

Oskari Huhtala

IMx-8-kunnossapitojärjestelmän kannettava yksikkö

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Energiatekniikan koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Oskari Huhtala
Työn nimi	IMx-8-kunnossapitojärjestelmän kannettava yksikkö
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotkan kampus
Vuosi	2023
Sivut	38 sivua, liitteitä 3 sivua
Työn ohjaaja(t)	Marko Saxell, Kalle Tarhonen

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun, Kotkan kampuksen toimeksianto. Opinnäytetyön aiheena on AB SKF Oy:n kehittämän IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmän kannettava versio. Työn tavoitteena on tutustua järjestelmän toimintaan, järjestelmään kuuluvaan laitteistoon sekä luoda työohje laitteiston käyttöönottoa varten.

Opinnäytetyön teoreettinen osa käsittelee kunnossapitoa, kunnonvalvontaa sekä sen suunnittelua ja kunnonvalvontamittauksia IMx-järjestelmällä. Toisessa osassa keskitytään kunnonvalvontajärjestelmän toiminnan selvitykseen, laitteen mukana tulevien antureiden toimintaan ja ominaisuuksiin sekä käydään läpi kunnonvalvontajärjestelmään käyttöönottoon liittyvät toimenpiteet työohjeen muodossa.

Opinnäytetyöhön tietoa on kerätty kirjallisuus- sekä verkkolähteistä kunnossapitoon ja kunnonvalvontaan liittyen. Tämän lisäksi työssä on käytetty runsaasti SKF:n alan asiantuntijoilta saatua tietoa laitteen toimintaan, käyttöön sekä käyttöönottoon liittyen.

Työn tuloksena selvisi, IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmä sopii parhaiten sellaisiin ympäristöihin, mihin tarvitaan online-kunnonvalvontajärjestelmän tuomat ominaisuudet ja etuudet tavalliseen järjestelmään verrattuna, mutta väliaikaisesti. Tämän lisäksi yksikkö sopii käytettäväksi laitteiden käyttöönotto-, referenssi- ja ongelmanetsintämittauksiin. IMx-laitteen ominaisuudet ja sen liittämissämahdollisuuksien tuovat mahdollisuudet pitkien aikavälien mittausten tekemiseen. Yksikön mukana tulevat komponentit sopivat moniin erilaisiin ympäristöihin ja tarvittaessa yleistä yksikön kokoonpanoa komponenttien ja lisävarusteiden suhteen on helppo laajentaa.

Asiasanat: kunnossapito, ennakoiva kunnossapito, kunnonvalvonta

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Oskari Huhtala
Thesis title	Portable unit of IMx-8 condition monitoring system
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences, Kotka
Time	2023
Pages	38 pages, 3 pages of appendices
Supervisor	Marko Saxell, Kalle Tarhonen

ABSTRACT

The subject of the thesis is the portable version of the IMx-8 condition monitoring system developed by AB SKF Oy. The aim of the work was to investigate operations and equipment of the system and to create working instructions for the installation of the equipment.

The theoretical section deals with maintenance, condition monitoring and its design and condition monitoring measurements with the IMx-system. The second section focuses on functioning of the condition monitoring system and the operation and characteristics of the sensors that accompany the device. The section also discusses the measures relate to the implementation of the condition monitoring system in the form of working instructions.

Information on maintenance and condition monitoring has been collected from literature and online sources. In addition, information about operation, operation and deployment of the device was obtained from SKF experts.

As a result of the thesis, it was concluded that the IMx-8 condition control system is best suited to environments which require the features and benefits of the online condition monitoring system compared rather than the normal system, but this need is only temporary. In addition, the unit is suitable for equipment deployment measurements, reference measurements and problem search measurements. The characteristics of the IMx device and its connection features long-term measurements. The components of the unit are suitable for many different environments. As for components and accessories the overall configuration of the unit is easy to expand, if necessary.

Keywords: maintenance, preventive maintenance, condition monitoring

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1	YRITYSESITTELY AB SKF OY	6
2	KUNNOSSAPITO	7
2.1	Kunnossapitostrategiat	8
2.2	Kunnonvalvonta sekä kunnonvalvonnan suunnittelu	10
2.3	Kunnonvalvontamittaukset IMx-järjestelmällä	11
3	KANNETTAVA KUNNONVALVONTAYKSIKKÖ IMX-8	12
3.1	Kannettavan yksikön komponentit	15
3.2	Kannettavan yksikön tietokonesovellus ja sen käyttöönotto	18
3.3	Mittausproseduuri sekä siihen liittyvät huomiot.....	20
4	MAHDOLLISET KÄYTTÖKOHTEET JA ESIMERKKEJÄ TEHDYISTÄ MITTAUKSISTA.....	30
4.1	Esimerkki turbiini.....	32
4.2	Esimerkki puu- ja selluteollisuus	32
5	TYÖN TULOSTEN YHTEENVETO	32
	LÄHTEET.....	34

LIITTEET

Liite 1. CMSS 2200 -anturi Datasheet

Liite 2. CMSS 932-68TLI-SY-5M & -10M -anturikaapeli Datasheet

1 JOHDANTO

Nykypäivän teollisessa ympäristössä kunnonvalvonta on noussut suurempaan arvoon, kuin missä se on ollut kunnossapidon alkuaikoina. Kun ennen kunnossapidossa pyrittiin keskittämään voimavarat jo rikkoutuneiden laitteiden korjaamiseen sekä korvaamiseen mahdollisimman nopeasti, nykypäivän kunnonvalvonnalla pyritään juuri eliminoimaan erilaiset yllätykset ja minimoimaan ylimääräiset tuotannon pysäytykset. SKF:n markkinoima IMx-järjestelmä on täten monelle kunnossapidossa työskentelevälle henkilölle tuttu, mutta tosin tehtaalla tai laivalla seinällä olevana yksikkönä. Opinnäytetyön aiheena on IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmän kannettava versio, joka tuo nykypäiväisen kunnonvalvonnan mahdollisuudet myös niihin paikkoihin, joihin yrityksen omat järjestelmät eivät yletä.

Opinnäytetyössä tavoitteena on lähteä tutkimaan ensin kunnossapitoa sekä kunnonvalvontaa yleisesti. Kuitenkin työn edetessä pääpainon kallistuu IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmään. Työssä käydään läpi kannettavaan yksikköön kuuluvat komponentit sekä niiden toimintaperiaate. Lisäksi pureudutaan kannettavan yksikön eri mittaustekniikoihin, joita löydetään tutustumalla yksikössä mukana tuleviin varusteisiin sekä erilaisten asiantuntijoiden tuomien esimerkkien kautta. Tämän lisäksi työssä tutustutaan IMx-8-järjestelmän kanssa yleisesti käytössä olevaan tietokonesovellukseen, Observer-ohjelmaan ja siihen liittyviin oheisohjelmistoihin. Tämän pohjalta työssä pyritään luomaan toimintaohjeet myös asiaan vähemmän paneutuneelle taholle ja saattamaan tietokone sekä kannettava yksikkö valmiiksi mittauksen tekemistä varten.

Opinnäytetyön rakenne koostuu teoriaosuudesta, jossa pääasiassa käsitellään kunnossapidon perusteita ja kunnonvalvontaa. Tämän lisäksi työssä käydään läpi kunnossapidon historiaa, ja lisäksi tutustutaan lyhyesti IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmän valmistaneen yrityksen AB SKF:n historiaan ja siihen, mitä yrityksessä nykyisin tuotetaan. Kunnonvalvonta on myös huomioitu omana erillisenä osuutena työssä, koska se liittyy vahvasti juuri kunnonvalvontajärjestelmien kehitykseen ja siihen liittyviin säädöksiin.

Teoriaosuuden jälkeen työssä tutkitaan kannettavan IMx-8-järjestelmän sisältöä. Minkälaisia komponentteja kannettavassa yksikössä on ja mitkä ovat näiden komponenttien ominaisuudet. Lisäksi tutustutaan IMx-8-järjestelmän mukana tulevaan tietokonesovellukseen: mitä kaikkea sovelluksella tehdään ja kuinka sovellusta käytetään.

1 YRITYSESITTELY AB SKF OY

AB SKF Oy on kansainvälisesti toimiva ruotsalainen yritys, joka on maailman johtava laakereita valmistava yritys. AB SKF Oy haluaa keskittää toimintansa tuomaan ratkaisuja jatkuvaan teollisuuden realiteettien muutokseen. AB SKF Oy:n asiantuntemus perustuu laakereiden, tiivisteiden ja voitelujärjestelmien kehittämiseen, suunnitteluun ja valmistamiseen. Tämän lisäksi yritys haluaa tarjota asiakkailleen kunnonarviointiin, suunnitteluun ja kunnostukseen liittyviä palveluita sekä mahdollista tukea yrityksen laitteiston jatkokehitykselle. AB SKF Oy:n liikevaihto vuonna 2019 oli 86,013 biljoonaa kruunua. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Ruotsissa, Göteborgissa. (AB SKF Oy s.a.a.)

Osakeyhtiö Svenska Kullagerfabriken perustettiin 16. helmikuuta vuonna 1907. Sven Wingquist oli yksi perustajajäsenistä ja yrityksen ensimmäinen toimitusjohtaja. Yrityksen ensimmäinen tehdas rakennettiin vielä samana vuonna Göteborgiin. Vuonna 1919 Arvid Palmgren suunnitteli pallomaisen rullalaakerin. Vuonna 1926 yritys perusti autoihin keskittyvän alaosaston, Volvo AB:n, ja aloitti vuonna 1927 ensimmäisen tuhannen auton valmistuksen. SKF omisti Volvon vuoteen 1935 saakka, jolloin Volvo AB itsenäistyi omaksi yhtiökseen. Vuonna 1939 SKF lanseerasi ja kehitti uuden laakerityypin, pallomaisen painerullalaakerin. Vuonna 1947 Suomeen perustettiin yrityksen myyntitoimisto Helsinkiin. Vuonna 1950 SKF toi markkinoille niin sanotun modernisoidun version pallomaisesta rullalaakerista, C-laakerin. Vuonna 1995 CARB-kaarirulla- laakerit tuotiin markkinoille. (AB SKF Oy s.a.b.)

Lisäksi moottoriurheilupuolella muun muassa Formula 1 -autoissa käytetään SKF:n laakereita, SKF sponsoroi Formula 1 ajoja ja on Racing Scuderia Ferrarin pitkäaikainen kumppani (AB SKF Oy s.a.c.).

2 KUNNOSSAPITO

PSK 6201:2011 määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (PSK 6201, 2011).

Standardista PSK 6201 löytyvät käsitteet, jotka liittyvät kunnossapitoon:

Käyttö

Tuotannon toteuttamisen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteen, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot. (PSK 6201:2011.)

Käynnissäpito

Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seurantaa (PSK 6201:2011).

Logistiikka

Työvoiman, varaosien ja materiaalien, kunnossapitolaitteistojen, tilojen, varastoinnin, telineiden ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta (PSK 6201:2011).

Parannus

Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa (PSK 6201:2011).

