



Jami Palonen

# Nosturin tiedonkeruujärjestelmän tuotteistaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

22.5.2024

# Tiivistelmä

Tekijä:	Jami Palonen
Otsikko:	Nosturin tiedonkeruujärjestelmän tuotteistaminen
Sivumäärä:	37 sivua + 1 liite
Aika:	22.5.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Reijo Leinonen Prosessinostureiden automaatio suunnittelun esimies Tommi Turku

Insinööriyön aiheena oli kehittää Konecranesin käyttämää Iba-tiedonkeruujärjestelmää, jolla kerätään tietoa nostureista. Tavoitteena oli luoda yksinkertaistettuja ja helpposti muokattavia ohjelmistokokonaisuuksia, jotka sekä säästävät automaatioinsinörien aikaa että helpottavat myyjien työtä tarjoamalla asiakkaille valmiiksi määritellyjä ratkaisuja nosturien tiedonkeruuseen ja diagnostiikkaan.

Työssä keskityttiin kahden asian kehittämiseen: tiedonkeruujärjestelmän vakiorajapinnan rakentamiseen ja valmiiden ohjelmistopohjien toteuttamiseen Iba:lle sekä myyntidokumentin tuottamiseen myynnin tueksi. Työssä selvitettiin, miten kerättävän tiedon määrittäminen rajapintaan voidaan vakioida ja miten järjestelmää voitaisiin optimoida siten, että se toimisi useiden nosturityyppien kanssa. Toteutuksessa huomioitiin myös laajennettavuus ja yhteensopivuus mahdollisimman monen projektin kanssa.

Tuloksena syntyi vakioitu datalohkorakenne, jossa on kootusti tieto nosturin tuottavuudesta ja käyttöasteesta sekä diagnostiikkaan tarvittava data on organisoitu ja helpposti käytettävissä. Projektissa tehtiin myös käytännön testauksia sekä kehitettiin valmiita raportointipohjia, jotka mahdollistavat monipuolisten ja visuaalisten PDF-raporttien tuottamisen asiakkaille. Huolimatta kohtaamistani haasteista, kuten Analyzer-ohjelmiston käyttövaikeudesta, työssä saavutettiin sille asetettu tavoite. Valmiita ja helppokäyttöisiä ohjelmistopohjia oli mahdollista testata toimitusprojekteissa. Näitä pohjia voidaan tulevaisuudessa hyödyntää lisää teollisuusnostureiden tiedonkeruu- ja raportointitarpeisiin.

Työn jatkokehityksen myötä esille nousi ideoita, kuten pilvipalveluiden hyödyntämisen mahdollisuus tiedonkeruussa ja mahdollisuus tarkastella vaihtoehtoisia järjestelmiä raportoinnin helpottamiseksi. Iba-tiedonkeruujärjestelmän kehittämistyön ansiosta Konecranes voi nyt tehokkaammin tarjota asiakkailleen räätälöityjä ratkaisuja nostureiden käytön ja kunnossapidon raportointiin sekä optimointiin.

Avainsanat: tiedonkeruujärjestelmä, nosturi, logiikka, raportti

## Abstract

Author: Jami Palonen  
Title: Productization of Crane Data Collection System  
Number of Pages: 37 pages + 1 appendix  
Date: 22 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Engineering  
Supervisors: Reijo Leinonen, Senior Lecturer  
Tommi Turku, Manager, Global Automation Engineering

---

The purpose of the engineering work was to further develop the Iba data collection system used by Konecranes to gather information from cranes. The aim was to create simplified and easily modifiable software templates that both save time for automation engineers and help the work of salespeople by offering customers predefined solutions for data collection and diagnostics of cranes.

The work focused on developing two aspects: building a standard interface for the data collection system and creating preconfigured software templates as well as producing a sales document to aid in sales. The project tried to find ways to standardize the definition of collected data to the interface and how the system could be optimized to work with various types of cranes. The implementation also considered expandability and compatibility with as many projects as possible.

As a result, a standardized data block structure was created, which collectively includes information on the crane's productivity and utilization, and the data required for diagnostics is organized and easily available. The project also involved practical testing and the development of premade reporting templates, enabling the production of versatile visual PDF reports for customers. Despite encountering challenges such as difficulties using Analyzer software, the work achieved its set goal. The preconfigured and user-friendly software templates were possible to test in delivery projects. These templates can be utilized further in the future for industrial crane data collection and reporting needs.

In the aftermath of the work, further ideas emerged, such as the possibility of using cloud services for data collection and the opportunity to further explore alternative systems to facilitate reporting. Thanks to the development work of the Iba data collection system, Konecranes can now offer its customers more efficiently tailored solutions for reporting and optimizing crane usage and maintenance.

Keywords: data collection, crane, logic, report

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tiedonkeruu teollisuudessa	2
2.1	Tiedon tallentaminen ja kerääminen	4
2.2	Tietoliikenneprotokollat	6
2.3	OPC	8
3	Iba-tiedonkeruujärjestelmä	9
3.1	Ohjelmisto	10
3.1.1	Kerääminen	11
3.1.2	Tallentaminen	12
3.1.3	Analysointi	13
3.2	Laitteisto	14
4	Iba-järjestelmän tuotteistaminen	15
4.1	PC teollisuuteen	16
4.2	PLC-rajapinta	18
4.3	Datan tallentaminen	22
4.4	Raportin luonti asiakkaalle	26
4.5	Jatkokehitys	32
5	Toimitusprojektit	33
5.1	Projekti 1	33
5.2	Projekti 2	34
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1: Viikkoraportti	

## Lyhenteet

AWS:	Amazon Web Services. Amazonin pilvipalvelualusta.
CMS:	Crane Management System. Nosturin vanha tiedonkeruujärjestelmä.
DB:	Data Block. Datalohko
DWP:	Design Working Period. IEC standardiin perustuva koneistojen kunnonlaskenta
FC:	Function. Tia Portalissa oleva funktiolohko.
HDLC:	High-level Data Link Control. Tietoliikenneprotokolla.
HMI:	Human-Machine Interface. Käyttöliittymä.
IBA:	Tiedonkeruujärjestelmiä tarjoava yritys.
IIoT:	Industrial Internet of things. Teollisuuden esineiden ja asioiden internet.
IP:	Internet Protocol. Internet-protokolla.
IPC:	Industrial Personal Computer. Teollisuuteen tarkoitettu tietokone.
OPC:	Open Platform Communications. Yhteensopivuusstandardi
PLC:	Programmable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka.
PPP:	Point To Point Protocol. Pisteestä pisteeseen protokolla.
RFID:	Radio Frequency Identification. Radiotaajuudella toimiva tunnistus.

- SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. PC-valvomo.
- TCP: Transmission Control Protocol. Yhteydellinen tietoliikenneprotokolla.
- TKHJ: Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto tiedon tehokkaan hakemisen, säilyttämisen ja päivittämisen toteuttamiseksi.
- UDP: User Datagram Protocol. Yhteydetön tietoliikenneprotokolla.
- UDT: User Data Type. Tia Portalissa oleva käyttäjän luoma datatyyppi.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on kehittää osittain valmiista nosturin tiedonkeruujärjestelmästä, nimeltään Iba, markkinoitava ja valmis tuote. Tarkoituksena on rakentaa valmis ohjelmisto ja laitteistokokonaisuus, joka helpottaa ja nopeuttaa projektissa toimivan automaatio suunnittelijan työtä. Lisäksi luodaan myyntidokumentti myynnin tueksi, jossa kerrotaan Iba-tiedonkeruujärjestelmästä ja sen hyödyistä asiakkaalle.

Nykyinen Iba-järjestelmä joudutaan räätälöimään jokaiseen projektiin alusta loppuun sopivaksi, joka vie projektin automaatio suunnittelijalta huomattavasti aikaa. Tästä syystä Konecranes haluaa tuottaa vakioidun ja valmiin Iba-tiedonkeruujärjestelmäpaketin, jota voidaan tarvittaessa muokata eri nosturityyppeihin ja sovelluksiin sopivaksi. Tämä helpottaa järjestelmän rakentamista ja myymistä asiakkaalle.

Iba-tiedonkeruujärjestelmää tullaan myös käyttämään työkaluna huollossa, kunnossapidossa ja vianetsinnässä. Nosturista kerätään koneistojen ja mekaanisten osien kuntoon perustuvaa dataa, jota voidaan käyttää huolto- ja kunnossapito tarpeiden ennakoimisessa. Vianhaku tilanteessa Iba-järjestelmällä voidaan myös tallentaa PLC-muuttujia millisekuntien tarkkuudella.

Konecranes Oyj

Konecranes on johtava maailmanlaajuisesti tunnettu nostolaittevalmistaja, joka tarjoaa monipuolisia ratkaisuja eri teollisuuden ja satamatoimintojen sovelluksiin. Yhtiöllä on kolme pääaluetta, huolto, teollisuuslaitteet ja satamaratkaisut, jotka ovat jokainen noin kolmasosan yhtiön kokonaismyynnistä. Yhtiö perustuu konsernin Konecranes-pääbrändiin, jota täydentävät muut tuotemerkit, kuten Demag, R&M, SWF Krantechnik, Verlinde ja Donati.

Konecranesin teollisuuslaitepuoli tarjoaa laajan valikoiman nostureita ja nostimia jätteenkäsittelylaitoksiin, elintarviketeollisuuteen, teräs- ja peltitehtaisiin,

autotehtaisiin, lentokonevalmistukseen sekä moniin muihin teollisiinsovelluksiin. Konecranesin satamaratkaisut puolestaan tarjoaa nostureita suuriin ja pieniin satamiin, teollisuuteen ja kontinkäsittelyteollisuuksiin. Konecranes-huolto tarjoaa erikoispalveluita ja varaosia kaikenlaisille teollisuus- ja satamanostureille. [1.]

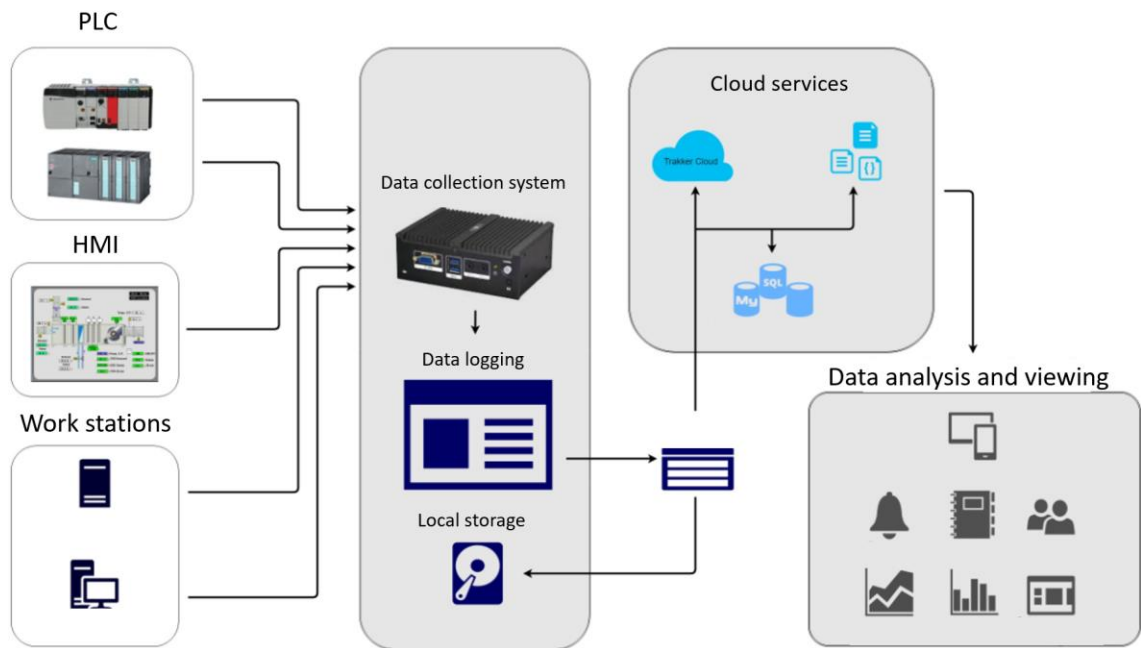
## 2 Tiedonkeruu teollisuudessa

Tiedonkerääminen teollisuudessa on lisääntynyt viime vuosina ja tulee lisääntymään tulevaisuudessa runsaasti. Teolliset yritykset haluavat lisätä tiedonkeräämistä omista prosesseista ja laitteista, jotta he voivat optimoida tuotteiden ja valmistajien läpimenoaikoja sekä ennakoimaan laitteistojen huoltoa ja kunnossapitoa. Tietoa kerätään erilaisilla antureilla suoraan käytettävistä koneista ja itse tuotantoprosessissa. Tiedon keräämisellä tuotantolaitokset saavat ajantasaista tietoa käytettävissä olevan työvoiman hyödyntämisestä, tuotteiden laadusta, inventaariotasoista ja koneiden sekä prosessissa käytettävien laitteiden hyötysuhteesta. Koneista kerätyllä tiedolla voidaan minimoida ylimääräiset tuotantokoneiden pysäytykset, pullonkaulat tuotannossa sekä parantaa tuotannon tehokkuutta ja tuottavuutta. Kattavalla tiedonkeruulla koko organisaatiosta ja tuotannosta, yrityksen johtoporras pystyy tunnistamaan epäkohdat resurssien hyödyntämisessä, heikosti tuottavissa soluissa ja koneiden kunnossapidossa. [2; 3.]

