

BOLTED

PULTTITEKNIIKAN ERIKOISLEHTI

NUMERO 1 - 2021

SUUNNITTELEMASSA
**TURVALLISEMPAA
MAAILMAA**

04 GENOVAN SILTA

Nord-Lockin aluslevyt turvaavat Genovan uuden sillan kriittiset liitännät.

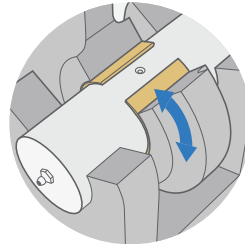


18 KIINNITYS:

Expander System auttaa perheyritystä pidentämään kaivinkoneiden käyttöikää.

08 NÄKÖALOJA TEOLLISUUDENALALLE

Miten insinööritaito voi tehdä infrastruktuurista kestävämpää ympäri maailmaa.



20 ASIAANTUNTIJAT

Mikä vaikuttaa niveliitosten kulumiseen?

11 SUPERBOLT HYFIT

Oivalluksia uuden sukupolven laajennuspultin suunnittelusta.

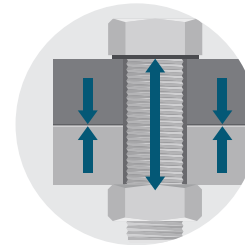
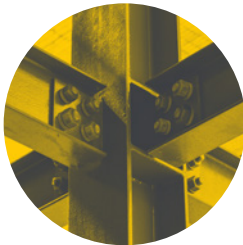


22 HUVIPUISTOJEN TURVALLISUUS

Mitään ei jätetä sattuman varaan.

14 TURVALLISEMPI MAAILMA

Miten luotettavuus auttaa suunnittelijoita tasapainottamaan kilpailevat vaatimukset.



26 ASIAANTUNTIJAT

Mitä esikuormitukselle ja puristusvoimalle tapahtuu kohdistettaessa ulkoista kuormitusta?

TOIMITUSPÄÄLLIKKÖ

Alexander Wennberg
alexander.wennberg@nord-lock.com

VARAPÄÄTOIMITTAJA

Ariane Osman
Jörgen Lindström

VISUAALISESTA ILMEESTÄ JA ULKOASUSTA VASTAAVA

Gabriel Jacobi

SISÄLLÖN TUOTTAMINEN

Nord-Lock Group
Spoon Agency

KÄÄNNÖS

LanguageWire

KANSIKUVA

Kerros 1

PAINO

Exakta

Bolted-lehteä julkaisee Nord-Lock Group. Lehti pyrkii lisäämään tietämystä pitävistä pulttikokoonpanoista ja suunnitteluratkaisuista. Bolted julkaistaan kahdesti vuodessa kymmenellä kielellä, jotka ovat kiina, englanti, suomi, ranska, saksa, italia, japani, korea, espanja ja ruotsi.

Huomaa, että emme ota pyytämättä vastaan käsikirjoituksia. Tämän julkaisun aineistoa saa jäljentää vain luvalla. Lupapyyhöt osoitetaan toimituspäällikölle. Bolted-lehdessä julkaistu toimituksellinen aineisto ja ilmaistut mielipiteet eivät välttämättä edusta Nord-Lock Groupin tai kustantajan näkemyksiä. Bolted-lehteä julkaistaan tiedotustarkoituksessa. Annetut tiedot ovat yleisluonteisia, eikä niitä pidä pitää neuvoina tai perusteina päätöksenteossa tai käyttää tiettyyn tarkoitukseen. Kaikki annetun tiedon käyttö on käyttäjän omalla vastuulla. Nord-Lock Group ei ole vastuussa mistään suorista, epäsuorista, välillisistä tai oheisvahingoista, jotka johtuvat Bolted-lehdessä annettujen tietojen käytöstä.

Saat Bolted-lehden, koska olet joko asiakkaamme, kumppanimme tai jälleenmyyjämme, tai olet antanut osoitteesi tuotteitamme tilatessasi tai messuilla, tai olet tilannut lehden.

Olemme saaneet yhteystietosi joko sinulta tai kolmannen osapuolen lähteestä. Käsittelemme yhteystietoja, jotta voimme toimittaa Bolted-lehden. Oikeusperusteena on laillinen intressi toimittaa ajantasaista tietoa tuotteistamme ja palveluistamme. Jos haluat lopettaa tilauksen, jolloin et saa tulevia numeroita, ota yhteyttä osoitteeseen unsubscribe@nord-lock.com.

Otamme mielellämme vastaan kommentteja osoitteeseen info@nord-lock.com.



Fredrik Mueller
Toimitusjohtaja, Nord-Lock Group

Sijoittaminen turvallisempaan infrastruktuuriin on sijoittamista tulevaisuuteen.

COVID-19 koettelee meitä kaikkia, niin yksilöitä kuin yrityksiä ja yhteiskuntiakin. Olemme kohdanneet tragedioita ja menetyksiä, mutta myös jälleen kerran todistaneet, miten sitoutuneet ja omistautuneet ihmiset puskevat eteenpäin upeisiin saavutuksiin. Tämä on lohdullinen oivallus katsottaessa tulevaisuuteen, jossa odottaa paljon lisää haasteita.

Tässä Bolted-lehden numerossa tapaamme asiantuntijoita ja keskustelemme siitä, miten sekä luonnon että ihmisen aiheuttamien katastrofien kasvava määrä aiheuttaa valtavan kuormituksen kriittiselle infrastruktuurille. Nyt on tärkeämpää kuin koskaan, että rakenne- ja konesuunnittelijat varautuvat odottamattomiin tapahtumiin.

Missiomme Nord-Lock Groupissa on turvata ihmishenkiä ja asiakkaiden sijoituksia. Olemme vuosien ajan tosissamme sitoutuneet tärkeään tehtäväämme tehdä maailmasta turvallisempi. Siksi olemme erityisen ylpeitä päästessämme osaksi Genovan uuden sillan kaltaisia vaativia ja kriittisiä suunnitteluhankkeita.

Kaupungin kuuluisa Morandi-silta romahti äkillisesti rankkasademyrskyssä vuonna 2018. Tämäkin tragedia on muistutus siitä, miten haastavia aikoja elämme mutta myös hyvä esimerkki siitä, millaisiin saavutuksiin päästään yhteistyön voimalla. Uusi silta rakennettiin ennätysajassa, ja se on kiinnitetty Nord-Lockin aluslevyillä.

Turvallisuus koskee myös elämän hauskoja puolia. Siksi kävimme Tukholmassa Gröna Lundin huvipuistossa keskustelemassa jännityksestä ja turvallisuudesta – pidä kiinni ja nauti kyydistä!

Pääset myös lukemaan innostavan kertomuksen siitä, miten kehitettiin uuden sukupolven laajennuspultit, jotka on suunniteltu ehkäisemään kaikki katastrofaalisten tapaturmien riskit, asiantuntijoiden oivalluksia ja paljon muuta.

Hyviä lukuhetkiä – pysytään turvassa ja yhteydessä!

GENOVAN SILLAN UUDELLEENRAKENNUS

Uuden sillan rakentaminen ennätysajassa Genovassa vuonna 2018 romahtaneen sillan tilalle oli korkean profilin hanke. Kaikki yhtiöt ja toimittajat tutkittiin perusteellisesti, koska missään ei ollut varaa epäonnistua.

Teksti Claudia Flisi Valokuvat Luca Rei / Shutterstock ja Nicolò Campo / Getty Images

GENOVAN SAN GIORGIO -SILTA (VIADOTTO GENOVA-SAN GIORGIO)

VIHITTY KÄYTTÖÖN
3. ELOKUUTA 2020

ARKKITEHTI
RENZO PIANO

KOKONAISPITUUS
1 067 METRIÄ

LEVEYS
30,80 METRIÄ

KAISTOJEN MÄÄRÄ
4 (JA 2 HÄTÄKAISTAA)

FINCANTIERI INFRASTRUCTURE

YHTIÖ

FINCANTIERI INFRASTRUCTURE ON MAAILMAN NELJÄNNEKSI SUURIMMAN LAIVANRAKENTAJAN FINCANTIERI S.P.A:N TYTÄRYHTIÖ.

OPERATIIVINEN PÄÄKONTTORI

VERONA, ITALIA

TUOTANTOLINJAT

RIIPPUSILLAT, MAASILLAT, KAARISILLAT, VINOKÖYSISILLAT, RAUTATIESILLAT, TORNIT, RAKENTEET, LENTOKENTÄT, MERENKULKULAITOKSET, KELLUVAT MODUULIJÄRJESTELMÄT.



Lorenzo Sartori

FINCANTIERI INFRASTRUCTUREN
TEKNISEN TOIMISTON PÄÄLLIKKÖ

Luoteis-Italian Genovassa tapahtui tragedia elokuun 14. päivän aamuna vuonna 2018. Kaupungin Morandi-silta romahti rankassa myrskysateessa niin äkillisesti, että salaman luultiin iskeneen siihen. Katastrofissa kuoli 43 ihmistä, tuhoutui koteja ja liiketiloja ja paljastui infrastruktuurissa jo vuosikymmeniä olleita ongelmia.

Romahduksesta otetuissa videoissa näkyy siltakannen taipuminen ja sitten irtoaminen kaapeleista, ristipalkin katkeaminen, kannatinpalkkien vääntyminen, tornien sortuminen ja lopuksi sillan 210-metrin keskiosan nurjahtaminen. Taustalla kuuluivat katsojien huudot yli 30 autossa ja kolmessa kuorma-autossa olleiden syöksyessä 45 metrin korkeudesta kuolemaan.

Varoitusmerkit jätettiin huomiotta

Tekniseltä kannalta Morandi-silta ei ollut silta vaan maasilta, vinoköysirakenteinen 1 182 metriä pitkä rakennelma, joka kulki Genovan Polceveran laakson yli. Se yhdisti kaupungin kaksi eri aluetta ja oli osa Italian ja Ranskan välistä tieverkostoa. Valmistuessaan vuonna 1967 suunnittelija Riccardo Morandin innovatiivinen malli, jossa käytettiin teräskaapeleille esijännitettä betonikuoria, oli kansallinen ylpeydenaihe.

Vuonna 1967 sen vuotuinen liikennemäärä oli kuitenkin noin kuusi miljoonaa. 2000-luvun alussa tämä määrä oli nelinkertaistunut ja rasitus alkoi näkyä sillassa. Varoitusmerkit jätettiin huomiotta teknisen osaamattomuuden ja poliittisten laiminlyöntien vuoksi.

Katastrofin jälkiselvittelyssä hallitus lupasi purkaa Morandi-sillan jäänteet ja tehdä tilalle uuden, turvallisen ja luotettavan maasilan. Arvostettu genovalainen arkkitehti Renzo Piano tarjoutui työskentelemään ilmaiseksi, ja Viadotto Genova-San Giorgion eli Genovan San Giorgio -sillan urakkasopimus myönnettiin hanketta varten perustetulle tilapäiselle yhteensuostumalle PERGENOVALLE.