Muutos

Toimenpide, jolla muutetaan kohteen toimintaa ja käyttöominaisuuksia (PSK 6201:2011).

Suomessa sekä maailmalla on ollut kunnossapitoa jossakin muodossa niin kauan kuin maailmassa on ollut teollisuutta. Kunnossapidon asema on ajan

myötä muuttunut enemmän koneiden ja moottoreiden kunnostamisesta ja korjaustyöstä isomman mittakaavan tuotannon sujuvuuden varmistamiseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 22.)

Kunnossapidon suunnittelu pohjautui aiemmin sellaiseen oletukseen, että vikaantumisen johtui koneen käytön suuresta määrästä taikka koneen käytön rasittavuudesta. Aiemmin tämä väite olikin lähes paikkaansa pitävä koneiden ollessa huomattavasti yksinkertaisempia, mutta nykyään koneet ovat huomattavasti monimutkaisempia niissä käytettyjen teknologioiden, logiikan ja erilaisien pienempien komponenttien vuoksi. Lisäksi nykyään on tarjolla monipuolisemmin erilaisia raaka-aineita, suunnittelumenetelmiä sekä uusia valmistustapoja ja -tekniikoita. Ajan saatossa nämä komponentit yhdessä ovat synnyttäneet uusia vikaantumismalleja, joille on yhteistä niiden ominaisuus olla riippumattomia käyttöajasta tai -määrästä. (Järviö & Lehtiö 2012, 22.)

2.1 Kunnossapitostrategiat

Oikeanlaisen kunnossapitostrategian luomisen elinehto on luotettavan ja paikkaansa pitävän tiedon saanti. Juuri kunnossapidon onnistumisen vuoksi on luotu erilaisia kunnossapidon strategioita, joilla pyritään tuottamaan jokaista laitetta ja kokonaisuutta parhaimmalla tavalla palveleva kunnossapidon muoto. Onkin selvää, että välttämättä laakerille sopiva kunnossapito ja siihen liittyvät toimenpiteet eivät välttämättä ole verrattavissa esimerkiksi puhaltimen kunnossapitoon. Näissä kohteissa ei voida toimia samoin keinoin. (Novotek 2023.)

Alla olevassa kuvassa on erilaisten kunnossapitostrategioiden hyödyt sekä haitat:

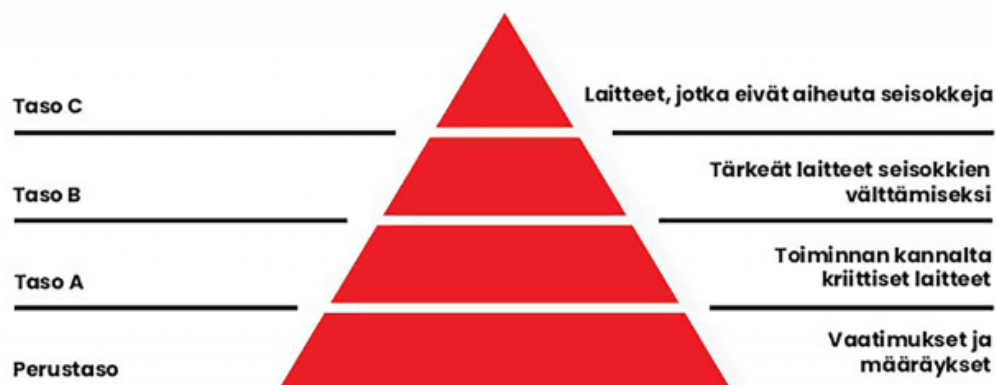


Kuva 1. Erilaisia kunnossapitostrategioita (Novotek 2023)

Yleensä parhain kunnossapitostrategia tietylle kohteelle on hyvä määrittää siten, että selvitetään kuinka kriittisessä osassa tämä kohde on tuotantoprosessissa? Onko laitteen toiminta koko tuotannolla äärimmäisen kriittinen, jolloin sen rikkoutuessa laitetta ei voida käyttää? Tämänlainen mietintätapa yleensä tuo helposti esille myös kyseisen laitteen kunnossapidon tarpeen. Esimerkiksi tuotannolle tärkeän jäähdytyksen puhaltimelle tehdään tarkastus joka vuosineljännes puhaltimen käytöstä ja kunnosta riippumatta. Tällaisia päätöksiä tehdessä on myös hyvä miettiä, onko kyseistä laitetta mahdollista korvata helposti, kuinka paljon aikaa se vie sekä paljonko se vie rahaa.

Aiheeseen vahvasti liittyy kriittisyysanalyysi. Jokaiselle laitteelle on esimerkiksi tehtaalla määritelty kriittisyysluokka. Se määräytyy yleensä sillä perusteella, kuinka kriittinen kohde on esimerkiksi tuotannon, ihmisten turvallisuuden tai ympäristön kannalta. Kriittisyysanalyysissä jokaiselle laitteelle on määritetty

oma tasonsa, joka voi esimerkiksi olla A, B tai C. Alla olevassa kuvassa aiheutta on avattu paremmin:



Kuva 2. Esimerkkirakenne kriittisyysanalyysistä (Novotek 2023)

Kriittisyysanalyysiä tehdessä ei kuitenkaan tule pureutua laitteisiin liian syvästi. Tällä tarkoitetaan sitä, että puhaltimesta puhutaan puhaltimena, eikä sitä lähdetä erikseen jakamaan pienempiin osiin. Tällä tavalla asia pysyy paremmin kaikille ymmärrettävässä muodossa, eikä siten kokonaiskuva pääse hajaamaan liikaa ja asian pääpaino unohtumaan. (Novotek 2023.)

2.2 Kunnonvalvonta sekä kunnonvalvonnan suunnittelu

Kunnonvalvonta voidaan määritellä monella eri tavalla. Ensimmäiselle voi tulla määritelmästä mieleen laakerivaurioiden estämiseksi tehtävät värähtelymittaukset, kun taas toiselle voi nousta ajatuksiin lämpökamerakuvaukset vaurioiden komponenttien havaitsemiseksi sähkökeskuksesta. Mutta pääasiassa kaikilla näillä menetelmillä pyritään havaitsemaan laitteen toimintaan negatiivisesti vaikuttavat tekijät, ja täten luoda valvottavalle kohteelle mahdollisimman pitkä käyttöikä.

Kunnonvalvonta on prosessi, jossa määritellään toimivan laitteen kunto. Lähtiessään tekemään kunnonvalvontaan liittyviä mittauksia tulee ensin selvittää lähtökohta, mistä mittauksia lähdetään tekemään, eli mistä lähdetään liikkeelle. Onnistuneeseen kunnonvalvontaan on olemassa monia tapoja, mutta pitkälle pääsee, jos tietyt asiat ovat kunnossa:

- Tiedät, mitä olet lähdössä mittaamaan: esimerkiksi lämpötilan, värähtelyn tai epätasapainomittaukset.
- Lähtiessäsi tekemään mittauksia, ja saadessasi niistä tuloksia, osaat tulkita saamaasi dataa oikealla tavalla.
- Mittauksista saatujen datan ja siitä koottujen tulosten perusteella osaat käyttää kerättyä tietoa hyväksi oikeassa paikassa sekä oikealla hetkellä.

Kunnonvalvonnan johdonmukainen toteutus pohjautuu laajamittaisen kunnossapitostrategian laatimiseen. Kunnossapitostrategialla on aina käyttäjäkohtaisia eroavaisuuksia mutta hyvän kunnossapitostrategian perusta on laadukkaassa tiedon keruussa ja määrässä. Kaikessa yksinkertaisuudessaan kunnossapitostrategia tarkoittaa erilaisten kunnossapitotoimien priorisointia, aikataulutusta sekä niiden toteutusta. (Novotek 2023.)

Kunnonvalvonnan suunnitellulla tarkoitetaan jonkin tuotantolaitoksen laitteiden ja koneiden kartoittamista ja määrittää näillä laitteille käyntiolosuhteista riippuen sellainen tarkastusväli, jolloin laitteilla suoritetaan erilaisia mittauksia käynnin aikana. Tarkastusväliä määriteltäessä otetaan huomioon kohteen kriittisyys tuotantolaitokselle. Yleensä monessa tuotantolaitoksessa on pyritty automatisoimaan kunnonvalvonta automatisoidulle järjestelmälle, jolla on huomattavasti helpompi käsitellä erilaista tietoa esimerkiksi värähtelyyn, lämpötilaan taikka voiteluaineanalyysiin liittyen. Pääasiassa kunnonvalvonnan suunnittelua käytetään juuri keinona tuoda tuotantolaitokselle tärkeää tietoa kunnossapidon suunnittelun kannalta, esimerkiksi seisakkihuollon ja niiden järjestämisen kannalta.

2.3 Kunnonvalvontamittaukset IMx-järjestelmällä

Kunnonvalvonnan erilaisia mittauksia on moneen erilaiseen tarkoitukseen. Esimerkkejä erilaisista mittauksista on kiihtyvyy-, nopeus- sekä lämpötilamittaukset. Pääasiassa tavallisin IMx-järjestelmällä tehtävät mittaukset ovat erilaisia kiihtyvyydsmittauksia. Tämän lisäksi hyvin yleisiä mittauksia ovat nopeusvirtakäyrä-, värähtely ja erilaiset akselin ja muidenkin kappaleiden pyörimisliikeseen liittyvät mittaukset. Näistä mittauksista koostuvat myös suurimmat käyttökohteet järjestelmälle, jotka ovat erilaisia valvontatöitä. Valvontatöissä yleensä mahdollinen vika on tiedossa, jolloin laite voidaan jättää keräämään dataa vian selvittämistä varten jopa moneksi vuorokaudeksi. (Lepistö 2022.)

Tämän lisäksi myös erityisesti ongelman etsintään liittyvät työtehtävät ovat hyvin tavallisia. Tässä tilanteessa voidaan epäillä jotakin mahdollista vikaa, mutta sitä ei vielä pystytä tai osata osoittaa, mistä mahdollinen vika voisi johtua. Tällaisessa tilanteessa ongelmaa lähdetään etsimään erilaisten mittausten kanssa. (Lepistö 2022.)

IMx-järjestelmän vahvuus on mittausideologiassa. Tällä tarkoitetaan sitä, että samasta mittauspisteestä on mahdollista suorittaa erilaisia mittauksia samaa anturilla käyttämällä juuri kyseiseen mittaukseen optimaalisia asetuksia. Tällöin saadaan valituksi optimaalisimmat olosuhteet jokaista mittausta varten. (Lepistö 2022.)

Erona tässä laitteessa moneen muuhun laitteeseen on se idea, että jokainen mittapiste on oma mittausasetuksensa. Esimerkiksi kiihtyvyy- ja nopeusmittauksessa voidaan osoittaa niille optimaaliset asetukset jo myös käynnissä olevan mittauksen aikana. (Lepistö 2022.)