Erilaisia tapoja kerätä dataa tuotannosta ja koneista on useita, mutta yleisimpiä ovat

- IIoT (Industrial Internet of things)
- HMI (Human Machine Interface)
- PLC (Programmable Logic Controller)
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- RFID (Radio Frequency Identification).





Kuva 1. Tiedonkeruun avainasiat [4]

IloT on olennainen osa tiedonkeruuta teollisuudessa, ja sen avulla voidaan kerätä monipuolista tietoa tuotannosta. Tämä tapahtuu erilaisten antureiden, sensoreiden ja älykkäiden laitteiden avulla, jotka on integroitu osaksi tuotantoympäristöä. Anturit ja sensorit, kuten lämpötila-anturit, kosteusmittarit, RFID-tunnistimet ja kiihtyvyyssanturit, mittaavat erilaisia arvoja tuotantolaitteiden tilasta ja ympäristöolosuhteista. Näiden antureiden keräämä tieto lähetetään langattomasti tai langallisesti IloT-verkkoon. Älykkäät laitteet, kuten älykkäät koneet ja työnteekijöiden käyttämät laitteet, voivat myös osallistua tiedonkeruuseen, esimerkiksi lähettämällä tietoa suorituskyvystään ja tilastaan.

Langattomat verkot, kuten WiFi ja Bluetooth, mahdollistavat IloT-laitteiden keskinäisen kommunikoinnin ja tiedon lähettämisen keskitettyyn paikalliseen tietokantaan tai pilvipalveluun. IloT-alustat tarjoavat hallintatyökaluja ja mahdollistavat datan analysoinnin sekä visualisoinnin. Yhteisesti nämä IloT-sovellukset mahdollistavat reaaliaikaisen ja jatkuvan tiedonkeruun tuotantoprosesseista. [5.]

## Tiedonkeruu Konecranesilla

Konecranes hyödyntää maailmanlaajuisesti tiedonkeruuta toimittamissaan nostureissa. Pääasiassa nostureista kerätään kuntoon liittyvää tietoa, kuten jarrujen kunto, nostoköysien eheys ja muiden mekaanisesti rasittuvien osien kunto. Asiakkaan pyynnöstä nostureista voidaan kerätä myös tuottavuuteen liittyviä tietoja, kuten nosturin käyttöaika, automaattiajon syklit, nostetut tonnit ja seisakiajat.

Kaikki hälytykset ja varoitukset, kuten ylikuormat, moottorien ylikuumenemiset ja muut viestit tallennetaan hälytyshistoriaan. Näitä tietoja voidaan hyödyntää nosturin vikaantuessa vianetsinnässä ja huoltotoimenpiteissä. Tiedot voidaan kerätä tällä hetkellä jopa 30 millisekunnin tarkkuudella ja tallentaa paikallisesti kovalevyille tai pilveen.

Lisäksi nosturin käyttämää energiaa voidaan mitata energiamittareilla, mikä mahdollistaa nosturin energiankulutuksen mittauksen ja energiatehokkuuden parantamisen.

### 2.1 Tiedon tallentaminen ja kerääminen

Dataa voidaan tallentaa paikallisesti useilla eri tavoilla teollisuuden ympäristöissä. Yksi yleisimmistä tavoista on käyttää paikallisia tietokantoja ja tiedostojärjestelmiä, jotka on suunniteltu teollisuuskäyttöön. Nämä järjestelmät voivat sisältää esimerkiksi historian tallennusjärjestelmiä, jotka keräävät ja tallentavat ajantasaista tietoa prosesseista.

Teollisuusautomaation ohjausjärjestelmät kuten, SCADA, käyttävät myös paikallisia tallennusratkaisuja tallentaakseen prosessidataa. SCADA-järjestelmissä tiedot tallentuvat usein paikallisiin tietokantoihin tai tiedostoihin, jotka ovat helposti saatavilla tuotantolaitoksen sisällä. Lisäksi paikalliset tietokoneet ja palvelimet voivat toimia tallennusalustoina. Teollisuusyritykset voivat käyttää perinteisiä SQL-tietokantoja, kuten MySQL:ää tai Microsoft SQL Serveriä,

tallentaakseen tietoa. Paikallinen tallennusratkaisu tarjoaa etuja, kuten nopean pääsyn tietoihin ja mahdollisuuden toimia ilman jatkuvaa internetyhteyttä. Tämä on tärkeää teollisuuden ympäristöissä, joissa vaaditaan reaaliaikaista tietoa ja jossa turvallisuusvaatimukset voivat rajoittaa pilvipalveluiden käyttöä. Paikalliset tallennusratkaisut voivat kuitenkin asettaa haasteita datan varmuuskopioinnissa ja etäkäytettävyydessä, ja siksi on tärkeää valita ratkaisu, joka vastaa haluttuja käyttötarpeita ja -vaatimuksia.

Pilvipalveluiden käyttö datan tallentamiseen teollisuudessa tarjoaa monia etuja, vaikka se voi myös tuoda mukanaan omia haasteita. Pilvipalvelut, kuten AWS, Azure tai Google Cloud, tarjoavat joustavuutta, skaalautuvuutta ja etäkäytettävyyttä teollisuusympäristössä. Yksi merkittävä etu on se, että pilvipalvelut mahdollistavat datan tallentamisen ja hallinnan globaalilla tasolla. Tämä on erityisen hyödyllistä kansainvälisille yrityksille, joilla on useita tuotantolaitoksia eri puolilla maailmaa. Pilvipalveluiden avulla voidaan ylläpitää yhtenäistä ja ajantasaista tietoa kaikissa sijainneissa.

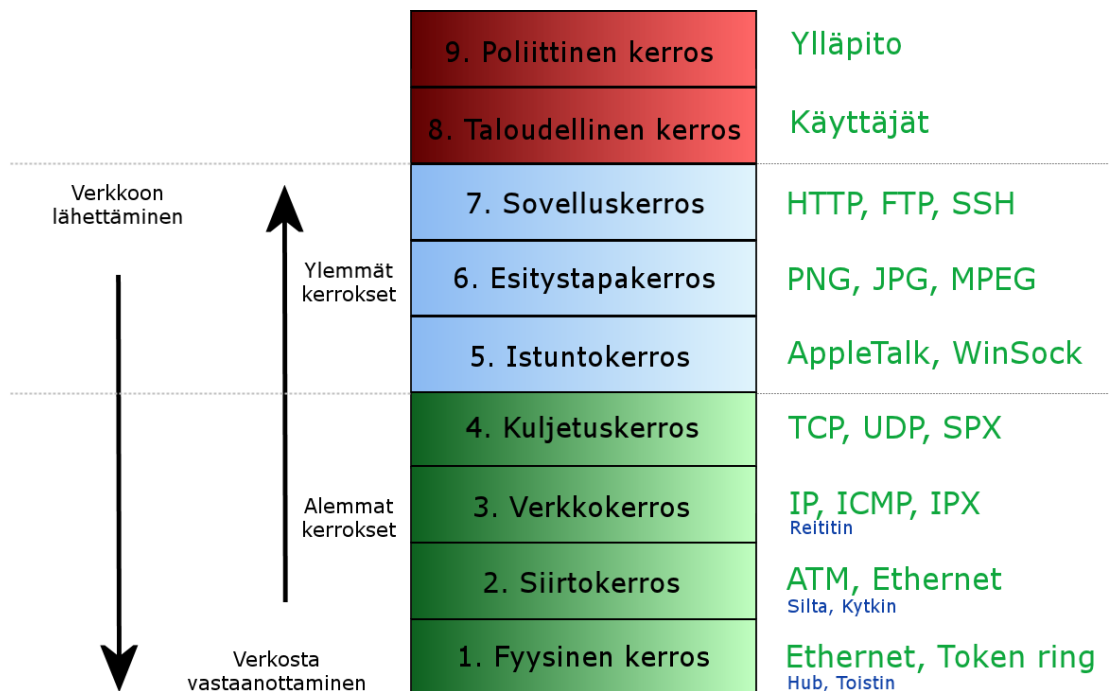
Toinen etu on skaalautuvuus. Pilvipalvelut mahdollistavat resurssien skaalautumisen tarpeen mukaan. Tämä on erityisen hyödyllistä tilanteissa, joissa datan määrä voi vaihdella huomattavasti esimerkiksi eri tuotantovaiheissa tai vaikka kausittaisesti. Pilvipalvelut tarjoavat myös jo valmiiksi mahdollisuuden käyttää edistynyttä analytiikkaa ja tekoälysovelluksia datan parempaan hyödyntämiseen.

Toisaalta pilvipalveluiden käyttöön liittyy myös huomioitavia vaaroja ja ongelmia. Yksi keskeinen huolenaihe on tietoturva, koska teollisuudenalalla käsitellään usein herkkää ja arkaluonteista dataa. On tärkeää varmistaa, että pilvipalveluntarjoaja ja itse kohdeyritys noudattavat tiukasti tietoturvakäytäntöjä ja standardeja. Lisäksi datan siirto pilveen vaatii riittävän internet-yhteyden ja teollisuudenalalla voi olla tilanteita, joissa vakaa yhteys ei ole aina taattu tai ollenkaan mahdollinen. Tästä syystä on harkittava varajärjestelyitä ja mahdollisesti hybridiratkaisuja, joissa osa datasta säilytetään paikallisesti ja osa pilvessä. [6; 7.]

## 2.2 Tietoliikenneprotokollat

Tietoliikenneprotokolla on joukko sääntöjä ja määrittämiä, jotka määrittelevät tiedonsiirron ja viestinnän tavan tietoverkoissa. Nämä protokollat toimivat perustana tiedon tehokkaalle ja luotettavalle siirrolle erilaisten laitteiden ja järjestelmien välillä. Tietoliikenneprotokollat kattavat erilaisia tasoja, kuten fyysiset, siirto-, verkko-, kuljetus- ja sovellustasot. [9.]

# OSI-Kerrokset



Kuva 2. OSI-malli [8]

Fyysisellä tasolla tietoliikenneprotokolla määrittelee, miten tietoa siirretään fyysisen välimatkan yli. Se voi sisältää muun muassa kaapelointistandardeja,

liitäntätapoja ja signaalin muokkausmenetelmiä. Yleisesti käytettyjä fyysisiä protokollia ovat esimerkiksi Ethernet ja USB.

Siirtotasolla protokolla hallitsee tietojen siirtoa suoraan naapurilaitteparin välillä. Se määrittelee virreehallinnan, siirron hallinnan ja sen, miten paketit muodostetaan ja puretaan. Yleisiä siirtotason protokollia ovat HDLC (High-Level Data Link Control) ja PPP (Point-to-Point Protocol).

Verkkotasolla protokolla säätelee tietoliikennettä verkossa, kuten reitityksen ja osoitteiden jakamisen. Internet Protocol (IP) on yksi tunnetuimmista verkkotasoon protokollista. Se mahdollistaa tiedon liikkumisen eri verkkojen välillä ja osoittaa reitin, jonka avulla tieto löytää oikeaan määränpäähänsä.

Kuljetustasolla protokolla huolehtii tietojen siirrosta lähettäjältä vastaanottajalle varmistaen luotettavan ja järjestelmällisen siirron. Transmission Control Protocol (TCP) on kuljetustason protokolla, joka tarjoaa virheetarkistuksen, järjestyksen ylläpidon ja tarvittaessa uudelleenlähetysten hallinnan.

Sovellustasolla protokolla määrittää, miten sovellukset vuorovaikuttavat keskenään verkossa. Esimerkkejä sovellustason protokollista ovat HTTP (Hypertext Transfer Protocol) web-sivujen lataamiseen ja SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) sähköpostin lähettämiseen.

Yhteenvedona tietoliikenneprotokolla tarjoaa standardoidun kehyksen, joka mahdollistaa eri laitteiden ja järjestelmien välisen tehokkaan ja yhteensopivan viestinnän. Näitä protokollia käytetään laajasti erilaisissa verkko- ja tietoliikennejärjestelmissä, kuten internetissä, langattomissa verkoissa ja yritysten sisäisissä tietoverkoissa. [10; 11.]

