålkablarna – en källa till nationell stolthet.

Trafikflödet 1967 rörde sig om ungefär sex miljoner resor per år. Men i början av 2000-talet hade detta antal fyrdubblats och bron började uppvisa spår av belastning. Varningssignalerna hade ignorerats på grund av teknisk okunnighet och politisk försummelse.

I efterdyningarna till katastrofen lovade regeringen att man skulle montera ner det som återstod av Morandibron och ersätta den med en ny, säker och tillförlitlig viadukt. Den välkände arkitekten Renzo Piano från Genua erbjöd sig att rita bron kostnadsfritt och entreprenadkontraktet för det som kom att bli Viadotto Genova-San Giorgio (Genuas Saint George-bro) gick till PERGENOVA, ett konsortium skapat för just detta projektet.

Byggnationen stod inför flera utmaningar

För att spara in tid genomfördes inget anbudsförfarande, men Pergenovas meriter var oklanderliga. De tre deltagande företagen var Fincantieri Infrastructure, ett dotterbolag till Fincantieri SpA, Italiens största varvsföretag, WeBuild SpA, Italiens största teknik och entreprenörkoncern (därefter kallad Salini Impregilo) och Italferr, ett statsägt byggföretag som fokuserar på transportrelaterad infrastruktur.

Fincantieri Infrastructure är specialister på komplicerade konstruktioner, anskaffning och byggprojekt där man använder stål, såsom broar, hamnanläggningar eller arenor. Företagets expertkunskaper bygger på det långvariga arvet från moderbolagets verksamhet inom varvsindustrin.

Vid byggnation av broar står säkerheten alltid i fokus, men omständigheterna för projektet i Genua betonade detta som en absolut prioritering för Pergenova. Leverantörer och underleverantörer valdes ut baserat på enastående meriter, samt konkurrenskraftiga priser och snabb implementering. [➤](#)



Man ställdes inför både förutsedda och oförutsedda utmaningar. De förstnämnda omfattade en snäv tidsplan och en begränsad byggnadsplats. Rivningen av de kvarvarande resterna av den gamla bron löpte på sent in i juni 2019, där man var tvungen att även ta hänsyn till dem som bodde i närheten. De oförutsedda komplikationerna innebar bland annat mer än 100 regndagar – flest regndagar under det senaste århundradet – med början i slutet av 2019. Därefter, i början av 2020, slog covid-19 till.

Många innovativa lösningar

Lorenzo Sartori, chef för byggnadsavdelningen på Fincantieri Infrastructure, noterar:

”Bron designades för att vara begreppsmässigt enkel och säker, med snabb och enkel produktion och montering.”

Den är 1 067 meter lång och består av 19 stål- och betongspann som stöds upp av 18 armerade betongpelare. Designen är en medveten flirt med ett skeppsskrov, en hint om Genuas roll som hamnstad och har en symbolisk betydelse för projektet. Sartori tillägger att företagets samarbete med Renzo Piano var ”ett enastående tillfälle att få samarbeta med ett verkligt arkitekturgeni”.

Bland projektets innovationer återfinns:

- elimineringen av många byråkratiska hinder, vilket påskyndade slutförandet
- solcellspaneler vars energi används till belysning, sensorer och andra system både dag och natt, vilket bidrar till att reducera miljöpåverkan
- ett speciellt avfuktningssystem för att förhindra att det bildas saltkondensation som med tiden skulle kunna försämra konstruktionen
- fyra robotar som kontinuerligt kör längs båda sidorna av däckets nedre delar. Dessa inspekterar, identifierar och signalerar eventuella avvikelser till ett centralt kontrollcenter som är bemannat dygnet runt.

Samarbete var nyckeln till framgång

Saint George-bron invigdes den 3 augusti 2020, bara 15 månader efter att byggnationen påbörjades. Det är för tidigt för att avgöra strukturens prestanda över tid, men skönheten, funktionaliteten och det symboliska värdet är obestridligt. Sartori anser att projektet var ”en personlig och professionell erfarenhet för en stor grupp människor, med många olika bakgrunder, som gav sitt allt och visade vad som är möjligt när alla samarbetar mot ett gemensamt mål”.



Det var nödvändigt att riva resterna av den gamla bron för att kunna bygga den nya.

TEKNISKA INSIKTER ETT VINNANDE SAMARBETE FÖR EN SYMBOLISK BRO



Luca Gheddo
VERKSTÄLLANDE DIREKTÖR,
NORD-LOCK GROUP ITALY



Frank Götz
BRANSCHCHEF,
NORD-LOCK GROUP

Utmaningen var överväldigande för Luca Gheddo, verkställande direktör för Nord-Lock S.r.l. och Lorenzo Sartori, chef för bygnadsavdelningen på Fincantieri Infrastructure, när de möttes i augusti 2019.

Den nya bron som planerades för Genua behövde skruvar och bultar som inte skulle lossna vid belastning, inklusive dynamiska laster och trafikvibrationer.

Dessutom kunde man inte kontinuerligt inspektera skruvarna när de installerats – än mindre efterdra. Detta gjorde att brickorna måste vara tillförlitliga i en upphöjd placering med svår åtkomst och i en miljö rik på saltavlagringar. Man beslutade sig för en lösning med Nord-Locks killåsningsbrickor, som använder förspänning i skruven istället för friktion för att hålla fast varje skruvförband.

Dessa brickor ger hög korrosionsbeständighet och har hög hållbarhet, vilket krävs i de svåra miljöförhållandena i Genua, Italiens mest hektiska hamn. Dessa resultat är beprövade och intygas av mer än 1 000 timmars saltspraytest enligt ISO 9227.

Enligt Frank Götz, EMEA branschchef för byggnads- och stålkonstruktioner på Nord-Lock Group, är en del ingenjörer tveksamma till att använda dessa, eftersom man är orolig över att de inte ska uppfylla nödvändiga standarder i EU:s förordning för konstruktioner av stål och aluminium (EN 1090-2).

Men det är faktiskt så att Nord-Locks brickor uppfyller standarderna, samtidigt som de ger ökad säkerhet och reducerar livscykelkostnaderna.

Sartori var övertygad och Nord-Lock-brickorna valdes baserat på specifik funktionalitet. En serie bidrar till att säkra däckkanterna samt brorampen, där kilkonstruktionen säkerställer att skruvarna som förstärks inte kan lossa av sig själv, oavsett exponering för starka vibrationer och dynamiska laster som är kännetecknande för broar och ramper.

Dessutom är en serie stålkonstruktionsbrickor speciellt utformade för att användas i stålkonstruktioner och HV/HR-set (höghållfasta fästelement för förspänning i stålkonstruktioner). Dessa finns på brons plattformar, där VDC-robotar (vehicle dynamic control) patrullerar den nedre delen av däckets för att upptäcka och rapportera avvikelser.

Fincantieri Infrastructure var inte bara nöjda med brickornas tekniska specifikationer utan även med Nord-Locks förmåga att snabbt tillhandahålla nödvändiga certifikat, teknisk support och produktleveranser i rätt tid. De första beställningarna levererades i januari 2020, minns Gheddo, och Nord-Lock Group är glada över att ha spelat en stor roll i detta viktiga och utmanande projekt.



KAN MOTSTÅNSKRAFTIG INFRASTRUKTUR GÖRA ATT VI SLIPPER KATASTROFER?

Text Ulf Wiman Foto TerenceLeezy/Getty Images

Den internationella katastrofdata-basen (EM-DAT) är ingen läsning för den känsliga. Det är en oändlig litanian över mänskligt lidande, ekologiska katastrofer och ekonomiska fallgropar. I databasen listas och beskrivs förekomsten och effekterna av mer än 22 000 masskatastrofer över hela världen, med början år 1900 och framåt. Här finns naturkatastrofer, inklusive översvämningar, tyfoner, jordskred, torka, jordbävningar, värmeböljor och skogsbränder.

Men här finns även katastrofer orsakade av människan, så som skeppsbrott, flygplansolyckor, bränder och explosioner, samt gruvras och järnvägsolyckor. Här

finns till och med registrerat panikar-tade händelser på diskotek.

Antalet katastrofer ökar

Det är inte så konstigt, med tanke på alla katastrofer, att man har infört en internationell dag för katastrofriskreducering. Den organiseras av FN för att ”främja riskmedvetenhet och reducering av katastrofer” och dagen uppmärksammas varje år den 13 oktober, sedan 1989.