IMx-järjestelmän salkkuversiossa ei kuitenkaan ole PT-100-tukea, mikä tosin on hyvin yleinen tehdasympäristössä. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että loppujen lopuksi PT-100-anturilla tehtäviin mittauksiin tarvittava laitteisto on mahdollista hankkia huomattavasti huokeampaan hintaan, ja IMx-salkku on tähän tapaukseen turhan ylimitoitettu. Kuitenkin salkusta löytyy tuki PT-1000-anturille, ja myös PT-100-mittauksia on mahdollista salkulla suorittaa lisäosana saatavan muuntimen kanssa. (Lepistö 2022.)

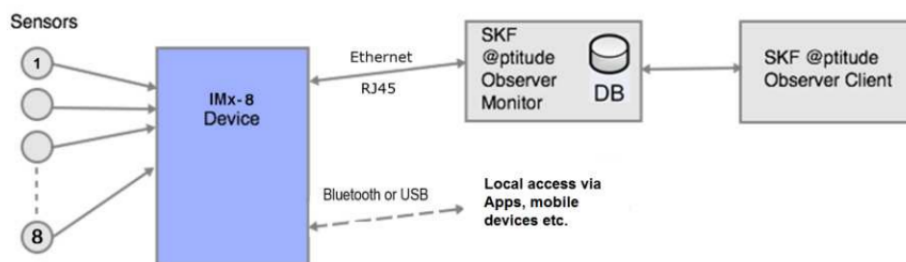
3 KANNETTAVA KUNNONVALVONTAYKSIKKÖ IMX-8

IMx-8-kunnossapitojärjestelmä kannettava yksikkö on rakennettu muovikomposiittilaukun sisälle. Salkun sisäosan laitteistosta lähtevät erilaiset liitännät sekä johdot erinäisille antureiden paikoille. Salkun sisälle on erikseen asennettu IMx-8-kunnonvalvontayksikkö, Teltonikan valmistama modeemi sekä 24 V:n virtalähde.

IMx-8 on kustannustehokas laite, jonka avulla voidaan seurata erilaisten laitteiden kuntoa. Se on sertifioitu tuulivoiman ja meriteollisuuden ympäristöihin,

mutta sitä käytetään laajasti myös muilla aloilla esimerkiksi Suomessa paperi- ja selluteollisuudessa. Yhdessä SKF @ptitude Observer Monitor -palvelun ja SKF @ptitude Observer -ohjelman kanssa IMx-8 muodostaa täyden ja joustavan reaaliaikaisen kunnonvalvontajärjestelmän pyörivien koneiden valvontaan. Mahdollisia käyttökohteita ovat esimerkiksi tuuliturbiinit, moottorit, pumput, erilaiset tuuletukseen ja ilmanvaihtoon tarkoitetut laitteet/laitteistot ja erilaiset vaihteistot. Tämä järjestelmä mahdollistaa hankitun datan trendin sekä analyysin seurannan saman aikaisesti, mikä auttaa varhaisessa vaiheessa tunnistamaan mahdolliset viat ja estämään katastrofaaliset konevauriot. (SKF Group 2017.)

Alla olevissa kuvassa kolme näkyy IMx-8-laitteen toimintaperiaate yhdessä muiden mittauksiin käytettävän laitteiston kanssa. Lisäksi kuvissa neljä, viisi sekä kuusi näkyy salkun laitteisto sekä kylkien liitännät. Liitäntöjä sekä salkun muita komponentteja on avattu paremmin kuvien jälkeen.



Kuva 3. IMx-8-toimintaperiaate (SKF Group 2017)



Kuva 4. IMx-salkun sisältö, jossa näkyy sisäosan komponentit



Kuva 5. IMx-salkun liitännät kuvattuna salkun vasemmalta puolelta



Kuva 6. IMx-salkun liitännät kuvattuna salkun oikealta puolelta

Liikuteltavan yksikön sisältö kokonaisuudessaan:

- Pelican salkku, roiskeenkestävä
- IMx-8-kunnonvalvontayksikkö
- CMSS 2200 -anturit, 8 kpl
- CMSS 932-68TLI-SY-5 -pikaliitin anturikaapeli viisi metriä, 4 kpl
- CMSS 932-68TLI-SY-10 -pikaliitin anturikaapeli kymmenen metriä, 4 kpl
- CMSS 908-MD magneetit, 8 kpl
- CMMSS 6156 tahdistusanturin magneettikiinnitysalka
- CMSS-WIND-400-10 induktiivinen takometri
- Teltonika-modeemi
- 24 V:n virtalähde

Liikuteltavan yksikön liitännät:

- Virransyöttö 24 V
- 2-pinnisiä MIL-liittimiä 4+4 (analoginen portti)
- 3-pinnisiä MIL-liittimiä 1+1 (digitaalinen portti)
- RJ45 pistoke
- Maadoituspultti

Lisäksi yksikön kanssa on yleisesti delegoitu kannettava tietokone, johon on asennettuna CMSW 7600-SC -Observer-ohjelmisto.

3.1 Kannettavan yksikön komponentit

CMSS 2200 -kiihtyvyyssanturi on hyvä esimerkki hyvästä monikäyttöisestä anturista. Anturia käytetään laajasti esimerkiksi energiantuotannossa, paperi- ja ruokateollisuudessa. Anturista on M6- ja M8-versiot, mikä kertoo anturin kiinnitysmutterin koon. (SKF Group 2022.)



Kuva 7. CMSS 2200 anturi kuvattuna

CMSS 2200 -anturia voidaan käyttää on-line-systeemien, suojaussysteemien sekä kannettavien datakerääjä instrumenttien kanssa. Anturi on myös hyvin taloudellinen ja rakenteeltaan vahva (korroosiokestävä). Anturin erikoisuus on sen etujännitteen vakaus korotetuissa lämpötiloissa. Lisäksi anturissa on polarisointisuojaus. (SKF Group 2022.)

CMSS 2200 -anturi on teollisesti käytössä jokaisella teollisuuden alalla. Anturi on lähes aina hyvä valinta tilanteesta tai paikasta riippumatta, mutta tapauskohtaisesti voi löytyä varmempaa mittausdataa antavia antureita. Tämä johtuu antureille mahdollistetuista ominaisuuksista, esimerkiksi CMSS 2200 -anturi sopii erinomaisesti elintarviketeollisuuden käyttöön juuri näiden ominaisuuksien vuoksi. Energiantuotannossa (fossiiliset, ydinvoima ja vesivoima) CMSS 2200 anturi on yleiseen mittausdatan hankintatarkoitukseen oikein sopiva vaihtoehto näillä teollisuuden aloilla. (SKF Group 2022.)

CMSS 932-68 on pikaliittimen ja anturikaapelin sarja, joka on kehitetty käytettäväksi värähtelyä havaitsevien sensorien kanssa, jotka tarvitsevat korkean suojausluokituksen omaavan kaapelin. Tämä mahdollistaa hyvälaatuisen ja tarkan mittaustuloksen. (SKF Group 2022.)

CMSS 932-68 -anturikaapelia on saatavilla kahta eri suojatasoa omaavaa vaihtoehtoa, joko single- tai double shielded -anturikaapelivaihtoehtoa. Näiden anturikaapelien käyttö määräytyy käyttöympäristön mukaan. (SKF Group 2022.)

Single shielded -anturikaapeli ottaa helpommin häiriötä ympäristöstä kuin double shielded -anturikaapeli. Tämän vuoksi kaapelia suositellaan pääasiassa käytettäväksi normaaleissa teollisuuden ympäristöissä sekä kytkennöissä, joissa on käytetty aiemmin tämän suojausluokan kaapelia. (SKF Group 2022.)

Double shielded -anturikaapelit on tarkoitettu käytettäväksi teollisuusympäristöön, jossa sensorit altistuvat korkealle prosessimelulle. Tällaista ääntä tuottavat esimerkiksi hydraulikkapumput sekä erilaiset työstökoneet ja sähköntuotannon koneet (emerson 2012).

Double shielded -anturikaapelit ovat lisäksi lajiteltu värikoodin mukaan, keltainen ja sininen. Keltaista vaihtoehtoa käytetään ympäristöissä, joissa kaapeli voi altistua pölylle tai muulle pikkuliialle. Sinistä vaihtoehtoa käytetään taas ympäristöissä, joissa se voi joutua kosketuksiin öljyn, kaasun taikka hiilivetyjen kanssa. (SKF Group 2022.)

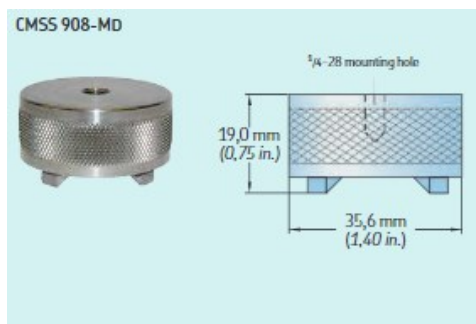


Kuva 8. CMSS 932-68 kaapeliliitin sarja, kuvassa CMSS 932-68-TLX sarjan kaapeli kiinnitettynä johonkin kiihtyvyyssanturiin (SKF Group 2022).

IMx-8-kunnonvalvontayksikön liikutettavan version mukana on tämän sarjan TLI-SY-5- ja TLI-SY-10-kaapelit. Näiden kaapeleiden ainoa ero on niiden pituus. TLI-SY-5 on viisi metriä pitkä ja TLI-SY-10 on 10 metriä pitkä. Merkintä *TLI-SY* on lyhenne sanoista *Twist Lock, Isolated, Single shield, Yellow cable*. (SKF Group 2022.)

CMSS-908-MD-magneetin kaksijalkainen rakenne on suunniteltu käytettäväksi teollisuuden värähtelymittauksiin esimerkiksi impregnointitelojen, puhaltimien sekä sähkömoottoreiden kanssa sellaisista paikoista, joista on hankala löytää täysin tasaista pintaa. Magneetit on suunniteltu käytettäväksi pääosin kaikkien SKF:n muuntajien kanssa. (SKF Group 2022.)

Kuitenkin kyseisestä magneetista on hyvä huomioida, että magneetti ei sovi käytettäväksi korkeataajuisissa mittauksissa tai mittauksissa, joista värähtely voidaan olettaa todella voimakkaaksi. (SKF Group 2022.)



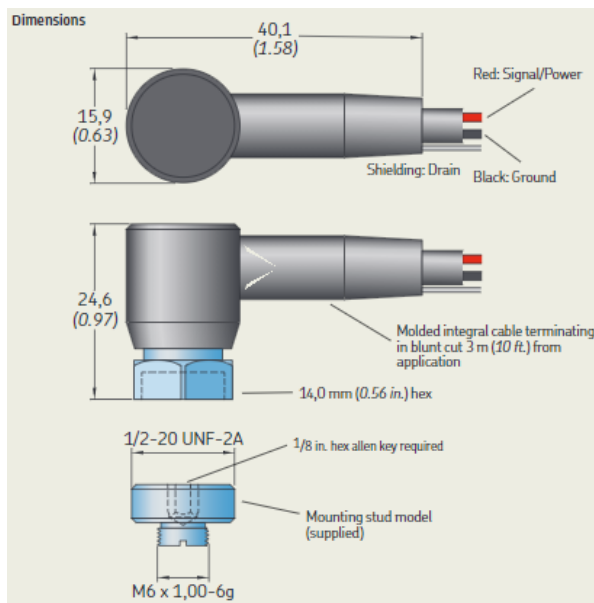
Kuva 9. esiintyy CMSS 908-MD-magneetti, ja lisäksi kuvasta löytyy magneetin mitat (SKF Group 2022).