## TCP/IP

TCP/IP eli Transmission Control Protocol/Internet Protocol on yleisesti käytössä oleva protokolla. Se on perusta koko internetille ja siihen, miten eri laitteet voivat kommunikoida toistensa kanssa tehokkaasti. Se jakaa tiedon pienempiin

paketteihin ennen lähettämistä ja kokoaa sen vastaanottavassa päässä. Se varmistaa myös, että kaikki paketit saapuvat määränpäähensä ja että kaikki on tullut perille vielä oikeassa järjestyksessä. Jos paketteja katoaa tai vioittuu matkalla, TCP pyytää uudelleenlähettämistä. Tämän ansiosta TCP on luotettava protokolla, jota käytetään usein sellaisissa siirroissa, joissa tiedon oikeellisuus on tärkeää kuten verkkosivujen lataamisessa, sähköpostin lähettämässä tai tiedostojen siirrossa. [12; 13.]

## UDP

UDP (User Datagram Protocol) on tietoliikenneprotokolla, joka toimii kuljetustason kerroksella Internet-protokolla (IP) -perheessä. Se tarjoaa nopean tavan lähettää tietoja verkon yli pienellä viiveellä, mutta ilman luotettavuuden varmistamista, toisin kuin TCP (Transmission Control Protocol).

UDP on osaltaan epäluotettava protokolla, sillä se ei takaa tietojen toimitusta tai niiden saapumista oikeassa järjestyksessä. Se sopii sovelluksiin, joissa nopeus ja pieni viive ovat tärkeämpiä kuin virheetön tiedonsiirto. Esimerkkejä UDP:n käytöstä ovat reaaliaikaiset sovellukset, kuten videopuhelut, äänensiirto ja pelipalvelimet.

UDP-otsikko on kevyt, mikä tekee siitä tehokkaan vaihtoehdon tilanteissa, joissa pienempi viive on kriittinen tekijä. Koska se ei sisällä ylimääräisiä varmistuksia tai uudelleenlähetyksiä. UDP soveltuu hyvin tilanteisiin, joissa pientä tietojen menetystä voidaan hyväksyä ilman suurta haittaa. Vaikka UDP ei sovellu kaikkiin käyttötarkoituksiin, se täyttää tärkeän roolin erityisissä sovelluksissa, joissa vaaditaan suorituskykyä ja nopeaa reagointiaikaa. [14; 15.]

## 2.3 OPC

OPC (OLE for Process Control) on alun perin Microsoftin kehittämä protokolla, joka liittyy OLE (Object Linking and Embedding) -tekniikkaan. Sen tarkoituksena oli mahdollistaa tiedonvaihto eri automaatiojärjestelmien välillä, erityisesti

prosessidatan ja historiatietojen siirrossa. Alkuperäinen OPC käytti Microsoftin COM-tekniikkaa ja oli sidoksissa vahvasti Windows-alustaan, mikä rajoitti sen käyttöä monipuolisemmin muilla alustoilta. [16.]

OPC UA (Unified Architecture) on jatkokehitys alkuperäisestä OPC:stä ja pyrkii ylittämään sen rajoitukset. OPC UA on suunniteltu olemaan alustariippumaton, mikä tekee siitä käyttökelpoisen eri käyttöjärjestelmissä ja laitteistoalustoilla. Se korostaa vahvaa tietoturvaa tarjoamalla turvallisia tiedonsiirtoratkaisuja, kuten salattua viestintää ja käyttäjän tunnistusta. [17.]

Toisin kuin alkuperäinen OPC, OPC UA tarjoaa laajemman toiminnallisuuden. Se ei ole pelkästään rajoittunut prosessidatan välittämiseen, vaan tukee myös malleja tietojen jakamiseen eri järjestelmien välillä. OPC UA edustaa kehittyneempää ja monipuolisempaa vaihtoehtoa alkuperäiseen verrattuna. Se tarjoaa turvallisuutta, alustariippumattomuutta ja laajempaa toiminnallisuutta. Se on laajasti käytössä sekä saanut suurta hyväksyntää teollisuusympäristöissä, kun taas alkuperäinen OPC on osittain vanhentunut rajoitustensa vuoksi.

### **3 Iba-tiedonkeruujärjestelmä**

Iba AG on saksalainen tiedonkeruujärjestelmiä valmistava teknologiayritys, joka tarjoaa asiakkailleen ohjelmistoja sekä laitteistoja tiedon keräämiseen ja analysointiin teollisuuden ympäristöihin. Iba on yksi harvoista yrityksistä, joka pystyy tarjoamaan asiakkailleen tiedonkeruujärjestelmäkokonaisuutta, johon kuuluvat laitteisto, ohjelmistot, tietokanta ja pilvipalvelut.

Iba:n tiedonkeruujärjestelmä on yhteensopiva eri valmistajien ja järjestelmä sukupolvien kanssa. Yhteensopivuus myös vanhempien teollisuudessa käytettyjen järjestelmien kanssa on mahdollista. Tästä on suuri etu järjestelmän elinkaaren pituudessa ja täten myös mahdollistaa sen integroimisen tuotantolaitoksiin, joissa käytössä on vanhempia järjestelmiä ja laitteita.

Dataa kerätään Iba:n järjestelmällä prosesseista ja koneista synkronoidusti erilaisista analogisista signaaleista, digitaalisista signaaleista ja jopa videokuvalla. Täten esimerkiksi vikojen juurisyyt havaitaan ja ymmärretään jopa monimutkaisista hajautetuista järjestelmistä, kun kerättyä dataa voidaan analysoida synkronoidusti millisekuntien tarkkuudella. [18.]

### 3.1 Ohjelmisto

Iba tarjoaa laajan valikoiman erilaisia ohjelmistoja datan keräämiseen, tallentamiseen, analysointiin ja raportointiin. Ohjelmistoja käytetään Windows-tietokoneella ja lisenssejä on saatavilla tallennettavien muuttujien määrien mukaan, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 ja "unlimited"-lisenssi. Tässä opinnäytetyössä käytössä ovat ibaPDA, ibaHD-Server, ibaAnalyzer ja ibaDatCoordinator 256 muuttujan lisensseillä.

Saatavilla olevat Iba-ohjelmistot 2023

- ibaPDA (tiedonkerääminen ja tallentaminen)
- ibaHD-Server (tiedon pitkäaikainen tallentaminen)
- ibaCapture (videokuvan tallentaminen synkronoidusti)
- ibaAnalyzer (datan analysointi ja raportointi)
- ibaDatCoordinator (toimintojen ja raportoinnin automaattinen työkalu)
- ibaDaVIS (prosessidatan visualisointi työkalu)
- muita analysointi työkaluja löytyy vielä näiden lisäksi.





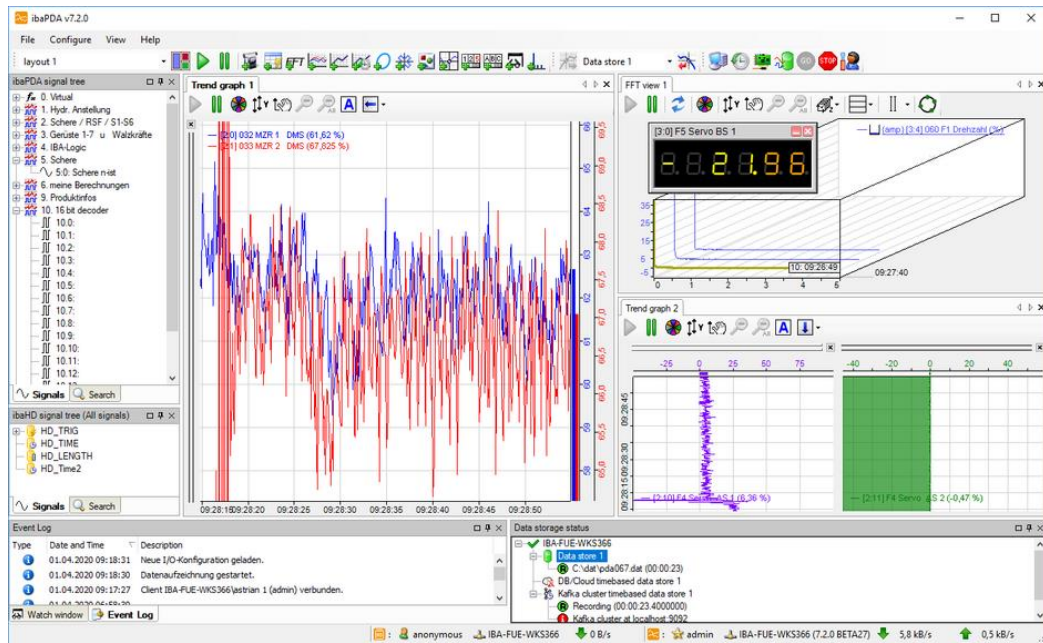
Kuva 3. Iba-ohjelmistot [19]

### 3.1.1 Kerääminen

Iba-järjestelmän keskeisin komponentti on IbaPDA, joka on PC-pohjainen datan keräämiseen ja tallentamiseen tarkoitettu ohjelmisto. Se on tehokas työkalu mitausdatan keräämiseen eri lähteistä automatisoiduissa teknisissä prosesseissa. Sen modulaarinen konsepti mahdollistaa joustavat kokoonpanot tarjoten räätälöityjä ratkaisuja asiakkaiden yksilöllisiin tarpeisiin. IbaPDA:ta voidaan esimerkiksi käyttää pitkäaikaiseen datan keräämiseen automaatioprosessien tehostamiseksi tai vikatilanteiden selvitykseen liipaisutallennuksella vikatilanteissa. IbaPDA on skaalautuva ja soveltuu yksittäisille koneille sekä monenlaisille tuotantojärjestelmille.

IbaPDA:n erityispiirre on, että se on yhteensopiva kaikkien yleisten automaatiojärjestelmien kanssa, kuten esimerkiksi ABB, Beckhoff, Siemens ja Schneider valmistajien järjestelmät. Ohjelmisto tukee myös monia kenttäväyliä, kuten CANopenia, Ethercatia, Profibusia, Profinetia ja monia muita. Monet keräystavat mahdollistavat eri valmistajien ja sukupolvien järjestelmien liittämisen yhteen varmistuen yhtenäisen datankeruun koko asiakkaan järjestelmässä. IbaPDA voidaan yhdistää eri valmistajille tarkoitetuilla maksullisilla käyttöliittymillä tai

OPC UA:n avulla. Ohjelmisto pystyy käsittelemään samanaikaisesti useita tallennuksia, jotka on räätälöity eri käyttäjäryhmille ja mahdollistaa erilaisia käyttötarkoituksia. Tämä joustavuus on arvokasta, kun prosesseista tarvitaan erilaisia signaaleja ja ominaisarvoja eri näytteenottotaajuuksilla, ja silloin kun prosessista on saatava mittatiedostoja erilaisilla liipaisuehdoilla.



Kuva 4. IbaPDA-käyttöliittymä [19]

### 3.1.2 Tallentaminen

IbaHD-server Historical Data Server mahdollistaa mittausdatan jatkuvan tallennuksen pitkän ajanjakson ajan sekä sen jatkuvan näyttämisen ja analysoinnin. Tallennus tapahtuu joko pilveen tai paikallisesti kovalevyllä. Jos kovalevy on täynnä, tallennus tapahtuu vanhimman tiedon päälle ikään kuin ringissä.

Signaalien tallentamisen lisäksi tapahtumia voidaan tallentaa ja näyttää tapahtumataulukossa. Tapahtumaviestit luodaan automaattisesti liipaisu-signaalista ja niitä voidaan hyödyntää prosessimuutosten tai vikojen analysointiin. Tallennettuja tapahtumia voidaan helposti suodattaa tapahtumataulukossa, ja se helpottaa käyttäjää navigoimaan tallennetun datan seassa. Lisäksi tapahtumia voidaan muokata tai kommentoida jälkikäteen signaalinäkymässä.

Yhdestä HD-palvelimesta voidaan hallita useita HD-tallennuksia. Näin ollen on mahdollista tallentaa mittausdataa useista ibaPDA-järjestelmistä yhteen HD-palvelimeen. Tällä tavoin mittausdataa ja historiallista dataa voidaan tallentaa useista tiedonkeruujärjestelmistä ja tarkastella kootusti yhdessä ibaPDA-clientissa.

### 3.1.3 Analysointi

IbaAnalyzer on tarkoitettu kerätyn datan analysointiin, arviointiin ja raportointiin. Se helpottaa kerätyn datan tulkitsemista graafisilla taulukoilla ja tilastoilla. Ohjelmisto on maksuton Iba-järjestelmällä tuotetun mittausdatan käsittelyyn.

Analyysisääntöjä voidaan luoda ja muokata joustavasti, mikä antaa käyttäjälle mahdollisuuden kehittää sopivia analyysejä omiin käyttötarpeisiinsa. Tämä voi sisältää vikojen analysoinnin lisäksi pitkäaikaisten analyyseiden suorittamisen prosesseille ja sitä kautta parantaa niiden optimointia. Laajat analyysiominaisuudet kattavat automaattisen laskennan tietyille ominaisuuksille, tilastollisille arvoille ja laadunhallintajärjestelmässä käytettäville laadullisille tiedoille. Lisäksi matemaattisten ja graafisten toimintojen avulla signaaleja voidaan yhdistää, laskea tai asettaa suhteessa raakatietojen kanssa. Muita ominaisuuksia ovat muun muassa FFT-analyysi, makroeditori, aika- tai pituusperusteinen näyttö sekä X/Y-diagrammi.

