



Leevi Nummenpää

# Kunnonvalvontajärjestelmät teollisuuden sentrifugeissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

28.4.2024

## Tiivistelmä

Tekijä: Leevi Nummenpää  
Otsikko: Kunnonvalvontajärjestelmät teollisuuden sentrifugeissa  
Sivumäärä: 37 sivua + 1 liite  
Aika: 28.4.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka  
Ammatillinen pääaine: Valmistus- ja tuotantotekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Pekka Hirvonen  
Myynti-insinööri Janne Salo, GEA Finland Oy

---

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia ja dokumentoida kunnonvalvontajärjestelmien käyttöönottoa sekä niiden soveltuvuutta osana prosessinvalvontaa ja huoltoinsinöörin työtä. Tämän lisäksi insinööriyössä käyttöönotettiin ja testattiin etävalvontajärjestelmää yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Työn tilaajana toimi GEA Finland Oy.

Työssä selvitettiin ja dokumentoitiin GEA:n eri kunnonvalvontaratkaisuja separaattoreille ja dekanttereille sekä perehdyttiin järjestelmien ominaisuuksiin niin asiakkaan kuin laitevalmistajan tulokulmasta. Työssä tarkasteltiin laitevalmistajan toimittamaa laitekantaa Suomessa ja käyttöönotettiin ja testattiin etävalvontajärjestelmän toimivuutta yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

Järjestelmiin perehdyttiin yrityksen sisäisen materiaalin, koulutuksien sekä henkilöhaastattelujen pohjalta. Työssä perehdyttiin sentrifugien toimintaan sekä tarkasteltiin niiden kunnossapitoa ja etävalvontaa.

Insinööriyö osoitti, että GEA:n kehittämä etävalvontajärjestelmä on potentiaalinen vaihtoehto etävalvontajärjestelmäksi, sillä jatkuva kunnonvalvonta tukee pitkäjänteistä kunnossapitotoimintaa ja on kustannustehokas ratkaisu. GEA UC - etävalvontajärjestelmä saatiin onnistuneesti käyttöön kolmella asiakkaalla sekä palautetta kerättyä järjestelmän toimivuudesta ja sen parannuskohdista. Insinööriyö osoitti myös, että RAS-VP-kunnossapitajärjestelmä on oiva työkalu huoltoinsinöörien tueksi vikadiagnoosien selvittämisessä sekä etäyhteyden luomiseen mutta ei sovellu etävalvontajärjestelmäksi.

Avainsanat: Etävalvontajärjestelmä, GEA UC, RAS-VP, kunnonvalvonta

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Leevi Nummenpää  
Title: Condition Monitoring Systems for Industrial Centrifuges  
Number of Pages: 37 pages + 1 appendice  
Date: 28 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Manufacturing and Production Technology  
Supervisors: Pekka Hirvonen, Lecturer  
Janne Salo, Sales Engineer, GEA Finland Oy

---

The aim of the engineering thesis was to study and document the implementation of condition monitoring systems and their suitability as part of process control and the work of the maintenance engineer. In addition, the engineering work included the implementation and testing of a remote monitoring system in collaboration with customers. The work was commissioned by GEA Finland Oy.

GEA's different condition monitoring solutions for separators and decanters were investigated and documented, and the characteristics of the systems from both the customer's and the equipment manufacturer's point of view were examined. The work included a review of the equipment stock supplied by the equipment manufacturer in Finland and the implementation and testing of the remote monitoring system in cooperation with the customers.

The systems were studied based on internal company material, trainings, and interviews. The work included an introduction to the operation of centrifuges, their maintenance and remote monitoring.

The engineering study showed that the remote monitoring system developed by GEA is a potential alternative for a remote monitoring system, as continuous condition monitoring supports long-term maintenance activities and is a cost-effective solution. The GEA UC remote monitoring system was successfully implemented at three customers and feedback was collected on the system's functionality and areas for improvement. The engineering work also showed that the RAS-VP maintenance system is a useful tool to support maintenance engineers in fault diagnosis and remote communication but is not suitable as a remote monitoring system.