Magneetikiinnitysalka on tarkoitettu käytettäväksi tahdistusanturin kanssa sellaisissa paikoissa, joissa anturia ei saada asetettua mittaamaan sopivaan asentoon taikka tukevasti (SKF Group 2022).



Kuva 10. CMMSS-6156-magneettikiinnitysalku

CMSS-WIND-400-10 on kiihtyvyyssanturi, joka suunniteltu käytettäväksi tuulivoimaloiden vaihdelaatikoissa sekä generaattoreissa tehtävissä mittauksissa, jotka voidaan suorittaa tuulivoimalan konehuoneen suojaan. Takometrissä käytetään yhtenäistä kaapelia, joka vähentää mahdollisia tiedonkulun häviöitä.



Kuva 11. Kuvassa on esitetty takometri ja sen mitat (SKF Group 2022)

3.2 Kannettavan yksikön tietokonesovellus ja sen käyttöönotto

IMx-8 kannettavan yksikön kanssa on yleisesti käytössä Observer-tietokonesovellus, jonka kanssa erilaista antureista saatua dataa voidaan tarkastella taikka esimerkiksi voidaan datan perusteella tehdä erilaisia havainnollistavia kuvia. Tämän ohjelman käyttöön tulee itse salkulla tehtävien mittausten data,

josta koneen käyttäjä pystyy kertomaan kunnossapidon käyttöön erilaista tietoa laitteen kunnosta ja pystyvät tämän kautta tekemään tarvittavat korjaustoimenpiteet kohteelle. (Kruuse 2023.)

Observer-ohjelman käyttöä varten tarvitaan itse Observer-ohjelma, mutta tämän lisäksi koneeseen täytyy olla asennettuna myös SQL-tietokanta (express/management studio), Database-ohjelma ja siihen liittyvä database administrator ohjelma sekä monitor service manager -ohjelma (Kruuse 2023).

SQL-tietokanta on tietokantaserveri, johon luodaan erilaisia tietokantatauluja database-ohjelmaa käyttämällä. Jotta database-ohjelmalla voidaan luoda tietokantataulu, tarvitaan juuri database administrator -ohjelmaa. Database administrator -ohjelma on itse se työkalu, jonka avulla taulu luodaan. (Kruuse 2023.)

Kun tietokantataulu on luotu, käynnistetään monitor service manager. Tällä sovelluksella luodaan service, josta selviää oikea portti sekä IP-osoite. Näitä tietoja tullaan tarvitsemaan siinä kohtaa, kun IMx-salkku halutaan yhdistää Observer-ohjelman kanssa keskenään. Kun oikea portti ja IP-osoite on selvillä, voidaan Observer-ohjelma ottaa käyttöön ja yhdistää työtehtävään käytettävän IMx-salkun kanssa. (Kruuse 2023.)

IMx-salkun yhdistämisen jälkeen on aika yhdistää sekä määrittää tarvittavat anturit ja mittarit, joita tulevassa työssä tullaan tarvitsemaan. Anturit sekä mittarit yhdistetään IMx-salkun kyljissä oleviin analogi- taikka digitaaliportteihin. Pääasiassa anturit kiinnitetään analogisiin portteihin, mutta tahdistusantureita esimerkiksi käytettäessä on suositeltavaa käyttää digitaaliportteja. (Kruuse 2023.)

Kun anturit on saatu käyttövalmiiksi, seuraavaksi Observer-ohjelma tullaan linkittämään tähän luotuun tietokantaan sekä tietokantatauluun. Tietokannasta saadaan mittausta varten tarvittavat pohjatiedot esimerkiksi pumpusta tai laakerista, jotta mittauksesta tulee onnistunut. Kun tämä on tehty, IMx-salkun asetukset laitetaan mittauksiin sopivaksi sekä määritetään mittauspisteet mittausta varten. Tämän jälkeen voidaan mittaukset aloittaa. (Kruuse 2023.)

Lisäksi työssä käytetään laajasti puhelimelle ladattavaa SKF:n IMx-manager-sovellusta, mistä pystytään Observerin tavoin seuraamaan mittauksia ja sen kulkua sekä saamaan dataa puhelimen näytölle, tosin paljon suppeammin verrattain Observer-ohjelmaan. Puhelin yhdistetään IMx-8 kanssa bluetooth:n avulla. Puhelinsovellus helpottaa myös kentällä tehtävää raportointia, jonka vuoksi se onkin käyttäjille oiva lisätyökalu työtehtävään. (Kruuse 2023.)

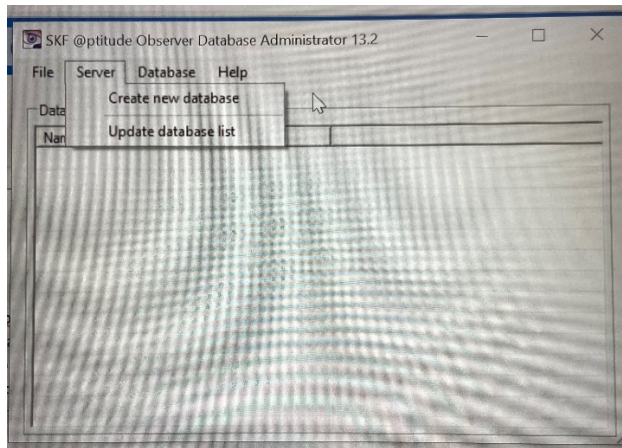
Suurimmat ongelmakohdat näiden työvaiheiden välillä aiheutuvat tietokoneen palomuurien takia. Ennen mittauksien aloitusta ja ennen asetusten määrittämistä tulee huolehtia, että mitkään palomuurit eivät estä ohjelmien ja sovelluksien käyttöä keskenään. (Kruuse 2023.)

3.3 Mittausproseduuri sekä siihen liittyvät huomiot

Tässä kappaleessa käydään vaiheittain läpi, kuinka laitteisto laitetaan valmiiksi tulevia mittauksia varten tietokoneen, laitteiston sekä antureiden osalta.

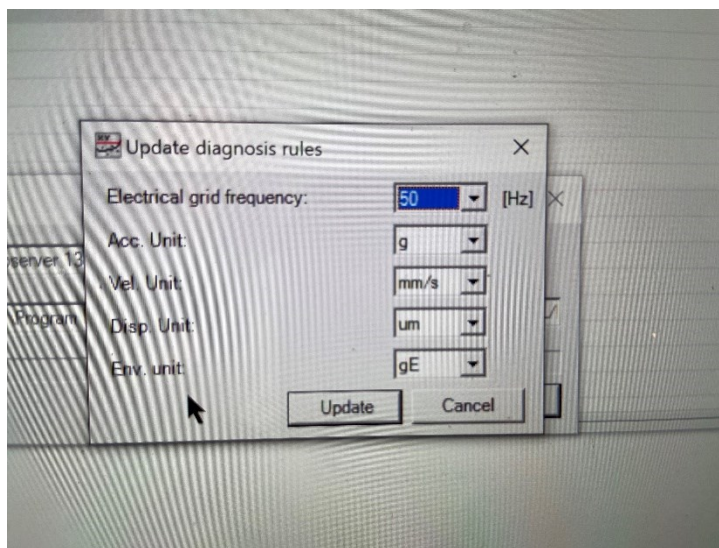
Ensimmäisenä tulee tarkastaa, että tehtävään käytettävältä tietokoneelta löytyvät Observer-ohjelmisto sekä Microsoft SQL server 2019. Observer-ohjelmistossa työskennellään mittauksista saatavaa dataa, SQL server luo alustan, missä tätä dataa liikutetaan. Tämän lisäksi tulee huolehtia, että koneen käyttäjän puhelimelta löytyy IMx-manager-sovellus. Tarvittaessa Observer-ohjelmiston sekä Microsoftin SQL serverin saa ladattua netistä, mutta pääasiassa voidaan olettaa, että nämä sovellukset löytyvät jo käytettävästä tietokoneesta. Tämä johtuu siitä, että tietotaito näiden sovellusten osalta ei ole yleensä asentajilla tarpeeksi suurella tasolla näiden sovellusten asennukseen ja lisäksi tavallisella tietokoneen käyttäjällä ei ole yleensä tarvittavia oikeuksia tehdä muutoksia ja asennuksia tietokoneelle.

Seuraavaksi luodaan tietokanta Observer-database-administrator -ohjelmalla. Tässä työvaiheessa tarvitaan lisäksi myös paikallisia SA-tunnuksia paikalliselta IT-tueltä. Nämä tunnukset muuttuvat aina sen mukaan, missä paikassa laitteistolla työskennellään ja näillä tunnuksilla kirjaudutaan paikalliseen verkkoon. Uusi tietokanta luodaan, sovelluksen ollessa auki, painamalla **server** painikkeesta **create new database** painiketta. Katso kuva 12.

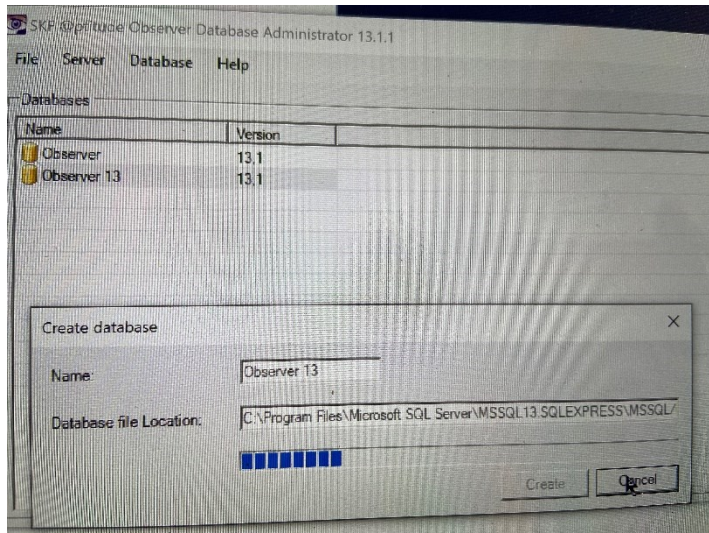


Kuva 12. Kuvassa Observer-database-administrator -ohjelma avattuna, uusi tietokanta luodaan kuvassa näkyvästä **create new database** painikkeesta

Voit nimetä tietokannan haluamallasi tavalla, ja määrittää samalla myös tietokannan sijainnin tietokoneellasi. Luontivaiheessa ohjelma kysyy käytettäviä mittasuureita. Voit tässä kohtaa määrittää haluamasi käytettävät suureet saatavilla olevista vaihtoehdoista (Kuva 13.). Jos tämä työvaihe on onnistunut, tietokanta tulee näkyviin sovelluksen päänäkymään (Kuva 14.).