I samband med denna händelse 2020, publicerade UNDRR (FN:s kontor för katastrofriskreducering) rapporten ”Human cost of disasters: An overview of the last 20 years, 2000–2019.” I förör-

Ett ökande antal katastrofer, både naturliga och orsakade av människan, påverkar och belastar viktig infrastruktur. Ingenjörskonsten kan spela en viktig roll för att göra den mer motståndskraftig, till fördel för samhällen över hela världen.

det skriver Mami Mizutori, generalsekreterarens särskilda representant och chef för FN:s kontor för katastrofriskreducering, tillsammans med Debarati Guha-Sapir, professor, Centrum för forskning om epidemiologi vid katastrofer, Institutet för hälsa och samhälle, UCLouvain, Belgien:

”Det har nu gått 20 år av detta nya århundrade och katastrofrisken antar nya former och omfattningar för varje år som går. Katastrofer har aldrig väntat på sin tur och i allt högre grad är risken en sammankopplad faktor. Riskfaktorer och konsekvenser ökar lavinartat och kolliderar på helt oförutsedda sätt.”



Mizutori och Guha-Sapir fortsätter: ”Även om denna rapport primärt fokuserar på den svindlande ökningen av klimatrelaterade katastrofer under de senaste tjugo åren, så är den även en kommentar om behovet att förstärka hanteringen av katastrofrisker rörande alla typer av naturliga faror och faror orsakade av människan, inklusive faror och risker som är relaterat till miljö, teknik och biologi.”

Det är viktigt att förstärka motståndskraften för katastrofer

Klimatrelaterade katastrofer inkluderar meteorologiska, klimatologiska eller hydrologiska katastrofer. Under de två första årtiondena av detta århundrade har dessa händelser i det närmaste fördubblats. Majoriteten av de 7 348 rapporterade katastrofhändelserna var översvämningar, följt av stormar. Man beräknar att katastroferna har orsakat 1,23 miljoner dödsfall och drabbat ungefär 4,03 miljoner människor. Den uppskattade globala ekonomiska förlusten var 2,97 miljarder US-dollar.

Tillsammans med UNDRR arbetar många organisationer och initiativ över hela världen för att vända på detta. Ett exempel är FN:s Sendairamverket för katastrofriskreducering 2015–2030.

Detta syftar till att ”förhindra nya och reducera befintliga katastrofrisker genom implementering av integrerade och inkluderande ekonomiska, strukturella, juridiska, sociala, hälso-, kulturella, utbildnings-, miljömässiga, tekniska, politiska och institutionella åtgärder som förhindrar och reducerar faroexponering och sårbarhet för katastrofer, öka beredskapen för reaktion och bearbetning, för att på så sätt stärka motståndskraften.”

Fyra prioriteringar för åtgärder beskrivs:

1. öka förståelsen för katastrofrisk
2. förstärka styrningen av katastrofrisker för att bättre hantera katastrofrisker
3. investera i katastrofriskreducering för ökad motståndskraft

4. förbättring av katastrofberedskapen för effektiv respons och för att ”återuppbygga bättre” vid återhämtning, rehabilitering och rekonstruktion.

Även om skyddet av människors liv, försörjningsmöjligheter och hälsa har högsta prioritet så är även reduktion av katastrofskador på viktig infrastruktur och tjänster mycket viktiga faktorer.

Viktig infrastruktur håller ihop samhället

Kritisk infrastruktur är kittet i det moderna samhället, som håller ihop allt och får det att fungera. Det är lätt att tänka sig vilket kaos det skulle bli om vi inte hade fungerande vägar, järnvägar, broar, tunnlar, vatten- och avloppshantering eller fungerande elnät. Tänk dig en värld utan åtkomst till internet eller telekommunikation. Det kan man väl kalla störningspotential? ☹

4:1

En fyrfaldig avkastning beräknas för varje US-dollar som investeras i infrastruktur Anpassning.

470 miljoner

Antalet människor i 45 städer som förväntas att stå inför otroligt hög vattenpåverkan till 2030, en ökning från nuvarande 255 miljoner.

Resiliens

Förmågan hos ett system, samhälle eller land som exponeras för faror att motstå, dämpa, ackommodera, anpassa efter, transformera och återhämta sig från den inverkan faran har, på ett tidsmässigt och effektivt sätt, inklusive genom bevarande och återuppbyggnad av den viktiga, grundläggande strukturen och funktionerna genom riskhantering.



\$ 94 miljarder

Det globala infrastrukturgapet innebär att det finns ett behov att säkra uppskattningsvis 94 miljarder US-dollar inom global infrastruktur till 2040.



\$ 650 miljarder

Klimatrelaterade katastrofer har kostat världen över 650 miljarder US-dollar under de senaste tre åren.

Infrastrukturens motståndskraft

Förmågan att motstå, anpassa sig efter ändrade förhållanden och hämta sig på ett positivt sätt efter påfrestningar och belastningar.

Källa: resilienceshift.org och undrr.org

Resilience Shift – ett initiativ skapat av Lloyd's Register Foundation och tjänsteföretaget Arup – anger att "fler människor än någonsin tidigare förlitar sig på kritiska tjänster som levereras av infrastruktursystem, tack vare världens ökande befolkning och förflyttningen från landsbygd till stadsområden. Om något av dessa system fallerar kan konsekvenserna bli katastrofala för allmän säkerhet och välbefinnande, miljön och ekonomin."

Uppskattningar visar att år 2050 kommer nästan 70 procent av världens befolkning att leva i städer. Det är alltså en eskalerande utmaning.

Resilience Shift påpekar även att klimatförändringarna och cyberattacker utgör verkliga hot, vilket gör det svårt att förutse eller undvika påfrestningar och belastningar på kritisk infrastruktur. "Det är viktigt att infrastrukturen är redo för de hot som vi kan förutse och klarar att reagera på oväntade händelser, så att den kan fortsätta att tillhandahålla viktiga tjänster som samhället är beroende av."

Ingenjörskonsten har en viktig roll

Att skapa motståndskraftig infrastruktur är ett mångfasetterat område som omfattar planering, finansiering, utformning, drift och underhåll.

Olika discipliner inom ingenjörskonsten – såsom byggnads- och maskinteknik – kan spela viktiga roller både vad gäller att skapa och anpassa säkra, hållbara och tåliga lösningar.

Vid planering och utformning av kritisk infrastruktur måste ingenjörsvetenskapen beakta ett större perspektiv, från potentiell fara till att reagera och anpassa när katastrofen inträffar till återhämtningen efter katastrofen.

Resilience Shift förespråkar en övergång "från att tänka på infrastruktur i termer av vad det är, till vad det gör." Följaktligen "istället för att skapa felsäkra system med specifika utformningströsklar måste vi utveckla och använda system så att dessa fallerar säkert, med begränsade konsekvenser och som snabbt kan återställas."

Ett fundament för kommande generationer

I takt med utvecklingen kommer ingenjörskonsten spela en allt viktigare roll i utformning, tillverkning och underhåll av hållbar, säker och motståndskraftig kritisk infrastruktur. På så sätt bidrar man till att skapa och säkra grunderna för ett välfungerande samhälle för framtida generationer. Detta bidrar även till en hållbar utveckling över hela världen.