Rakentamisessa kohdattiin paljon haasteita

Ajan säästämiseksi tarjouskilpailua ei järjestetty, mutta PERGENOVALLA oli moitteettomat suositukset. Sen kolme osakasta olivat Italian suurimman laivanrakentajan Fincantieri SpA:n tytäryhtiö Fincantieri Infrastructure, Italian suurin suunnittelu- ja pääurakointiyhtiö WeBuild SpA (tuoloin nimellä Salini Impregilo) ja liikenneinfrastruktuuriin keskittynyt valtion omistama suunnitteluyhtiö Italferr.

Fincantieri Infrastructure erikoistuu terästä käyttäviin monimutkaisiin suunnittelu-, hankinta- ja rakennushankkeisiin, muun muassa siltoihin, satamiin ja stadioneihin. Sen asiantuntemus hyödyntää emoyhtiön pitkää laivanrakennusperinnettä.

Turvallisuus on sillarakennuksessa aina päähuolenaihe, mutta Genovan hankkeen olosuhteet tekivät siitä PERGENOVALLA ehdottoman ykkösprioriteetin. Toimittajat ja alihankkijat valittiin sekä loistavien suositusten, että kilpailukykyisen hinnan ja toteutuksen nopeuden perusteella. ➔



He kohtasivat sekä ennakoituja että odottamattomia haasteita. Edellisiin kuuluivat tiukka aikataulu ja rakennuspaikan rajoitukset. Vanhan sillan jäänteitä purettiin heinäkuun 2019 lopulle asti, missä piti huomioida lähistön asukkaat. Odottamattomia hankaluuksia olivat muun muassa loppuvuonna 2019 alkanut yli sadan päivän sade, joka oli vuosisadan ennätys. Sitten alkuvuonna 2020 iski COVID-19.

Paljon innovatiivisia ratkaisuja

Fincantieri Infrastrutturen teknisen toimiston johtaja Lorenzo Sartori huomauttaa:

”Silta suunniteltiin malliltaan yksinkertaiseksi ja turvalliseksi sekä nopeasti ja helposti valmistettavaksi ja koottavaksi.”

Se on 1 067 metriä pitkä ja koostuu 19 teräsbetonisesta jännevälisestä, joita tukee 18 raudoitetusta betonista tehtyä pilaria. Malli muistuttaa tarkoituksellisesti laivan runkoa kunnianosoituksena Genovalle tärkeänä satamakaupunkina ja sillan symboliselle merkitykselle. Sartori lisää, että hänen yhtiönsä yhteistyö Renzo Pianon kanssa oli ”ainutlaatuinen mahdollisuus tehdä töitä arkkitehtuurineron kanssa”.

Hankkeen innovaatioita olivat muun muassa:

- valmistumisen nopeuttaminen byrokraattisia esteitä purkamalla
- aurinkosähköpaneelit tuottamaan energiaa valaistukseen, antureihin ja muihin järjestelmiin päivällä ja yöllä, mikä vähensi ympäristövaikutusta
- erityinen kuivatusjärjestelmä, joka esti rakennetta ajan kuluessa heikentävän suolaveden kertymistä
- neljä jatkuvasti toimivaa robottia siltakannen alapinnan kummallakin puolella. Ne tarkastivat, tunnistivat ja ilmaisivat poikkeavuuksia vuorokauden ympäri toimivalle valvomolle.

Menestys lähtee yhteistyöstä

San Giorgio -silta vihittiin käyttöön 3. elokuuta 2020, vain 15 kuukautta rakentamisen aloittamisesta. Rakenteen suoritustehoa ajan kuluessa ei voida vielä arvioida, mutta sen kauneus, toimivuus ja symbolinen merkitys ovat kiistämättömät. Sartori huomauttaa, että hanke oli ”henkilökohtainen ja ammatillinen kokemus suurelle määrälle monenlaisista taustoista tulevia ihmisiä, jotka antoivat sille kaikkensa ja näyttivät, mitä saadaan aikaan, kun kaikki tekevät yhdessä töitä yhteisen päämäärän hyväksi.”



Uuden sillan rakentamiseksi vanhan jäänteet täytyi purkaa

TEKNISIÄ OIVALLUKSIA SYMBOLISEN SILLAN VOITOKAS KIILA



Luca Gheddo
NORD-LOCK GROUPIN
ITALIAN TOIMITUSJOHTAJA



Frank Götz
NORD-LOCK GROUPIN
EMEA INDUSTRY MANAGER FOR
BUILDINGS AND INFRASTRUCTURE

Haaste oli valtaisa Nord-Lock S.r.l:n toimitusjohtajalle Luca Gheddolle ja Fincantieri Infrastructuren teknisen toimiston päällikölle Lorenzo Sartorille heidän tavatessaan elokuussa 2019.

Genovaan suunniteltuun uuteen siltaan tarvittiin pultteja, jotka eivät löysty rasituksessa, myöskään dynaamisessa kuormituksessa ja liikenteen aiheuttamassa värinästä.

Lisäksi pultteja ei asentamisen jälkeen päästäisi jatkuvasti tarkastamaan, saati sitten kiristämään. Aluslevyjen pitäisi siis olla luotettavia korkealle asennettuina vaikeapääsyisessä paikassa ja suolapitoisessa ympäristössä. He päättivät ratkaista asian Nord-Lockin kiilalukittuvilla aluslevyillä, jotka kiinnittävät pulttiliitoksen kitkan sijasta jännityksellä.

Aluslevyt sietävät erittäin hyvin korroosiota, joten ne kestävät käyttöä Genovan, Italian vilkkaimman satamakaupungin, ankarissa ympäristöoloissa. Nämä tulokset on todistettu yli tuhannella tunnilla ISO 9227 -suolasumutestillä.

Nord-Lock Groupin EMEA-alueen rakentamisen ja teräsrakenteiden toimialajohtajan Frank Götzin mukaan jotkut suunnittelijat epäröivät käyttää niitä, koska ne eivät välttämättä täytä eurooppalaisen rakennusasetuksen (EN-1090-2) tiukkoja vaatimuksia.

Tosiasiasa Nord-Lockin aluslevyt kuitenkin täyttävät nämä standardit ja samalla lisäävät turvallisuutta ja alentavat käyttökustannuksia.

Sartori vakuuttui asiasta, ja Nord-Lockin aluslevyt valittiin niiden tiettyjen ominaisuuksien perusteella. Yhdellä sarjalla kiinnitettiin kannen reunojen kehykset sekä siltaramppi. Kiilalukitus varmisti, etteivät niiden vahvistamat pultit pääse löystymään itsestään huolimatta voimakkaasta värinästä ja dynaamisista kuormituksista, joille altistuminen kuuluu sillan ja rampin ominaisuuksiin.

Erikseen on suunniteltu sarja teräksisiä rakennusaluslevyjä sopimaan teräsrakenteisiin ja HV/HR-järjestelmiin (suurilujuuksiin rakennepulttikokoonpanoihin esikuormitusta varten). Niitä käytetään sillan tasanteilla, joilla VDC-robotit (Vehicle Dynamic Control) partioivat kannen alapintaa etsien poikkeavuuksia ja ilmoittaen niistä.

Fincantieri Infrastructure oli tyytyväinen sekä aluslevyjen teknisiin ominaisuuksiin, että Nord-Lockin nopeuteen toimitettaessa tarvittavat sertifiointit, tekninen tuki ja tuotteet ripeässä aikataulussa. Gheddo muistelee, että ensimmäiset tilaukset toimitettiin tammikuussa 2020. Nord-Lock oli mielellään keskeisessä osassa tärkeässä ja haastavassa hankkeessa.



VOIKO SIETOKYKYINEN INFRASTRUKTUURI PELASTAA KATASTROFEILTA?

Teksti Ulf Wiman Valokuva TerenceLeezy/Getty Images

Kansainvälinen katastrofitietokanta (International Disaster Database, EM-DAT) ei ole heikkohermoisille. Se on loputon luettelo inhimillistä kärsimystä, ympäristökatastrofeja ja taloudellisia pohjattomia kaivoja. Tietokannassa luetellaan ja selostetaan yli 22 000 suuren katastrofia maailmanlaajuisesti vuodesta 1900 lähtien. Se sisältää luonnonkatastrofeja, muun muassa tulvia, taifuuneja, maanvyörymiä, kuivuuksia, maanjäristyksiä, helleaaltoja ja maastopaloja.

Siinä on myös ihmisen aiheuttamia katastrofeja, muun muassa haaksirikkoja, lento-onnettomuuksia, tulipaloja, räjähdyksiä, kaivossortumia ja rautatieonnettomuuksia. Siinä on

myös muun muassa diskossa tapahtunut ihmisryntäys.

Katastrofien määrä kasvaa

Katastrofien määrän huomioiden ei yllätä, että katastrofiriskien vähentämiselle on oma kansainvälinen merkkipäivä. Yhdistyneiden kansakuntien järjestää sen edistämään riskitietoisuutta ja katastrofien lieventämistä, ja sitä on vietetty joka vuosi 13. lokakuuta vuodesta 1989.

Tämän tapahtuman yhteydessä vuonna 2020 Yhdistyneiden kansakuntien katastrofiriskien hallintavirasto (UNDRR) julkaisi raportin katastrofien inhimillisistä kustannuksista: Yhteen veto viimeisten 20 vuoden ajalta, 2000–

Sekä luonnon, että ihmisen aiheuttamien katastrofien kasvava määrä aiheuttaa valtavan kuormituksen kriittiselle infrastruktuurille. Insinööritaito voi olla keskeinen osa sen tekemistä sietokykyisemmäksi hyödyttäen yhteisöjä ympäri maailmaa.

2019. Alkusanoissa katastrofiriskien hallinnan pääsihteerin erikoisedustaja ja YK:n katastrofiriskien hallintaviraston johtaja Mami Mizutori ja Belgian Louvainin yliopiston terveystieteiden ja yhteiskuntatieteen instituutin katastrofiepidemiologian keskuksen professori Debarati Guha-Sapir kirjoittavat:

”Uutta vuosisataa on kulunut kaksikymmentä vuotta, ja jokainen vuosi tuo uudenlaisia katastrofiriskejä ja niiden mittasuhteita. Katastrofit eivät koskaan ole odottaneet vuoroaan, ja yhä useammin niiden riskit yhdistyvät. Riskitekijät ja seuraukset moninkertaistuvat ja kasautuvat osuen toisiinsa ennakoimattomilla tavoilla.”



Mizutori ja Guha-Sapir jatkavat: ”Tämä raportti keskittyy pääasiassa ilmastoon liittyvien katastrofien huikeaan nousuun viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana, mutta se myös kertoo tarpeesta vahvistaa katastrofiriskien hallintaa kaikkien luonnon ja ihmisen aiheuttamien katastrofien osalta, mukaan lukien ympäristölliset, tekniset ja biologiset vaarat ja riskit.”