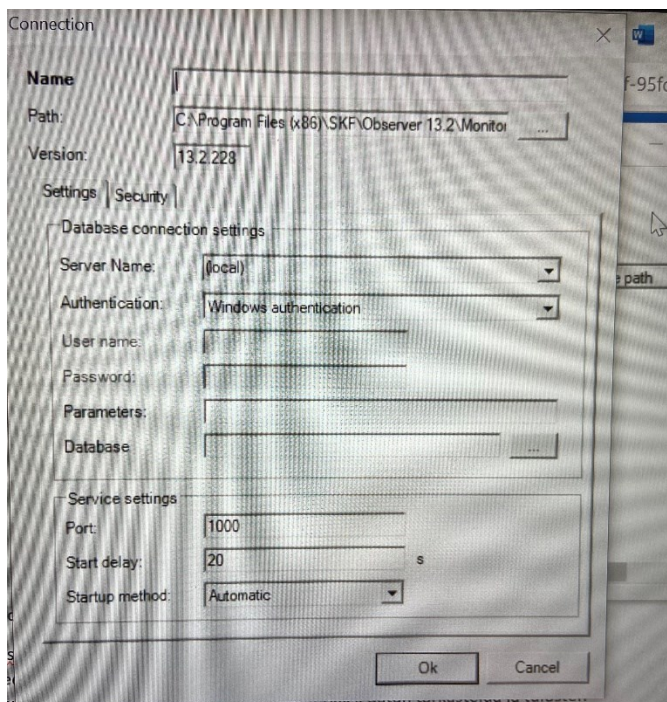


Kuva 13. Tietokantaa luodessa ohjelma kysyy käytettäviä suureita, jotka valitaan olemassa olevista vaihtoehdoista



Kuva 14. Työvaiheen onnistuessa uusi luotu tietokanta tulee näkyviin database-listaan

Seuraavaksi tietokoneelta avataan sovellus observer-monitor-manager. Tällä sovelluksella luodaan service, joka sitten toimii linkkinä IMx-laitteen ja Observerin välillä. Ilman tätä työvaihetta mittauksesta ei välity minkäänlaista dataa IMx-laitteelta Observer-sovellukseen esimerkiksi datan sekä tulosten analysointia varten. Luo uusi service, sovelluksen ollessa auki, painamalla **action** painikkeesta **new** painiketta, josta avautuu kuvan 15 ikkuna.

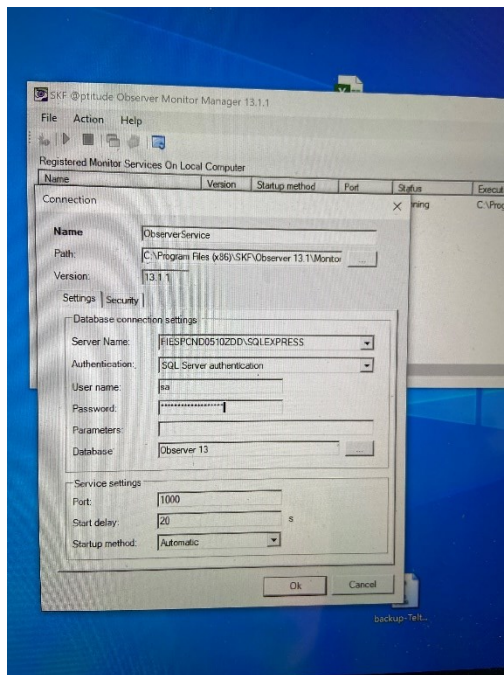


Kuva 15. Kuvassa näkyy ikkuna mikä avautuu, kun luot uuden service:n observer-monitor-manager -ohjelmassa

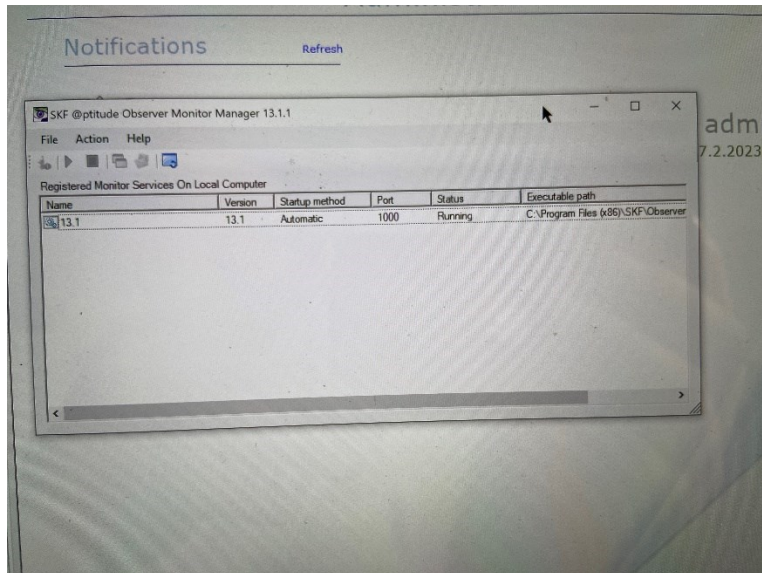
Voit nimetä servicen haluamallasi tavalla. Tähän työvaiheeseen tarvitsset paikalliselta IT-tuelt SA-tunnukset sekä sql-serverin nimen, mikä tulee **server**

name kohtaan. Tärkeää on huomioida, että database:a valitessasi älä kirjoita **database** -kenttään mitään, vaan valitse oikea luomasi tietokanta painamalla painiketta **database** -kentän vieressä ja valitsemalla sieltä luomasi tietokannan.

Server-asetuksista tulee määrittää käytettävä portti IMx-laitteen sekä Observerin välille. Tämä sen takia, että mahdollisesti on monia eri tietokantoja, joiden kanssa käytät IMx-laitetta ja tämä portti määrittää sen, minkä portin kautta pääsee käsiksi siihen porttiin linkitettyyn tietokantaan. Pääasiassa normaalisti tähän asetukseen ei tarvitse tehdä muutoksia, mutta halutessaan tätä voidaan muuttaa. Servicen asetukset, jotka tulisivat olla käytössä näkyvät kuvassa 16. Kun tämä työvaihe on suoritettu oikein, tulee pyydetty service näkyviin sovelluksen päänäkymään, mikä näkyy kuvassa 17.

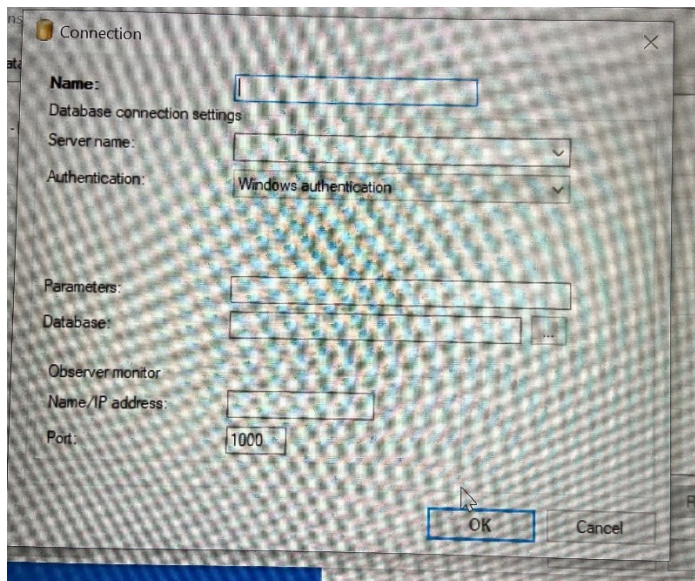


Kuva 16. Esimerkki valmiiksi täytetystä connection -ikkunasta, mitkä kaikki tiedot tulee olla työvaiheen onnistumiseksi



Kuva 17. Uuden servicen luomisen jälkeen, luotu service tulee näkyviin observer-monitor-manager -ohjelman näkymään

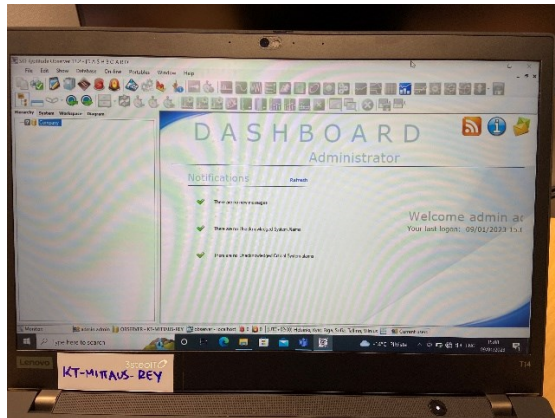
Seuraavaksi avataan Observe-ohjelma. Ensimmäisenä sieltä tulee määrittää se, mihin tietokantaan Observer on yhteydessä. Luo uusi connection **add** painikkeesta, josta avautuu kuvan 18. ikkuna.



Kuva 18. Observer-ohjelmaa avatessa, tulee määrittää tietokanta mihin ohjelma on yhteydessä. Luodessasi tätä yhteyttä painamalla connection **add** painiketta avautuu kuvan ikkuna

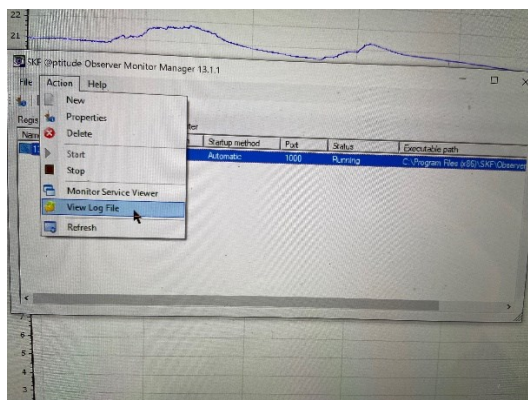
Voit nimetä connection:n haluamallasi tavalla. Tähän työvaiheeseen tarvittavat paikalliselta IT-tueltä tarvittavat paikalliset SA-tunnukset sekä sql-serverin nimi, mikä tulee **server name** -kohtaan. Tärkeää on huomioida, että databasea valitessasi älä kirjoita **database** kenttään mitään, vaan valitse oikea luomasi tietokanta painamalla painiketta database -kentän vieressä ja valitsemalla sieltä luomasi tietokannan. Observer-monitor -kohtaan tulee lisätä oman

tietokoneesi IP-osoite sekä määritetty portti, mitä IMx-laite ja Observer käyttää. Mikäli asennus suoritettiin oikein, tulee uuden connection:n tulla näkyviin Observer-sovelluksen käynnistyessä aukeavaan näkymään. Valitse tämä äsken luotu connection aktiiviseksi ja paina **ok**, jolloin Observer kysyy salasanaa ja käyttäjätunnusta. Nämä löytyvät koneessa kiinni olevasta tarrasta. Nämä lisäämällä Observer käynnistyy ja näytölle tulisi avautua kuvan 19. näkymä.