Keywords: Remote monitoring, GEA UC, RAS VP, maintenance system

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tavoitteet	1
1.2	GEA Group AG	2
2	Sentrifugit	3
2.1	Separaattori	4
2.1.1	Hihnavetoisen separaattorin pääosat	4
2.1.2	Kuulan osat	5
2.2	Dekantteri	6
2.2.1	2-faasidekantterin pääosat	7
2.2.2	Sentrifugin käyttökohteet	8
2.3	Partikkelien laskeutumisnopeus	8
2.4	Kiihtyvyysoimat	9
3	Kunnossapito	11
3.1	Kunnossapidon historia ja kehitys	11
3.2	Kunnossapitotoiminnot	11
3.3	Kunnonvalvonta	12
3.4	Etävalvonta	14
3.5	Kunnonvalvonnan edut	15
3.6	Värinän syitä sentrifugeissa	16
4	Kenttäväylät	17
4.1	Profibus	17
4.2	Profinet	18
5	Kunnonvalvontajärjestelmät	18
5.1	MindSphere GEA UC	19
5.1.1	GEA UC pilvipalvelussa	19
5.1.2	Laiteasennus	21
5.1.3	Liitettävyyys MindSphere MindConnect IoT2040:een	22
5.1.4	Asiakkaan hyödyt järjestelmästä	22

5.1.5	Laitekanta	23
5.1.6	GEA UC:n hyvät ja huonot puolet	24
5.2	RAS-VP	25
5.2.1	RAS-VP:n kytkentä	26
5.2.2	RAS-VP:n hyvät ja huonot puolet	28
6	Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto	28
6.1	Tehtävät ja aikataulu	29
6.2	GEA UC:n käyttöönotto Suomessa	31
7	Tulokset	33
7.1	GEA UC:n ja RAS-VP:n soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin	33
7.2	Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto asiakkaan näkökulmasta	34
7.3	GEA UC:n käyttöönotto- ja testausvaihe	35
8	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1: IP-parametrintilomake	

## Lyhenteet

- PLC: *Programmable Logic Controller*. Ohjelmoitava logiikka, jota käytetään automaattisten ohjausjärjestelmien toteuttamiseen. Suunniteltu ohjaamaan erilaisia laitteita ja prosesseja.
- GEA UC: GEA:n kehittämä etävalvontajärjestelmä sentrifugeille.
- GEA: GEA Group AG (Gesellschaft für Entstaubungsanlagen), saksalainen laitetoimittaja.
- RAS-VP: *Remote Access Support-Vibration Plus*. GEA:n kehittämä tukijärjestelmä huoltoinsinöörien tueksi.
- HMI: *Human Machine Interface*. Näyttö, joka välittää tietoa ja mittareita grafiikkaa käyttäen laitteista ja prosessien arvoista ja jonka avulla laitteita voidaan operoida.
- TPM: *Total productive maintenance*. Tuottava kunnossapito.
- IoT: *Internet of Things*. Laitteiden verkko, jotka jakavat tietoja muiden laitteiden ja pilven kanssa.

# 1 Johdanto

Teollisten sentrifugien laitekanta jakautuu usealle eri teollisuudenalalle. Suomessa yleisimpiä toimialoja, joissa sentrifugeja käytetään, ovat jätevedenpuhdistamot, panimoteollisuus, meijerit, kemianteollisuus sekä merenkulku. Koska sentrifugit ovat usein merkittävä osa prosessia, on ensiarvoisen tärkeää varmistaa niiden mahdollisimman korkea käyttösuhte. Tämän varmistamiseksi on mitattava laitteen ja kone-elimien kuntoa ennakoivasti sekä mahdollisuuksien mukaan reaaliajassa. Mittausten avulla tehtävät huoltotoimenpiteet ennaltaehkäisevät odottamattomien tuotantokatkosten syntyä.

Tähän tarpeeseen GEA on kehittänyt etävalvontajärjestelmän (GEA UC), jolla prosessisuureiden ja laitteen käyttöä voidaan mitata. Tämän lisäksi GEA on ottanut käyttöön järjestelmän (RAS-VP), jolla voidaan mitata tarkasti kunkin kone-elimen kuten laakerien ja sähkömoottorien kuntoa reaaliajassa. RAS-VP-työkalu edellyttää toistaiseksi GEA:n huoltoinsinöörin läsnäoloa mittauksia tehtäessä. Järjestelmien ja digitalisaation kehittyessä on perusteltua perehtyä edellä mainittujen kunnonvalvontajärjestelmien ominaisuuksiin ja sen antamiin mahdollisuuksiin.