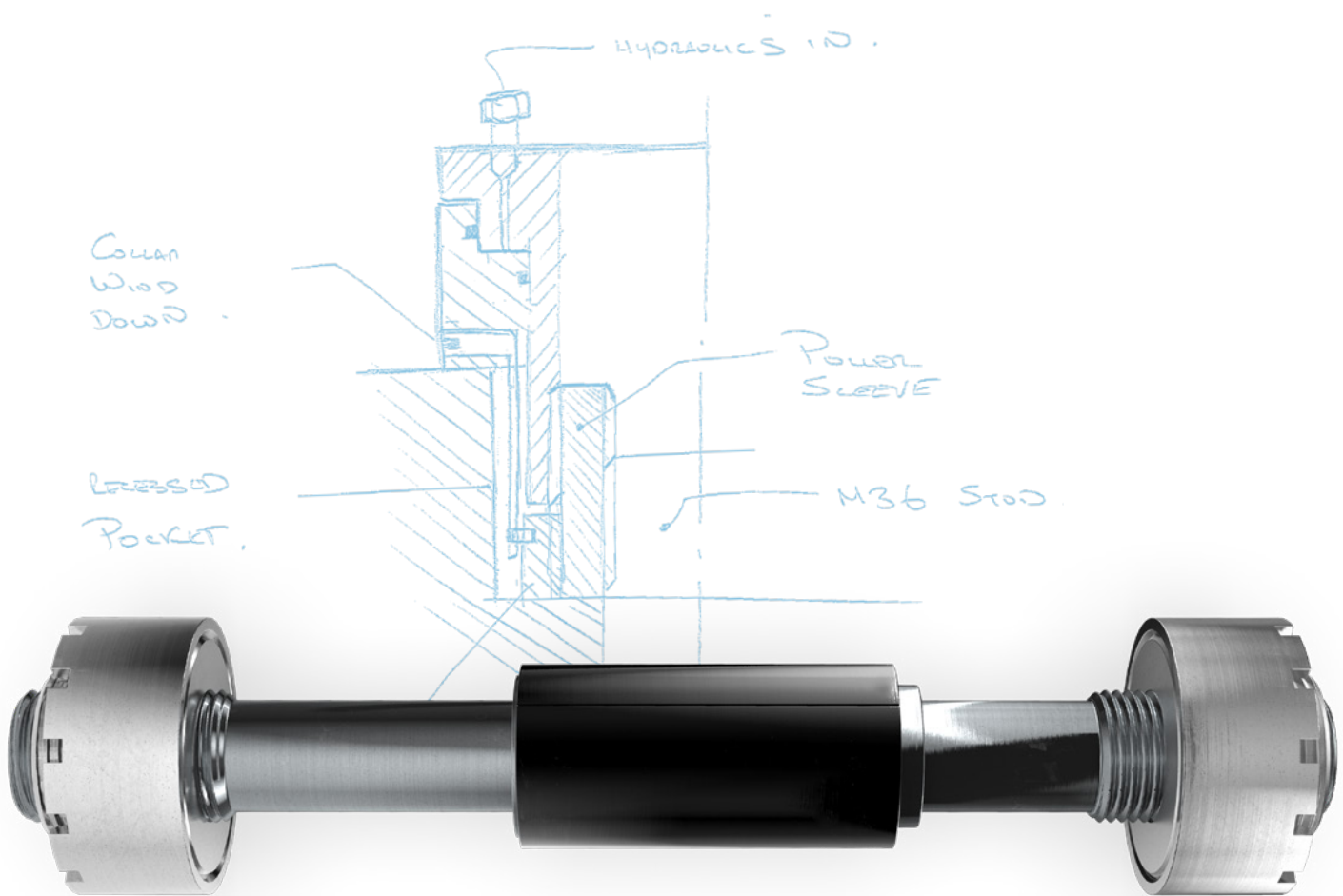
Du kan läs mer om utformningen av tillförlitlighet och motståndskraft i temaartikeln på sidan 14.



FRÅN ETT TOMT PAPPER TILL EN NY GENERATION KOPPLINGSSKRUVAR

Steve Brown började arbeta med kopplingskruvar på ett företag i hans hemstad, utanför Manchester i Storbritannien.

30 år senare har cirkeln slutits och idag arbetar han med utformningen av en ny generation kopplingskruvar som löser flera säkerhetsproblem. ➔



”Hur skulle du göra om du inte visste hur det görs idag?”

Det var med den inställningen det erfarna ingenjörsteamet tog sig an arbetet när man skulle designa en ny generation hydrauliska kopplingskruvar.

Resultatet? Superbolt HyFit.

Text och foto Jörgen Lindström

”Redan inledningsvis hade vi många idéer, men vi sa till oss själva: Nej, så ska vi inte göra. Så har man redan gjort. Vi börjar med ett tomt papper”, säger Steve Brown, global produktchef för expansionskruvar på Nord-Lock Group.

Redan från start var det primära målet att utforma en hydraulisk kopplingskruv, som inte bara gör förfarandet enklare utan som även är betydligt säkrare för användaren.

”När man ser en kärvande kopplingskruv och vad som krävs för att få loss den, då inser man vilket problem och belastning det innebär för alla berörda parter. Vi ville hitta en lösning som underlättar det arbetet”, berättar Steve.

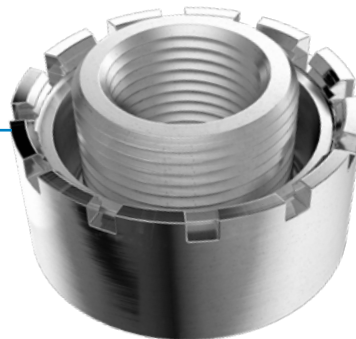
Han och ingenjörskollegorna var väl medvetna om de generella utmaningarna med hydrauliska kopplingskruvar. En utmaning är att man inte kan ha lång gängning som sticker ut utanför muttern på applikationer med höga varvtal.

”En ång- eller gasturbin har ett varvtal på 3 000 eller 3 600 varv per minut, det skulle alltså orsaka enorm turbulens om något stack ut från kopplingen när maskinen är igång”, säger Steve.

Traditionella metoder använder en extra skruv som tillfälligt skruvas in i själva huvudskruven, för att lösa problemen med att inte ha tillräckligt med gängor för att ansluta den hydrauliska sträckaren. Naturligtvis har den inskruvade komponenten en mindre diameter än huvudskruven och utsätts alltså för väldigt hög belastning i relation till sin storlek.

”Vi ville undvika den vanliga invändiga gängdragaren på grund av risken för att den slits av från skruven och orsakar katastrofala olyckor.”

Lösningen var att utforma en mutter med utvändig gänga, som gör det möjligt att fästa den hydrauliska sträckaren på mutterns utsida, inte på insidan.



”Eftersom Superbolt HyFit har större diameter kan vi reducera längden för gänggreppet, eftersom vi fortfarande har samma kontaktvärsnittsytta. Det är betydligt mer gänggrepp än vad som är nödvändigt, vi kan alltså med god marginal applicera full last på muttern, utan att det uppstår säkerhetsproblem” förklarar Steve.

Även om han var nöjd med den här lösningen så kände han att förfarandet kunde vara ännu säkrare. Traditionella metoder använder två olika drifttryck – ett tryck för hylsexpansion och ett annat för axialsträckning. Man använder samma spännhuvud för båda procedurerna.

”Vi ville hitta ett sätt att förhindra att någon använder fel tryck vid fel tillfälle. Då plötsligt insåg jag det: Om vi har två separata spännhuvud med olika dimension så är det möjligt att bara använda ett drifttryck”.

Lösningen var att använda en Boltight hydraulisk mutter för att expandera hylsan i hålet och en Boltight hydraulisk sträckare för att belasta skruven axiellt.

Eftersom sträckaren har högre hydraulisk tryckarea än den hydrauliska muttern kan man använda samma tryck för båda arbetsstegen.

Med andra ord: bara ett drifttryck och två olikformade huvuden för att tydliggöra vad som ska användas var.

”I efterhand låter det väldigt enkelt, men jag tror ingen tänkt på det tidigare. Jag är glad över att vi fick den här idéen, eftersom den ger ett helt säkert förfarande. Det finns absolut ingen risk för att någon blandar ihop sakerna”, säger Steve.

För att ta bort kopplingskruven behöver man inte använda någon invändig avdragare eller ens spruta in olja. Jämfört med traditionella metoder så är detta en annan markant förbättring ur ett säkerhetsperspektiv. Projektet är ett samarbete mellan ingenjörer från Nord-Lock Groups anläggningar i St. Gallenkappel (Schweiz), Walsall (Storbritannien) och Pittsburgh (USA).

”Det har varit många möten i Schweiz och i Storbritannien, och många revisioner av i designen. Naturligtvis satte covid-19 stopp för allt det. För att komma till slutsteget i produktdesignen har vi lagt många timmar på diskussioner, beräkningar och analyser via onlinemöten”, berättar Steve.

Steve Brown är engelsman som är baserad i Australien och nyligen påbörjade han sitt 31:a år inom skruvbranschen. Han började arbeta med kopplingskruvar på ett företag i sin hemstad, utanför Manchester i Storbritannien.

”Det känns som jag har slutit cirkeln nu. Jag började med hydrauliska kopplingskruvar – och nu har jag haft äran att delta i utformningen av en helt ny generation kopplingskruvar. Det känns ganska tillfredsställande.”





DESIGN FÖR
EN SÄKRARE
VÄRLD

Hur tillförlitlighet hjälper ingenjörerna att balansera konkurrerande krav.

