

**Professori Seppo Virtasen tutkijaryhmälle
Tuottavan käynnissäpidon palkinto**

Tapahtumaketjuista esiin oleellisin oksa

Tampereen teknillisen yliopiston professori Seppo Virtasen johtama kymmenhenkinen tutkijaryhmä on viimeiset kymmenen vuotta keskittynyt seikkaperäisen käyttövarmuuden ja kunnossapidon suunnittelun tutkimukseen. Tarkastelun ydin on löytää tapahtumaketjusta oleellinen ja hylätä riskien kannalta epäoleellinen tieto. Virtasen tutkimusryhmä palkittiin Tuottavan käynnissäpidon palkinnolla marraskuussa Kunnossapitopäivillä.

Teksti Jari Runsas

Kuva Matti Niemelä

Tuotteen käyttövarmuus muodostuu luotettavuudesta, huollettavuudesta ja huoltovarmuudesta. Seikkaperäinen käyttövarmuuden suunnittelu on vielä vähäistä suomalaisessa teollisuudessa, vaikka yllättävien vikojen sekä suunnittelu- ja valmistusvirheiden korjaamiseen kuluu noin 55 prosenttia kunnossapidon kustannuksista.

1990-luvun puolivälissä Virtanen käynnisti Tekesin ja suomalaisen teollisuuden rahoituksella Käyttövarmuus kilpailutekijänä (Käki) -projektin, jonka tärkeimpänä saavutuksena Virtanen pitää asennemuutosta.

– Projektin tuloksena syntyi ymmärrys käyttövarmuuden ja kunnossapidon merkityksestä teollisuuden kilpailutekijänä. Sen seurauksena vaatimukset valmistajalle ja kunnossapitäjälle tiukkenivat. – Myös Tekes näki kvantitatiivisen tarkastelun avaaman potentiaalin ja halusi nähdä kehitettyjen simulointiohjelmien etenevän teollisuuden käyttöön asti. Niinpä käynnistimme parhaillaan päätymässä olevan jatkotutkimusprojektin, jonka tuloksena on syntynyt neljä ohjelmistokokonaisuutta elinikäisen käyttövarmuuden ja kunnossapidon hallintaan, professori Seppo Virtanen toteaa.



Suunnittelu avain riskien hallintaan

Turvallisuuden ja luotettavuuden suunnittelu on puhtaimmillaan riskien hallintaa eli satunnaisen tapahtuman todennäköisyyden ja sen seurausten laajuuden minimointia. Kunnossapito-or-

ganisaatio on keskeisesti vastuussa satunnaisen tapahtuman hallinnasta, ja joillakin toimialoilla – esimerkiksi avaruus- tai ydinvoimateollisuudessa – satunnaisuutta ei seurausten fataalisuuden vuoksi voida sallia. Satunnainen tapahtuma on saatava kontrolliin.

– Käytännössä tämä edellyttää ns. todennäköisyyspohjaisen suunnittelumetodin (probabilistics approach) sisällyttämistä tuotteiden, palveluiden ja prosessien suunnittelu- ja kehitystyöhön. Metodin on oltava sellainen, että se pakottaa tunnistamaan myös "piilevät" häiriötekijät, jotka toteutuessaan saattavat johtaa hyvinkin vakavien tapahtumaketjujen toteutumiseen, Seppo Virtanen muistuttaa.

Suomessa todennäköisyyspohjaisella käyttövarmuuden ja kunnossapidon hallinnalla ei ole vielä pitkää historiaa.

– Meillä on valtavan ammattitaitoisia insinöörejä, joiden työpanos kohdistuu vikojen tunnistamiseen, analysointiin ja korjaukseen. On ollut hienoa tämän projektin myötä huomata, että mitä enemmän yritysjohto on ymmärtänyt turvallisuuden ja luotettavuuden merkityksen yrityksen merkittävänä kilpailutekijänä, sitä enemmän yritykset ovat alkaneet panostaa seikkaperäiseen suunnitteluun, Virtanen jatkaa.

Peruskalliona tapahtumalogiikan ymmärtäminen

Virtasen tutkijaryhmä on lähtenyt kehittämään tapahtumaketjun mallintamisen työkaluja asiantuntijan näkökulmasta: mitä asiantuntijan on ymmärrettävä tapahtumasta, mitä lähtötietoja on saatavissa jne.