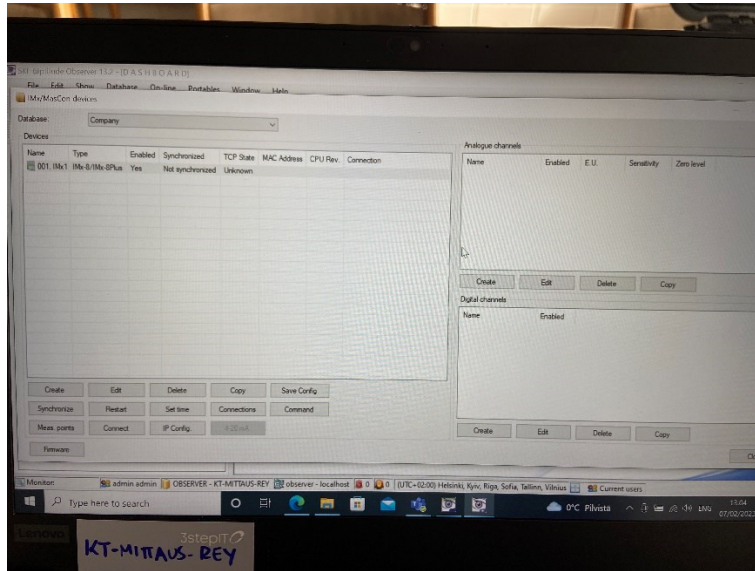
Kuva 19. Kuvassa näkyy observer-ohjelma avattuna tietokoneen näytölle

Tarkista Observerin käynnistyessä, että ruudun vasemmassa alakulmassa lukee **monitor: connected**. Jos ei lue, niin tarkasta Observer-monitor-manager:sta, onko service käynnissä. Jos näin ei ole, voit käynnistää service:n manuaalisesti valitsemalla service:n aktiiviseksi ja painamalla vihreää **play** painiketta. Jos tämäkään ei toimi, mene **action** painikkeesta **view log file** lehdelle ja tutustu mahdolliseen ongelmaan. Jos vikaa ei sieltä löydy, tulee pyytää apua paikalliselta IT-tuelta.



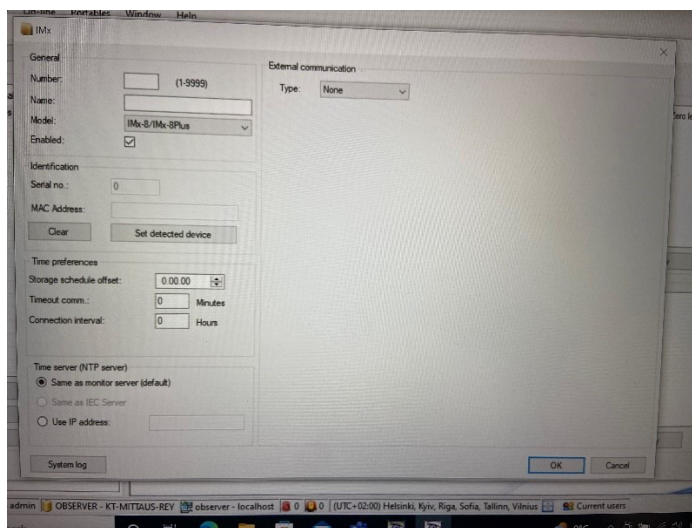
Kuva 20. Tarkista observerin käynnistyksen aikana, että se on yhteydessä tietokantaan observerin vasemmasta alakulmasta. Jos näin ei ole, observer-monitor-manager -ohjelman action painikkeen jälkeen kun painat view log file painiketta, voit etsiä ongelman mahdollista alkuperää.

Kun Observer on auki, ja Observer on yhteydessä tietokantaan, niin voidaan seuraavaksi määrittää IMx-laite, minkä kanssa Observer on yhteydessä ja mitä laitetta tullaan käyttämään mittauksessa. Luo uusi IMx-laite **on-line** painikkeesta painamalla **IMx/MAS Con devices** painiketta, josta avautuu kuvan 21. ikkuna.



Kuva 21. Observer-ohjelma tulee yhdistää oikeaan käytössä olevaan IMx-laitteeseen. Kun avaat Observerista on-line painikkeen ja valitset IMx/MAS Con devices -ikkunan auki, avautuu tämän kuvan näkymä

Tässä ikkunassa paina **create** painiketta, josta avautuu uusi ikkuna. Valitse laitteeksi IMx ja paina **ok**, jolloin avautuu kuvan 22. ikkuna.

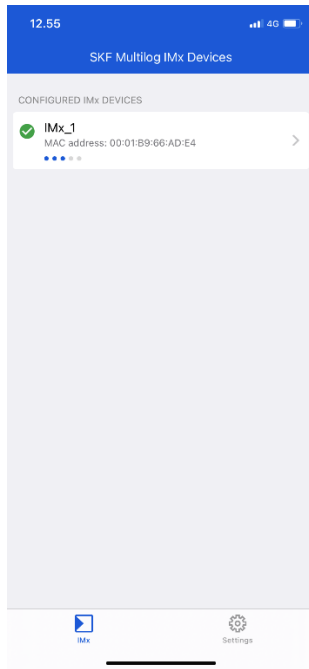


Kuva 22. Uutta IMx-laitetta luodessa avautuu kuvan ikkuna. Pääasiassa täältä nimetään laite haluamallaan tavalla.

Tässä ikkunassa määrität IMx-laitteelle oman numeron sekä nimen. Nimeen voi kirjoittaa esimerkiksi paikan sijainnin, joka helpottaa itse laitteen paikantamista kentältä ongelmatapauksen tullessa eteen ja IMx-laitteita ollessa monta, mitkä tekevät mittauksia samanaikaisesti samalla alueella. Muita asetuksia eri tarvitse muuttaa.

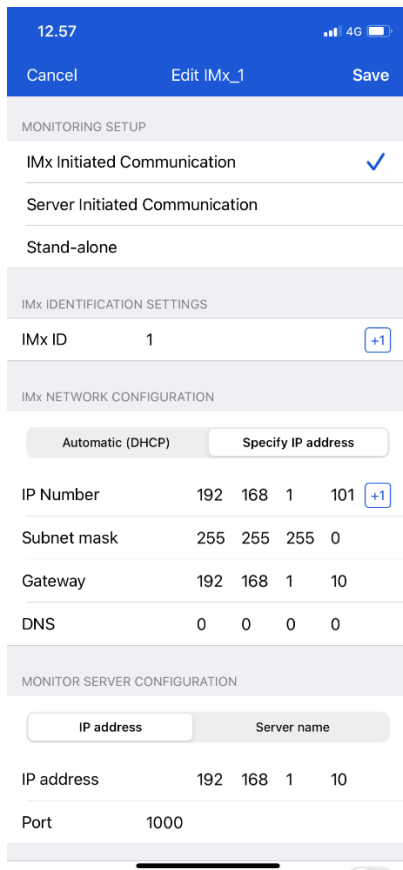
Seuraavaksi otetaan käsittelyyn IMx-manager-puhelinsovellus. Sovelluksen käyttötarkoitus on määrittää se, että minkä portin kautta ja mihin tietokoneeseen IMx-laite lähettää tietoa. Esimerkiksi, jos käytössä on monia eri IMx-laitetta kentällä samanaikaisesti, jolloin osa näistä laitteista voi lähettää tietoa paikalliseen verkkoon ja osa SKF:n pilvipalveluun. Tämän sovelluksen avulla asentaja määrittää jokaisen IMx-laitteen tietoliikenteen osoitteen, jossa sitä tietoa tarvitaan. Sovelluksen käyttöön tarvitset siihen tarkoitettun käyttäjätunnuksen, jonka saa pyytämällä sen suoraan SKF:ltä tai mahdolliselta laitetoimittajalta, josta laite on alunperin käyttöön hankittu.

IMx-laite yhdistyy päällä ollessaan automaattisesti puhelinsovellukseen. Jotta asentaja osaa muokata oikean IMx-laitteen asetuksia, näkyy sovelluksen näytöllä MAC-osoite, joka kertoo mistä IMx-laitteesta on kyse. Tämä MAC-osoite löytyy salkusta IMx-laitteessa kiinni olevasta tarrasta, mikä näkyy kuvassa kaksi. Kuvassa 23. näkyy sovellus käynnissä, mistä löytyy myös esimerkki löydetyistä IMx-laitteesta. Ennen laitteen käyttöönottoa tulee laitteen käyttäjällä olla tämä sovellus puhelimessa. Avatessasi sovelluksen ja kirjautumisen jälkeen avautuu kuvan 23. näkymä. IMx-laite tulee näkyviin automaattisesti sovellukseen Bluetooth:n kanssa



Kuva 23. SKF:n puhelinsovellus IMx-manager

Seuraavaksi avataan sovelluksen löytämä IMx-laite painamalla sitä puhelimen näytöllä. Tästä avautuu kuvassa 24. näkyvä ikkuna.

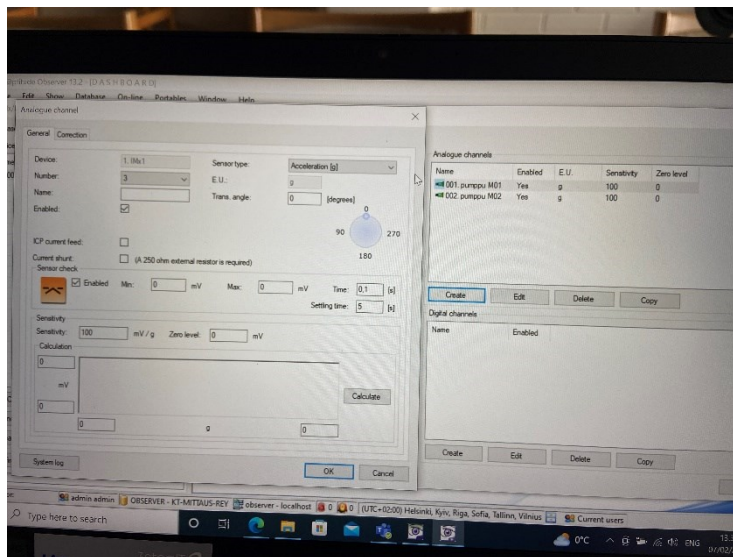


Kuva 24. Avaa sovellukseen näkyviin tullut IMx-laite. Avatessasi sen näkyviin tulee kuvan näkymä esille. Tässä kohdassa tarkistetaan asetukset IMx-laitteesta (ID, tietokoneen IP osoite sekä portti)

Kuvasta 24. tulee tarkistaa **IMx ID**. Tällä tarkoitetaan sitä numeroa, joka IMx-laitteen määrittämisessä määritettiin IMx:n numeroksi, ja tähän tulee sama numero. Lisäksi sovelluksen kohtaan **monitor server configuration** tulee lisätä työtehtävässä käytetyn tietokoneen IP-osoite sekä portti, joka määritettiin tietokoneen ja Observerin välille.

Anturien lisäys tapahtuu samasta paikasta, jossa määritetään IMx-laitteet. Pääasiassa sellainen jako anturien lisäyksen suhteen, että kiihtyvyyssanturit menevät analogisiin portteihin ja tako-anturit menevät digitaaliportteihin. Tämä johtuu siitä, että kiihtyvyyssanturista tulee IMx-laitteelle analogiatietoa, jota digitaaliportti ei ota suoraan vastaan, kun taas tako-/pulssianturi tuottaa taas pulsseja. Analoginen portti mittaa jännitteen muutosta, kun taas digitaalinen portti mittaa tuleeko jännitettä vaiko ei, eli jännitepulssia.