Ehdotonta katastrofien sietokyvyn vahvistamiselle

Ilmatoon liittyviä katastrofeja ovat säästä, ilmastosta ja vedestä johtuvat katastrofit. 2000-luvun ensimmäisten kahden vuosikymmenen aikana niiden määrä on lähes kaksinkertaistunut. Suurin osa ilmoitetuista 7 348 katastrofista oli tulvia, toiseksi suurin ryhmä oli myrskyt. Katastrofien laskettiin aiheuttaneen 1,23 miljoonaa kuolemaa ja vaikuttaneen 4,03 miljoonaa ihmiseen. Niiden arvioidut maailmanlaajuiset taloudelliset vahingot olivat 2,97 biljoonaa dollaria.

UNDRR:n lisäksi monet hankkeet ja järjestöt ympäri maailmaa ovat sitoutuneet tämän suuntauksen kääntämiseen. Näihin kuuluu muun muassa YK:n Sendai-puitekehys katastrofiriskien vähentämiseksi 2015–2030.

Se pyrkii ehkäisemään uusia ja vähentämään nykyisiä katastrofiriskejä toteuttamalla integroituja ja inklusiivisia taloudellisia, rakenteellisia, oikeudellisia, sosiaalisia, terveydellisiä, kulttuurisia, ympäristöllisiä, teknisiä, poliittisia ja institutionaalisia toimenpiteitä, jotka ehkäisevät ja vähentävät vaaroille altistumista ja haavoittuvuutta katastrofeille, lisäävät valmiutta vastetta ja toipumista varten vahvistaen siten sietokykyä.

Toiminnalle määritettiin neljä prioriteettia:

1. katastrofiriskien ymmärtäminen
2. katastrofiriskien hallinnoinnin vahvistaminen katastrofiriskien hallitsemiseksi

3. sijoittaminen katastrofien hallintaan sietokyvyn parantamiseksi
4. katastrofivalmiuden parantaminen tehokasta vastetta ja entistä paremmaksi rakentamista varten palautumisessa, kunnostamisessa ja jälleenrakentamisessa.

Ihmishenkien, toimeentulon ja terveyden turvaaminen on ensimmäinen prioriteetti, mutta myös kriittisen infrastruktuurin ja palvelujen vaurioiden vähentäminen äärimmäisen tärkeää.

Kriittinen infrastruktuuri pitää yhteiskunnan koossa

Kriittinen infrastruktuuri on modernia yhteiskuntaa koossa ja käynnissä pitävä voima. On helppo kuvitella täysi kaaos, joka vallitsisi ilman toimivia teitä, rautateitä, siltoja, tunneleita, juoksevaa vettä ja viemärointiä tai sähköverkkoja. Kuvittele maailma ilman pääsyä internetiin tai tietoliikenteeseen. Siinä sitä mahdollisuuksia häiriöihin. ➔

4:1

Infrastruktuurin sopeuttamisen arvellaan tuottavan nelikertaisen tuoton jokaista sijoitettua dollaria kohti.

470 miljoonaa

45 kaupungin väkimäärä, jonka arvioidaan kärsivän äärimmäisestä vesipulasta vuoteen 2030 mennessä, nykymäärän ollessa 255 miljoonaa.

Sietokyky

Vaaroille altistuneen järjestelmän, yhteisön tai yhteiskunnan kyky vastustaa, vaimentaa ja sopeuttaa vaaran vaikutuksia, sopeutua niihin, muuntaa niitä ja toipua niistä ripeästi ja tehokkaasti, mukaan lukien sen välttämättömien perusrakenteiden ja -toimintojen riskinhallinnan avulla säilyttämisen ja kunnostamisen kautta.

94 biljoonaa dollaria



Maaanlaajuinen infrastruktuuriero tarkoittaa, että maailmanlaajuiseen infrastruktuuriin täytyy vuoteen 2040 mennessä varata noin 94 biljoonaa dollaria.

650 miljardia dollaria



Ilmaston liittyvät katastrofit ovat viimeisten kolmen vuoden aikana maksaneet maailmalle yli 650 miljardia dollaria.

Infrastruktuurin sietokyky

Kyky kestää muuttuvia olosuhteita, sopeutua niihin ja toipua myönteisesti iskuista ja rasituksista.

Lähde: resilienceshift.org ja undrr.org

Resilience Shift on Lloyd's Register Foundationin ja ammatpalveluyhtiö Arupin hanke, jonka mukaan suurempi määrä ihmisiä kuin koskaan on riippuvainen infrastruktuurijärjestelmien tuottamista kriittisistä palveluista, koska maailman väestö kasvaa ja siirtyy maaseudulta kaupunkeihin. Jos mikä tahansa näistä järjestelmistä kaatuu, seuraukset yleiselle turvallisuudelle ja hyvinvoinnille sekä ympäristölle ja taloudelle voivat olla katastrofaaliset.

Arvioiden mukaan vuoteen 2050 mennessä 70 prosenttia maailman väestöstä asuu kaupungeissa. Se on siis kasvava haaste.

Resilience Shift huomauttaa, että ilmastonmuutos ja kyberhyökkäykset ovat todellisia uhkia, jotka vaikeuttavat kriittiseen infrastruktuuriin kohdistuvien iskujen ja rasiusten ennakoitua ja välttämistä. "Infrastruktuuri täytyy ehdottomasti valmistella ennakoitaviin uhkiin, ja sen täytyy pystyä vastamaan odottamattomiin tapahtumiin niin, että se pystyy jatkamaan yhteiskunnalle välttämättömiä palveluja."

Insinöörityö on ehdottoman tärkeässä osassa

Sietokykyisen infrastruktuurin tekeminen on monitahoinen ala, johon kuuluvat suunnitelmat, rahoitus, mallit, toiminnot ja ylläpito.

Insinöörityö eri alahaaroilla, esimerkiksi rakenne- ja kone-tekniikalla, voi olla tärkeä tehtävä sekä luotaessa, että muutosasennettaessa turvallisia, kestäviä ja sietokykyisiä ratkaisuja.

Kriittisen infrastruktuurin suunnitelmissa ja malleissa suunnittelijoiden täytyy nähdä asiat laajemmin, mahdollisista vaaroista vasteeseen ja sopeutumiseen katastrofin sattuessa ja palautumiseen sen jälkeen.

Resilience Shift edistää siirtymää infrastruktuurin näkemiseen sen kautta, mitä se tekee, ei sen kautta, mitä se on. "Sen sijaan, että teemme tietyillä mallikynnyksillä vikaturvallisia tuotteita, meidän täytyy kehittää ja käyttää järjestelmiä niin, että ne vikaantuvat turvallisesti vähäisillä seurauksilla ja palautuvat nopeasti."

Perusta tuleville sukupolville

Eteenpäin mentäessä suunnittelijoilla on yhä tärkeämpi tehtävä kestävä, turvallisen ja sietokykyisen kriittisen infrastruktuurin suunnittelussa, tuottamisessa ja ylläpitämisessä. Näin he auttavat tekemään ja turvaamaan hyvin toimivan yhteiskunnan perustaa tuleville sukupolville. He edistävät myös kestävä kehitystä ympäri maailmaa.

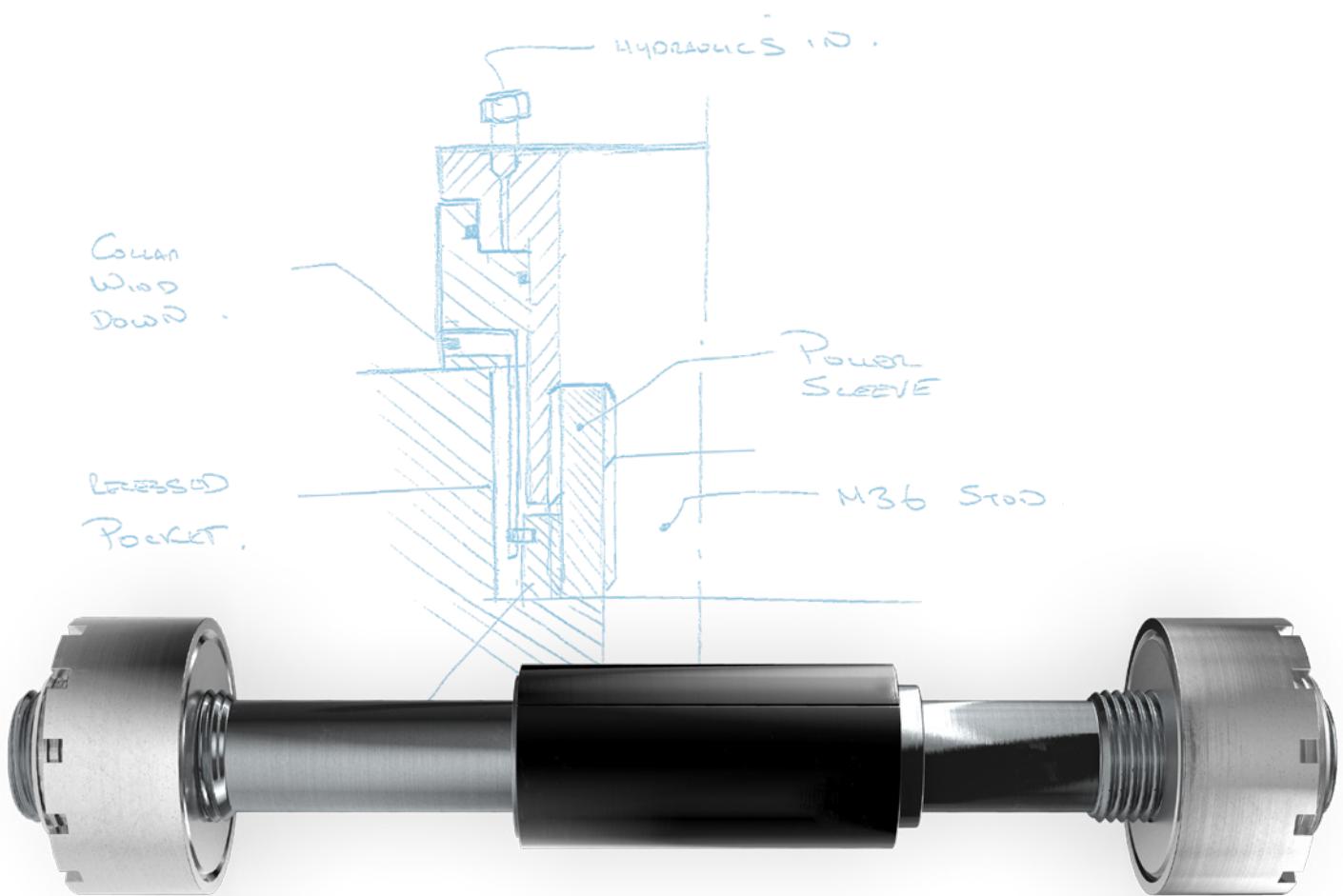
Lue luotettavuussuunnittelusta ja sietokyvystä lisää sivun 14 teema-artikkelista.