– Markkinoilla olevat kaupalliset tuotteet ovat olleet hyvin herkullisen ja mukaansatempaavan oloisia, mutta monimutkaisten tapahtumaketjujen soveltamiseen niiden kapasiteetti ei ole riittänyt. Lisäksi ohjelmistot ovat usein vaatineet lähtötietoja, joita ei ole saatavissa. Kehittämämme ELMAS-työkalun avulla sen sijaan voidaan tehokkaasti tunnistaa tapahtumia sekä niiden syitä ja seurauksia, sekä erityisesti mallintaa ja analysoida tapahtumaan johtavia ja sen seurauksena syntyviä tapahtumaketjuja, Seppo Virtanen kertoo.

– Seikkaperäisen käyttövarmuuden ja kunnossapidon tarkastelun ydin on, että pystyy löytämään oleellisen ja keskittymään siihen hyläten epäoleellisen. Mielestäni olemme pystyneet kehittämään riskien hallintaan ja analysointiin perustyökalun kunnossapito-organisaatioiden asiantuntijoiden käyttöön. Tällä konseptilla ohjelmistot tarjoavat valtavan työkalun opiskella ja perehtyä käyttövarmuuden ja kunnossapidon seikkaperäiseen hallintaan. Ne pakottavat asiantuntijat aivan uudlaiseen lä-

hestymistapaan.

– Ennen numeerista tarkastelua käyttövarmuuden suunnittelun asiantuntijoiden on ymmärrettävä tapahtumalogiikka. Se on peruskallio, joka on ensin oltava kunnossa.

Merkittävä askel alan tutkimukselle

Teollisuuden yritysjohtossa hiljakseen tapahtuvan asennemuutoksen ja heräämisen myötä professori Seppo Virtanen katsoo luottavaisena tulevaisuuteen.

– Nyt on otettu yksi merkittävä askel, jonka myötä tämän alueen tutkimusta ja opetusta alkaa toivottavasti levitä yhä useampiin yliopistoihin. Ymmärryksen ja arvostuksen kasvaessa sekä työkalujen entisestään kehittyessä meille alkaa tulla entistä monimutkaisempia tutkimushankkeita, Virtanen ennakoii.

Mittavan käytännön kokemuk-

sen omaavana pitkän tien kulki-jana Seppo Virtanen haluaa nähdä tutkimushankkeiden etenevän käytäntöön asti.

– Vasta silloin koen, että olemme onnistuneet. Käyttövarmuuden ja kunnossapidon kenttä on haastava sovelluksen ja tutkimuksen alue, jossa tutkimuksen tulokset on mahdollista viädä käytäntöön. Tämän projektin jatko-osa on toiminut Artekus Oy:n vetämänä konsertio-projektina. Artekus vastaa työn tuloksena syntyneiden ohjelmistojen käyttäjäystävällisyyden kehittämisen lisäksi niiden markkinoinnista, myynnistä ja teknisestä tuesta.

Tapahtumalogiikan mallintamiseen ja analysointiin kehitetyt ELMAS-ohjelmiston lisäksi markkinoille ovat tulleet varaston optimointiin kehitetty StockOptim, käyttövarmuusvaatimusten allokoinnin RAMAllocation sekä käyttövarmuuden ja kunnos-

sapitokustannusten optimoinnin RAMOptim. Yksittäiset ohjelmat ovat hyvin monipuolisia ja muodostavat käyttövarmuuden ja kunnossapidon sektorilla merkittävän ohjelmistokokonaisuuden. Tärkeintä on se, että niiden tehokkaan soveltamisen myötä yrityksillä on mahdollisuus saada merkittävää lisäarvoa tuotteiden ja järjestelmien turvallisuuteen, luotettavuuteen ja kunnossapitoon. Sen myötä yritysten kilpailukyky markkinoilla paranee.

Uudet haasteet odottavat

Professori Seppo Virtanen on syystä tyytyväinen projektin tähänastisiin tuloksiin. Työ ei kuitenkaan lopu tähän. Artekus Oy:llä on iso haaste vastata kasvavaan kysyntään tuomalla markkinoille entistä tehokkaampia työkaluja.