Anturi lisätään painamalla joko **analog** tai **digital** kohdassa **create** painiketta, joka sitten luo uuden anturin. Tämä avaa asetuskunan, näkyy kuvassa 25.



Kuva 25. Anturit määritetään samasta paikasta kuin IMx-laitteet. Lisää joko analog- tai digital-listaan anturi painamalla **create** kyseisen taulukon alapuolelta anturityypin mukaan. Silloin avautuu kuvan näkymä

Asetuksista tulee määrittää sen nimi, anturityyppi sekä anturin sijainti esimerkiksi moottorissa. Lisäksi tarkista, että **IPC current feed** on valittuna. Tämä johtuu siitä, että ilman tätä toimintoa IMx ei syötä minkäänlaista jännitettä anturille, jolloin mittaus ei toimi. Lisäksi tarkista anturista, mikä on sen herkkyys esimerkiksi 100 mV/g. Se löytyy yleensä anturin kyljessä olevasta tyyppikil-

vestä. Tämä anturin herkkyys sijoitetaan anturia lisätessä **Sensitivity** kohtaan. Tämän jälkeen paina **ok**. Jos anturin lisäys meni oikein, tulee anturin ilmestyä anturilistalle, joka näkyy kuvassa 14. oikealla joko analog- tai digitalistalla.

Tämän jälkeen IMx-laite, tietokone sekä anturit ovat mittausvalmiit. Ennen mittausten aloittamista mittausten tekijän tulee määrittää mittaushierarkia, missä määritetään itse mitattava laite ja laitteen mahdolliset mittapisteet. Nämä mittapisteet määritetään tapauskohtaisesti ja laitekohtaisesti, koska jokaisella laitteella on esimerkiksi oma kierrosalue, teho sekä fyysinen sijainti anturin sijoittamisen näkökulmasta.

4 MAHDOLLISET KÄYTTÖKOhteET JA ESIMERKKEJÄ TEHDYISTÄ MITTAUKSISTA

IMx-8 kunnonvalvontajärjestelmä tuo online-kunnonvalvonnan mahdollisuudet kohteeseen, jossa ei esimerkiksi ole ennestään kunnonvalvontajärjestelmää taikka tehtävien mittauksien kohde on kiinteään järjestelmän ulkopuolinen laite. Lisäksi laitteella tehdään erilaisia mittauksia, kun esimerkiksi yrityksen omat resurssit eivät kykene selvittämään ongelman alkuperää. Tapauskohtaisesti vika voi esimerkiksi olla mahdotonta havaita ilman, että kohteella suoritetaan värähtelymittauksia. (Lepistö 2022.)

IMx-järjestelmä on käytössä Suomessa ylivoimaisesti eniten sellu- sekä paperiteollisuuden yrityksissä. Tämä johtuu siitä, että yleensä paperikoneissa on todella paljon pyöriviä teloja, sähkömoottoreita, hydraulisia koneenosia sekä puhaltimia, jotka sisältävät paljon mahdollisesti rikkoutuvia osia esimerkiksi laakerit ja nämä laitteet ovat yleensä tuotannolle todella kriittisiä oikeanlaisen tuotteen laadun varmistamiseksi. Lisäksi myös yksittäisiä käyttäjiä ovat erilaiset voimalaitokset, kemianteollisuuden yritykset sekä kaivosteollisuuden yritykset. Näiden lisäksi oma käyttäjäryhmänsä ovat erilaiset OEMs laitevalmistajien käyttöönottooryhmät, potkurivalmistajat sekä konepajat. (Lepistö 2022.)

Pääasiassa järjestelmällä tehtävät mittaukset ovat käyttöönotto ja referenssimittaukset sekä äärimmäistapauksissa ongelmanetsintämittaukset. Referenssimittaus on nollapistemittaus, jossa referoidaan jo olemassa olevaan dataan

ja tällä pyritään vertaamaan eroavaisuuksia mittaustulosten väliltä. Tämä eroavaisuus voi usein viitata mahdolliseen tulevaisuuden rikkoutumiseen. Tällaisia mittauksia on hyvin usein käytetty voimalaitosten ylös- ja alasajo tilanteissa. (Lepistö 2022.)

Mittauksen ideana on saada kriittisiin ja pyöriviin laitteisiin nollahetki mittaus, mistä lähdetään liikkeelle ja mihin tulevaisuudessa referoidaan. Tällä pyritään eliminoimaan käyttöönotto-, suunnittelu- ja asennusvirheet. Tällaiset mittaukset ovat yleensä hyvin laajoja, jotta saadaan kerättyä mahdollisimman paljon dataa yritykselle ja voidaan luoda laaja lähtötilannekuva tilanteesta. (Lepistö 2022.)

Käyttöönotto mittauksella tarkoitetaan sellaista mittausta, jossa selvitetään laitteen kunto ensimmäisellä käyttöönottokerralla sekä pyritään löytämään mahdolliset asennuksen ongelmakohdat. Tästä mittauksesta hyvä esimerkki on pumpun asennuksen tarkistus. Mittauksella selvitetään myös asennetun laitteen yleinen kunto, sillä asennettu laite on voi esimerkiksi olla jo asennusvaiheessa vaurioitunut. Laitteen kunto selviää esimerkiksi värähtelymittauksella tai lämpömittauksella laitteen ollessa käynnissä. Käyttöönottomittauksen tarkoitus on luoda referenssidataa laitteesta ja sen kunnosta yrityksen kunnossapidon käyttöön. Näin luodaan pohja myös kunnonvalvonnalle, kun tiedetään, milloin laite on otettu käyttöön ja todettu toimintakuntoiseksi mittauksien arvot ovat tältä ajalta tällaiset. Näitä alkuarvoja sitten verrataan tulevaisuudessa saatuihin kunnonvalvontamittauksien tuloksiin. (Lepistö 2022.)

Ongelmanetsintä-mittauksessa laitteen mahdollista vikaantumisen syytä ei valmiiksi tiedetä. Ongelmaa lähdetään yleensä etsimään vertaamalla saatujen värähtelymittausten tuloksia jo olemassa olevaan referenssidataan. Tämä antaa mahdollista kuvaa ongelman sijainnista esimerkiksi onko laitteessa mahdollinen laakerivika. Ongelmaetsintä-mittaukset voivat paisua todella suuriksi työtehtäväksi vian ollessa todella vaikea paikallistaa, mikä ajan edetessä lisää työtunteja. Tällöin näitä jo saatuja mittaustuloksia voidaan käyttää yrityksen päätöksen tukena esimerkiksi miettiä vanhan laitteen korvaamista uudella laitteella, joka tulisi mahdollisesti pitkässä juoksussa halvemmaksi. (Lepistö 2022.)

4.1 Esimerkki turbiini

Turbiinin käyttöönottomittaus on suhteellisen yleinen esimerkkityötehtävä IMx-järjestelmälle. Tässä tapauksessa yritys halusi saada tietoa turbiinin ylös- sekä alasajoon liittyvistä asioista ja saada tästä itselleen dataa kunnossapidon käyttöön. IMx-järjestelmä otettiin käyttöön, koska yrityksen oma järjestelmä ei tähän työtehtävään kyennyt. Käytössä oli jo ennestään erinomaiset laitteiden suojaukseen liittyvät työkalut sekä automaatio sen tueksi, mutta kunnonvalvonta on lähes olematon. Lisäksi kunnonvalvontaa hyödyttävät erilaiset analysointityökalut puuttuivat kokonaan. (Lepistö 2022.)

Tässä tapauksessa IMx-järjestelmällä laajennettiin jo olemassa olevaa kunnonvalvontajärjestelmää; paikattiin olemassa olevaa järjestelmää niiltä sektoreilta, missä se ennestään oli puutteellinen (Lepistö 2022).

4.2 Esimerkki puu- ja selluteollisuus

Puu- ja selluteollisuuden yritys oli rakennuttamassa uutta sahaa Suomeen. Yrityksellä oli ennestään hankittu erittäin laaja online-kunnonvalvontajärjestelmä, mikä ulottuu koko sahan alueelle kattaen lähes kaikki liikkuvat koneet ja laitteet. Tässä tilanteessa tosin, koska kaikki laitteet olivat aivan uusia, ei yrityksellä ollut minkäänlaista dataa laitteiden toiminnasta, värähtelystä taikka asennusvirheistä. Tässä tapauksessa yritys oli tilannut kartoituksen yrityksen laitteistosta, jossa suoritetaan näille laitteille käyttöönotto- ja tasapainotusmittaukset IMx-järjestelmän avulla. Näin tarkistettiin kaikki mahdolliset asennusvirheet laitteistossa, onko jokin laite mahdollisesti valmiiksi hajalla sekä tulevaisuuden mittauksia varten saatiin roimasti referenssidataa, mihin sitten tulevaisuuden tarkastuskäynneillä voidaan verrata mahdollisten hajoamisten löytämiseksi. (Lepistö 2022.)

5 TYÖN TULOSTEN YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutustua IMx-8-kunnonvalvontajärjestelmään ja erityisesti sen kannettavaan yksikköön sekä siihen liittyviin oheislaitteisiin. Tarkoituksena oli käydä läpi yksikön komponentit, niiden toimintaperiaate ja käyttötarkoitukset. Lisäksi tehtävänä oli näiden tietojen sekä asiantuntijalausuntojen pohjalta

pyrkiä löytämään ne työympäristöt, missä tällaista järjestelmää voidaan parhaiten hyödyntää sekä luomaan työohje ohjelmiston mittausvalmiiksi asentamista varten.

IMx-8 kannettava yksikkö sopii parhaiten sellaisiin ympäristöihin, mihin tarvitaan online-kunnonvalvontajärjestelmän tuomat ominaisuudet ja etuudet tavalliseen järjestelmään verrattuna, mutta väliaikaisesti. Tämän lisäksi yksikkö sopii käytettäväksi laitteiden käyttöönotto- sekä referenssimittauksiin. IMx-laitteen ominaisuudet ja sen liitännäismahdollisuuksien tuomat mahdollisuudet pitkien aikavälien mittausten tekemiseen. Yksikön mukana tulevat komponentit sopivat moniin erilaisiin ympäristöihin ja tarvittaessa yleistä yksikön kokoonpanoa komponenttien ja lisävarusteiden suhteen on helppo laajentaa.

IMx-8-kunnonvalvontayksikkö on Suomessa ylivoimaisesti eniten käytössä paperi- sekä selluteollisuuden puolella. Näissä tehdasympäristöissä on runsaasti rasiituksen ja kulutuksen alla esimerkiksi teloja, pumppuja sekä moottoreita. Näiden teollisuuden alojen lisäksi yksikkö on käytössä lähes jokaisella teollisuuden alalla, työtehtävät vaihtelevat näin ollen laajasti.