TYHJÄLTÄ SIVULTA UUDEN SUKUPOLVEN LAAJENNUSPULTIKSI

Steve Brown aloitti uransa laajennuspulttien parissa yrityksessä, joka toimi hänen kotikaupunkinsa Manchesterin ulkopuolella.

30 vuotta myöhemmin hän on tullut täyden kierroksen uuden sukupolven laajennuspulttimallilla, joka ratkaisee monia turvallisuusongelmia. [➤](#)



”Miten tekisit sen, jos et tietäisi miten se tehdään nyt?”

Tämä oli kokeneen suunnittelijatiimin ajattelutapa sen lähtiessä muotoilemaan uuden sukupolven hydraulitoimisia laajennuspultteja.

Tulos? Superbolt HyFit.

Teksti ja valokuva Jörgen Lindström

”Meillä oli heti alussa paljon ideoita, mutta sitten päätimme: Ei tehdäkään tätä näin. Niin on jo tehty. Aloitetaan tyhjältä pöydältä”, sanoo Nord-Lock Groupin laajennuspulttien maailmanlaajuinen tuotejohtaja Steve Brown.

Ensisijainen tavoite alussa oli suunnitella hydraulitoiminen pulttiliitos, joka tekee menettelystä sekä helpomman että käyttäjälle paljon turvallisemman.

”Kun näkee juuttuneen laajennuspultin ja mitä sen poistaminen vaatii, ymmärtää kuinka paljon päänvaivaa ja stressiä se aiheuttaa sen kanssa työskenteleville. Halusimme todella löytää ratkaisun helpottamaan tätä”, Steve Brown sanoo.

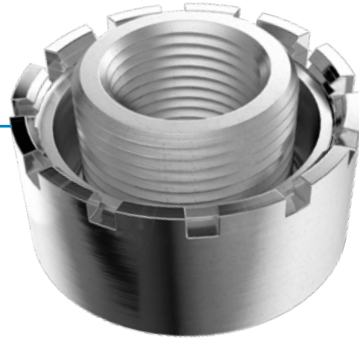
Hän oli suunnittelijakollegoineen hyvin tietoinen hydraulitoimisten laajennuspulttien yleisistä suurista haasteista. Yksi niistä on, että mutterista ulos tulevan kierteen pituutta ei suurinopeuksisissa käyttökohteissa voi pidentää.

”Höyry- tai kaasuturbiini pyörii joko 3 000 tai 3 600 kierroksen minuuttinopeudella, joten turbulenssi olisi valtava, jos turbiinista pistäisi ulos jotain koneen käydessä”, sanoo Steve Brown.

Perinteisissä menetelmissä käytetään vedintä, pääpulttiin itseensä tilapäisesti ruuvattavaa lisäpulttia, joka ratkaisee sen ongelman, ettei pääpultissa ole kierteitä hydraulisen kiristimen liittämiseen. Ruuvattava komponentti on tietenkin läpimitaltaan pääpulttia pienempi, joten se tarvitsee kokoonsa nähden suuren kuormituksen.

”Emme halunneet käyttää perinteistä sisäkierteistä vedintä, koska sen riskinä on pultista irtoaminen, mikä voi aiheuttaa katastrofaalisia tapaturmia.”

Ratkaisu oli muotoilla ulkokierteinen mutteri, jolloin hydraulisen kiristimen voi liittää mutterin sisäpuolen sijasta sen ulkopuoleen.



”Koska Superbolt HyFitin läpimitta on suurempi, voimme lyhentää kytkeytyvän kierteen pituutta, koska poikittainen kosketuspinta-ala pysyy silti samana. Kierteet kytkeytyvät paljon tarvittavaa enemmän, joten mutterille voidaan turvallisesti antaa täysi kuormitus turvallisuuksutta vaarantamatta”, Steve Brown selittää.

Hänen mielestään ratkaisu oli onnistunut, mutta menettely voisi olla turvallisempi. Perinteisissä menetelmissä käytetään kahta eri käyttöpainetta, yhtä holkin laajenemiseen ja toista aksiaaliseen kiristämiseen. Molemmissa menettelyissä käytetään samaa kiristinpäätä.

”Halusimme löytää keinon estää ketään käyttämästä väärää painetta väärällä hetkellä. Sitten tajusin yhtäkkiä: Jos meillä on kaksi erillistä ja mitoiltaan erilaista kiristyspäätä, pystytään toimimaan vain yhdellä käyttöpaineella.

Ratkaisu oli käyttää Boltightin hydraulista mutteria laajentamaan holkki reikään ja Boltightin hydraulista kiristintä kuormittamaan pultti aksiaalisesti.

Koska kiristimessä on suurempi hydraulinen painealue kuin hydraulimutterissa, molemmat toiminnot voi tehdä samalla paineella.

Toisin sanoen käyttöpaineita on vain yksi ja erimallisia päitä kaksi, jotta tiedetään, mikä kuuluu mihinkin.

”Se kuulostaa nyt niin yksinkertaiselta, mutta kukaan ei kai ennen ollut tullut ajatelleeksi sitä. Olen iloinen tästä ideasta, koska se tekee menettelystä ehdottoman turvallisen. Ei ole mitään riskiä, että ne menisivät sekaisin”, Steve Brown sanoo.

Irrottaessa liitospulttia ei tarvitakaan sisäistä vedintä tai edes öljyn injektointia. Se on toinen merkittävä parannus turvallisuuden kannalta verrattuna perinteisiin menetelmiin. Hankkeeseen on osallistunut suunnittelijoita Nord-Lock Groupin toimipaikoista Sveitsin St. Gallenkappelista, Ison-Britannian Walsallista ja Yhdysvaltain Pittsburghista.

”On pidetty paljon kokouksia Sveitsissä ja Isossa-Britanniassa ja paljon iterointeja Superbolt HyFitin mallista. COVID-19 tietenkin teki niistä lopun. Näin ollen tähän lopulliseen tuotemuotoiluvaiheeseen pääsemiseksi on käytetty useita tunteja keskusteluun, laskelmiin ja analyysiin verkkokokouksissa”, Steve Brown sanoo.

Steve Brown on Australiassa asuva englantilainen, joka aloitti juuri 31. vuoden alalla. Hän aloitti uransa laajennuspulttien parissa yrityksessä, joka toimi hänen kotikaupunkinsa Manchesterin ulkopuolella.

”Nyt tuntuu, että olen tullut koko matkan takaisin alkuun. Aloitin hydraulisesta laajennuspultista, ja nyt minulla on kunnia olla mukana suunnittelemassa aivan uutta laajennuspulttien sukupolvea. Se tuntuu aika tyydyttävältä.”





SUUNNITTELEMASSA

**TURVALLISEMPAA
MAAILMAA**

Miten luotettavuus auttaa suunnittelijoita tasapainottamaan kilpailevat vaatimukset

Luonnonkatastrofeista tulee todennäköisesti tälle vuosisadalle tyypillinen ominaisuus. Vaikutukset ihmiskuntaan Australian helleaalloista länsi-Yhdysvaltojen maastopaloihin, Karibian hurrikaaneihin ja kaakkois-Aasian tulviin ovat karut. Niitä voivat vielä pahentaa huterat rakennukset, laitokset ja infrastruktuuri.

Rakenne- ja konesuunnittelijoiden täytyy huomioida tällaiset odottamattomat tapahtumat, mutta samaan aikaan heiltä vaaditaan edullisempia, kevyempiä ja hiljaisempia tuotteita. Voidaanko suunnittelijoiden todella odottaa löytävän sijaa luotettavuudelle näiden paineiden alla?

Täytyy ottaa askel taaksepäin ja ymmärtää, että suunnittelijoiden kohtaamien vaatimusten ristiriitaisuudessa ei ole mitään uutta. Vaatimukset vaikuttavat yhä suuremmilta, mutta muutos ei välttämättä ole näin jyrkkä.

Parempi, nopeampi, edullisempi

Fred Schenkelberg on luotettavuussuunnittelija ja -konsultti, joka on työskennellyt luotettavuuden parissa ja opettanut sitä yli 20 vuoden ajan. Hänen mukaansa tilanne ei ole muuttunut niin olennaisesti. ”Haluan parempaa, nopeampaa ja halvempaa! Ei tämä ole muuttunut. Voidaan kuitenkin sanoa, että sen tahti on kiihtynyt.”

”Mutta sitä on insinööritaito: vaihtokauppoja ja kilpailevien tarpeiden täyttämistä.”

”Suunnittelutiimillä on todennäköisesti kustannustavoite, haluttu päivämäärä tuotteen julkaisulle ja päämäärät toiminnallisuudelle. Ne saavat suunnitteluprosessissa paljon tilaa ja painoarvoa. Luotettavuuden ammattilaisena haluan varmistaa, että myös luotettavuuden arviointi näkyy kaikissa suunnitteluvaiheissa.”

Yksi keino painottaa sen näkyvyyttä on Design for Reliability eli luotettavuuteen perustuva suunnittelu, joka yhdistää useita luotettavuussuunnittelussa kehitettyjä työkaluja ja menetelmiä.

Luotettavuutta koko käyttöiän

Luotettavuussuunnittelu eli Design for Reliability (DfR) on vaiheittainen prosessi, joka tukee luotettavuutta tuotteen koko käyttöiän sen syntymisestä vanhentumiseen. Luotettavuussuunnittelu ei siis kuulu ainoastaan luotettavuusalan ammattilaisille. Organisaatiotalla laadittuna ja toteutettuna se ohjaa tuotteen suunnittelua, valmistusta ja kunnossapitoa, joten siihen saattavat osallistua yhtiön kaikki osat.

Luotettavuussuunnittelun perustana olevan periaatteen mukaan luotettavuus tapahtuu päätöksentekohetkellä. Näin ollen luotettavuus täytyy ottaa huomioon kauan ennen fyysisen tuotannon aloittamista. ☺

Luotettavuussuunnittelun tärkeimmät toiminnot



Tämän tekeminen edellyttää kunnollista ymmärrystä luotettavuuden olemuksesta. Konetekniikassa luotettavuus on todennäköisyys, jolla esine toimii käyttötarkoituksessaan tietyn ajan tietyissä olosuhteissa.

Kun luotettavuudesta on näin yleinen ymmärrys, voidaan tunnistaa ja määrittää tuotteen luotettavuusvaatimukset, jotka yleensä ovat samankaltaiset tai samat kuin asiakkaan odotukset. Vasta kun vaatimukset ovat selvät, pitäisi aloittaa ne täyttävän tuotteen suunnittelu.