Sisäänrakennettu raporttigeneraattori mahdollistaa yksilöllisten raporttien luomisen kohtalaisen joustavasti. Raporttigeneraattori tarjoaa valmiiksi muutamia vaihtoehtoja mallipohjien luomiseen ja tulosten esittämiseen halutussa muodossa. Kuitenkin malliesimerkit ovat hyvin yksinkertaisia eikä niistä ollut opinnäytetyössä apua.





Kuva 6. Iban tarjoamat laitteistot

#### 4 Iba-järjestelmän tuotteistaminen

Tietoa on aikaisemmin kerätty nostureista käyttäen Konecranesin omia ratkaisuja, kuten CMS (Crane Management System) ja Trueconnect. Iba:n kehittämiä tiedonkeruujärjestelmiä sekä ohjelmistoja on myös tutkittu ja hyödynnetty nosturien tiedonkeruussa jo ennen opinnäytetyön aloittamista. Valitettavasti aikaisemmin projektissa työskentelevillä automaatioinsinööreillä ei ole ollut saatavilla valmiita, helposti konfiguroitavia kokonaisuuksia, minkä vuoksi on täytynyt käyttää merkittäviä määriä aikaa ja resursseja järjestelmän räätälöintiin projektikohtaisesti.

Tavoitteena on nyt luoda Konecranesille valmiiksi määriteltäviä Iba-ohjelmistokokonaisuuksia, joita projektissa työskentelevät insinöörit ja myyjät voivat suoraan hyödyntää työssään. Automaatioinsinööreille tarjotaan valmiita konfiguraatioita Iba:n ohjelmistoihin, joita on mahdollista tarpeen mukaan muokata asiakkaan ja projektin vaatimusten mukaisiksi. Tarkoitus kuitenkin on vähentää insinöörin käyttämää aikaa tiedonkeruujärjestelmän suunnitteluun ja ohjelmointiin mahdollisimman paljon. Lisäksi Konecranesin myyntihenkilöstölle laaditaan valmis myyntidokumentti, jonka avulla he voivat helposti perehtyä saatavilla oleviin konfiguraatioihin. Tämä osaltaan tukee myyjien ja asiakkaiden välisiä

sopimusneuvotteluja sekä helpottaa myyjiä tarjoamaan asiakkaille räätälöityjä, valmiiksi määriteltyjä vaihtoehtoja tiedonkeruuseen ja diagnostiikkaan.

#### 4.1 PC teollisuuteen

Iba:n ohjelmistot toimivat työpöytäversioina Windows 10 -tietokoneelle asennettuina. Vanhat ohjelmistot toimivat Windows 7 -tietokoneilla, joten uusi IPC Industrial PC valinta oli tehtävä. Vertailu eri IPC-valmistajien tuotteiden välillä aloitettiin ja tarkasteltiin vaihtoehtojen hintaa, suorituskykyä ja kestävyyttä teollisissa ympäristöissä. Erityisesti tietokoneessa käytettävien komponenttien täytyisi kestää pitkäkestoista tärinää, sillä tietokone on usein sijoitettu nosturin kyydissä sijaitsevaan sähkökaappiin, joka tärisee nosturin liikkuessa.

Tietokonetta käytetään pelkästään tiedonkeräämiseen nosturista, joten suorituskyvyn ei tarvitse olla nopea. Tallennetun datan koko on suhteellisen pieni muutujien määrään verrattuna. Perinteinen HDD- tai SSD-koval levy noin 500GB:n tallennustilalla on riittävä määrä pitkäaikaiseen tallennukseen. Pelkästään tähän määrään on mahdollista tallentaa vuosia nosturista kerättyä dataa riippuen tallennustaajuudesta. Keskusmuistia tarvittiin suosituksen mukaan vähintään 8GB:n, mutta päädyttiin nostamaan se 16GB:n, sillä IbaAnalyzer tarvitsee sitä huomattavan määrän PDF-raporttien luomisessa. Vaihtoehtoja vertailtiin Lenovon, Beckhoffin ja Iba:n tarjoamista tietokoneista.

Lopuksi vielä kilpailutettiin hintoja eri tarjoajien kesken, mutta päädyttiin lopulta Beckhoff C6930-0070 -tietokoneeseen. Tämä tietokone täyttää asetetut vaatimukset ohjelmistojen pyörittämiseen, kerätyn datan tallentamiseen ja tietokone selviytyy nosturin tärinä vaatimuksista. Aiemmin Konecranesin käytössä on ollut Beckhoff C6930-0060, joten se vaihdettiin vain uudempaan saman malliston IPC C6930-0070 Windows 10 käyttöjärjestelmällä olevaan malliin.



Kuva 7. Beckhoff C6930 IPC

Taulukko 1. Aiemmin Konecranesin käytössä ollut Beckhoff IPC C6930-0060

Proessori	Celeron 2.3GHz
Keskusmuisti	2 x 8192MB DDR4 RAM SO
Kovalevy	2 x 240GB SSD, 3D Flash
Portit	1 x DVI, 2x Ethernet 100/1000, 1x Gigabit Ethernet, Serial port, 4x USB 3.0
Käyttöjärjestelmä	Microsoft Windows 7

Taulukko 2. Uusi valituksi tullut Beckhoff IPC C6930-0070

Proessori	Celeron G4900 3.1GHz
Keskusmuisti	2 x 8192MB DDR4 RAM SO
Kovalevy	2 x 240GB SSD, 3D Flash
Portit	1 x DVI, 2x Ethernet 100/1000, 1x Gigabit Ethernet, Serial port, 4x USB 3.0
Käyttöjärjestelmä	Microsoft Windows 10

## 4.2 PLC-rajapinta

Vakioitu rajapinta PLC:n ja Iba:n ohjelmistojen välille rakennettiin Siemens TIA Portal V17 -ohjelmalla. Rajapinnan luominen itsessään ei ollut haastavaa, vaan vaikeaksi osoittautui kerättävän datan valinta ja laajuus. Halutun datan määrittelyä varten tutustuttiin Konecranes-nostureiden PLC-ohjelmiin ja kartoitettiin, mitä tietoa on saatavilla, sekä käytiin keskusteluita useiden kollegoiden kanssa, minäkäläinen data asiakasta ja huoltoa mahdollisesti hyödyttää.

Haasteeksi muodostui datan valitseminen sen hyödyllisyyden kannalta. Tarkoituksena on tarjota asiakkaalle mahdollisimman paljon tietoa heidän prosesseihinsa vaikuttavasta nosturin tuottavuudesta ja käyttöasteesta sekä kerätä samalla tietoa nosturin kunnosta, mikä helpottaa huoltoa ja vianetsintää. On myös tärkeää, että rajapinta on yhteensopiva mahdollisimman monen eri nosturisovelluksen sekä teollisen tuotantoympäristön kanssa. Tämä osaltansa aiheuttaa haasteita, sillä nostureiden PLC-koodien arkkitehtuuri vaihtelee sovellusten mukaan, ja haluttu data vakioituun rajapintaan tulisi olla saatavilla mahdollisimman pienellä PLC-koodin luomisella tai muokkaamisella.

Nosturista kerättävä data voidaan luokitella käytännössä kahteen eri kategoriaan:

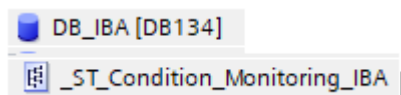
- nosturin tuottavuus ja käyttöaste
- diagnostiikka ja vianetsintä.

Nosturin tuottavuutta ja käyttöastetta mitataan suoritettujen nostosykliden, ajettujen matkojen, päällä oloajan ja nostettujen kuormien perusteella. Diagnostiikkaa ja vianetsintää varten tallennetaan nosturin hälytysten, varoitusten ja tapahtumien määrää. Lisäksi voidaan tallentaa PLC-ohjaimelta mitä tahansa muuttujaa vikatilanteissa, jota voidaan hyödyntää vianetsinnässä.

Vakio rajapinta rakennettiin Tia-portaalissa datalohko (DB) rakenteeseen hyödyntämällä käyttäjän luomaa datatyyppiä UDT:tä (User Data Type). Datalohkossa olevan datan järjestys ja määrä on vakioitu. Tämä on tärkeää, jotta



voidaan luoda vakiokonfiguraatiopohjat myös Iba:n muille ohjelmistoille, jossa itse datan kerääminen ja tallentaminen tapahtuvat. Työn aikana rajapintaa muokattiin kolmesti. Dataa lisättiin, poistettiin ja järjestystä vaihdettiin helpottamaan datan valitsemista rajapinnasta myöhempää käyttöä varten.



Kuva 8. Datalohko (DB) ja datatyyppi (UDT)

UDT:n sisälle luotiin vakiot tallennettavat muuttujat, joihin kirjoitetaan nosturista haluttu data. Muuttujat on ryhmitelty myöhemmin tuotetun PDF raportin sivu numeroiden mukaan. Tallennettavien signaalien ryhmittelyyn käytettiin hyödyksi struktuureja (Struct), jotta signaaleja olisi helpompi etsiä ja tarkastella. Tarkoituksena on selkeästi antaa tietoa automaatioinsinöörille signaalien kommentissa, mitkä signaalit tarvitaan Iba-ohjelmistoille, jotta halutut raportin sivut saadaan luotua. Datat kerääminen pohjaohjelmasta rajapintadatalohkoon ja mahdollinen laskenta on jätetty projektissa toimivan automaatioinsinöörin vastuulle. Suurin osa rajapinnassa käytettävistä muuttujista pystytään kuitenkin poimaan suoraan nosturin PLC-pohjaohjelmasta, joten tähän käytetty aika on melko vähäinen. Insinöörin täytyy siis vain kirjoittaa rajapinnan muuttujiin dataa esimerkiksi FC:tä käyttäen. Opinnäytetyön aikana rajapintaan valikoitui 150 valmiiksi luotua muuttujaa, ja ne koostuvat pääosin Boolean-, Dint- ja Real-muuttujista. Tarvittaessa muuttujia voidaan lisätä rajapinnassa olevaan "Tailored"-osiin projektin sen vaatiessa.

_ST_Condition_Monitoring_IBA						
	Name	Data t..	...	...	...	Comment
1	▶ CraneData	Str...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 1 - contains common data found from the crane
2	▶ Diagnostics	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 2 - contains faults, alarms, bypasses and events
3	▶ Cycles	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 3 - contains crane cycles, cycle times
4	▶ Loads	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 4 - contains max and mean loads, production tons and hoist specific tons
5	▶ HoistDiagnostics	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 5 - contains hoist common diagnostic data
6	▶ BridgeAndTrolley	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 6 - contains bridge and trolley common diagnostic data
7	▶ DWP	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 7 - contains design working period data, from hoists
8	▶ SmartFeatures	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Page 8 - contains usage data from some smart features
9	▶ Parameters	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parameters used to hide objects in reports
10	▶ Tailored	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Additional tailored data for specific project and needs

Kuva 9. Rajapintadatalohkon rakenne

Muuttujat on jäsennetty selkeästi struktuureihin, ja kommentteista käy ilmi automaatioinsinöörille tarpeellinen tieto siitä, missä muuttujia käytetään ja missä muodossa data tulee kirjoittaa. Aikaan sidotuissa muuttujissa esimerkiksi mainitaan, halutaanko arvo esittää tunteina, minuutteina vai sekunteina. Rajapinta on valmiiksi vakioitu kolmelle nostolaitteistolle ja vaunulle. Kuvassa A1, B1, ja C1 esittävät nostolaitteistoista kerättävää dataa, kun taas E1, F1, ja G1 kuvastavat vaunuista kerättäviä tietoja. Datalohko sisältää myös parametrintiosuuden, jossa voidaan valita projektikohtaisesti käytettävät koneistot sekä määrittää aktiivointiparametreja raportin sisällön muokkaamista varten.