Troligtvis kommer naturkatastrofer att ses som definierande företeelser under det 20:e århundradet. Från värmeböljor i Australien till skogsbränder i västra USA, orkaner i Västindien och översvämningar i Sydostasien, samtliga med en hemsk påverkan på människor. Potentiellt kan det bli värre på grund av osäkra byggnader, installationer och infrastruktur.

Byggnads- och maskiningenjörer måste planera för den här typen av oväntade händelser, men samtidigt möta kraven på billigare, lättare och tystare produkter. Är det realistiskt att förvänta sig att ingenjörerna ska finna utrymme för tillförlitlighet i allt detta?

Det är viktigt att ta ett steg tillbaka och förstå att det inte är något nytt att ingenjörer ställs inför motstridiga krav. Behovet kan visa sig vara betydligt större än någonsin, men det är inte nödvändigtvis en dramatisk förändring.

Bättre, snabbare, billigare

Fred Schenkelberg är tillförlitlighetsingenjör och konsult och han har under mer än 20 år arbetat med och undervisat i tillförlitlighet. Som han förklarar situationen så är det inte någon radikal avvikelse. ”Jag vill ha det bättre, snabbare, billigare! Det har inte förändrats. Man skulle dock kunna säga att det har accelererat.”

”Men det är själva grunden i ingenjörskonsten: att göra kompromisser och möta motstridiga behov.”

”Det är ganska troligt att ett designteam har ett kostnads- mål, datum då man vill lansera produkten och olika funktions- mål. Detta genomgår många olika mätningar och prioriteringar under själva designprocessen. Som fackman inom tillförlitlighet vill jag säkerställa att överväganden som rör tillförlitlighetsprestanda synliggörs i de olika designstegen.”

Ett sätt att synliggöra detta har uppmuntrats genom design för tillförlitlighet, som förenar många av verktygen och metoderna som utvecklats inom tillförlitlighetsteknik.

Tillförlitlighet under hela livscykeln

Design för tillförlitlighet (Design for Reliability) är en stegbaserad process som stödjer tillförlitlighet under produktens hela livscykel, från design till utslitning. Detta innebär att DfR inte är ett exklusivt beredningsområde för fackfolk inom tillförlitlighet. Planerat och tillämpat på organisationsnivå kan det vägleda design, produkttillverkning och underhåll av produkten och kan alltså potentiellt involvera alla delar inom företaget.

Om det finns någon grundläggande princip som stödjer DfR, så är det att tillförlitlighet inträffar när beslut om det fattas. Med detta i åtanke så måste tillförlitligheten beaktas långt innan den fysiska produktionen sker. ☺

Viktiga åtgärder för designtillförlitlighet



För att göra detta krävs en god förståelse för vad tillförlitlighet är. Inom maskinteknik är tillförlitlighet sannolikheten att föremålet ska fungera som det är tänkt, under en specifik tidsrymd och under specifika förhållanden.

Har man denna grundläggande förståelse för tillförlitlighet så kan man identifiera och definiera produktens tillförlitlighetskrav – dessa påminner troligen om eller är identiska med era kunders förväntningar. Det är först när kraven är tydliga som man bör påbörja designen av en produkt som uppfyller dem.

Det finns ingen standardlösning

Det finns ingen universellt accepterad modell för DfR, men alla beskrivningar involverar troligen följande grundläggande steg, som illustreras i tabellen här intill.

Det är dock ingen enkelriktad process. De olika stegen för design, analys och verifiering bör upprepas återkommande innan man har en produkt som är lämplig för marknaden. Inom dessa steg kan det finnas flera olika verktyg, tester och processer som kan upptäcka produktens sårbarhet, tolerans och robusthet. Fred Schenkelberg ger en kortfattad sammanfattning av DfR:

”Det är en uppsättning regler, riktlinjer och åtgärder som ger personerna möjlighet att fatta beslut – tekniker, ingenjörer, chefer – för att fullt ut förstå följdverkningarna av tillförlitlighet.”

”Men det är inte en uppsättning fasta verktyg eller åtgärder. Alla situationer, produkter och tillämpningar är olika.”

Ta steg tillbaka för att skapa mervärde

Dessa skillnader är viktiga, det kan innebära problem om man behandlar DfR som en checklista att pricka av.

”En fallgrop uppstår om organisationen säger, ’Vår senaste produkt var riktigt bra. Den uppfyllde förväntningarna på tillförlitlighet och våra kunders förväntningar, låt oss göra som vi gjorde förra gången.’ Då är man ute på en farlig väg, eftersom nästa produkt kanske har andra användningsområden, andra målsättningar och riktar sig till andra kunder”, förklarar Fred.

”Det är lätt att man får en checklistamentalitet: Vi gör dessa två tester, vi vibrerar den i två timmar och därefter är vi



Fred Schenkelberg
TILLFÖRLITLIGHETSINGENJÖR OCH
KONSULT

färdiga. Men skapar man rent faktiskt mervärde genom att göra så? Man måste ta ett steg tillbaka och fundera över vilka tester som kan avslöja eventuella problem som kan inträffa i framtiden. För att kunna upptäcka framtida problem måste man kanske göra något som konstruktörer ofta undviker – omfamna misslyckanden.

Fördelarna med misslyckanden

Att testa en produkt till bristningsgränsen kan vara ett användbart verktyg för att undersöka tillförlitlighet. Det är dock ett förfarande som kan kollidera med vanliga designprinciper.

”Vanligtvis designar konstruktörer och ingenjörer för att komma bort från fel – det är ofta något man tänker på när man skapar ett föremål.” säger Fred Schenkelberg och tillägger:

”Det som tillförlitlighetsteknik kan bidra med är att göra misslyckanden synligare.”

”Det är viktigt att man har förmågan att lära av sina misslyckanden. Det är alltför många som vill göra ett test för att visa att produkten fungerar. Man kör tester under förhållanden där man förväntar sig ett lyckat resultat, men om man ska försöka ta reda på något man inte redan vet så måste man faktiskt köra till bristningsgränsen.”

”På så sätt får man reda på felets art, hur det har uppkommit och vilka belastningar som kombinerats för att skapa misslyckandet. Det finns olika sätt att göra detta på, men man måste vilja leta efter bristerna.”

Ett sätt att locka fram potentiella brister är genom accelererad livslängdsprovning (HALT). Du kan använda detta som en del av verifierings- och valideringssteget i DfR.

Att förstå den verkliga tillförlitligheten

”Jag ser HALT som ett sätt att upptäcka saker”, säger Fred. Man använder olika

belastningar som är meningsfulla för din applikation och belastningen ökas tills man har forcerat fram ett fel. Då får man information om produktens brister vid förväntad belastningsnivå och man kan fatta beslut om marginalerna det baseras på. Precis lika viktigt är det att man lär sig om felets art: hur såg misslyckandet ut?”

Akademiker och yrkesutövare har skapat listor över potentiella belastningar som byggnader, installationer och infrastruktur kan utsättas för, som ett resultat av klimatförändringar och andra katastrofala händelser. Även om dessa händelser ställer nya krav på ingenjörerna så är det som ändras omfattningen och kombinationen av belastningar som dessa kan råka ut för.

Genom att leta efter fel och brister, så som Fred Schenkelberg föreslår, kan man få förståelse för produktens verkliga tillförlitlighet och robusthet, samt få en mer omfattande förståelse för dess kapacitet att motstå oväntade händelser.

Text Brian Cloughley Foto NTAenk/Shutterstock

UTFORMNING AV TILLFÖRLITLIGA SKRUVFÖRBAND MED NORD-LOCK GROUP

Att upptäcka potentiella felkällor är bara en av många testförfaranden som Nord-Lock Group använder sig av, berättar Cyril Cadoux, teknikchef för Europa.

”När det gäller skruvförband kör vi sällan testerna tills ett misslyckande sker, eftersom vi har kunskapen att avgöra felorsaker från skadade delar. Bara genom att studera de första tusentalen cykler ger oss rätt indikation av trenderna. Det ger oss tillräcklig kunskap om och förtroende för våra produkters tillförlitlighet att vi vågar erbjuda livstids garanti”, berättar han.



Cyril Cadoux
TEKNIKCHEF FÖR NORD-LOCK
GROUP EUROPE

”Men för oss räcker det inte enbart att studera våra produkter fristående och bekräfta att dessa är robusta och tillförlitliga. Vi testar även våra skruvar och brickor i de miljöer där de används.”