Yksi koko ei sovi kaikille

Luotettavuussuunnittelulle ei ole yleismaailmallisesti hyväksyttyä mallia, mutta mihin tahansa ohjeeseen kuuluu todennäköisesti viereisen kaavion perusvaiheiden noudattaminen.

Se ei kuitenkaan ole yksisuuntainen prosessi. Odotus on, että suunnittelu-, analyysi- ja varmistusvaiheisiin palataan useita kertoja ennen kuin tuote on valmis lanseerattavaksi. Näissä vaiheissa voidaan käyttää paljon työkaluja, testejä ja prosesseja, jotka osoittavat tuotteen heikot kohdat, toleranssit ja lujuuden. Schenkelberg antaa luotettavuussuunnittelusta tiiviin yhteenvedon:

”Se on sarja sääntöjä, ohjeita ja toimintoja, jotka auttavat päätöksiä tekeviä, niin asentajia, suunnittelijoita kuin päälliköitäkin, ymmärtämään täysin luotettavuuden seuraukset.”

”Se ei kuitenkaan ole saman pysyvä sarja työkaluja tai toimintoja. Jokainen tilanne, tuote ja käyttökohde on erilainen.”

Askel taaksepäin arvon lisäämiseksi

Nämä erot ovat keskeisiä, koska luotettavuussuunnitteluun käyttäminen tarkistuslistana voi aiheuttaa ongelmia.

”Yksi ansa, johon organisaatiot lankeavat, on sanoa, että edellinen tuote oli oikein hyvä. Se täytti odotukset luotettavuudesta ja asiakkaiden odotukset, joten tehdään kaikki niin kuin viimeksikin. Tämä on vaarallista, koska seuraavalla tuotteella on ehkä eri käyttökohdeet ja eri päämäärä ja se menee ehkä eri asiakkaalle”, Schenkelberg selittää.

”Seurauksena voi olla tarkistuslista-ajattelutapa: Tehdään nämä testit, taristetaan kaksi tuntia, ja se on siinä. Mutta



Fred Schenkelberg
LUOTETTAVUUSSUUNNITTELIJA
JA -KONSULTTI

lisätäänkö näin todella arvoa? Pitää istua alas miettimään, mitkä testit saatavat paljastaa mahdollisia tulevaisuudessa tapahtuvia ongelmia.” Ja tulevien ongelmien löytämiseksi täytyy ehkä tehdä se, mitä suunnittelijat yleensä välttävät, eli toivottaa tervetulleeksi vikaantumisen.

Epäonnistumisen edut

Tuotteen testaaminen sen vikaantumiseen asti voi olla hyödyllinen työkalu luotettavuuden selvittämisessä. Tämä lähestymistapa voi kuitenkin haastaa tavalliset suunnitteluperiaatteet.

”Suunnittelijat ja insinöörit pyrkivät yleensä estämään vikaantumisen ja ajattelevat sitä paljon esineen kehittämisen aikana.” Schenkelberg sanoo ja jatkaa:

”Luotettavuussuunnittelu pystyy tekemään vikaantumisen näkyvämmäksi.”

”On tärkeää pystyä oppimaan vikaantumisen osoittavan, että tuote toimii. Testit tehdään olosuhteissa, joissa tuotteen odotetaan läpäisevän ne, mutta jos yritetään saada uutta tietoa, tuote pitää ajaa vikaantumiseen asti.”

”Niin saadaan selville vikaantumisen luonne, miten se ilmeni ja minkälaiset rasiitukset yhdistyvät ja aiheuttavat vikaantumisen. Sen voi tehdä eri tavoilla, mutta edellytys on halu löytää vikaantumiset.”

Yksi tapa tuoda mahdolliset vikaantumiset esiin on nopeutettu käyttöikätestaus eli HALT (Highly Accelerated Life Test). Sitä voidaan käyttää osana luotettavuussuunnittelun varmistus- ja validointivaihetta.

Todellisen luotettavuuden ymmärtäminen

”Miellän HALTin löytämisprosessiksi”, Schenkelberg sanoo. ”Siinä käytetään paljon erilaisia käyttökohteen kannalta

olennaisia rasiitoksia ja lisätään niitä, kunnes tuotteen on pakko vikaantua. Sillä saadaan selville, vikaantuuko tuote odotetulla rasiitustasolla, ja voidaan tehdä sen perusteella päätöksiä marginaaleista. Yhtä tärkeää on oppia vikaantumisen luonteesta: miten se tapahtui.”

Teorian ja käytännön asiantuntijat ovat koonneet listoja rasiitoksista, joita rakennuksiin, laitoksiin ja infrastruktuuriin saattaa kohdistua ilmastomuutoksen ja muiden katastrofitapausten seurauksena. Tapaukset asettavat suunnittelijoille uusia vaatimuksia, mutta todellinen muutos on kohdistuvien rasiitusten suuruusluokka ja yhdistelmä.

Schenkelbergin mukaan vikaantumisia etsimällä voidaan ymmärtää tuotteen todellista luotettavuutta ja lujuutta ja saada enemmän tietoa sen kestäkyvystä odottamattomien tapahtumien sattuessa.

Teksti Brian Cloughley Valokuva NTAenk/Shutterstock

LUOTETTAVIEN PULTTILIITOSTEN SUUNNITTELUA NORD-LOCK GROUPIN KANSSA

Mahdollisten vikaantumislähteiden löytäminen on yksi Nord-Lockin tekemistä monista testausmenettelyistä, selittää Euroopan alueen tekninen johtaja Cyril Cadoux.

”Pulttiliitoksissa ajamme testejä harvoin vikaantumiseen asti, koska meillä on oikeat tiedot vaurioituneiden osien juurisyyntä selvittämiseen. Jo ensimmäisten muutaman tuhannen käyttösyklin katsominen kertoo meille suuntaukset. Näin se antaa tiedon ja varmuuden tuotteen luotettavuudesta, jotta sille voidaan antaa elinikäinen takuu”, hän sanoo.



Cyril Cadoux
NORD-LOCK GROUP EUROPE
TEKNINEN PÄÄLLIKKÖ

”Ei kuitenkaan riitä, että vain tarkastelemme tuotteita erikseen ja vahvistamme niiden olevan lujia ja luotettavia. Testaamme pulttimme ja aluslevymme niissä ympäristöissä, joissa niitä käytetään.”

”Keskustelemme asiakkaiden kanssa, selvitämme käyttökohteet ja teemme sen perusteella syvällisemmän analyysin. Hankimme heiltä mahdollisimman paljon tietoa ja tuotamme sitten skenaarioita. Joskus kaikki ei selviä 3D-piirustuksista tai kaavioista, joten tarpeen mukaan käymme paikan päällä”

”Emme siis vain testaa Nord-Lockin tuotteita, vaan oikeastaan testaamme heidän pulttiliitoksiaan. Voimme tuoda asiakkaiden avuksi analyysimme ja simulaatiomme ja sisäiset työkalumme”, sanoo Cadoux lopuksi.

Haluatko lukea lisää? White paperimme turvallisten pulttiliitosten malliperiaatteista voi lukea englanniksi osoitteesta www.nord-lock.com/safe-bolts

Odotamme teiden olevan tasaisia, päällysteiden ehjiä ja juoksevan veden, sähkön, kaasun ja televiestintäyhteyksien toimivan kotona ja töissä, mutta monet eivät juurikaan huomioi (muuten kuin metelistä ärsyntyessään) kaivinkoneita, jotka tekevät teitä ja elintärkeitä maanalaisia verkostoja.

EXPANDER SYSTEM PIDENTÄÄ KAIVINKONEIDEN KÄYTTÖIKÄÄ

Teksti Christina Mackenzie Valokuvat Thomas Desmerger

Montchaninissä, joka sijaitsee Ranskan Bourgognessa kaksi kolmannesta matkasta Pariisista Geneveen, toimii menestyvä, 250 ihmistä työllistävä pk-perheyrittys: Pascal Guinot TP (TP tarkoittaa Travaux Publics eli yleiset työt). Vuonna 1993 perustettu yhtiö ei vain tee kaivantoja vaan myös niissä kulkevia kuivia verkostoja (sähkö-, lämpö- ja televiestintäjärjestelmiä) ja märkiä verkostoja (vesi- ja viemärijärjestelmiä), minkä jälkeen se täyttää kaivannot ja korjaa tien. Se tekee myös maansiirtotöitä, teitä ja päällysteitä, rakentaa ulkopysäköintialueita ja työskentelee yksityisasiakkaille, jotka haluavat esimerkiksi rakentaa pihan.

Kalliita ja aikaavieviä korjauksia

”Asiakkaitamme ovat kunnat, pk-yritykset, teollisuuskonsernit ja joskus yksityiset asiakkaat”, sanoo yhtiön kunnossapidosta vastaava Thomas Desmerger.

Pascal Guinot TP:llä on näihin töihin noin 800 erilaista konetta. Niihin kuuluu 70 kaivinkonetta ja pienkaivinkonetta, ”jotka ovat käytössä 45 viikkoa vuodessa”, sanoo Desmerger. ”Omissamme suoraan noin puolet näistä kaivinkoneista eri tuotemerkeiltä, muun muassa New Holland, Liebherr, Caterpillar, JCB ja Mecalac”, hän selittää, ”ja loput taas ovat vuokraa omaksi

-järjestelyllä kunnossapitosopimuksella. Näin ollen kun ajoneuvot tulevat omistukseemme, ne ovat jo kymmenvuotisen käyttöikänsä puolivälissä eivätkä enää kunnossapitosopimuksen piirissä. Silloin meidän täytyy alkaa kunnossapitaa niitä itse. Ja viisivuotiaina ne alkavat tarvita isoja korjauksia!”

Puomi, varsi ja kauha ovat kaivinkoneen eniten kulumisesta kärsiviä osia, mutta suurin ongelma on varren liitostappi. ”Kun alkaa vähän huojua, koneenkäyttäjän on vaikeampi ohjata sitä, eikä tarkasti kaivaminen tai kauhaisu onnistu”, Desmerger selittää. Huojunta johtuu liitostappin kulumisesta, jonka vuoksi se ei enää istu tiiviisti korvakkeisiin. ”Ennen olisimme joutuneet purkamaan osan, hitsaamaan ja avarutamaan sitä ja sitten taas kokoamaan sen, jolloin kone olisi yleensä ollut poissa käytöstä ainakin kuukauden. Ja kun kone on rikki, se ei tienaa meille rahaa”, hän lisää. ”Operaation kallein osa oli koneistus, koska sitä emme voineet tehdä itse vaan jouduimme ostamaan sen kalliilla hinnalla, joskus 2 000 eurolla yhtä liitostappia kohti”, hän huomauttaa.