## 1.1 Tavoitteet

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia ja dokumentoida kunnonvalvontajärjestelmien käyttöönottoa sekä niiden soveltuvuutta osana prosessinvalvontaa ja huoltoinsinöörin työtä. Tämän johdosta etävalvontajärjestelmän käyttöönotto ja testausta suoritettiin yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Insinööriyön tavoitteena oli myös tarkastella jo olemassa olevaa laitekantaa sen määrittämiseksi, mitkä asiakkaat voivat hyötyä mistäkin GEA:n kunnonvalvontaratkaisusta sekä arvioida liiketoimintapotentiaalia yrityksen näkökulmasta.

## 1.2 GEA Group AG

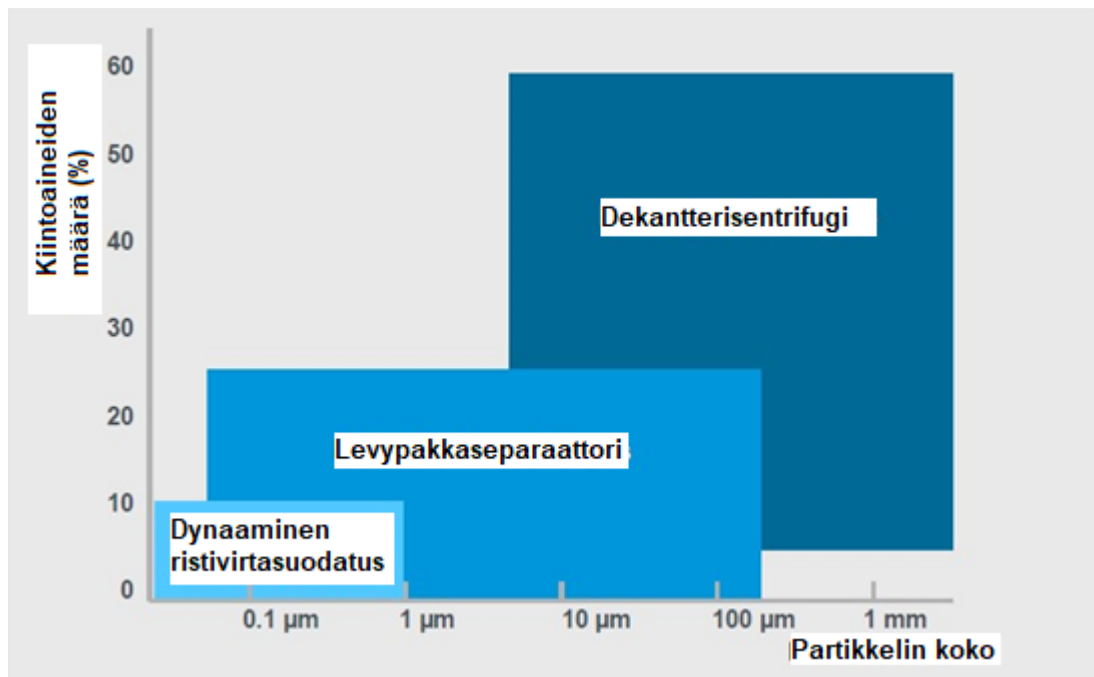
GEA Group AG on erikoistunut prosessiteknologiaan ja komponentteihin. Prosessiteknologiaan kuuluu muun muassa meijeriteollisuuden alalla erilaiset ruiskukuivaimet ja siihen liittyvät prosessit kuten myös panimoteollisuudessa separointiprosessit. GEA:n valikoima kattaa laajan kirjon sovelluksia elintarvike- ja juomateollisuudesta aina energia-, lääke- ja ympäristöteknologiaan. Yrityksen ydinajatus on tarjota asiakkailleen älykkäitä ja kestäviä ratkaisuja, jotka edistävät tehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä.

GEA Group AG:lla on sitoutunut ja monipuolinen työvoima, joka koostuu insinööreistä, asiantuntijoista ja muista ammattilaisista, joiden työtehtäviin kuuluu muun muassa suunnittelu, tuotanto, tuki, huolto ja myynti. GEA valmistaa itse tuottamansa laitteet yhteistyössä alihankkijoiden kanssa. Työntekijöiden monimuotoisuus on keskeinen voimavara, joka edistää innovaatioita ja asiakaskeskeistä lähestymistapaa. GEA:lla työskentelee nykypäivänä yli 18 000 työntekijää ympäri maailmaa. (Company Overview.) Suomessa GEA:lla on myyntitoimisto, jossa työskentelee noin 20 ihmistä, joiden työtehtävät ovat myynnin, huollon, projektien ja talouden parissa.