_ST_Condition_Monitoring_IBA					
	Name	Data t...	...	...	Comment
1	▼ CraneData	Str...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 1 - contains common data found from the crane
2	CraneStarts	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - crane start counter. Used in tables and charts
3	OnTime	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Time is calculated when MC is on (Hours) . Used in tables and ch..
4	DrivingTime	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Time is calculated when any machinery moving (with any load) (...)
5	EstopsFromMotion	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Counted when E-stop is active and machinery speed is above 10
6	DrivingTimeWithLoad	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Time is calculated when any machinery moving (with any load) (...)
7	DrivingTimeWithout...	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Time is calculated when any machinery moving (without load) (...)
8	StoppedTime	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Time is calculated when machinerys are not moving with or with..
9	▼ Diagnostics	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 2 - contains faults, alarms, bypasses and events
10	Faults	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Fault counter. Used in tables and charts
11	Alarms	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Alarm counter. Used in tables and charts
12	Bypasses	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Bypass counter. Used in tables and charts
13	Events	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Events counter. Used in tables and charts
14	▶ Cycles	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 3 - contains crane cycles, cycle times
15	▼ Loads	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 4 - contains max and mean loads, productiontons and hoist specific tons
16	MaxLiftedLoad	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Maximum lifted load on crane's lifetime. Used in a table
17	MeanLoad	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Average lifted load on crane's lifetime. Used in a table.
18	ProductionTons	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Crane productive tons calculated as a sum of all the hoist produ..
19	▼ Hoistloads	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist specific load data
20	▼ A1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist A1 data
21	ProductionTons	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - production tons. used in tables and charts
22	MaxliftedLoad	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Maximum lifted load on hoist lifetime. Used in a table
23	MeanLoad	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Average lifted load on hoist lifetime. Used in a table.
24	▶ B1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist B1 data
25	▶ C1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist C1 data
26	▼ HoistDiagnostics	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 5 - contains hoist common diagnostic data
27	▼ A1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist A1 data
28	MotorOverTemper...	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - overtemperature counter. Used in tables
29	BrakeStops	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Brake stops counter. Used in tables
30	Overloads	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - overload counter. Used in tables
31	Cycles	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - cycle counter. Used in tables
32	Runtime	Dint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cumulative - Runtime calculated when machinery is moving (Hours). Used in t.
33	▶ B1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist B1 data
34	▶ C1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Hoist C1 data
35	▼ BridgeAndTrolley	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 6 - contains brigde and trolley common diagnostic data
36	▶ H	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bridge data
37	▶ E1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trolley E1 data
38	▶ F1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trolley F1 data
39	▶ G1	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trolley G1 data
40	▶ DWP	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 7 - contains design working period data, from hoists
41	▼ SmartFeatures	Struct	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Page 8 - contains usage data from some smart features

Kuva 10. Rajapintadatalohko osittain avattuna

Data voidaan kerätä PLC-ohjelmasta esimerkiksi FC:n eli funktion avulla suoraan rajapintadatalohkoon. Datalohko on luotu UDT:n avulla, johon kaikki muutujat on valmiiksi luotu. Testausta varten käytettiin yksinkertaista SCL-ohjelmointikielellä tehtyä funktiota, joka kirjoittaa tarvittavan datan rajapinta datalohkoon, josta data on myöhemmin helposti poimittavissa Iba-ohjelmistoilla. Funktiioon voidaan myös tarvittaessa lisätä tarkempaa laskentaa, jos pohjaohjelmasta ei suoraan ole saatavilla tarvittavaa dataa oikeassa muodossa.

```

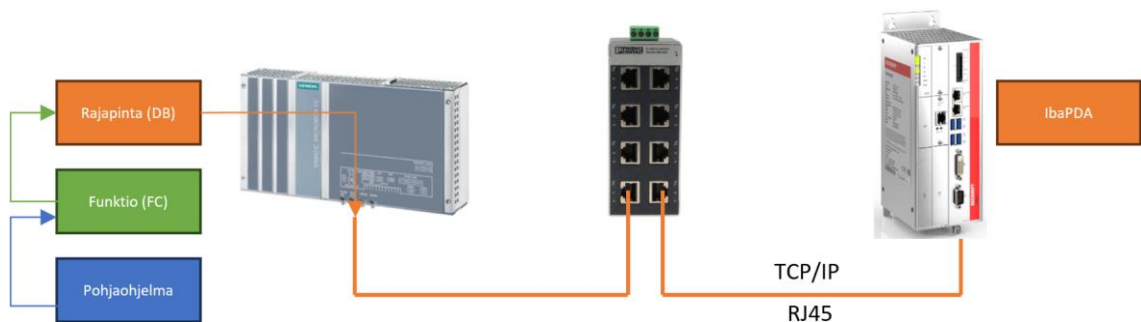
FC_IBA [FC134]
5 //Crane data
6 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.CraneStarts := #I_Conditionmonitoringdata.CraneOnCount.Count;
7 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.OnTime := #I_Conditionmonitoringdata.CraneOnTime.Total.RunTimeHours;
8 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.DrivingTime := #I_Conditionmonitoringdata.DriveTimeTotal.Total.RunTimeHours;
9 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.EstopsFromMotion := #I_Conditionmonitoringdata.EstopsFromMotion.Count;
10 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.DrivingTimeWithLoad := #I_Conditionmonitoringdata.DriveTimeWithLoad.Total.RunTimeHours;
11 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.DrivingTimeWithoutLoad := #I_Conditionmonitoringdata.DriveTimeWithoutLoad.Total.RunTimeHours;
12 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.CraneData.StoppedTime := #I_Conditionmonitoringdata.StoppedTimeWithLoad.Total.RunTimeHours;
13
14 //Diagnosette data
15 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Diagnostic.Faults := #I_Conditionmonitoringdata.Diagnostic.Faults.Count;
16 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Diagnostic.Alarms := #I_Conditionmonitoringdata.Diagnostic.Alarms.Count;
17 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Diagnostic.Bypasses := #I_Conditionmonitoringdata.Diagnostic.Bypasses.Count;
18 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Diagnostic.Events := #I_Conditionmonitoringdata.Diagnostic.Events.Count;
19
20 //Cycles data
21 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.CraneCycles := #I_Conditionmonitoringdata.ProcessCycles.Count;
22
23
24 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_10 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below10;
25 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_20 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below20;
26 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_30 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below30;
27 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_40 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below40;
28 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_50 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below50;
29 FQ_ConditionmonitoringData_IBA.Cycles.HoistCyclesInLoadLevels.A1.Below_60 := #I_A1.Cycles_Load.Cycles.HoistCycles_below60;

```

Kuva 11. Testauksessa käytetty funktio SCL kielellä

### 4.3 Datatallentaminen

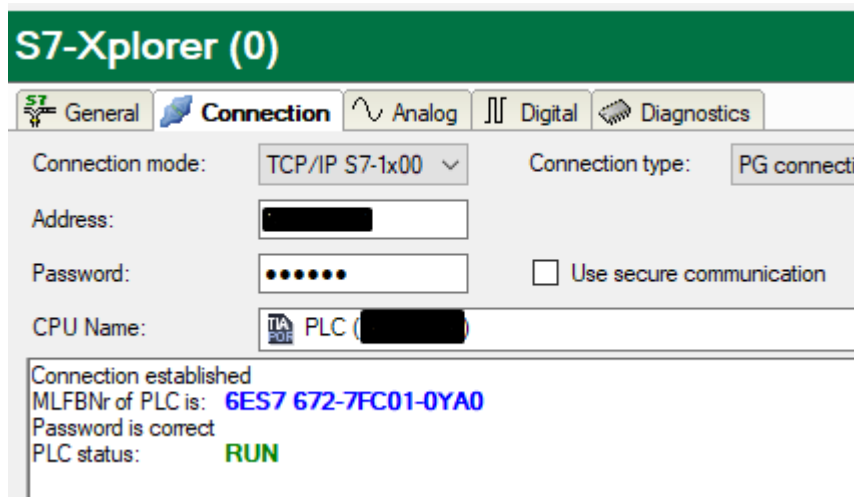
Datan tallentaminen PLC-ohjaimelta tapahtuu Iba:n PDA-ohjelmistolla. Työssä käytetyn IbaPDA:n versio oli v8.5.2. Ohjelmisto asennettiin Beckhoffin C6930-tietokoneelle, josta yhteys muodostettiin samaan verkkoon RJ45-kaapelilla kytkettyyn PLC-ohjaimen. Työssä käytössä oli Siemensin IPC 427E, jossa tietokoneen käyttöjärjestelmä ja softPLC toimivat rinnakkain. PLC:lle ladattiin tietyn nosturiapplikaation pohjaohjelma, johon lisättiin aiemmin luotu rajapintalohko sekä yksinkertainen funktio, jossa dataa kirjoitetaan pohjaohjelmasta rajapintaan.



Kuva 12. Työssä käytetty konfiguraatio

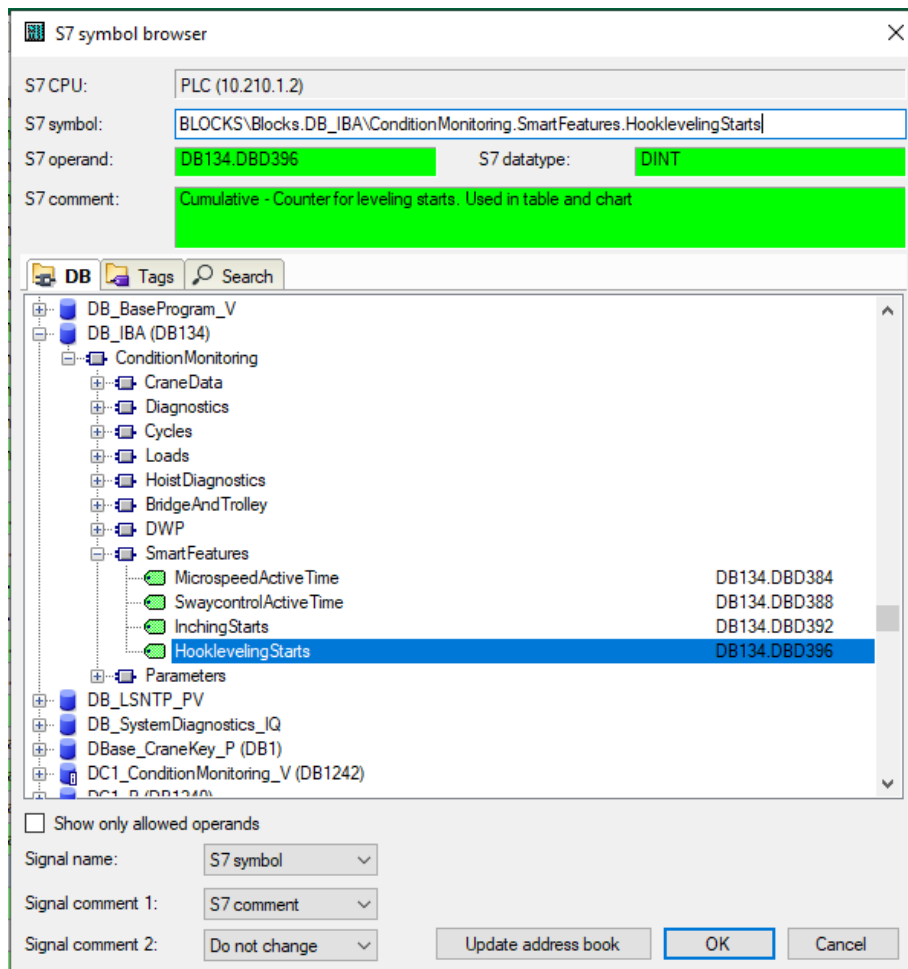
Yhteys IbaPDA-ohjelman ja softPLC:n välille muodostettiin TCP/IP-protokollalla toimivalla erikseen myytävällä S7-Xplorer-rajapintalisenssillä, joka on tarkoitettu

Siemens S7-sarjan logiikkaohjaimille. Yhteyden muodostamiseen tarvitaan PLC-ohjaimen IP-osoite sekä salasana. Kun yhteys saatiin muodostettua onnistuneesti, aloitettiin tallennettavien signaalien määrittäminen IbaPDA:n puolelle vastaamaan PLC:lle tehtyä rajapintaa.



Kuva 13. IbaPDA-yhteyden luominen PLC-ohjaimen

Signaalit valikoidaan PDA:n käyttöliittymästä luomalla osoitekirja "addressbook" suoraan PLC-ohjaimelta tai vaihtoehtoisesti Tia portal -projektista. Osoitekirjan luomisen jälkeen sieltä on löydettävissä kaikki PLC-ohjaimella olevat muuttujat, jotka ovat sallittuja ulkopuolelta luettavaksi. Aiemmin luotu rajapintadatalohko löytyy nyt suoraan PLC-ohjaimelta, josta on helppo löytää signaalit, joita halutaan tallentaa. Analogisia ja digitaalisia signaaleja voidaan tallentaa ostetun lisenssin sallima määrä. Työssä käytössä oli 256 signaalin lisenssi, joten kaikki 150 muuttujaa rajapinnasta voitiin tallentaa haluttaessa. Signaaleja tallennetaan käyttäjän haluamalla tallennussyklillä, joka vaihtelee millisekunneista sekunteihin tai jopa minuutteihin. Tallennusta on mahdollista myös tehdä erillisellä valokuiturajapinnalla jopa 10 µs:n päivityksellä. Tässä työssä ohjaimelta tallennettavien muuttujien tallennusaika asetettiin pienimmillään 200 ms:n välein. Signaaleille voidaan määritellä vielä erikseen tallennusvaiheessa, millä taajuudella tallennusta tehdään.