Vähemmän hukka-aikaa

Ennen Guinot TP:hen liittymistä Desmerger tunsikin jo Nord-Lock Groupin Expander Systemin. ”Olen ollut

tällä alalla yli 20 vuotta, joten tiesin jo Nord-Lockin tuotteista”, hän hymyilee. Siksi hän ehdotti Expander System niveltappeja mahdolliseksi ratkaisuksi kaivinkoneiden hukka-ajan lyhentämiseen. ”Otin yhteyttä Nord-Lock Groupiin, keskustelimme ongelmastamme ja saimme ratkaisun.”

Hänen työpajansa tekee paljon ennaltaehkäisevää kunnossapittoa, joten hiljaisemman kauden (tammi-helmikuu sään ja elokuun lomien vuoksi) aikana kaivinkoneet voidaan korjata nopeasti. ”Joten kun koneenkäyttäjistä alkaa tuntua, että liitostappi alkaa löysytyä, otamme kaikki tarvittavat mitat ja kerromme ne Nord-Lock Groupille, ja he toimittavat meille oikean tuotteen. Olemme käyttäneet Expander Systemiä noin kolmesta neljään vuotta, ja Nord-Lock Group vastaa meille ja seuraa asiaa aina. He ovat erittäin ammattimaisia”, hän sanoo.

”Päämäärämme oli pidentää koneidemme käyttöikää ja vähentää niiden kustannuksia”, hän sanoo.

”Nyt Expander Systemin ansiosta koneidemme hukka-aika on vähentynyt lähes 70 %, noin kymmenen päivään, joten sijoitus oli erittäin kannattava”, Desmerger painottaa.

TEKNISIÄ OIVALLUKSIA

Puomin, kauhan varren, kauhan ja hydraulisen sylinterin väliset liitännät ovat äärimmäisen alttiita korvakkeiden kulumiselle. Perinteiset korjausmenetelmät ovat kalliita ja aikaavieviä, ja ne täytyy tehdä useita kertoja koneen käyttöä aikana. Expander System ratkaisee tämän ongelman pysyvästi.

Expander System koostuu molemmista päistään kapenevasta akselista, kahdesta paisuntaholkista, kahdesta lukkoaluslevystä ja kahdesta kiinnikkeestä. Kiinnittimien kiristäminen painaa jaetut paisuntaholkit aluslevyjen avulla painautuvat tapin kartionmuotoisia päitä kohti. Sitten holkit laajentuvat mukautuen korvakkeiden muotoon ja lukitsevat järjestelmän

paikalleen. Järjestelmän uusintakiristys lukitsee sen molemmilta puolilta ja parantaa vakautta merkittävästi. Kartionmuotoinen akseli on tavallisia suoria tappeja helpompi poistaa ja asentaa uudelleen.

Laaja tuotevalikoima kaikkiin koneisiin

Koska Pascal Guinot TP:n kaivinkoneet tulevat eri valmistajilta, niiden tapit eivät ole kaikki samanlaisia. Kun tappi täytyy vaihtaa, korjaamon päällikön ei tarvitse muuta kuin syöttää tappiliitoksen tiedot verkossa Expanderin verkkokaupan mittalomakkeelle. Nord-Lock Groupin suunnittelija ottaa heihin sitten yhteyttä ja antaa ratkaisuehdotuksen. Vuonna 2019 Guinot teki kahdeksan tilausta yli 30 tapille ja varaosille.



ASIAKAS
PASCAL GUINOT TP

SIJAINTI
MONTCHANIN, RANSKA

ALA
JULKISET TYÖT JA MAANRAKENNUS

KÄYTTÖKOHDE
KAIVINKONEEN VARRET

RATKAISU
NORD-LOCK
EXPANDER SYSTEM

TULOKSET
PIDEMPI KONEIDEN KÄYTTÖIKÄ, PIENEMMÄT
KUSTANNUKSET, PALJON VÄHEMMÄN HUKKA-AIKAA



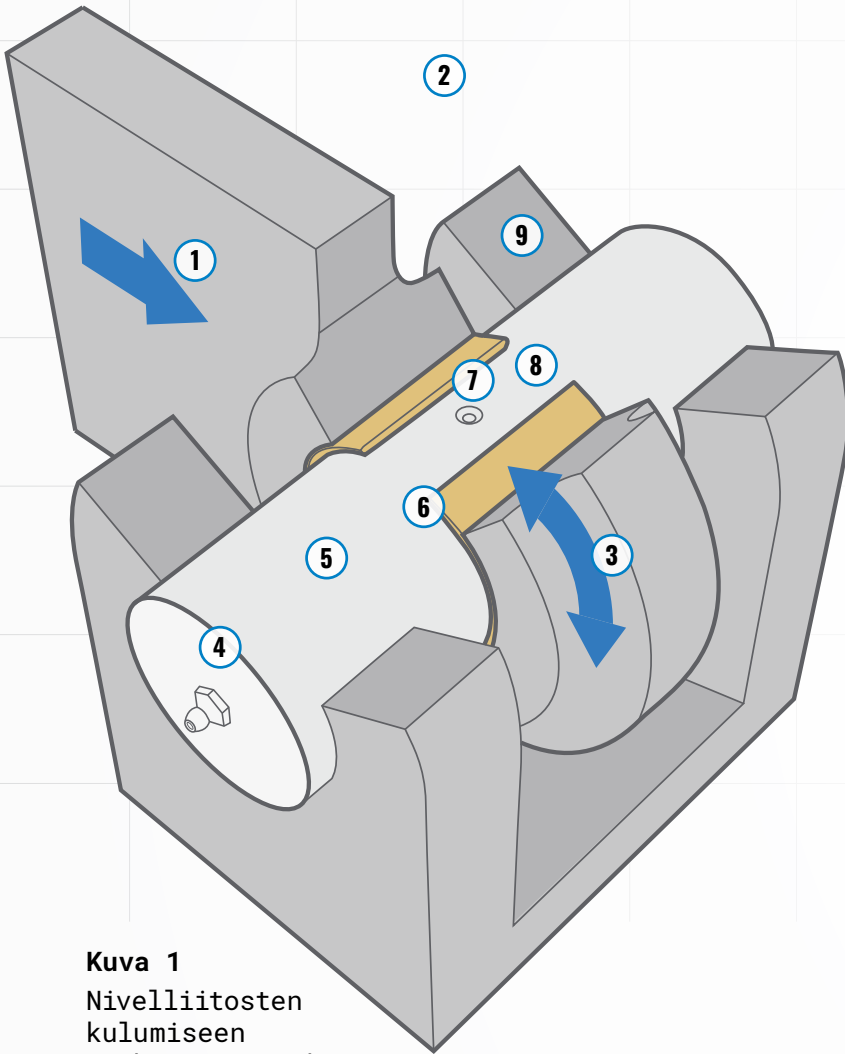
Thomas Desmerger
PASCAL GUINOT TP:N
KORJAAMOPÄÄLLIKKÖ

Mikä vaikuttaa nivelliitosten kulumiseen?

Lähetä kysymykset pulttitekniikasta sähköpostitse osoitteeseen experts@nord-lock.com

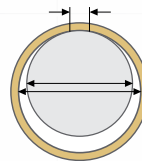


Mathias Olofsson
NORD-LOCK GROUPIN
EXPANDER-OSASTON
TUOTEJOHTAJA



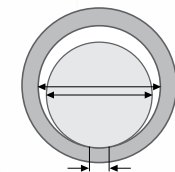
Kuva 1
Nivelliitosten kulumiseen vaikuttavia tekijöitä

- | | |
|---|---|
| <p>1 Kuormitus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kesto - Taajuus - Suunta <p>3 Kiertoliike</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nopeus - Pituus - Taajuus <p>5 Akselin (tapin) pinta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kovuus ja syvyys - Karkeus - Metallurgia - Korroosio-ominaisuudet <p>7 Voitelu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Koostumus - Viskositeetti - Määrä - Taajuus - Kiinteä voitelu | <p>2 Ympäristö</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lämpötila - Hiukkasten koko ja tyyppi - Kosteus <p>4 Akselin (tapin) materiaali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metallurgia - Mekaaniset ominaisuudet - Koko <p>6 Holkki (hela)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metallurgia - Mekaaniset ominaisuudet - Voitelun jakautuminen - Koko |
|---|---|



Tapin-helan kosketusalue

- 8 Liikkeen kosketuspinta-ala**
- Kuormitusalue
 - Reiän ja tapin toleranssi/rako



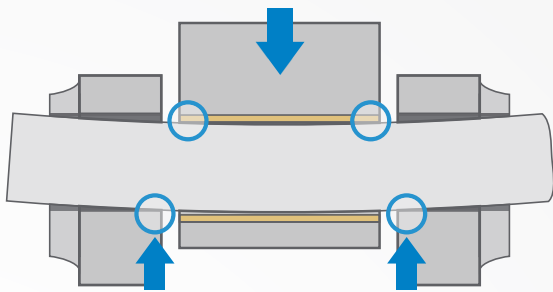
Tapin-korvakkeen kosketusalue

- 9 Korvake**
- Mekaaniset ominaisuudet
 - Kuormitusalue
 - Reiän ja tapin toleranssi/rako
 - Koko

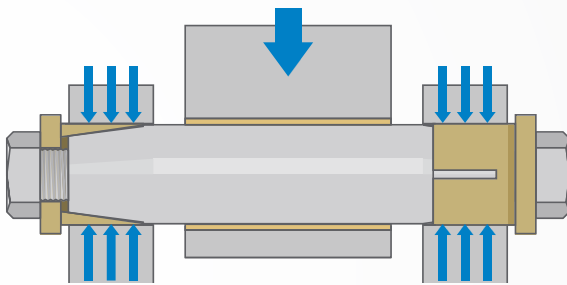
Konevalmistajien täytyy huomioida monia tekijöitä ajan kuluessa tapahtuvan nivelliitosten kulumisen minimoimiseksi.

Nivelliitoksen kulumisen on helan, akselin ja korvakkeen kulumisen summa, johon vaikuttaa useita tekijöitä. Konevalmistajilla on paljon muotoiluvaihtoehtoja kulumiseen minimoimiseen, mutta loppukäyttäjällä vaihtoehtoja on vähemmän tämän halutessa optimoida käyttöajan ja huoltokustannukset helposti ja edullisesti. Tässä kohtaa kuormitukselle, nivelliitoksen koolle, nopeudelle ja liiketaajuudelle tai koneen käyttöympäristölle voidaan harvoin tehdä mitään. Seuraavia kuitenkin voidaan muuttaa:

- voitelun käyttö ja sen tapa
- akselin ja helan materiaalin tyyppi, kovuus ja pinnoitus
- akselin kiinnitys korvakkeisiin.