Vuonna 1881 perustettu yritys aloitti alun perin nimellä "Metallgesellschaft Aktiengesellschaft (MG)" keskittyen Saksan teolliseen kehitykseen. Toisen maailmansodan jälkeen GEA laajensi toimintaansa ja alkoi tarjota teknologisia ratkaisuja monille teollisuudenaloille. Strategiset yritysostot vahvistivat GEA:n asemaa maailmanlaajuisesti, ja yritys nousi merkittäväksi toimijaksi energia-, kemian- ja elintarviketeollisuudessa. GEA on laajentanut tuotevalikoimaansa muun muassa erilaisten kuivainten, venttiilien, ruoanteko- ja pakkausprosessien valmistukseen ja näin ollen vahvistanut asemaansa alan huipulla. Vuosina 2005–2006 GEA Group AG sai nykyisen nimensä sulautuessaan emoyhtiö MG Tecgnologies AG:n kanssa. (Our Heritage.)

## 2 Sentrifugit

Sentrifugi on erotuslaite, jossa on malja, joka pyörii akselinsa ympäri ja siten prosessiaineeseen kohdistuu keskipakovoima (SFS-EN 12547 2014: 10). Arkipuheessa sentrifugeissa puhuttaessa voidaan tarkoittaa joko levypakkaseparaattoria, jossa kuula on pystyasennossa tai dekanteria, jossa rumpu on vaaka-asennossa (Flottweg). Nämä molemmat laitteet on kehitetty erotuslaitteiksi, mutta ne soveltuvat eri tarkoituksiin riippuen muun muassa erotettavien aineiden partikkelikoosta ja kiintoaineen määrästä (Alfa Laval). Kuva 1 osoittaa yleisesti, mitkä tekijät ovat rajoittavia tekijöitä valittaessa eri suodatus- tai erotuslaitteita.



Kuva 1. Sentrifugien soveltuvuus (GEA Group AG).

Erilaisilla erotuslaitteilla rajoittavia tekijöitä voivat olla lisäksi eroteltavan aineen tiheys, viskositeetti, lämpötila, pyörimisnopeus ja saavutettavat g-voimat (Bashyal 2024). Muita valintaan perustuvia tekijöitä voivat olla esimerkiksi kokemus tietyn sentrifugin käytöstä tai laitteen monikäyttöisyys eri prosessien ja aineiden kanssa.

## 2.1 Separaattori

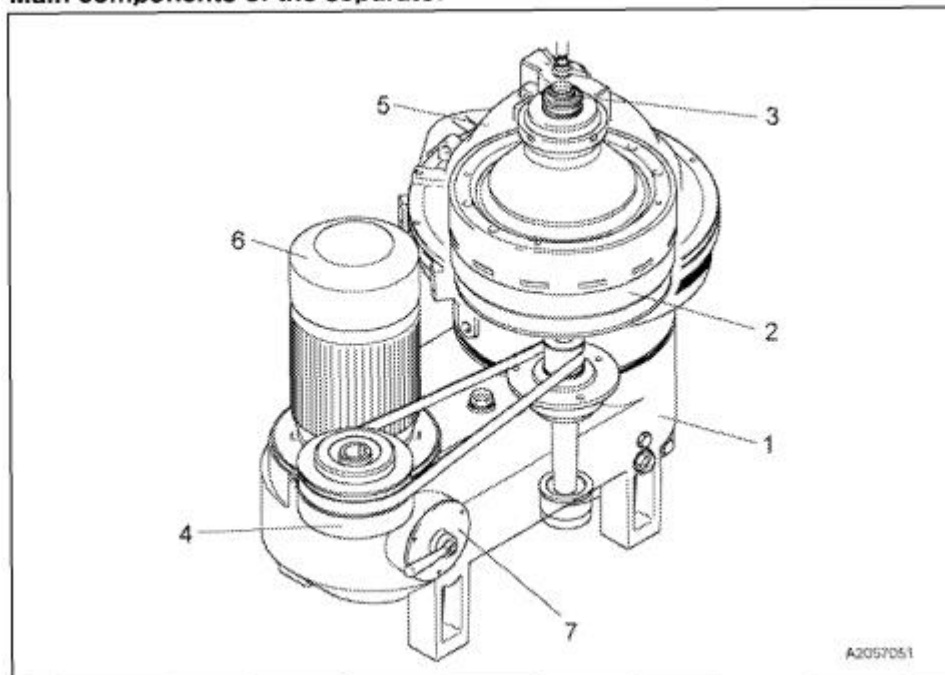
Separaattori on laite, jonka tarkoituksena on erottaa nesteitä ja kiintoaineita toisistaan niiden erilaisista fysikaalisista ominaisuuksista johtuen. Tämä tapahtuu hyödyntämällä erilaisia voimia, kuten gravitaatiovoimaa ja sentrifugaalivoimaa (RCF), jotta aineet voivat erottua toisistaan niiden tiheyden perusteella. Separaattorissa on pyörivä kuula, joka indusoi voimakkaita pyörimisliikkeitä. Tämä intensiivinen pyöriminen synnyttää suuria sentrifugaalivoimia, jotka saavat eri tiheyksillä ja ominaisuuksilla varustetut aineet erottumaan toisistaan. (Centrifugal Separator.)