Kuva 14. Signaalien valinta PLC-ohjaimelta

Signaalien pelkkä tallentaminen suoraan datalohkosta ei ollut riittävän varma tapa säilyttää nosturista kerättyä dataa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa PLC-ohjain vaurioituu tai automaatioinsinööri huolimattomuudellaan nolaa datan datalohkosta, silloin myös tallennettavien muuttujien arvot nollaantuvat PDA:lla. Tällöin myöhemmin asiakkaalle tuotetuissa PDF-raporteissa esitetyt arvot nollaantuisivat. Tästä syystä kaikista tallennettavista signaaleista, joiden arvo on kasvava, tehtiin virtuaalinen muuttuja, joka säilyttää viimeisimmän arvonsa riippumatta alkuperäisen signaalin arvosta, ellei niitä erikseen käydä käsin nolaa-massa. Esimerkiksi nosturin syklejä on tallennettu PLC-ohjaimen datalohkoon 100 kertaa ja jostain syystä arvo nollaantuu datalohkossa, virtuaalinen muuttuja kuitenkin säilyttää arvonsa ja jatkaa syklien lisäämistä viimeisimpään tallennettuun arvoon. IbaPDA:ssa on valmiiksi saatavilla toiminnot virtuaalisten

muuttujien luomiseen erilaisten funktioiden avulla. Työssä hyödynnettiin käyttäjän luomaa funktiota, joka on ollut käytössä myös aiemmin Konecranesin nostureissa. Funktio toimii muuttujille, joiden arvot kasvavat aina yhdellä tai useammalla arvolla kerrallaan. Kokonaisuudessaan funktio koostuu kuudesta eri Iba:sta löytyvästä sisäisestä funktiosta.

```
SampleAndHold(Max([PLC-Signaali],TON(TrigerLevel([PLC-Signaali],1,0,0),0.01))+Add(Max([PLC-Signaali],TON(TriggerLevel([PLC-Signaali],1,0,0),0.01)),TriggerLevel([PLC-Signaali],1,0,0),0),Not(OneShot(Add(Max([PLC-Signaali],TON(TriggerLevel([PLC-Signaali],1,0,0),0.01)),TriggerLevel([PLC-Signaali],1,0,0),0))))))
```

SampleAndHold-funktio monitoroi muuttujan arvoa, kun sille syötetyn näytesignaalin arvo on 1 ja säilyttää viimeisimmän arvon, kun näytesignaalin arvo on 0. Funktio toimii muodossa SampleAndHold([Muuttuja],[Sample],[Initial],[Reset]), missä Muuttuja viittaa monitoroitavaan PLC-arvoon. Sample on totuusarvo, joka ohjaa muuttujan seurannan aloittamista. Initial on alkuperäinen arvo, johon funktio palautetaan, kun se resetoidaan ja Reset on boolean muuttuja, joka määrittää funktion resetoinnin.

Lisäksi funktiossa on käytössä myös muita funktioita, kuten Max, TON, TriggerLevel ja Add. Max-funktio näyttää korkeimman arvon annetulle muuttujalle, kunnes se resetoidaan Reset-muuttujalla. Resetoinnin Max-funktiolle toteuttaa TON- ja TriggerLevel-funktioiden yhdistelmä, joka käynnistää resetoinnin 0,01 sekuntia sen jälkeen, kun signaali muuttuu nolnaan PLC:llä. Tämän lisäksi käytössä on Add-funktio, joka summaa Max-funktion tuloksen sen nykyiseen arvoon signaalin vaihtuessa nolnaan PLC:llä.

Kerätty data tallentuu ilman Iba:n lisäohjelmistoja suoraan tietokoneen kovalevylle dat-tiedostoina. Tallennettuja tiedostoja voidaan myöhemmin analysoida muissa Iba:n ohjelmistoissa, mutta datan valikoiminen tarkasti tietyltä ajanjaksolta ei ole mahdollista. Tästä syystä tallennukseen käytettiin Iba:n tarjoamaa HDserver-ohjelmistoa, jolla myöhemmin tehtäviin raportteihin datan poiminta palvelimelta oli mahdollista tehdä halutulle aikavälille helposti. Tallennuksia voidaan hakea serveriltä kalenteripäivien mukaan jopa sekunnin tuhannesosan

tarkkuudella. Serverille voidaan tehdä useampia tallenteita tai tallennuspolkua, josta on esimerkiksi hyötyä silloin, kun useammasta nosturista halutaan kerätä dataa yhden tiedonkeruujärjestelmän kautta.

Työssä käytössä olevalla HDserver-lisenssillä oli mahdollista tehdä kaksi erillistä tallennusta. Tallennettavat signaalit voidaan vielä valikoida erikseen ja niille määritettyä tallennussykliä on mahdollista säätää tarpeen mukaan. Tallennusta voidaan ehdollistaa tietyille ajalle tai ajanjaksolle ja sen lisäksi käyttää liipaisutoimintoa, joka perustuu boolean muuttujaan. Tätä liipaisutoimintoa voidaan esimerkiksi soveltaa nosturioperaattorin työvuoron päätyttyä tallentamaan kyseisen vuoron aikana kertynyttä dataa.

Serverin asetuksista määrätään, kuinka paljon dataa voidaan paikalliselle kovalevylle tallentaa. Tallennustilan täytyessä uudet tiedostot kirjoitetaan vanhimpien tiedostojen päälle, jolloin vanha data häviää. Opinnäytetyön aikana tallennuksessa oli 200 ms:n tallennustaajuudella 210 muuttujaa, joista noin 200 oli analogisia ja loput kymmenen digitaalisia. Käytettävää tallennustilaa kovalevylle asetettiin 400 GB, joten tallennusta voitiin tehdä hieman yli kaksi vuotta ennen kuin vanhan datan päälle on tallennettava uutta. Myöhemmin tuotetuissa PDF-raporteissa data kuitenkin säilyy koko tallennettavalta ajalta raportin muodossa.

Number of signals	Resolution	Occupied storage*				
		Recording time 24 h	Recording time 7 days	Recording time 30 days	Recording time 300 days	Recording time 3000 days
100 analog	100 ms	0.5 GB	3 GB	14 GB	140 GB	1.4 TB
100 analog	10 ms	4.5 GB	31 GB	135 GB	1.35 TB	13.5 TB
100 analog	1 ms	45 GB	310 GB	1350 GB	13.5 TB	135 TB
100 digital	100 ms	10 MB	50 MB	200 MB	2 GB	20 GB
100 digital	10 ms	30 MB	160 MB	660 MB	6.6 GB	66 GB
100 digital	1 ms	100 MB	650 MB	2650 MB	26,5 GB	265 GB
10 events	1 ms	"100 MB (864000 registered events)"	780 MB	3 GB	30 GB	300 GB

Kuva 15. Taulukko tallennuskoon ja signaalien määrän mukaan.

#### 4.4 Raportin luonti asiakkaalle

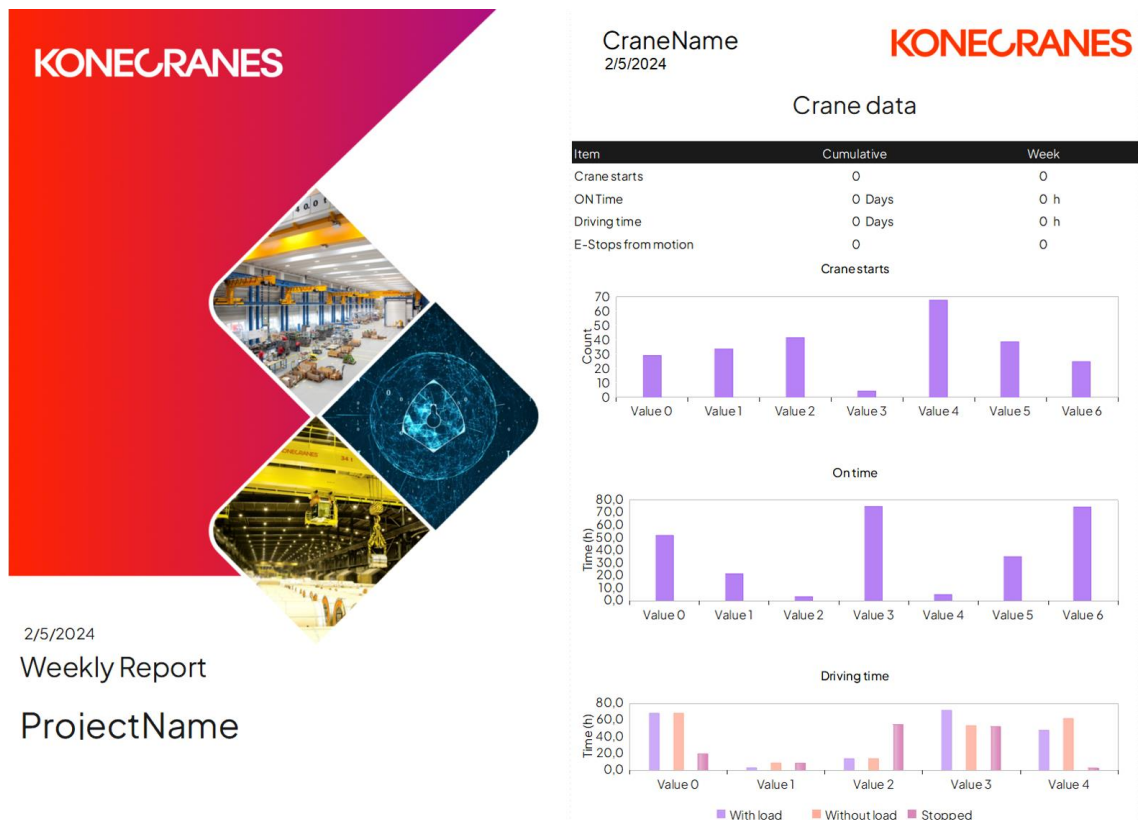
Kerätyn datan pohjalta oli tarkoituksena vielä luoda visuaalisia PDF-raportteja asiakkaan käyttöön IbaAnalyzer-ohjelmiston avulla. Ennen tätä opinnäytetyötä Konecranesilla ei ollut olemassa valmista mallia, josta olisi ollut mahdollista



tehdä vain vähäisillä muutoksilla projekteihin sovitettuja raportteja. Vain edellisistä toimitetuista projekteista oli mahdollista ottaa mallia, kuinka raportti tehdään, mutta kuitenkin selkeää ohjeistusta projektissa toimivalla automaatioinsoinööriä ei ollut. Siksi opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena oli kehittää raporttimalli, joka olisi mahdollisimman yhtenäinen ja valmis otettavaksi suoraan käyttöön, mutta jonka muokkaus olisi yhä helppoa eri projekteja varten.

Raportin tuottamiseen liittyvissä toiminnoissa, työkalujen käytössä ja yleisesti käyttöliittymässä kohdattiin haasteita. IbaAnalyzer-ohjelmiston hallintaa opeteltiin ensisijaisesti käyttöohjeiden ja käytännön kokeilujen avulla. Parempia ohjeita toimintojen käyttöön ei ollut saatavilla edes internetistä. Jo raportin peruselementtien, kuten yksinkertaisten pylväsdigrammien luominen tuotti alkuun vaikeuksia. Opinnäytetyön tekemiseen kulunut aika kuluikin suurelta osin juuri raportin rakentamiseen ja ohjelman opiskeluun.

Nosturista tallennetun datan siirtäminen Analyzer-sovellukseen tapahtuu HDServer-kyselytoiminnolla, jossa on mahdollista määritellä haluttu aikaväli. Esimerkiksi viikkoraportin laatimiseksi suoritetaan kysely ajalta maanantai - sunnuntai. Siirrettyä dataa ei kuitenkaan voinut liittää suoraan raporttiin sellaisenaan, vaan sille täytyi tehdä vielä muutoksia Analyzerin päässä, mukaan lukien erillisiä laskentaoperaatioita ja jaottelua haluttuun muotoon.



Kuva 16. Työssä luodusta viikkoraporttimallista kansilehti sekä yksi datasivu.

Raporttimallissa on käytettävissä pylväsdiagrammeja ja taulukoita visuaalisesti esittämään asiakkaalle nosturista tallennettua dataa. Pylväsdiagrammissa esitettävän datan oli ensin oltava jaoteltuna halutuille ajanjaksoille, kuten esimerkiksi viikonpäiville. Tätä varten Analyzer-ohjelmaan luotiin makroja, joilla voitiin muokata tallennettu data tarvittavaan muotoon. Makroilla pystyttiin myös vähentämään toistuvaa laskentaa usealle muuttujalle, joka nopeuttaa raportin valmistuksessa yksittäisille projekteille. Aiemmissa projekteissa käytetyistä makroista saatiin mallia, jonka avulla räätälöitiin uudet asianmukaiset makrot kuhunkin raporttipohjaan. Jokaiseen raporttipohjaan kehitettiin kaksi makroa: yksi pylväsdiagrammeja ja toinen taulukoita varten.



Valmiita raporttipohjia valmistettiin neljälle eri ajanjaksolle.

- päiväraportti
- viikkoraportti
- kuukausiraportti
- vuosiraportti.