”Vi pratar med våra kunder för att få information om användningsområden och baserat på detta utför vi mer djupgående analyser. Vi hämtar in så mycket data vi kan från dem, därefter återskapar vi olika scenarier. Ibland kan man inte få all information från 3D-ritningar eller planer, så vid behov besöker vi personligen våra kunders arbetsplatser.”

”Detta innebär att vi inte bara testar produkterna från Nord-Lock, utan att vi faktiskt testar deras skruvförband. Vi kan ta med våra analyser och simuleringar, våra interna verktyg, för att på så sätt ge kunderna korrekt rådgivning”, sammanfattar Cyril.

Vill du få mer information? Läs vår vitbok om designprinciperna bakom säkra skruvförband, den finns på engelska på www.nord-lock.com/safe-bolts.

Alla förväntar sig att vägarna ska vara jämna, våra trottoarer fria från hjulspår och att vi ska ha tillgång till rinnande vatten, elektricitet, gas och telekommunikationer både hemma och på kontoren. Trots det är det troligen ganska få av oss som uppmärksammar (bortsett från att vi irriteras av buller!) grävmaskinerna som anlägger vägar och andra vitala underjordiska nätverk.

EXPANDER SYSTEM GER GRÄVMASKINEN LÅNG LIVSLÄNGD

Text Christina Mackenzie Foto Thomas Desmerger

Montchanin är en stad som ligger ungefär två tredjedels väg söderut från Paris till Genève, i den franska regionen Bourgogne, och här finns ett framgångsrikt familjeföretag med 250 anställda: Pascal Guinot TP (som står för Travaux Publics eller offentliga anläggningsarbeten). Företaget bildades 1993 och man gräver inte bara diken, man utför även "torra nätverk" (elektricitet, värme, telekommunikationer) och våta nätverk (vatten och avlopp) i diken och fyller därefter igen och reparerar vägen. Företaget utför även schaktningsarbeten, anlägger vägar och trottoarer, bygger utomhusparkeringar och dessutom utför man arbeten till enskilda kunder som exempelvis vill bygga en kringgårdad gård.

Dyra och tidsödande reparationer

"Våra kunder är kommuner, små och medelstora företag, industrikoncerner och ibland även privatkunder", berättar Thomas Desmerger som ansvarar för företagets underhållsverkstad.

Pascal Guinot TP har ungefär 800 olika maskiner som används i arbetet. Dessa omfattar 70 grävmaskiner och mini-grävmaskiner som används 45 veckor per år, berättar Thomas. "Vi äger ungefär hälften av dessa grävmaskiner av olika märken, som till exempel New Holland, Liebherr, Caterpillar, JCB och Mecalac" förklarar han, "de övriga har vi på hyr-/köpbasis och omfattas

av underhållsavtal. Så när vi väl äger maskinerna är dessa ungefär halvvägs in i den genomsnittliga livslängden på tio år och då omfattas maskinerna inte längre av något underhållsavtal. Det är då vi själv måste börja underhålla maskinerna. Eftersom dessa då är fem år gamla börjar det bli nödvändigt med större reparationer!"

Bom, arm och skopa är de komponenter som utsätts för störst slitage på grävmaskinerna, men även armens ledtapp är ett stort problem. "När armen börjar bli lite ostadig blir det svårt för maskinskötaren att kontrollera den och då kan man inte gräva eller skopa upp lika exakt längre", förklarar Thomas. Ostadigheten beror på att leden är slitna och inte längre har exakt passform i ledöronen. "Förr hade vi behövt demontera delen, utföra svetsarbete, arborning och därefter montera tillbaka allt igen ... vilket normalt innebar att maskinen var ur drift i minst en månad. När maskinen är slut så tjänar den inte några pengar åt oss", tillägger han. "Den dyraste delen i det här arbetet var bearbetningen, eftersom vi inte kunde utföra det själv och det kostade en smärre förmögenhet, ibland upp till € 2 000 för en enda led", påpekar han.

Reducera stilleståndstiden

Thomas Desmerger kände till Nord-Lock Groups teknologi Expander System redan innan han började på

Guinot TP. "Jag har arbetat i den här branschen i mer än 20 år, så jag kände till Nord-Locks produkter", säger han med ett leende. Därför föreslog han att Expanders ledtappar kanske kunde vara en lösning för att reducera grävmaskinernas stilleståndstid. "Jag kontaktade Nord-Lock Group och berättade om vårt problem och fick en lösning."

Hans verkstad utför mycket förebyggande underhåll och under de två perioder då det inte är så mycket arbeten igång (januari och februari på grund av vädret och augusti när många har semester) då kan grävmaskinerna åtgärdas snabbt. "När maskinskötarna känner att leden börjar bli lite lös, då kan vi utföra alla nödvändiga mätningar och kommunicera dessa till Nord-Lock Group så levererar dem lösningen. Vi har använt oss av expandersystemet i ungefär tre till fyra år och vi får alltid svar och uppföljning från Nord-Lock Group. Agerandet är mycket professionellt", säger han.

"Vår målsättning var att förlänga maskinernas livslängd och reducera kostnaderna", berättar han.

"Tack vare Expander System har maskinernas stilleståndstid idag reducerats med nästan 70 procent, ner till ungefär tio dagar, det är alltså väl investerade pengar", betonar Thomas Desmerger.

TEKNISKA INSIKTER

Leder mellan bom, grävmaskinens arm, skopa och hydraulcylinder utsätts för högt slitage. Traditionella reparationer är dyra, tidsödande och måste utföras flera gånger under maskinens livslängd. Expander System är en permanent lösning på detta problem.

Ett expandersystem består av en ledaxel som är konisk i båda ändarna, två expansionshylsor, två brickor och två fästelement. När fästelementen dras åt trycker brickan upp de slitade expansionshylsorna på axelns koniska ändar. Hylsorna expanderar och anpassar sig till öronen och låser fast systemet. När systemet är åtdraget låser det från båda sidorna och ökar stabiliteten markant. Den koniska axeln förenklar demontering och montering jämfört med vanliga raka axlar.

Ett stort produktutbud som passar alla maskiner

Eftersom maskinparken hos Pascal Guinot TP består av flera olika märken så är ledtapparna inte enhetliga. När man behöver byta ut en ledtapp behöver verkstadschefen bara fylla i måttinformation om tappen i ett onlinedokument som finns i Expander webbshop. En tekniker hos Nord-Lock Group kontakter därefter kunden och föreslår en lösning. Under 2019 gjorde Guinot åtta beställningar av mer än 30 axlar och reservdelar.