– Yksi asia, johon seuraavan

parin vuoden aikana varmasti voimakkaasti panostetaan, on miten pystymme määrittelemään huollon vaikutukset satunnaisen tapahtuman käyttäytymiseen. Se on teollisuudelle laaja ponnisteluala, sillä asiakkaat vaativat jatkossa entistä enemmän tietoa ja perustelua huolto-ohjelmille.

– Toinen kehitysalue liittyy tiedon keräämiseen. Käyttövarmuuden analysoinnin heikoin lenkki on ihminen, jonka kirjaamiin tietoihin analysointi vielä valtaosaltaan pohjautuu. Jatkossa laitteet ja prosessit varustetaan sensoreilla (smart sensors), jotka automaattisesti kirjaavat satunnaiset ja niitä edeltäneet tapahtumat, Virtanen ennustaa.

Se on ainakin varmaa, että elinikäisen luotettavuuden ja kustannusten hallinta on jatkossa entistä tärkeämmässä roolissa suomalaisessa teollisuudessa. Asenne-muutos on jo alkanut. ■

Saammeko esitellä:

Markkinajohtajan korkeapainepumput teollisuuskäyttöön.

Kampikammion päädyssä ja kannessa ura O-rengasta varten
Vahvistaa rakennetta ja helpottaa asennusta

Iso öljysäiliö
Parempi jäähdytys

Anodisoitu kampikammio
Suojattu korroosiota vastaan, jäähdytystä ja kestävyyttä lisäävät rimat

Öljypinnan tarkistuslasi ja mittatikku
Iso öljytilavuus parantaa jäähdytystä

Yliimitoitettujen kartiourallaakerit
Kestävät kuormitusta paremmin ja kauemmin

Kovaksi kromatut mäntien varret
Mahdollisimman sileä pinta lisää tiivisteiden ikää merkittävästi

20 tai 22 mm männät
Laaja paine- ja virtausvalikoima

Keraamiset männät
Oman tehtaan tuotantoa, valvua mitoitusta, kestävä kuumuutta ja kulutusta

Venttiilit rs-teräksestä
Nopeita vaihtaa, ei virheasennusmahdollisuutta

Innovatiivinen uusi venttiilihattu, jonka O-rengas ei ole kosketuksessa veteen
Enkäisee O-renkaan haurastumista, parantaa tiivyyttä, nopeuttaa huoltoa

Männänvarsin muotoilu sallii paksummat keraamiset männät
Vähentää lämpötilamuutoksista johtuvaa halkeamisriskiä

Yliimitoitettujen kiertokanget valkopronssista
Patentoitu öljykanavoitinta parantaa jäähdytystä

Taottu kampiakseli
Kestää paremmin pitkäaikaista kuormitusta

Markkinoiden vahvin korkeapainepumpun kansi
Kestää painetta ja kuumuutta

3 kpl, 1/4" liitäntää
Esim. useampia mittareita varten

Tukirimat
Vahvistavat rakennetta

8 kpl, 10 mm pultteja
Kiinnittävät pumpun kannen tukevasti kampikammioon

Korkea- ja matalapainetiivisteet
Kestävät pitempään, harvemmat huoltoväliä

Männänholkit teflonista, grafiitista ja pronssista
Helpon vaihtaa, erittäin sileitä, pidentävät tiivisteiden ikää

Korkeapainevesipumppujen tyypillisiä käyttökohteita ovat mm.: Työstö- ja paperikoneet, puhdistuslaitteet ja pesulakoneet. AISI 316L rs-teräsmallit elintarvike-, kemian- ja lääketeollisuudelle sekä käänteisosmoosilaitteille.

Pumppuja on myös kuumalle +85°C syöttövedelle.

Painealueet: 50-1500 bar.

Virtausalueet: 5-400 l/min.

Interpump korkeapainepumput käyvät värinättömästi, hiljaisella äänitasolla ja ovat erittäin kestäviä.

Tasainen laadukas tuotanto on ISO 9001 hyväksytty vuodesta 1993.

Pumput ovat erittäin helppoja ja nopeita huoltaa.