LÄHTEET

AB SKF Oy s.a.a. Ei päiväystä. About SKF. AB SKF Osakeyhtiö. Verkkosivu. Saatavana: <https://www.skf.com/fi/organisation/about-skf> Viitattu 15.03.2022.

AB SKF Oy s.a.b. Ei päiväystä. History-timeline. AB SKF Osakeyhtiö. Verkkosivu. Saatavana: <https://www.skf.com/fi/organisation/about-skf/history-timeline> Viitattu 04.04.2022.

AB SKF Oy s.a.c. Ei päiväystä. SKF and Ferrari. AB SKF Osakeyhtiö. Verkkosivu. Saatavana: <https://www.skf.com/group/industries/cars-and-light-trucks/skf-and-ferrari> Viitattu 04.04.2022.

AB SKF Oy. Ei päiväystä. SKF Vibration Sensors Catalog. AB SKF Osakeyhtiö. PDF-tiedosto. Saatavissa: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196804926fe-11604_17-EN---Vibration-Sensor-Catalog_tcm_12-267858.pdf Viitattu 19.01.2022.

Emerson Process Management s.a. Ei päiväystä. High Process Noise Field Guide. EMERSON Process Management. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.emerson.com/documents/automation/white-paper-high-process-noise-field-guide-rosemount-en-89368.pdf> Viitattu 8.9.2022.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito tuotanto-ominaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Kruise, R. 2023. Haastattelu. IT-asiantuntija. SKF.

Lepistö, E. 2022. Haastattelu. Kunnossapito-insinööri. SKF.

Novotek. Ei päiväystä. Kunnossapitostrategian valinta. Novotek. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.novotek.fi/insights/kunnossapitostrategian-valinta/> Viitattu 21.09.2022.

Oamk. Ei päiväystä. Kunnonvalvonta ja huolto. Oulun ammattikorkeakoulu.
PDF-tiedosto. Saatavana: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf Viitattu 4.5.2022.

SKF Group PDF-tiedosto (Nimi: SKF Multilog On-Line System IMx-8) PDF-tiedosto. Saatavilla: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196805f2330-IMx-8-User-Manual_EN-15V_090_00049_100_tcm_12-289998.pdf

CMSS 2200 anturi Datasheet

CMSS 2200 / CMSS 2200-M8

Industrial accelerometer, side exit

The CMSS 2200 accelerometer is a good multi-purpose sensor. The sensor is most commonly deployed in the following industries:

- Power Generation (Fossil, Nuclear, Hydro)
- Pulp and Paper
- Mineral Processing
- Food and Beverage

Features

- For use with all SKF on-line systems, protection systems and the portable data collection instruments
- Rugged, economical and all around general purpose sensor
- 100 mV/g sensitivity to optimize use in multiple applications
- Exceptional bias voltage (BV) stability at elevated temperatures
- Designed for exceptional low noise level over a wide temperature range
- Meets stringent CE, EMC requirements
- Captive mounting bolts (1/4-28, M6 x 1,00 or M8 x 1,25) provided
- Corrosion resistant and hermetically sealed for installation in high humidity areas
- Reverse polarity wiring protection

Recommended connector/cable assembly

- CMSS 932 series

Specifications

Specifications conform to ISA-RP-37.2 (1-64) and are typical values referenced at 24 °C (75 °F), 24 V DC supply, 4 mA constant current and 100 Hz.

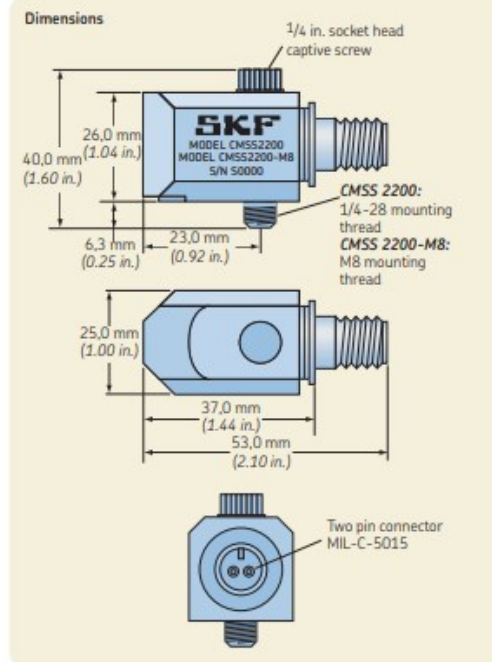
Dynamic

- Sensitivity: 100 mV/g
- Sensitivity precision: ±5% at 24 °C (75 °F)
- Acceleration range: 80 g peak
- Amplitude linearity: 1%
- Frequency range:
 - ±10%: 1,0 to 5 000 Hz
 - ±3 dB: 0,7 to 10 000 Hz
- Resonance frequency, mounted, minimum: 22 kHz
- Transverse sensitivity: ≤ 5% of axial
- Temperature response: See graph



Electrical

- Power requirements:
 - Voltage source: 18 to 30 V DC
 - Constant current diode: 2 to 10 mA, recommended 4 mA
- Electrical noise:
 - 2,0 Hz: 20 µg/√Hz
- Output impedance: < 100 Ω
- Bias output voltage: 12 V DC
- Grounding: Case isolated, internally shielded



CMSS 932-68TLI-SY-5M & -10M anturikaapeli Datasheet

CMSS 932 / CMSS 933

Connector and cable assemblies for vibration sensors

Using detailed knowledge acquired from many years of supplying high quality sensors to a broad spectrum of industry users, SKF offers rugged cable and connector assemblies for use with vibration transducers employed in the Pulp and Paper, Petrochemical, Steel, Mining and Construction, Metal Working and Machine Tool industries.

The weakest part of any vibration monitoring system is the sensor and field cabling. Selection of a quality sensor is the first important step towards the integrity of a system, but equally important is the choice of mating connector and cable.

Features

- For use with the SKF range of vibration sensors
- Rugged, economical
- Shielding for low-voltage dynamic vibration signals
- Proven, advanced styles of connectors
- Two levels of dust and water ingress protection

Description

CMSS 932-68

The CMSS 932-68 is a cable connector assembly designed for use with piezoelectric vibration sensors that require high specification shielded cable to maximize the quality of the signal transmitted to the monitoring system.

The CMSS 932-68 is a two wire assembly, using a single or double shield, twisted pair cable with the conductors individually insulated with a fluorine based polymer, a braided shield with drain wire and an outer insulated jacket also made of a fluorine based polymer.

The double shielded option adds an inner shield of aluminum polyester foil with drain wire. There are two wire colors (jacket) available:

- Yellow: For high visibility in the often dusty and debris laden industrial environment
- Blue: For use in intrinsically safe circuits in the Oil/Gas and Hydrocarbon Processing industries

CMSS 933-68

The CMSS 933-68 has the same characteristics as the CMSS 932-68, except it is a three wire version for use with dual temperature and vibration sensors.

All IP 68 connectors are heavy duty MIL-style, with sealing against dust and water ingress. The stainless steel connectors are also physically protected by a fluoroelastomer "rubber boot" with SKF molded logo for easy vendor identification.

At the other end, the cables are blunt cut, ready for installation in field termination boxes.



CMSS 932 / CMSS 933 IP 68 cable connector assemblies with locking collar (top) and with twist lock (bottom).

Recommended uses

The single shield cable is recommended for use with sensors in normal industrial applications where these cable types have been previously used and installed.

The double shield cable is highly recommended for use with sensors in industrial installations where there is a high noise field, such as machine tools and power generating facilities.

For double shielded versions, the inner shield is isolated and the outer shield is non-isolated.

Specifications

Cables

- Two insulated conductors are cabled together with one uninsulated drain wire and two glass cord fillers

Materials

- Conductor: Tin plated copper, 19 × 32 strands, size 20 AWG (American Wire Gauge)
- Insulation: Extruded FEP
- Drain wire: Tin plated copper, 7 × 32 strands, size 24 AWG
- Shield: 36 AWG tin plated copper braid
- Jacket: Extruded FEP
- Molded boot: Black fluoroelastomer, offering better chemical resistance
- Adaptor / Locking rings: Stainless steel

Color code

- Conductor: Black and white pair
- Jacket: Yellow or blue
- Color code for CMSS 932:
 - A = White = Acceleration signal/power
 - B = Black = Common
- Color code for CMSS 933:
 - A = Red = Acceleration signal/power
 - B = Black = Acceleration and temperature common
 - C = White = Temperature signal

Dimensions

- Conductor: 0,96 mm (0.038 in.) nominal
- Insulation: 1,40 mm (0.058 in.) nominal
- Drain wire: 0,61 mm (0.024 in.) nominal
- Shield: 3,50 mm (0.138 in.) nominal
- Jacket: 4,80 mm, $\pm 0,1$ mm (0.190 in., ± 0.005 in.)

Electrical

- Capacitance: Approximately 89 pF/m (27 pF/ft.)
- Voltage rating: 600 V RMS maximum continuous use

Environmental

- Minimum bend radius: 48 mm (1.9 in.)
- Working temperature range: -80 to $+200$ °C (-110 to $+390$ °F)
- Heat and flame resistance: Non-flame propagating
- Plenum rated
- Meets ROHS requirements



IP 68 sensor/connector/cable assembly with twist lock (CMSS 932-68TLX-XX-XXX).



IP 68 sensor/connector/cable assembly with locking collar (CMSS 932-68LCX-XX-XXX).

Connectors

MIL-style stainless steel connectors are designed for use with SKF sensors. There are two different styles of IP 68 connectors: twist lock and locking collar.

With the twist lock connector, a quarter twist of the fluoroelestopmer boot locks the assembly into a tight fit.

The locking collar is a threaded connector that threads onto an accompanying sensor adapter. It is recommended to secure the sensor adapter to the accelerometer connector using thread lock (Loctite).

Both provide excellent protection against dust and water, and achieved an ingress protection rating of IP 68. However, the connector/cable assembly with locking collar features an O-ring and metal locking ring and is therefore more suitable for applications under water.

Definition of IP 68 (Immersion)

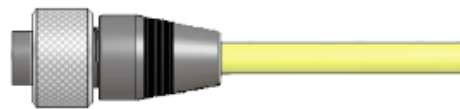
- No ingress of dust; complete protection against contact
- Suitable for continuous immersion in water depth greater than 1 m (3.3 ft.) when the connector and mating connector on the sensor is assembled with silicone grease

Connector specifications

Molded boot:	Black fluoroelestopmer
Adaptor/locking collar:	Stainless steel
Temperature range:	-23 to $+150$ °C (-9.4 to $+302$ °F)

CMSS 932-64 / CMSS 933-64

The MIL-style IP 64 rated connector is an economical choice and suits application in lighter industrial environments.



IP 64 connector/cable assembly with standard build (CMSS 932-64SBI-XX-XXX).

Due to its size, the standard build does not feature an SKF logo and has limited options. The IP 64 connector/cable assembly is only available isolated, the shield is not connected to the sensor body.

Definition of IP 64 (splash-proof)

- Complete protection against contact; protection from infiltration of dust and protection from splashed water (splash-proof)
- Maximum temperature: $+80$ °C ($+176$ °F)