Kuva 2 Perinteinen suora tappi



Kuva 3 Expander System

Perinteinen suora tappi
Kuormitustapaus:
Nivelelliset tuet

Asennuksessa tarvittavan
välyksen vuoksi akselin
päitä tukee vain pohja



Enimmäistaipuma kohdassa $l/2$

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

Mahdollisimman vähän taipumista

Nivelliitoksen kulumiseen eniten vaikuttava tekijä on pintapaine eli kuormitusalue suhteessa kuormitukseen/voimaan. Paineen ollessa riittävän korkea mikään mahdollinen voitelu, materiaali tai kovuus ei voi estää joko helan, akselin (tapin) tai korvakkeen pysyvää vaurioitumista. Jos kuormitus pysyy samana mutta sen vaikutusalue pienenee, paine nousee. Nivelliitosta kuormitettaessa akseli (tappi) taipuu, vain hieman mutta tarpeeksi muuttamaan akselin/helan ja akselin/korvakkeen välistä kosketusalueetta. Kun nivelliitoksen kuormitus on pieni, kuormitus jakautuu laakerin ja korvakkeiden koko pituudelle. Kun akseli taipuu kuormituksen kasvaessa, alueet muuttuvat ja paine nousee (kuva 2).

Paineen muutos riippuu tapin kuormituksen, pituuden ja läpimitan lisäksi myös helan mekaanisista ominaisuuksista. Elastisempi hela auttaa jakamaan kuormitusta tiettyyn rajaan asti, minkä jälkeen se joko muuttuu plastiseksi (pysyväksi) vääntymäksi ja/tai voiman uudelleenjaoksi.

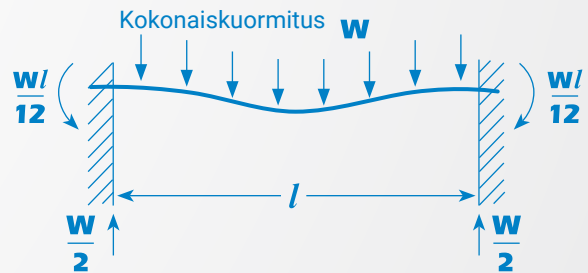
Akselin kiinnittämisen edut

Akselin (tapin) taipuminen riippuu myös siitä, onko se kiinteä vai päistä irti. Perinteinen suora tappi, jota tukee vain korvakkeiden pohja, on löysässä tai taipuu kuin nivelellisesti tuettu palkki. Expander System (kuva 3) kiinnitetään korvakkeisiin ja taipuu kuin kiinteästi tuettu palkki.

Kuormitustapauksesta riippuen kiinteästi tuettu akseli taipuu jopa viisi kertaa vähemmän kuin nivelellisesti tuettu samassa kuormituksessa (kuva 4).

Expander System
Kuormitustapaus:
Kiinteät tuet

Laajentuvat holkit kiinnittävät
akselin päät korvakkeisiin



Enimmäistaipuma kohdassa $l/2$

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

Kuva 4 Alkuperäiset kuormitustapausesimerkit

Akselin päiden kiinnittäminen myös rajoittaa tapin vapaaksi säteittäiseksi liikkeeksi vain helan ja akselin välyksen. Tämä auttaa rajoittamaan massan kiihtymistä ja helaan ja tappiin kohdistuvia suuria iskuvoimia. Expander System poistaa korvakkeiden kulumisen ja vähentää holkkien/akselin kulumista.

HUVIPUISTOJEN TURVALLISUUS: MITÄÄN EI JÄTETÄ SATTUMAN VARAAN

Huvipuistolaitteissa turvallisuus on ehdottoman tärkeää. Niiden kunnossapito voi kuitenkin olla kallista ja aikaavievää. Kuluneille akseleille ja laakereille on kuitenkin ratkaisu, joka selvittää ongelman.

Pysyvä ratkaisu.

Jotkut innostuvat huvipuistolaitteista niin, että haluavat niihin aina uudestaan. Toiset eivät niinkään. Huvipuistolaitteissa on paljon valinnanvaraa niin jännityksen kuin suorastaan kauhistuksenkin osalta.

Päiset pudottautumaan 80 metrin korkeudesta, kiitämään ylösalaisin hiusneulakaarteeseen tai kieppumaan hulluissa G-voimissa. Mutta vakavasti ottaen. Jännitys meni liian pitkälle, jos se ei olisi varmasti turvallista.

Useimmat laitteet liikuttavat suurta massaa suurella nopeudella, joten kyseessä ovat suuret voimat. Ne voivat asettaa valtavia kuormituksia rakenteille ja vaunuille, jotka on useimmiten valmistettu teräksestä. Turvallisuus ja luotettavuus ovat ehdottoman tärkeitä vaaratilanteiden ja tapaturmien välttämiseksi.

Tiukat vaatimukset koko arvoketjussa

Vaikka tapaturmien määrä on Euroopassa melko pieni, eurooppalainen standardointijärjestö CEN julkaisi toukuussa 2019 uuden eurooppalaisen standardin EN 13814 huvipuistolaitteiden ja huvilaitteiden turvallisuudesta. Se kattaa kaiken laitteiden suunnittelusta niiden käyttöön, kunnossapitoon, valvontaan ja tarkastamiseen.

Standardi asettaa huvipuistoja valmistaville ja käyttäville yhtiöille tiukat vaatimukset. Peter Anderssonin mukaan:

”Turvallisuus on perustava osa liiketoimintaamme ja koskee sekä vierailijoita että työntekijöitä. Siinä emme koskaan tee kompromisseja.”



Peter on Tukholman Gröna Lundin huvipuiston ja Gröna Lundin ja Ruotsin suosituimpia teemapuistoja omistavan ja operoivan Parks and Resorts Scandinavia-konsernin laitekunnossapitopäällikkö.

Parks and Resortsin paikalliset kunnossapito-osastot tekevät päivittäin huolelliset tarkastukset sekä kiskoille että vaunuille etsien merkkejä kulumisesta tai vaurioista. Joka vuosi vaunut puretaan ja kaikki osat röntgenkuvataan. Lupaviranomaisen sääntöjen mukaan tehdään viiden vuoden välein perusteellinen tarkastus, jossa kaikki huvipuistolaitteet puretaan pieniin osiin.

Usein aluslevyjen vaihto riittää

Löystyvät pulttiliitokset ovat turvallisuusvaara, kuten muussakin suunnittelussa. Esimerkiksi Gröna Lundin Eclipse-laitteessa on 910 tonnia terästä ja betonia ja 80 000 pulttia. Niihin mahtuu paljon mahdollisia ongelmia.


”Jos löydämme löystyneen pultin, teemme usein analyysin sen syystä. Yleisesti ottaen vaihtaminen Nord-Lockin aluslevyihin riittää”, sanoo Andersson, joka kuuli Nord-Lockin kiilalukittuvista aluslevyistä ensimmäisen kerran vuonna 1998, kun niitä käytettiin yhden huvipuistolaitteen kiskojen kiinnittämiseen silmämääräisen tarkastuksen jälkeen.

”Kun näin ratkaisun toimivuuden, en halunnut enää käyttää mitään muuta”, hän sanoo.

”Siitä lähtien olemme heti tilanneet Nord-Lockin aluslevyjä, jos löydämme löystyneen pultin.” Monet laitteiden valmistajat ilmoittavat jo suunnitteluvaiheessa Nord-Lockin aluslevyt. Niitä käytetään usein suurissa pulttiliitoksissa, kiskojen ja teräsrakenteissa tyyppisissä käyttökohteissa sekä vaunujen jarrujen liikkuvissa osissa.

Aikaa ja rahaa säästävä ratkaisu

Nord-Lockin aluslevyjen lisäksi Parks and Resorts käyttää myös Expander Systemiä estämään korvakkeiden kulumista. Se on avartamisen kaltaisiin perinteisiin korjauksiin verrattuna säästänyt paljon rahaa ja vähentänyt hukka-aikaa. Se on kuitenkin myös merkittävästi pidentänyt huvipuistolaitteiden käyttöikää, mikä tarkoittaa huomattavia säästöjä, koska uudet suurikokoiset laitteet saattavat maksaa yli 900 000 euroa.

Andersson sai tietää Expander Systemistä ensimmäistä kertaa 1990-luvun lopulla: ”Kokeilimme erilaisia korjausratkaisuja, mutta tuntui aina, että ne voisivat olla parempiakin. Sitten löysimme Expander Systemin.” 



Peter Andersson

GRÖNA LUNDIN
LAITEKUNNOSSAPITOPÄÄLLIKKÖ



ASIAKAS

PARKS AND RESORTS
SCANDINAVIA AB

KÄVIJÖIDEN MÄÄRÄ

NOIN KOLME
MILJOONAA VUODESSA

KÄYTTÖKOHTEET

USEITA, MUKAAN LUKIEN TURVAKISKOT,
JARRUT JA TERÄSRAKENTEET

ALA

OMISTAA JA OPEROI NELJÄ RUOTSIN SUOSITUINTA
TEEMAPUISTOA: SKARA SOMMARLAND, GRÖNA LUND,
KOLMÅRDEN JA FURUVIK

RATKAISU

EXPANDER SYSTEM JA NORD-LOCKIN
KIILALUKITTUVAT ALUSLEVYT

Siitä lähtien sitä on käytetty monissa Gröna Lundin laitteissa, myös Mustekalassa. Vuonna 2009 Expander System asennettiin sen kaikkiin varsiin, ja laite on siitä lähtien toiminut moitteettomasti. Toinen jännittävä laite on Gröna Lundin vanhin laite Lentävä matto.

”Sillä on historiallista arvoa, ja korvaavaa laitetta on vaikea löytää”, Andersson sanoo. ”Noin kahdeksan vuotta havaitsimme kulumista kriittisessä tuessa. Sen korjaamiseen olisi ennen tarvittu uudet laskelmat ja lopuksi täysimittainen tarkastus, jolloin laite olisi todennäköisesti jouduttu poistamaan käytöstä.” Kuluneet akselit ja pultit korvattiin Expander Systemillä, ja Lentävä matto on yhä turvallisesti käytössä.

Expander System laajenee

Parks and Resorts käyttää Expander Systemiä yhä laajemmin. Kun Kolmårdenin eläin- ja huvipuiston kunnossapito-osasto otti tiedusteli Anderssonilta Expander Systemin asentamisesta laitteisiinsa, hän suositteli sitä mielellään.

Huvipuistolaitteiden vaunujen heikko kohta on yleensä vaunun telin jousitus, koska siihen kohdistuu suurin rasitus. Akselien kuluminen suurentaa alustan reikien toleransseja, jopa jo muutaman vuoden kuluessa.

Kolmårdenin mekaanikko Fredrik Johansson sanoo: ”Kun on ollut alalla 30 vuotta niin kuin minä, tietää löysien osien olevan ongelma. Ja tiukkojen turvallisuusvaatimustemme vuoksi emme kyhää kokoon tilapäisratkaisuja. Ei haittaa, jos se maksaa vähän enemmän.”