Varaosat nopeasti suoraan Suomen varastosta.

Pörssinoteerattu Interpump Group on maailman suurin korkeapainepumppujen valmistaja. Laaja tuotevalikoima palvelee kattavasti teollisuuden tarpeita. www.interpumpgroup.it

Interpump Finland Oy varastoi konsernin pumpputuotteita Suomessa sekä markkinoi korkeapainepesureita ja teollisuusimureita CLEN-tuotemerkillä. Valikoima on nähtävänä sivuillamme: www.clen.fi sieltä voit myös tilata tuotekuvaston pdf-tiedostona tai halutessasi painotuotteena.

INTERPUMP FINLAND OY • Sienitie 16, 00760 Helsinki • Puh. (09) 350 8030 • Fax (09) 3508 0880

Tuottavan käynnissäpidon palkinto Pyhäsalmi Mine Oy:lle

Kunnossapitoyhdistys ry on myöntänyt Tuottavan Käynnissäpidon vuoden 2004 yrityssarjan palkinnon Pyhäsalmi Mine Oy:lle. Kaivoksen vikaantumistiheys on vuosi vuodelta vähentynyt ja kaivoksen käyttöaste on kansainvälisestikin huippuluokkaa. Samalla kunnossapito- ja muita tuotantokustannuksia on voitu pudottaa.



Pyhäsalmi Mine Oy:n palkintoa olivat noutamassa (vas.): kunnossapito- ja ennakkohuoltomies Aimo Metsälä, käyttöinsinööri Erkki Kärkkäinen, kunnossapidon osastopäällikkö Seppo Tolonen ja toimitusjohtaja Teuvo Jurvansuu.

Perusteluissa todetaan Pyhäsalmi Minen olevan edelläkävijä uusien kunnossapito- ja kunnonvalvontatekniikoiden käyttöönotossa ja hyödyntämisessä jo vuodesta 1985 lähtien. Tämän ansiosta vikaantumistiheys on vuosi vuodelta vähentynyt ja kaivoksen käyttöaste on kansainvälisestikin huippuluokkaa. Samalla kunnossapito- ja muita tuotantokustannuksia on voitu pudottaa. Tällä hetkellä Pyhäsalmi Mine on kokoluokassaan maailman tehokkain kaivos.

Kanadalaisen Inmet Mining Corporationin omistamassa Pyhäsalmi Mine:ssä kunnossapitotoimintojen toteutus on osa kaivoksen strategista suunnittelua. Oleellinen osa kilpailukyvyyn parantamista on jatkuvan kehityksen toimintamalli. Kunnossapitotoimintojen kehittäminen lähtee tuotannon tarpeista, joista määritellään lyhyen ja pitkän tähtäyksen kehitystavoitteet.

Pyhäsalmen kaivoksella valittiin vuonna 1985 tavoitteeksi siir-

tyminen korjaavasta kunnossapidosta suunnitelmalliseen ennakoiwaan kunnossapitoon. Tämä toi merkittäviä tuloksia kaivoksen kustannustehokkuuteen, tuottavuuteen ja resurssien käyttöön. Vuonna 1990 otettiin käyttöön vuositasolla seurattavat jatkuvan kehityksen kohteet, mm. rikastamon vikaseurantaa, mikä pudotti vikojen määrää kolmessa vuodessa noin 20 prosenttia. 1990-luvun lopulla organisoitiin liikkuvan kaluston toiminnot; vuodessa kaluston kustannukset olivat laskeneet 42 prosenttia. Vuonna 2001 käynnistyi mitaava kunnossapitojärjestelmä NERO.

Kunnossapidon jatkuvan kehityksen avainalueet Pyhäsalmi Minessa ovat varmistaa suunniteltu kaivoksen tuotantotasoa ja parantaa toiminnan kannattavuutta. Tavoite saavutetaan kehittämällä edelleen kunnossapidon kustannustehokkuutta sekä ennakoivaa ja suunnitelmallista toimintaa. ■

Käynninvalvontaa neurolaskennalla

Kunnossapitoyhdistyksen vuoden 2004 opinnäytepalkinnon (1000 euroa) voitti diplomityö "Operation monitoring of cylindrical rolls by learning vector quantization". Suomeksi ilmaistuna työ käsittelee nippikontaktin käynninvalvontaa oppivan vektorikvantisointi-neurolaskenta-algoritmin avulla. Työn tarkoituksena oli testata ko. neurolaskenta-algoritmin kykyä erottaa tietyt pyörivän koneen ajotilanteet toisistaan siitä mitatun värähtelyn perusteella.