KUND
PASCAL GUINOT TP

PLATS
MONTCHANIN, FRANKRIKE

VERKSAMHET
OFFENTLIGA ANLÄGGINGSARBETEN
OCH BYGGNADSTEKNIK

ANVÄNDINGSOMRÅDE
GRÄVMASKINARMAR

LÖSNINGEN
EXPANDER SYSTEM

RESULTATET
MASKINERNA FÅR LÄNGRE LIVSLÄNGD,
LÄGRE KOSTNADER OCH MARKANT REDUCERING
AV STILLESTÅNDSTID



Thomas Desmerger
VERKSTADSCHEF PÅ
PASCAL GUINOT TP

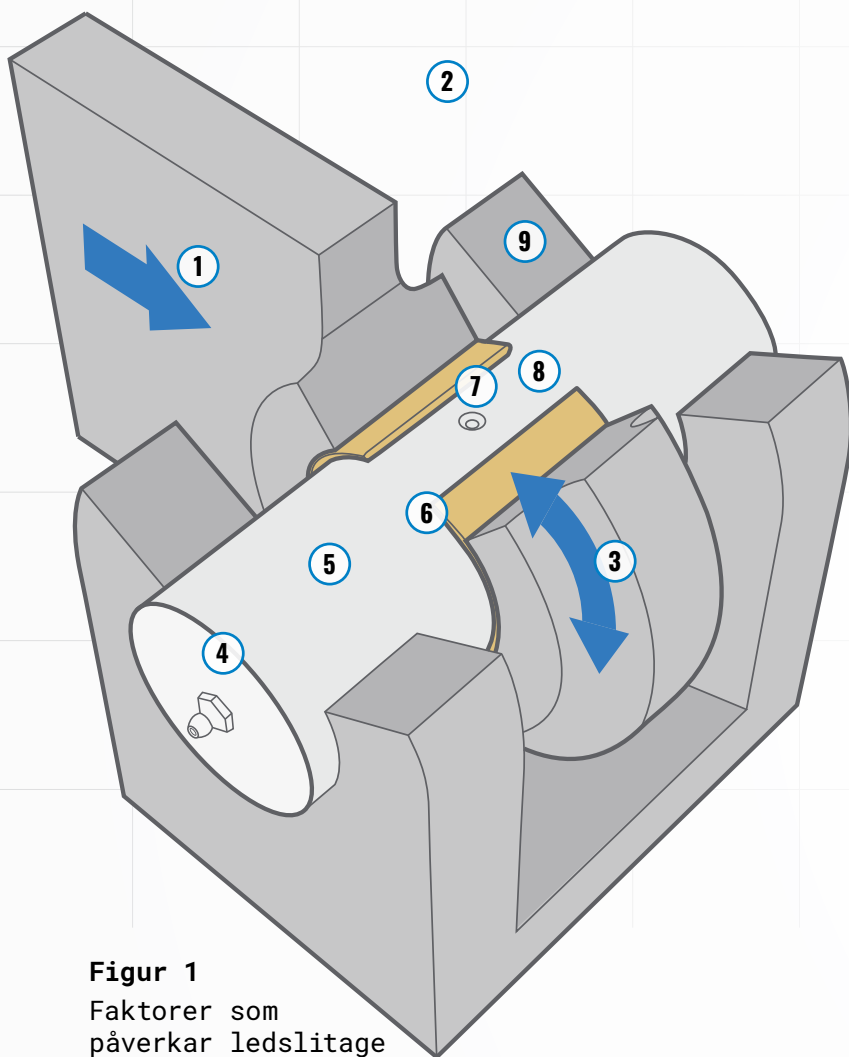
Vad påverkar ledslitage?

Skicka dina frågor om skruvteknik till experts@nord-lock.com



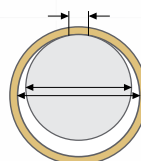
Mathias Olofsson

**PRODUKTCHEF,
EXPANDER
NORD-LOCK GROUP**



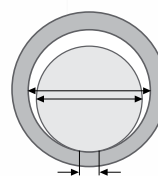
Figur 1
Faktorer som påverkar ledslitage

- 1 Last**
 - Varaktighet
 - Frekvens
 - Riktning
- 2 Miljö**
 - Temperatur
 - Partikelstorlek och typ
 - Luftfuktighet
- 3 Rotationsrörelse**
 - Hastighet
 - Längd
 - Frekvens
- 4 Axelmaterial (tapp)**
 - Metallurgi
 - Mekaniska egenskaper
 - Storlek
- 5 Axelyta (tapp)**
 - Hårdhet och djup
 - Grovhet
 - Metallurgi
 - Korrosionsegenskaper
- 6 Lager (bussning)**
 - Metallurgi
 - Mekaniska egenskaper
 - Smörjningsfördelning
 - Storlek
- 7 Smörjning**
 - Sammansättning
 - Viskositet
 - Mängd
 - Frekvens
 - Fast smörjningsinlägg



Tappbussningens kontaktyta

- 8 Rörelsekaktyta**
 - Lastområde
 - Hål och axel tolerans/spel



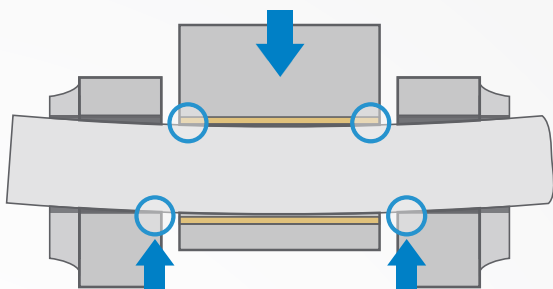
Ledörats kontaktyta

- 9 Ledöra**
 - Mekaniska egenskaper
 - Lastområde
 - Hål och tapp tolerans/spel
 - Storlek

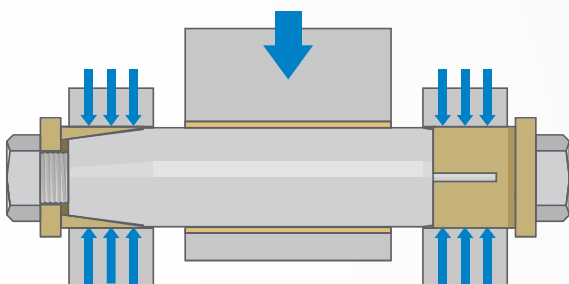
För en maskintillverkare finns många faktorer som måste beaktas för att minimera ledslitage över tid.

Ledslitage är summan av slitaget för bussning, axel och ledöra och det är många olika faktorer som påverkar detta. Maskintillverkaren har tillgång till flera olika designalternativ för att minimera slitaget, däremot är möjligheterna betydligt färre för en slutanvändare som vill optimera drifttiden och servicekostnaderna på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt. I det läget kan man sällan göra så mycket åt belastning, axelns storlek, hastighet och rörelsefrekvens eller miljön där maskinen används. Det som kan påverkas är:

- om och hur smörjning ska användas
- materialtyp, hårdhet och ytbeläggning som används i axel och bussning
- infästning av axeln i ledöronen.

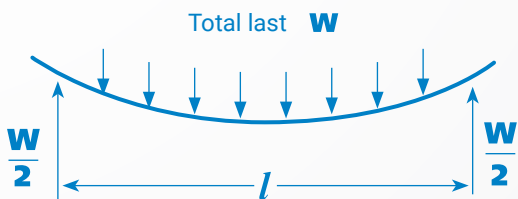


Figur 2 Traditionell rak ledaxel



Figur 3 Expander System

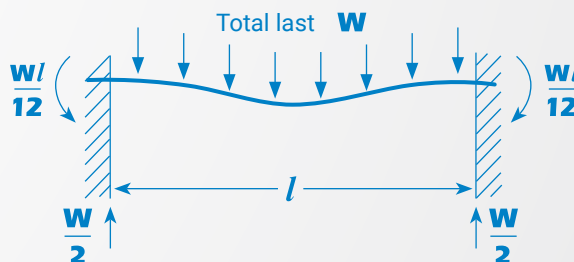
Ungefärligt **Traditionell rak ledaxel** Lastfall: **Enkelt stöd** Axeländarna har bara stöd i botten tack vare det spel som behövs vid installationen



Maximal avböjning vid $l/2$

$$\delta_{\max} = \frac{5 W l^3}{384 E I}$$

Ungefärligt **Expander System** Lastfall: **Fasta stöd** Axeländarna är fixerade i öronen med expanderhylsor



Maximal avböjning vid $l/2$

$$\delta_{\max} = \frac{W l^3}{384 E I}$$

Figur 4 Exempel på initiala lastfall

Så lite böjning som möjligt

Den faktor som påverkar ledslitaget mest är yttrycket i lastområdet i förhållande till last/kraft. Om trycket är tillräckligt högt finns det inget smörjmedel, material eller hårdhet i världen som kan förhindra permanenta skador varken på bussning, axel (tapp) eller öra. Om lasten förblir oförändrad, men området detta inverkar på är mindre, ökar trycket. Vid belastning böjs axeln något lite, vilket ändrar kontaktytan mellan axel/lager och axel/ledöra. Vid låg last på axeln fördelas lasten över hela lagrets och örats längd. När lasten ökar och axeln böjs ändras området och trycket ökar (figur 2).

Hur pass mycket trycket ändras beror inte bara på axelns last, längd och diameter utan även på bussningens mekaniska egenskaper. En mer elastisk bussning bidrar i viss mån till att fördela lasten, därefter blir den endera permanent deformerad och/eller fördelar om kraften.

Fördelar med axelfixering

Hur pass mycket axeln böjs beror även på huruvida den är fast eller lös i ändarna. En vanlig rak axel som bara har stöd i botten av öronen är lös och kommer att böjas som en balk med enkelt stöd. Expander System (figur 3) fixeras i ledöronen och böjs som en balk med fast stöd.

Beroende på lastförhållande böjs en axel med fast stöd upp till fem gånger mindre än en med enkelt stöd under samma last (figur 4).

Fixeringen av axeländarna begränsar även ledaxelns fria radialrörelse till att endast vara spelet mellan bussning och axel. Detta bidrar till att begränsa massans acceleration och höga islagskrafter på bussning och axel. Expander System eliminerar slitage på ledöronen och reducerar slitaget på bussning/axel.