GEA:n valikoimasta löytyy useita eri vaihtoehtoja separaattoreille ja niiden eri käyttötarkoituksille. Vaikka separaattoreiden mekaaninen puoli saattaa vaihdella, on niiden perustoiminta silti täysin sama. GEA valmistaa separaattoreita useilla eri voimansiirroilla. Näitä ovat hihna-, hammas- ja suoravetoinen. (Separator.)

### 2.1.1 Hihnaveitoisen separaattorin pääosat

Kuva 2 havainnollistaa separaattorin pääosia. Runko (1) sisältää voimansiirto-osat sekä kannattelee moottoria, kuulaa ja kantta. Kuula (2) tuottaa keskipakovoimia pyörimisen avulla, jonka avulla erottelu ja selkeytys on mahdollisia. Kohdassa 2.1.2 käsitellään tarkemmin kuulaa ja niiden toimintaa. Keskipakopumppu (3) poistaa erotellun nesteen ja on yhdistetty separaattorin kanteen. Voimansiirto (4) tuottaa voiman separaattorille. Moottorilta (6) voimansiirto akselille tapahtuu keskipakokytkimen kautta, josta voima välittyy moottorin hihnapyörälle välityksen avulla sekä vetohihnan kautta. Kanssi (5) tehtävänä on peittää kuula. Kannessa on myös syöttö- ja ulostuloyhteet. OSD 35-mallisessa separaattorissa on myös jarru (7), jota voidaan käyttää separaattorin pysäyttämiseen. (Instruction manual.)

Main components of the separator



Kuva 2. Separaattorin pääosat (Instruction Manual and Parts list 2002: 37).

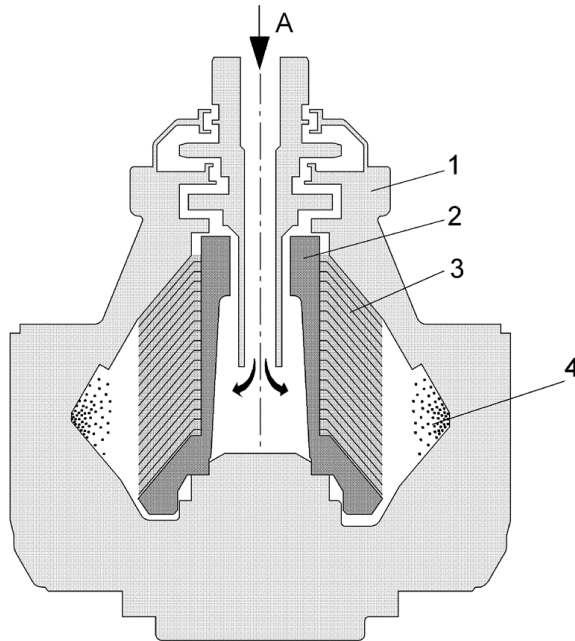
Englannin kielen sana "bowl" kääntyy sentrifugeissa puhuttaessa suomeksi sanalla "malja". Arkikielessä usein puhutaan separaattoreissa kuulasta sekä dekanttereissa rummusta.