Pitkän aikaväliin säästöjä

Aluksi Expander System voi vaikuttaa kalliilta, mutta käyttöä näkökulmasta sillä säästää rahaa, Johansson selittää. ”Kun verrataan Expander Systemin ostohintaa koko laitteen purkamiseen ja osien lähettämiseen avarrettaviksi, jälkimmäinen tulee sekä kalliimmaksi että vie enemmän aikaa”.

Mekaanikkona Johansson arvostaa Expander Systemin asentamisen helppoutta. Avartamista tai hitsaamista ei tarvita, joten työ voidaan tehdä paikan päällä suoraan kuluneisiin asennuksiin.

*”Se on nerokas ratkaisu”, hän sanoo.
”Olemme käyttänyt sitä nyt yhden kauden,
ja se toimii mainiosti. Ongelma ratkaistu.”*

Teksti

Ulf Wiman

Valokuvat

Justin Garvanovic / Parks and Resorts
Gröna Lund / Parks and Resorts
Magnus Glans / Parks and Resorts



SUPERBOLT-TYÖKALU

PARAS TUOTEMUOTOILU 2020



Vuosien ajan pidettiin liian vaikeana suunnitella laitemalli, joka voisi kiertää samanaikaisesti useita monipultteja oikeaan kuormitukseen. Nord-Lock Groupin suunnittelijaryhmä kuitenkin teki mahdottomasta totta.

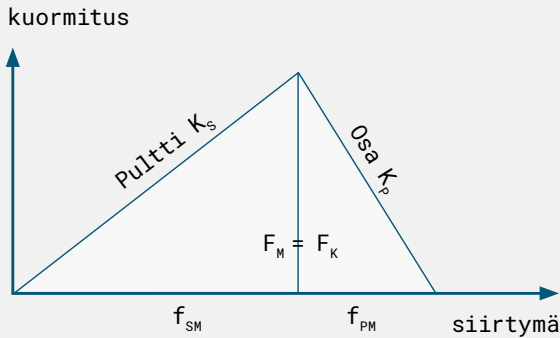
Itse asiassa heidän innovaationsa Superbolt-työkalu on tehnyt niin suuren vaikutuksen, että sille on myönnetty yksi maailman arvostetuimmista muotoilupalkinnoista: **Red Dot -palkinto**. Superbolt-työkalu voitti parhaan tuotemuotoilun palkinnon 2020 innovaatiokategoriassa.



reddot winner 2020

Mitä esikuormitukselle ja puristusvoimalle tapahtuu kohdistettaessa ulkoista kuormitusta?

Lähetä kysymykset pulttiteknikasta sähköpostitse osoitteeseen experts@nord-lock.com



- K_S : Pultin jäykkyys ($F_M / f_{SM} = 1/\delta_S$)
- K_P : Osien jäykkyys ($F_K / f_{PM} = 1/\delta_P$)
- F_M : Esikuormitus
- F_K : Kiinnityskuormitus
- f_{SM} : Pultin siirtymä pidentyneenä (+)
- f_{PM} : Osan siirtymä kokoonpuristuneena (-)

Vääntö pulttiin tai mutteriin tarvittavan kiristyskuormituksen saamiseksi tehdään yleensä ruuviavaimella. Tätä kiristyskuormitusta kutsutaan esikuormitukseksi. Esikuormitus määritellään kiinnikkeeseen sitä kiristettäessä muodostetuksi jännitykseksi. Sen tehtävä on ehkäistä rakennusosien liukuminen ja avautuminen. Kiinnitysvoima on osiin vasteena esikuormitukseen vaikuttava voima.

Näin ollen yksittäisen pultiliitoksen laskelma perustuu liitoksen elastiseen käyttäytymiseen pultin akselilla. Tämä alue vaikuttaa huomattavasti pultin vääntymiseen ja kuormitukseen.

Ulkoisten voimien vaikuttaessa liitoksiin kaikki voimia välittävät elementit täytyy analysoida. Liitosten käyttäytymisen voi ennustaa siitä, miten ne reagoivat ulkoisiin voimiin.

Liitosta koottaessa muodostetaan esikuormitus F_M , joka tekee liittymään kiinnityskuormituksen F_K . Ensinnäkin määritetään jäykkyyserroin. Tämä on materiaalia 1 mm:n venyttämiseen vaadittava kuormitus.

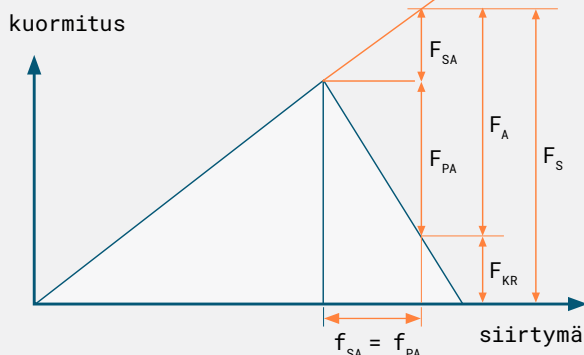
- $K = \Delta F / \Delta L$, joustavuuden vastakohta (sietokyky $\delta = 1/K$)
- Viitaten liitoskaavioon (Rötscherin kaavio).

Sitten kiinnitettyjen osien kautta kohdistettu pulttiin vaikuttava aksiaalinen työkuormitus F_A välitetään kiinnitetyn alueen ja pultin kautta. Pulttiin esikuormituksen lisäksi siirtyvä osuus työkuormituksesta nimetään pultin kuormitukseksi F_{SA} , ja F_{PA} on ulkoisesta työkuormituksesta johtuva esikuormituksen vähennys. Jakauman osuus riippuu liitoksen elastisesta käyttäytymisestä.

- F_S : Enintään Pultin kuormitus ($F_S = F_A + F_{KR} = F_{SA} + F_{PA} + F_{KR}$)
- F_A : Aksiaalinen ulkoinen kuormitus
- F_{SA} : Pultin aksiaalinen lisäkuormitus
 $= n \times \{ \delta_P / (\delta_S + \delta_P) \} \times F_A$
 $= \lambda \times F_A$ jossa λ ,
kuormituserroin $\lambda = n \times \{ \delta_P / (\delta_S + \delta_P) \}$
(n: kuormituksen tuontitekijä tuontipisteen F_A vaikutuksen kuvaamiseen)

Pultiliitoksessa tapahtuvat voimat ja siirtymä voidaan esittää liitoskaaviona. Näin ollen edellinen kaavio näyttää tältä:

- F_{PA} : Esikuormituksen vähennys
 $= (1 - \lambda) \times F_A$
- F_{KR} : Jäännöskiinnityskuormitus
- f_{SA} : Pultin pidentyminen syynä F_{SA}
- f_{PA} : Kiinnitettyjen osien elastinen lineaarinen vääntymä syynä F_{PA}





Luke Jun
NORD-LOCK GROUPIN KOREAN
SOVELLUSUUNNITTELIJA

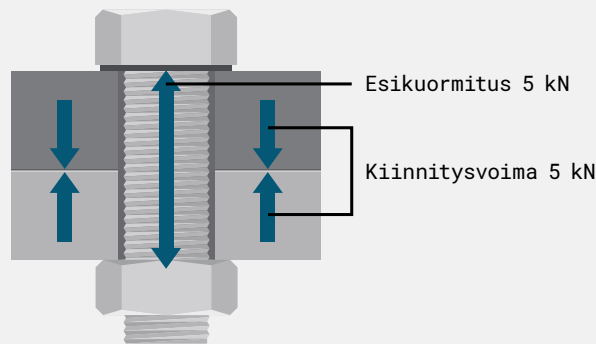


Masato Takenaka
NORD-LOCK GROUPIN AASIAN
JA TYYNENMEREN ALUEEN
SUUNNITTELUJOHTAJA

Edellinen kaava voidaan varmistaa seuraavalla esimerkillä

Vaihe 1

Pulttiliitos kiristetään 5 kN:iin.
Ulkoista kuormitusta ei kohdisteta.



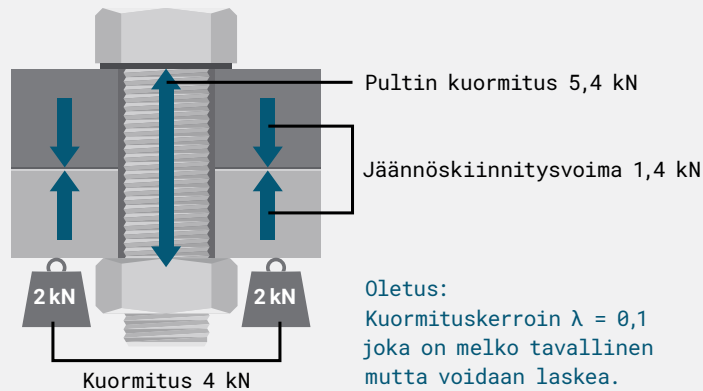
Vaihe 2

Ulkoisia staattisia kuormituksia (4 kN) kohdistetaan mutta esikuormitusta vähemmän. Alkuperäisestä esikuormituksesta tulee nyt jäännösesikuormitus. Pultin kuormitukseksi lasketaan 5,4 kN mutta kiinnitysvoima vähenee 1,4 kN:iin

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

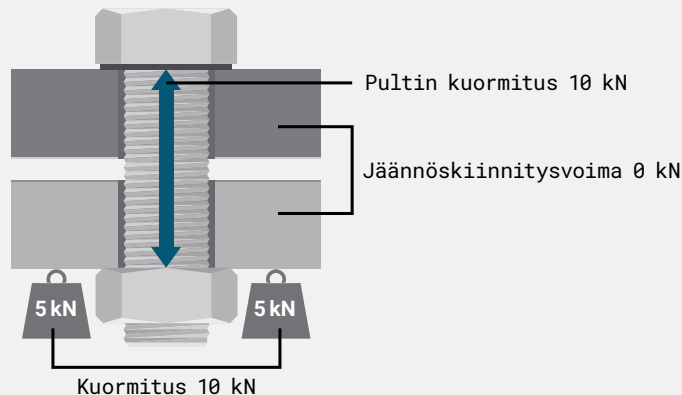
$$F_S = 5,4 \text{ kN} = F_A + F_{KR}$$

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



Vaihe 3

Ylimääräisiä ulkoisia kuormituksia kohdistetaan, alkuperäistä esikuormitusta enemmän. Koska ulkoinen kuormitus on paljon esikuormitusta suurempi, osat erkanevat ja pultin kuormitus kasvaa 10 kN:iin asti. (100 % ulkoisista kuormituksista)



Lopuksi kunkin komponentin elastinen käyttäytyminen tarkastettiin aksiaalivoimien muodostuessa liitoksessa. Lisäksi tarvittavan esikuormituksen ennustamista varten on huomioitava muita ulkoisia tekijöitä, muun muassa leikkausvoimat, lämpötila, värinä ja dynaamiset kuormitukset. Kysy lisää lähimmästä Nord-Lock Groupin toimistosta.