Raportit sisältävät suurimmaksi osaksi samankaltaisesti esitettyä dataa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Päiväraportti esimerkiksi keskittyy ainoastaan nosturiin liittyvän tuottavuuden ja käyttöajan datan esittämiseen. Lisäksi sen laajuus on rajoitettu vain kolmeen sivuun. Vakioituihin raporttipohjiin on luotu valmiiksi kahdeksan eri kategoriaa:

- Crane data
- Diagnostics
- Cycles
- Loads
- Hoist diagnostics
- Bridge & trolley diagnostics
- DWP (Design working period)
- Smart features.

Crane Data -sivulle on koottu yleisiä tietoja nosturista, kuten sen käynnistyskerrojen määrä, käyttöaika sekä yksityiskohtaisempi erittely ajasta, jolloin nosturia on käytetty ilman kuormaa, kuorman kanssa sekä kuinka pitkään nosturi on ollut pysähtyneenä.

Diagnostics -sivulla esitetään nosturin hälytysten, varoitusten ja tapahtumien määrä taulukkona sekä tarkemmin pylväsdiagrammeissa.

Cycles -sivulla on nähtävillä nosturin suorittamat nostosykliä. Nostosyklien laskentatapa vaihtelee nosturin sovelluksen mukaan. Laskennassa pyritään keskittymään vain asiakkaan prosesseihin olennaisesti vaikuttaviin ja niitä edistäviin

sykleihin. Nostosyklejä voidaan suodattaa esimerkiksi nostetun kuorman painon mukaan PLC:n puolella. On myös mahdollista näyttää yksityiskohtaisesti tiedot siitä, mistä ja mihin syklit on suoritettu. Esimerkiksi junasta nostetut metallirullat ovat voineet siirtyä varastoon.

Loads -sivulla näkyy nosturin nostamat kuormat, kuten maksimikuorma, keskiarvokuorma ja tuotetut kuormat. Tuottavien kuormien laskennassa käytetään samankaltaista laskentaa kuin nostosykleissä.

Koneistojen diagnostiikkasivuilla on nähtävissä moottorien yllämmöt, pysäytykset jarrulla, käyttöaika, nostojen ylikuormat ja vaunujen sekä sillan ajettu matka.

DWP sivulla on nähtävillä nostokoneistojen yleinen kunto ja jarrujen kunto. Tässä on hyödynnetty standardien määrittämää koneistojen kunnonvalvontalaskentaa, joka tehdään PLC:llä nosturissa käytössä olevien mekaanisten osien perusteella. Tätä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi huoltotoimenpiteiden enakoimisessa.

Smart features -sivuilla on pylväsdiagrammeina esitettyä, kuinka paljon kutakin nosturissa olevaa lisäominaisuutta on käytetty.

Tallennettu data ja tuotetut PDF-raportit tallentuvat paikallisesti nosturin sähkökaapissa olevaan tietokoneeseen, joten niiden tarkasteluun tarvitaan asiakkaalle rajoitettu yhteys tietokoneeseen. Tiedostojen siirtäminen asiakkaan nähtävälle voidaan toteuttaa nosturissa olevan langattoman verkon kautta, kuitenkin erotettuna nosturin omasta verkosta. Tätä varten nosturissa olevalla modeemilla luodaan oma asiakkaalle tarkoitettu langaton WiFi-verkko, jonka kautta heillä on pääsy ainoastaan tietokoneelle tallennettuihin tiedostoihin ja PDF-raportteihin.

Raportin tulostaminen tapahtuu joko käsin tai vaihtoehtoisesti se voidaan automatisoida Iba:n DatCoordinator-ohjelmiston avulla. Ohjelmistolla tehdään automaattisesti uusiutuvia tehtäviä, jotka tulostavat raportteja haluttuina ajankohtina.

Näin saadaan esimerkiksi jokaisen viikon maanantaina edellisen viikon viikkora-  
portti tulostettua.

The screenshot shows a configuration window for a job named "Print weekly report". The window is divided into several sections:

- ID:** Job name: Print weekly report
- Schedule:**
  - Enabled
  - Automatically start on load
  - Retry failed operations of previous session
  - Retry failed operations every 10.0 minutes
  - Retry failed operations maximum 10 times
- Trigger:**
  - Start: 3. 5.2024 14.00.00
  - Recur every: 1 weeks on:
    - Monday
    - Tuesday
    - Wednesday
    - Thursday
    - Friday
    - Saturday
    - Sunday
  - Repeat trigger: Indefinite times every 1 hours 0 minutes
  - Process triggers in the past
- HD Connection:**
  - ibaHD server: PF13KX2N Port: 9180
  - Username: (empty)
  - ibaHD store selection: (empty)

Kuva 18. Ajustetun viikoittaisen raportin automaattinen tulostaminen koordinaattorilla.

#### 4.5 Jatkokehitys

Iba-ohjelmistoille luotuja pohjia ei opinnäytetyön aikana päästy vielä testamaan konkreettisesti useammassa projektissa, joten palautetta pohjien toiminnasta automaatioinsinööreiltä ei ollut saatavilla. Tulevaisuudessa pohjia tullaan vielä kehittämään asiakkaiden ja insinöörin palautteen pohjalta. Eri nosturityypeille voitaisiin tehdä vielä erikseen jokaiselle paremmin soveltuvat raportointipohjat, jolloin säästettäisiin vielä entisestään automaatioinsinöörin projektille käyttämää työaikaa. Nosturista kerätyn datan tallennuksessa olisi mahdollista vielä hyödyntää pilvipalveluita. Dataan päästäisiin helpommin käsiksi Konecranesin puolelta ja tallennustilaa olisi mahdollista vielä lisätä helposti, jolloin vanhempaa tallentunutta dataa ei tarvitsisi poistaa. Vaihtoehtoisesti muiden

tiedonkeruujärjestelmien tutkiminen nykyiseen käyttötarkoitukseen voisi olla kannattavaa. Iba-ohjelmistot ovat loistavia apuvälineitä vianhakutilanteissa, mutta raporttien tuottaminen kerätystä datasta osoittautui hankalaksi. Pelkäämään perustoimintojen opetteluun joudutaan käyttämään liikaa aikaa ja raportointiominaisuudet eivät mahdollista kaikkia haluttuja toimintoja nimenomaan nosturisovelluksissa.

## 5 Toimitusprojektit

Opinnäytetyön lopussa syntyi mahdollisuus kokeilla ohjelmistoille tuotettuja pohjamalleja oikeissa projekteissa. Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi, millaista tiedonkeruuta näihin uusiin teollisuusturiprojekteihin on tarkoitus toimittaa. Ensimmäisessä projektissa tiedonkeruujärjestelmää käytetään pääasiallisesti vain vianhakutilanteissa eikä asiakkaalle tuoteta erillisiä PDF-raportteja. Toisessa projektissa hyödynnetään kattavaa raportointia nosturin kunnosta ja tuottavuudesta tekemällä visuaalisia PDF-raportteja.

### 5.1 Projekti 1

Tässä projektissa nosturit ovat käytössä metallintuotannossa ja Iba:n tiedonkeruujärjestelmää käytetään pääasiassa vain vianhakutilanteissa sekä apuna nosturin käyttöönotossa. Vikojen ilmaantuessa nosturiin Konecranes-huolto tai automaatioinsinööri voivat hyödyntää nosturissa olevaa IbaPDA-ohjelmistoa ja tallentaa sillä mitä tahansa muuttajaa PLC:ltä millisekuntien tallennustaajuudella. Signaaleja voidaan vielä tarkastella synkronoidusti tarkemmin IbaAnalyzer-ohjelmistolla. Asiakkaalle tarjottiin useampaan nosturiin oma järjestelmä. Pelkkään diagnostiikkaan tarvittavat ohjelmistot ovat vain IbaPDA 64 -muuttujan lisenssillä ja ilmainen IbaAnalyzer-ohjelmisto. Järjestelmän rakentaminen pelkkään diagnostiikkaan ei vaatinut automaatioinsinööriltä suurta työtuntimäärää.

## 5.2 Projekti 2

Toisessa projektissa automaattista nosturia käytettiin kuuman kalsiitin siirtämiseen uuneista sähköuuneihin ja lopuksi astioihin. Käsiteltävä kalsiitti on 750 °C – 1200 °C. Asiakkaalle tarjottiin kattavaa Iba-järjestelmällä tehtävää raportointia nosturin tuottavuudesta ja sen kunnosta. Raportointi sisältää räätälöidyn osuuden, josta näkyy nosturin suorittamat nostosyklimäärät eriteltynä, mistä kalsiittia on nostettu. Tuottavia kuormia lasketaan sekä koneistoista kerätään kuntoon liittyvää dataa. Tässä projektissa käytössä oli IbaPDA-signaalien tallentamiseen, HDserver-, Analyzer PDF -raporttien tuottamiseen ja DatCoordinatorin ajastettuihin raporttien tulostukseen. Tässä projektissa päästiin kokeilemaan opinnäytetyössä tuotettuja Iba-ohjelmistopohjia sekä räätälöimään projektille sopivaa raportointia.

## 6 Yhteenveto

Tässä työssä tavoitteena oli kehittää aikaisemmin käytössä ollutta Iba-tiedonkeruujärjestelmää. Työn aikana tuotimme valmiita ja helposti muokattavia ohjelmistopohjia projekteissa työskenteleville automaatioinsinööreille. Lisäksi tarkoituksena oli luoda selkeät ohjelmisto- ja laitteistokokonaisuudet, jotka soveltuvat erilaisiin käyttötarkoituksiin, sekä helpottaa järjestelmän myyntiä asiakkaille myyjien näkökulmasta luomalla selkeä myyntidokumentti.

Työn tuloksena saatiin rakennettua vakiorajapinta PLC:lle tiedonkeruuta varten. Myös Iba:n ohjelmistoille valmistui käyttövalmiiksi konfiguroidut pohjat, jotka nopeuttavat tulevaisuudessa automaatioinsinöörien työskentelyä. Erityisesti PDF-raporttien valmistukseen luotiin useita valmiita pohjia, kuten päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosiraportit. Projektin aikana kuitenkin huomasimme haasteita kerättävän datan valikoinnissa, eli siinä, miten pystyisimme määrittämään datan tarpeellisuuden ja hyödyllisyyden asiakkaan näkökulmasta. Pohdimme myös, mitkä tiedot olisivat helposti saatavilla nostureiden perusohjelmistosta ilman, että jokaiselle projektille tarvitsisi tehdä suuritöistä laskentaa.



Valtaosin onnistuimme toteuttamaan tarvittavan tiedonkeruun nostureista ja parantamaan raportointia asiakkaalle nosturin käytöstä ja kunnosta käyttämällä Iba:n tarjoamia ohjelmistoja. Esimerkiksi IbaPDA osoittautui erinomaiseksi työkaluksi vikatilanteiden selvittämisessä ja sen tarkoista tallennuksista on helppo jäljittää nosturin mahdollisia vikoja.

Lisäksi projekteissa toimiville automaatioinsinööreille tuotettiin selkeät ohjeet Iba-ohjelmistojen konfigurointiin ja räätälöintiin. Myyjille laadittiin myyntidokumentti, josta heidän on helppo tarkastaa ohjelmistojen toiminnot ja hinnat.

Raportoinnin suhteen kohtasimme erityisesti ongelmia IbaAnalyzerin käytössä, sillä ohjelmisto on haasteellinen ja pelkästään perustoimintojen hallinta tuotti ongelmia uudelle käyttäjälle. Ohjelmiston tarjoamat visuaaliset elementit datan esittämisessä ovat myös melko rajalliset. Tästä syystä harkitsisin vielä muita vaihtoehtoja tiedonkeruuseen, erityisesti raportoinnin näkökulmasta.

Opinnäytetyössä onnistuttiin kuitenkin luomaan yhtenäisempi ja käyttäjäystävällisempi kokonaisuus Iba:n tiedonkeruujärjestelmälle, jonka voi nyt ottaa tehokkaasti käyttöön ja jota on myös helpompi myydä valmiiksi määriteltyjen kokonaisuuksien ansiosta.