### 2.1.2 Kuulan osat

Separaattorin kuula tuottaa erittäin suuria keskipakovoimia pyörimällä, mikä mahdollistaa nesteiden ja kiintoaineiden erottumisen ja selkeyttämisen niiden eri fysikaalisten ominaisuuksien perusteella. Kuva 3 havainnollistaa kuulan pääosia. Jakaja (2) kiihdyttää syöttöaukon A kautta syötetyn likaisen nesteen kuulaan pyörimisnopeuteen ja kuljettaa sen sitten levypakkaan (3).

Levypakka (3) erottelee nesteet kahteen eri tiheyden omaavaan nestefaasiin. Levypakka koostuu suuresta määrästä päällekkäin asetettuja kartiomaisia levyjä. Kussakin levyssä on välikappaleet, jotta yksittäisten levyjen välille muodostuu tarkasti määritellyt välit. Levyjen sileät alapinnat helpottavat kiinteiden hiukkasten liukumista ja siten levyjen itsepuhdistumista.

Kiinteät hiukkaset kerääntyvät kunkin välitilan yläseinämään ja liukuvat alas kuulan lietteen säilytystilaan. Tämän vuoksi pohjapinta ei saa naarmuuntua, sillä se heikentää erotustehokkuutta. (Instruction manual.)



Kuva 3. Kuulan osat (Instruction Manual and Parts list 2002: 38).

## 2.2 Dekantteri

Dekantteri on laite, jonka tarkoituksena on erottaa kiintoaineet nesteestä tai eri nestemäisistä aineista niiden tiheyden ja fysikaalisten ominaisuuksien perusteella. Sen toimintaperiaate perustuu sentrifugaalivoimien käyttöön, jotta eri aineet voidaan tehokkaasti erotella toisistaan.

Dekantterissa on pyörivä, sylinterimäinen rakenne, joka sisältää suurikokoisen ruuvin. Tämä ruuvi on tarkoitettu laskeutuneen kiintoaineksen poistamiseksi. Rummussa olevat kiintoaineet pääsevät poistumaan niille tarkoitettujen ulostuloaukkojen kautta. (Decanter Centrifuge Training.)