Tero Setälä

Quattroll Oy
tero.setala@
quattroll.fi

Diplomityö liittyi tuotekehitysprojektiin "Hajautettu Automaattinen Etädiagnostiikkajärjestelmä", jossa kehitettiin diagnostiikkajärjestelmää teollisuuden pyöriviä koneita varten. Hanketta veti alan asiantuntijayritys Nero Research Oy. Projekti oli osa suurempaa TEKES:in koordinoimaa "ÄLY - Älykkäät Automaatiojärjestelmät" -tutkimushanketta. Työ tehtiin Tampereen teknillisellä yliopistolla Konedynamiikan laboratoriossa. Suurta roolia tutkimuksessa näytteli Koneensuunnittelulaitoksen raskaan laboratorion tela-asema.

Diplomityön teoriaosuudessa käsiteltiin neurolaskenta-algoritmeja yleensä ja niistä erityisesti syvennyttiin oppivaan vektorikvantisointi (Learning Vector Quantization, LVQ) algoritmiin. Algoritmi perustuu ohjattuun oppimiseen, joka tarkoittaa sitä, että neuroverkko pitää opettaa heräte-vaste-esimerkeillä. Työn kokeellisessa osassa tela-asemalta mitattiin värähtelyä neljässä erilaisessa ajotilanteessa. Erinäisten vaiheiden jälkeen puolet em. aineistosta käytettiin neuroverkon opettamiseen ja puolet testaukseen.

Keskeiseksi osaksi työssä muodostui piirteiden irrotus datasta, joka sittemmin osoittautui erittäin ratkaisevaksi vaiheeksi neuroverkon luokittelutarkkuuden kannalta. Tela-asemalta mitattu värähtelydata oli neuroverkolle varsin haasteellista huolella mietitystä piirteidenirrotuksesta huolimatta. Nero Researchin ke-

hittäjä Diagno-ohjelmisto selviytyi kuitenkin luokittelutehtävään erittäin hyvin.

Tutkimus vaati perehtymistä useampaan asiaan, kuten pyörivien koneiden värähtelyyn, neurolaskentaan, mittaustekniikkaan sekä signaalinkäsittelyyn. Kun näistä asioista suuri osa oli aloittelevalle tutkijalle uutta niin tutkimuksen alkutaipale oli ajoittain varsin haasteellista.

Tuloksesta

Tutkimuksen tuloksena saatiin varmuus käytetyn neurolaskentamenetelmän soveltuvuudesta koneiden kunnonvalvontaan. Menetelmä on nyt otettu laajemmin käyttöön Nero-palvelimen uudessa versiossa, jossa diagnosointi tapahtuu paikallisesti asiakasympäristössä. Oppimisprosessi on nyt paremmin hallittavissa ja luokkien määrää on saatu optimoitua.

Tällä hetkellä allekirjoittanut työskentelee Valkeakoskella sijaitsevassa Quattroll Oy:ssä automaatioon liittyvissä tehtävissä. Yritys toimittaa pituusleikkureita ja rullaimia sekä kotimaahan että ulkomaille. Varsinkin tällä hetkellä toiminta on erityisen vahvaa Aasian markkinoilla.

Valitettavasti tutkimuksen hyödyntämiselle nykyisessä työssä ei ole suoranaisesti ollut tarvetta, sillä pituusleikkureissa ja rullaimissa rullausprosessi on melko katkonainen ja suurimmat seisokkien aiheuttajat liittyvät yleensä muuhun kuin epäedulliseen ajotapaan. Korkeasta automaatioasteesta huolimatta leikkureilla on edelleen työvaihteita, jotka vaativat jatkuvasti henkilökuntaa. Näin myös huonon ajotavan aiheuttamat vaihtelut tuotteen laadussa huomataan nopeasti ilman diagnostiikkajärjestelmiäkin. ■