SÄKERHET PÅ NÖJESPARK: LÄMNA INGET ÅT SLUMPEN



När det gäller attraktioner på en nöjespark så är säkerheten av största vikt. Underhållet kan dock vara både dyrt och tidsödande. Men det finns en lösning för uttjänta axlar och lager som kan lösa problemet.

Permanent.

En del älskar dem och får aldrig nog. Andra är inte lika förtjusta. När det gäller spänning – eller ren skräck – spelar nöjesparkens attraktioner en viktig roll.

Oavsett om du vill testa fritt fall från 80 meters höjd, åka i hög hastighet upp och ner och därefter in i en hårnålskurva eller kanske utsätta dig för enorma G-krafter – då har du kommit rätt. Men låt oss vara ärliga. Det skulle vara att gå för långt om du inte kunde lita på säkerheten.

De flesta attraktionerna flyttar en stor massa i hög hastighet, det handlar alltså om enorma krafter. Det kan orsaka extrema belastningar på, i de flesta fall, stålkonstruktioner och vagnar. Säkerhet och tillförlitlighet är av största vikt för att undvika incidenter och olyckor.

Hårda krav inom hela värdekedjan

Även om antalet olyckor ligger förhållandevis lågt i Europa så introducerade den Europeiska standardiseringskommittén, CEN, en ny EU-standard, SS-EN 13814 "Säkerhet för åkattraktioner och nöjesanordningar", i maj 2019. Den omfattar allt från utformningen av attraktionen till drift och underhåll till övervakning och inspektioner.

Standarden ställer höga krav på tillverkarna och på företagen som sköter och driver nöjesparker. Peter Andersson berättar:

"Säkerhet är en grundläggande del i vår verksamhet och omfattar både besökarna och vår personal. Det är inget vi kompromissar med."

Peter Andersson är attraktionsunderhållschef på nöjesparken Gröna Lund i Stockholm och på Parks and Resorts Scandinavia, koncernen som äger och driver Gröna Lund och några andra av Sveriges populäraste nöjes- och temaparker.

Parks and Resorts lokala underhållsavdelningar utför dagligen de minutiösa kontrollerna av både skenor och vagnar, på jakt efter slitage eller skador. En gång per år demonteras vagnarna och alla delar röntgas. Enligt tillståndsgivande myndigheters regelverk ska djupgående kontroller utföras vart femte år, vilket innebär att attraktionerna demonteras till små delar.

Tillräckligt ofta för att byta ut brickor

Precis som inom all maskinteknik så utgör lossade skruvförband en säkerhetsrisk. Som exempel kan nämnas attraktionen Eclipse på Gröna Lund, den består av 910 ton stål och betong och innehåller 80 000 skruvar. Det är många potentiella problem.

”Om vi upptäcker skruvar som lossnar så genomför vi ofta en orsaksanalys. Generellt räcker det med att byta till Nord-Locks brickor, säger Peter som kom i kontakt med Nord-Locks killåsningsbrickor för första gången 1998, då dessa användes för att säkra skenor på en av attraktionerna efter en visuell kontroll.

”När jag såg hur pass bra den lösningen blev fanns det ingen anledning att välja något annat”.

”Ända sedan dess beställer vi brickor från Nord-Lock så fort vi hittar lösa skruvar.” Många attraktionstillverkare specificerar brickor från Nord-Lock redan vid konstruktionen. Dessa förekommer oftast i stora skruvförband, i applikationer som skenor och stålkonstruktioner, men även i rörliga delar som vagnbromsar.

En lösning som sparar tid och pengar

Utöver brickorna från Nord-Lock så är man på Parks and Resorts även mycket nöjda med Nord-Locks Expander System för att motverka fläns slitage. Detta har gett stora besparingar och reducerat stilleståndstiden jämfört med vanliga reparationer, som exempelvis foderborring. Men det har även gett attraktionerna längre livslängd, vilket kan omvandlas till avsevärda besparingar, med tanke på att en ny stor attraktion kan kosta upp mot 900 000 euro.

Första gången som Peter Andersson kom i kontakt med Expander System var i slutet av 1990-talet: Vi hade testat olika reparationslösningar, men vi hade alltid känslan att det måste finnas något bättre. Det var då vi hittade Expander System. ➤



Peter Andersson
ATTRAKTIONSUUNDERHÅLLSCHEF
PÅ GRÖNA LUND



KUND
PARKS AND RESORTS
SCANDINAVIA AB

ANTAL BESÖKARE
UNGEFÄR TRE MILJONER
ÅRLIGEN

ANVÄNDINGSOMRÅDEN
FLERA, INKLUSIVE SÄKRING AV SKENOR,
BROMSAR OCH STÅLKONSTRUKTIONER

VERKSAMHET
ÄGER OCH DRIVER FYRA AV SVERIGES POPULÄRASTE
NÖJES- OCH TEMAPARKER, SKARA SOMMARLAND,
GRÖNA LUND, KOLMÅRDEN OCH FURUVIK

LÖSNINGEN
EXPANDER SYSTEM OCH NORD-LOCK
KILLÅSNINGSBRICKOR

Sedan dess har vi använt det på flera av attraktionerna på Gröna Lund, däribland Octopussy. År 2009 installerades Expander System på attraktionens alla armar och det har fungerat felfritt sedan dess. En annan spännande attraktion är Flygande mattan – den äldsta på Gröna Lund.

”Den har ett historiskt värde och den är svår att ersätta”, säger Peter. ”För ungefär åtta år sedan märkte vi slitage på ett kritiskt stag. Normalt skulle en åtgärd av detta innebära nya beräkningar och slutligen en komplett inspektion, vilket troligen hade inneburit att attraktionen skulle tagits ur drift.” Vi använde Expander System för att ersätta utslitna axlar och skruvar och Flygande mattan kan fortfarande användas tryggt och säkert.

Expander System expanderar

Användningen av Expander System har spridits inom Parks and Resorts. När underhållsavdelningen på Kolmårdens djurpark och nöjespark kontaktade Peter Andersson om att installera Expander System på deras attraktioner kunde han med fördel rekommendera det.

Upphängningen till hjulboggin på attraktionens vagnar är ofta en svag punkt, eftersom dessa utsätts för markant belastning. På grund av slitage på axlarna hade chassinans hålltolerans sträckts ut, ibland på bara några år.

Fredrik Johansson, mekaniker på Kolmården berättar: ”Om man som jag har arbetat med detta i 30 år så vet man att när något lossnar, då har man problem. Med tanke på vår säkerhetsstandard så använder vi inte provisoriska lösningar. Det får i så fall kosta lite mer.”

Spara pengar på lång sikt

Vid en första anblick så kan Expander System verka dyrt, men ur ett livscykelperspektiv kan man spara pengar, förklarar Fredrik. ”Jämför man inköpspriset på Expander System med att demontera hela attraktionen och skicka iväg delarna för foderborrning så är det senare alternativet både dyrare och mer tidsödande.”

Som mekaniker uppskattar Fredrik hur enkelt det är att montera Expander System. Man slipper foderborrning eller svetsning, man kan utföra arbetet på plats, direkt i de slitna fästena.

*”Det är en fantastisk lösning”, säger han.
”Vi har använt oss av detta i en säsong
nu och det bara fungerar. Problemet löst.”*

Text Ulf Wiman
Foto Justin Garvanovic/Parks och Resorts
Gröna Lund/Parks and Resorts
Magnus Glans/Parks and Resorts



SUPERBOLT TOOL

BÄSTA PRODUKTDESIGN 2020



Under många år ansågs det vara för svårt att designa en enhet som samtidigt kunde vrida flera lyftskruvar till rätt last. Men en grupp ingenjörer hos Nord-Lock Group gjorde det omöjliga möjligt.

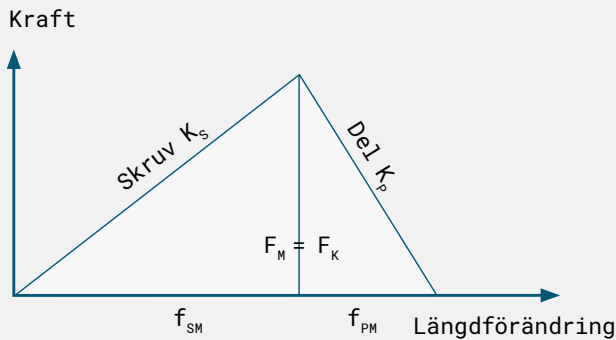
Deras uppfinning, Superbolt Tool, har faktiskt gjort så stort intryck att den har tilldelats en av världens mest prestigefulla designutmärkelser: **Red Dot Award**. Superbolt Tool vann **Best Product Design 2020** i kategorin **Innovation**.



reddot winner 2020

Vad händer med förspänning och klämkraft när man applicerar externa laster?