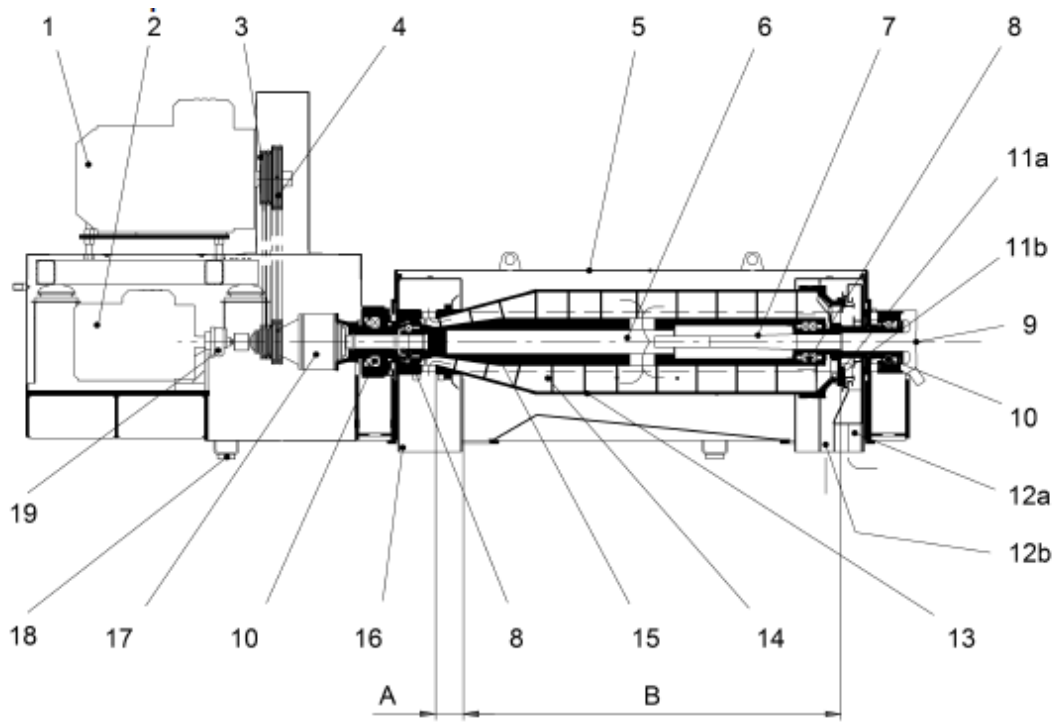
### 2.2.1 2-faasidekantterin pääosat

Alla oleva kuva 4 havainnoi dekantterin pääosia. Kuvassa osa numero (1) on lingon päämoottori, joka toimii voimanlähteenä rummulle. Voimansiirto päämoottorilta välittyy vetohihnoilla (3) sekundäärimoottorille (2), joka on voimanlähteenä ruuville. Sekundäärimoottorin on kytketty (17) alennusvaihteisto. Vaihteiston tarkoituksena on sovittaa moottorin kierrosnopeus haluttuun kierrosnopeuteen välityssuhteiden avulla. Tyypillisesti vaihteistoja ovat cyclo- sekä planeettavaihteisto.

Jotta ruuvin sekä rumpun pyöriminen ovat mahdollisia tarvitaan laakereita. Laakerit sijaitsevat ruuvin sekä rumpun molemmissa päissä. Rumpun laakeripesät (10) sekä ruuvin laakerit (8) on havaittavissa kuvassa 4.

Ruuvin sisällä on syöttöputki (7), jonka avulla tuote syötetään syöttölinjan (9) kautta ruuvin keskiosaan erottelua varten. Ruuvin sisällä on jakaja (6), jonka kautta tuote sinkoutuu rumpun seinämille keskipakoisvoiman avulla. Säätörenkaiden (11a) avulla voidaan optimoida kiintoaineen sekä sentraatin koostumusta. Alue (B) on erottelualue, jossa sentrifugointi tapahtuu. Alue (A) on vedenpoistoalue, jossa vesi poistuu kiintoaineesta. Kevyen nestefaasin sekä raskaan nestefaasin ulostulot ovat (12a ja 12b). Kiintoaineen ulostulon (16) kautta kiintoaine poistuu lingosta.

GEA:lla on sekä 2-faasisia että 3-faasisia linkoja. Kuvan 4 laite on 2-faasidekantteri, koska erottelussa saadaan eroteltua kiintoaine ja nestefaasi. (Decanter Centrifuge Training.)



Kuva 4. Dekanterin pääosat (GEA Group AG).

3-faasidekantereissa voidaan erotella kiintoainetta sekä kahta tiheydeltään erilaista nestefaasia. Tällöin lingon rakenne muuttuu hieman verrattuna 2-faasin rakenteeseen.

### 2.2.2 Sentrifugin käyttökohteet

Sentrifugeja käytetään erilaisten materiaalien erottelamiseen monilla teollisuudenaloilla, kuten tekstiili-, pesula-, kemikaali-, mineraali- ja meriteollisuudessa. Näihin materiaaleihin kuuluvat muun muassa öljyt, jätevedet, lääkkeet, panimotuotteet, maitotuotteet, muut elintarvikkeet, väriaineet ja muovit. Sentrifugeja käytetään myös ydinteollisuuden tuotteiden ja muiden radioaktiivisten aineiden erottamiseen. (SFS-EN 12547 2014: 31.)

### 2.3 Partikkelien laskeutumisnopeus

Eroittelussa on tärkeä tietää partikkelien laskeutumisnopeus. Tämä voidaan selvittää Stokesin lain avulla. Muuttuvia tekijöitä ovat tiheysero, partikkelien

halkaisija sekä nesteen viskositeetti. Sedimentaatio lasketaan seuraavasti (kaava 1):

$$V_g = \frac{d^2(p_p - p_f)}{18\eta} g \quad (1)$$

$V_g$  = painovoiman aiheuttama laskeutumisnopeus [m/s]

$d$  = partikkelin halkaisija (esimerkiksi kiintoaine tai vesi) [m]

$p_p$  = partikkelin tiheys [ $\text{kg/m}^3$ ]

$p_f$  = nesteen tiheys (esim. öljy) [ $\text{kg/m}^3$ ]

$\eta$  = nesteen dynaaminen viskositeetti [ $\text{kg/m}^*\text{s}$ ]

$g$  = putoamiskiihtyvyys [ $9,81 \text{ m/s}^2$ ] (Hemfort 1983: 11)

Sedimentaatio on nesteessä olevien partikkelien laskeutumista ja kerrostumista nesteen pohjalle. Sentrifugissa sedimentaatio tapahtuu paljon nopeammin johtuen kuulan suuresta pyörimisnopeudesta, joka aiheuttaa sentrifugaalivoiman. (Thermo Fischer Scientific.) Stokesin lakia käytetään kuvaamaan sedimentaatioprosesseja keskipakovoimakentässä, mikäli erotettavissa olevat kiintoaineet sentrifugissa ovat riittävän hienojakoisia ja virtauskuvio on laminaarinen (Hemfort 1983: 11).