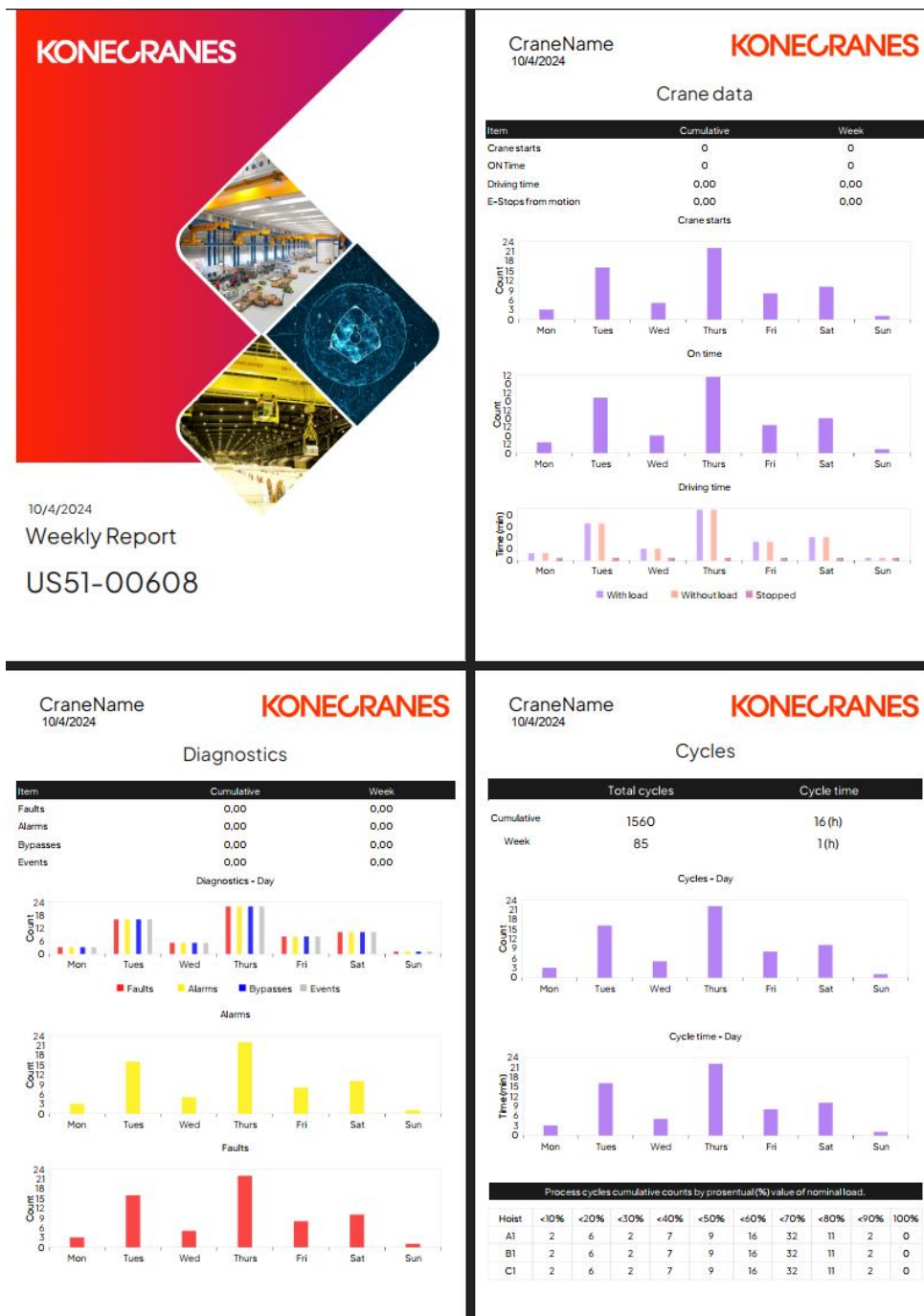
## Lähteet

- 1 Konecranes. 2023. Verkkoaineisto. <<https://www.konecranes.com/about/konecranes-in-brief>>. Luettu 4.12.2023.
- 2 5-step manufacturing data collection guide. 2023. Verkkoaineisto. <<https://www.factbird.com/blog/manufacturing-data-collection>>. Luettu 4.12.2023.
- 3 Snehal, Joshi. 2023. major benefits of data collection for manufacturing companies. Verkkoaineisto. <<https://manufacturingtomorrow.com/article/2022/08/5-major-benefits-of-data-collection-for-manufacturing-companies/19116>>. Luettu 16.12.2023.
- 4 Industrial Data Collection. 2023. Verkkoaineisto. <<https://forensicit.com/products/industrial-data-collection.php>>. Luettu 17.12.2023.
- 5 Industrial iot data collection and data transformation. 2023. Verkkoaineisto. <<https://govimana.com/industrial-iot-data-collection-and-data-transformation/>>. Luettu 16.12.2023.
- 6 Manufacturing data collection - engineering industries excellence. 2023. Verkkoaineisto. <<https://www.indx.com/en/solution/data-collection>>. Luettu 16.12.2023.
- 7 Manufacturing data collection – evocon. 2024. Verkkoaineisto. <<https://evocon.com/articles/manufacturing-data-collection/>>. Luettu 10.4.2024.
- 8 OSI-mallin kerrokset. 2006. Verkkoaineisto. <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OSI-malli.png>>. Luettu 17.12.2023.
- 9 What is osi model. 2023. Imperva. <<https://www.imperva.com/learn/application-security/osi-model/>>. Luettu 18.12.2023.
- 10 Agarwal T. 2013. What are Communication Protocols & Their Working. Verkkoaineisto. <<https://www.elprocus.com/communication-protocols/>>. Luettu 17.12.2023.
- 11 Standardised communications protocols. 2022. Verkkoaineisto. <<https://ardc.edu.au/resource/standardised-communications-protocols/>>. Luettu 18.12.2023.

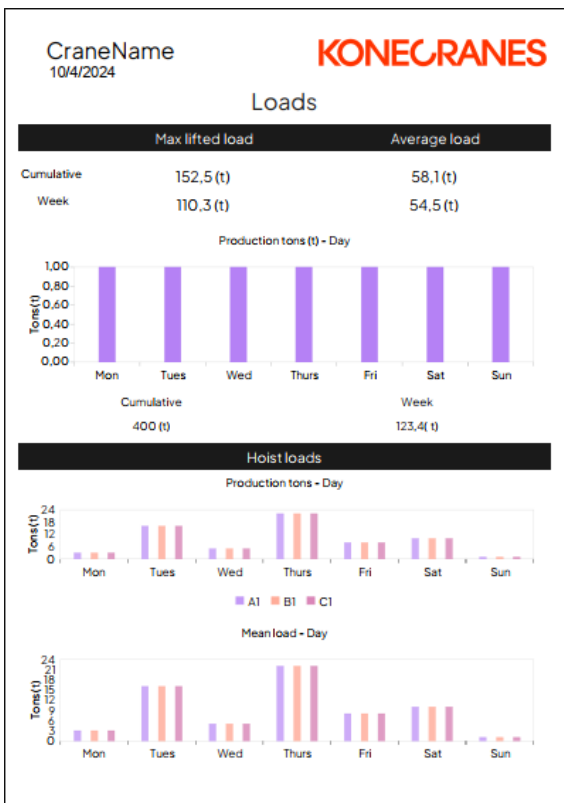
- 12 Transmission transfer protocol. 2024. Verkkoaineisto. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission\\_Control\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol)>. Luettu 5.1.2024.
- 13 Yasar, Kinza. 2023. Transmission transfer protocol. Verkkoaineisto. <<https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/TCP>>. Luettu 5.1.2024.
- 14 User Data Protocol. 2024. Verkkoaineisto. <[https://en.wikipedia.org/wiki/User\\_Datagram\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol)>. Luettu 5.1.2024.
- 15 Cloudflare. 2022. What is UDP? Verkkoaineisto. <<https://www.cloudflare.com/en-gb/learning/ddos/glossary/user-datagram-protocol-udp/>>. Luettu 5.1.2024.
- 16 OPC foundation. What is OPC. Verkkoaineisto. < <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/> >. Luettu 8.1.2024.
- 17 OPC foundation. Unified Architecture. Verkkoaineisto <<https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>>. Luettu 8.1.2024.
- 18 The Iba system. Verkkoaineisto. <<https://www.iba-ag.com/en/>>. Luettu 9.1.2024.
- 19 Systems for industry. Paikallinen tiedosto. <Bro\_ibaMeasurement-SystemsForIndustryAndEnergy\_en.pdf>. Luettu 10.1.2024.

## Viikkoraportti

Alla olevissa kuvissa on IbaAnalyzerilla tuotettu viikkoraportti.



Kuva 1. Raportin sivut 1-4.



CraneName  
10/4/2024

**KONECRANES**

### Hoist diagnostics

Hoist I		
Item	Cumulative	Week
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Cycles	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Overloads	13	3

Hoist II		
Item	Cumulative	Week
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Cycles	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Overloads	13	3

Hoist III		
Item	Cumulative	Week
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Cycles	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Overloads	13	3

CraneName  
10/4/2024

**KONECRANES**

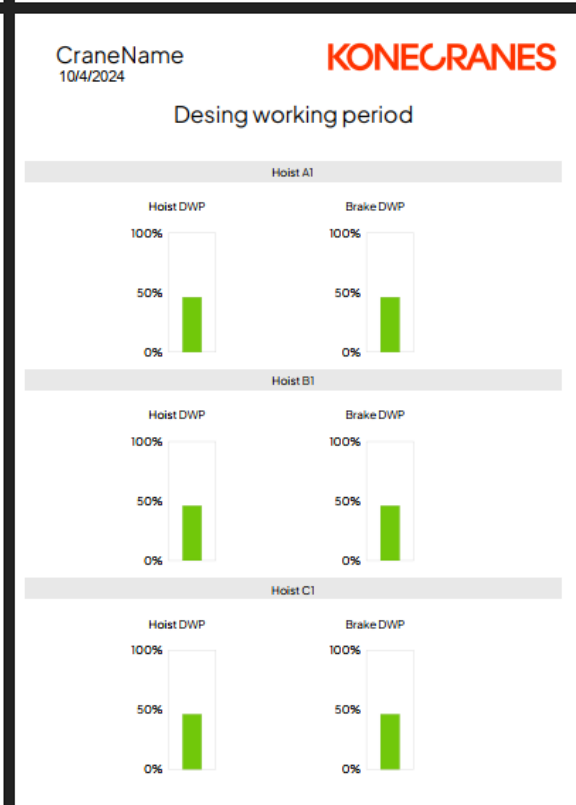
### Bridge & Trolley

Bridge		
Item	Cumulative	Week
Starts	0,00	0,00
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Driven distance	0,00	0,00

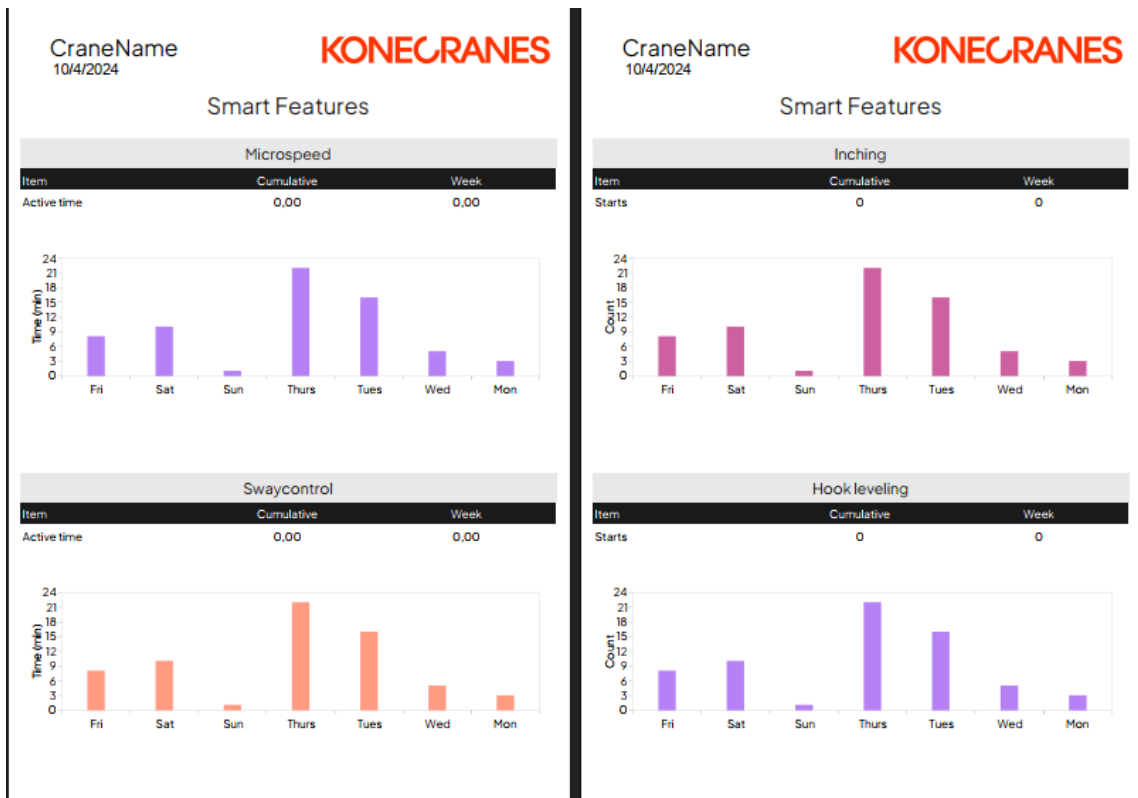
Trolley I		
Item	Cumulative	Week
Starts	0,00	0,00
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Driven distance	0,00	0,00

Trolley II		
Item	Cumulative	Week
Starts	0,00	0,00
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Driven distance	0,00	0,00

Trolley III		
Item	Cumulative	Week
Starts	0,00	0,00
Motor overtemperatures	0,00	0,00
Brake stops	0,00	0,00
Runtime	0,00	0,00
Driven distance	0,00	0,00



Kuva 2. Raportin sivut 5-8.



Kuva 3. Raportin sivut 9-10.