Skicka dina frågor om skruvteknik till experts@nord-lock.com



- K_S : Skruvens styvhet ($F_M / f_{SM} = 1/\delta_S$)
- K_P : Godsets styvhet ($F_K / f_{PM} = 1/\delta_P$)
- F_M : Förspänningskraft
- F_K : Klämkraft
- f_{SM} : Skruvens längdförändring (+)
- f_{PM} : Godsets längdförändring (-)

Generellt sett applicerar vi vridmoment på skruven eller muttern med en momentnyckel/ skiftnyckel för att generera nödvändig åtdragningslast. Denna åtdragningslast kallas för förspänningskraft. Förspänning definieras som den spänning som skapas i fästelementet när det dras åt. Funktionen är att förhindra glidning och delning av konstruktionsdelar. Klämkraft, till skillnad från förspänning, är den kraft som inverkar på delarna.

Följaktligen bygger uträkningen av en singelförskruvad fog på fogens elastiska agerande i skrubbog. Detta område har avsevärd inverkan på skruvens deformation och belastning.

När externa krafter inverkar på fogarna måste varje element som överför kraft analyseras. Man kan förutsäga fogens agerande genom att studera hur dessa reagerar på de externa krafterna.

Vid montering skapas en förspänningskraft F_M som skapar en klämkraft F_K vid gränssytan. Först ska man definiera styvhetsfaktorn. Detta är hur hög last som krävs för att sträcka ut 1 mm av materialet.

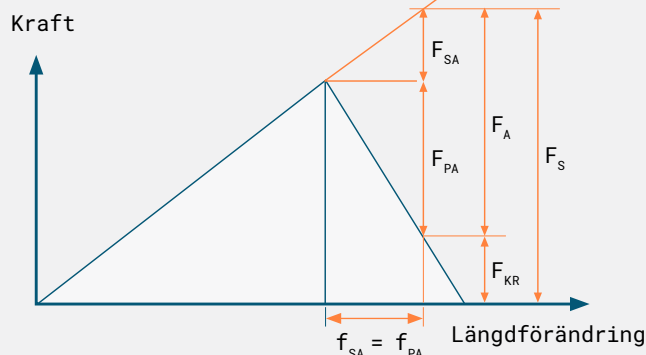
$K = \Delta F / \Delta L$, motsatt till flexibilitet (elasticitet $\delta = 1/K$)
Med hänvisning till fogdiagrammet (Rötscher-diagram).

En axiell extern last F_A som introduceras via de klämda delarna och inverkar på skruven, överförs via klämområdet och via skruven. Andelen extern last som går in i skruven, utöver förspänningskraften, betecknas som skruvlast F_{SA} , F_{PA} är reduceringen av förspänningskraften orsakat av extern arbetsbelastning. Andelen av denna fördelning beror på fogens elastiska egenskaper.

- F_S : Max. Skruvlast
($F_S = F_A + F_{KR} = F_{SA} + F_{PA} + F_{KR}$)
- F_A : Axiell extern last
- F_{SA} : Axiellt förhöjd skruvlast
 $= n \times \{\delta_P / (\delta_S + \delta_P)\} \times F_A$
 $= \lambda \times F_A$ när man använder λ ,
lastfaktor $\lambda = n \times \{\delta_P / (\delta_S + \delta_P)\}$

Krafterna och förskjutningen som inträffar i skrubbog kan illustreras med hjälp av ett fogdiagram. Följaktligen kommer det föregående diagrammet att se ut så här:

(n : introducerad lastfaktor för att beskriva effekten av introduktionspunkten F_A)



- F_{PA} : Reducering av förspänningskraft
 $= (1 - \lambda) \times F_A$
- F_{KR} : Kvarvarande klämkraft
- f_{SA} : Längdförändring av skruven på grund av F_{SA}
- f_{PA} : Längdförändring av godset på grund av F_{PA}



Luke Jun
APPLIKATIONSINGENJÖR
NORD-LOCK GROUP KOREA

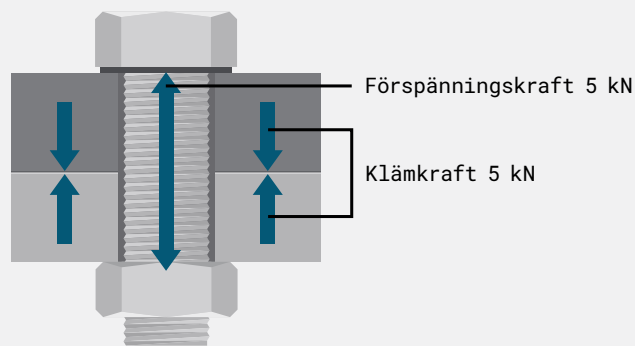


Masato Takenaka
TEKNISK CHEF NORD-LOCK
GROUP ASIA PACIFIC

Föregående formel kan verifieras genom följande exempel

Steg 1

Skruvförbandet spänns åt med 5 kN.
Ingen extern last appliceras.



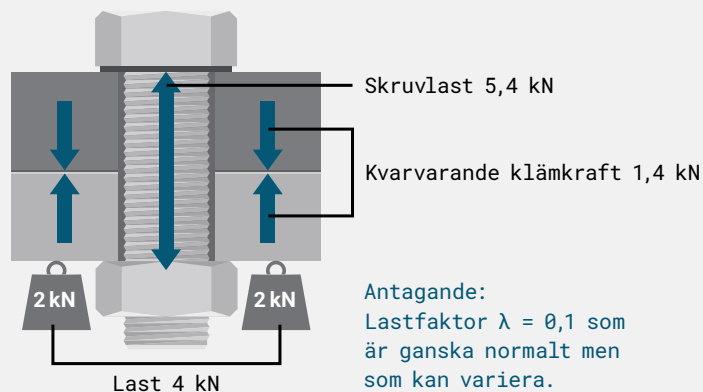
Steg 2

Externa statiska laster (4 kN) appliceras, dvs. mindre än förspänningskraften. Den initiala förspänningskraften blir nu kvarvarande klämkraft. Skruvlasten beräknas till 5,4 kN, men klämkraften reduceras till 1,4 kN.

$$F_A = 4 \text{ kN}, F_{SA} = \lambda \times F_A = 0,4 \text{ kN}$$

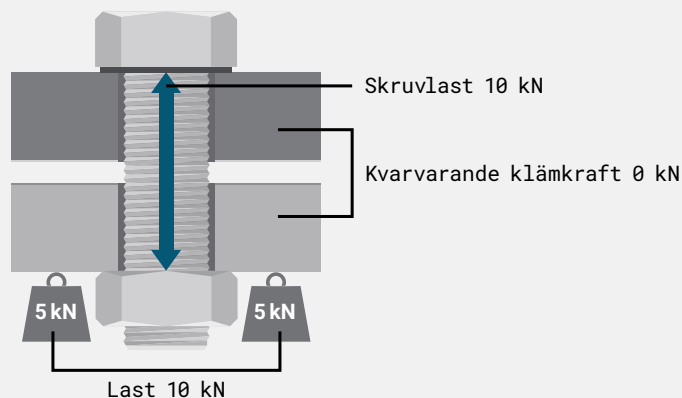
$$F_S = 5,4 \text{ kN} = F_A + F_{KR}$$

$$F_{KR} = 1,4 \text{ kN}$$



Steg 3

Ytterligare externa laster appliceras, som överstiger den initiala förspänningskraften. Då den externa lasten är högre än förspänningskraften separeras delarna och lasten på skruven ökar till i det här fallet 10 kN. (100 % externa laster)



Slutsatsen är att respektive komponents elastiska egenskaper kontrollerades när axialkraften applicerades på fogen. Dessutom finns andra externa faktorer som måste beaktas för att få en korrekt förutsägelse av nödvändig förspänningskraft, så som skjuvkraft, temperatur, vibration och dynamiska laster. För mer information kan du kontakta ditt närmaste Nord-Lock Group-kontor.