## 2.4 Kiihtyvyysoimat

Sedimentaation, dekantoinnin ja sentrifugoinnin peruseriaatteena on hyödyntää kiihdyttäviä kenttiä ja voimia. Kiintoaine, joka on suspendoitunut nesteeseen, voidaan erottaa kiihdytyskentässä vain, jos sen tiheys poikkeaa nesteen tiheydestä. Vain tällöin kiihdytyskenttä vaikuttaa eri tavalla kiinteisiin ja nestehiukkasiin ja siirtää niitä toisiinsa nähden. Tiheydeltään samanlaisia aineksia ei voi erottaa toisistaan mekaanisessa kiihdytyskentässä, mikä pätee

sekä sedimentointiin että sentrifugointiin. Kiihdytyskentän voimakkuus vaikuttaa merkittävästi laskeutumisaikaan, etenkin kun erotettavien aineiden tiheusero on pieni. Sentrifugointi- tai kiihtyvyyškertoimella kuvataan keskipakokiihtyvyyden ja painovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden suhdetta. Kiihtyvyyksvoimat voidaan laskea kaavan 2 avulla. (Hemfort 1983: 10.)

$$\xi = \frac{r \cdot \omega^2}{g} \quad (2)$$

r = säde

$\omega$  = kulmanopeus

g = putoamiskiihtyvyys [9,81 m/s<sup>2</sup>]

Hemfortin mukaan sentrifugien kiihtyvyyškertoimet vaihtelevat sentrifugityypistä riippuen:

- ultrasentrifugit [ $\xi = 10^5$ – $10^6$ ]
- putkityyppiset sentrifugit [ $\xi = 13000$ – $17000$ ]
- levypakkasentrifugit [ $\xi = 5000$ – $13000$ ]
- dekantterit [ $\xi = 1500$ – $4500$ ]
- kori- ja suodatinsentrifugit [ $\xi = 300$ – $1500$ ] (Hemfort 1983: 10).

### 3 Kunnossapito

Kunnossapidon päämääränä on ylläpitää koneita ja laitteita optimaalisessa toimintakunnossa, jotta tuotanto pysyy kustannustehokkaana, tuotteiden laatu säilyy korkeana suhteessa niiden hintaan, toiminta on turvallista ja ympäristövaikutukset minimoidaan (Ansaharju 2009: 298).

#### 3.1 Kunnossapidon historia ja kehitys

Termin "huolto" juuret ulottuvat sotilasanastoon, missä sillä viitattiin taisteluyksiköiden tehon ja vahvuuden ylläpitämiseen halutulla tasolla. Napoleon oli merkittävä vaikuttaja huoltotekniikan kehityksessä ja korkeakoulutuksen aloittamisessa tällä alueella. Kunnossapitotoiminta on ollut osa teollisuutta jo ensimmäisen kehruukoneen "kehruu-Jennyn", jolla pystyi kehräämään useita lankoja samanaikaisesti, ajoista lähtien. Kunnossapitotoiminnan tietoinen ja systemaattinen kehittäminen alkoi USA:ssa 1950-luvulla. (Aalto 1994: 17.)

Kun kunnossapidon systemaattisuus ja suunnitelmallisuus lisääntyivät, seuraava merkittävä askel oli käytön ja kunnossapidon osittainen yhdistäminen, mikä näkyy parhaiten TPM:n (total productive maintenance) eli "tuottava kunnossapito" -ideologian myötä. 1990-luvulla koettu globaali investointilamanosti kunnossapidon ja sen kehittämisen selkeästi arvostetuksi osaksi yritysten toimintoja. (Aalto 1994: 17–18.)

#### 3.2 Kunnossapitotoiminnot

Kunnossapito on tärkeässä roolissa separaattorien ja dekanterien toiminnan kannalta. Kunnossapitotyyppinä on monenlaista, ja kunnossapitotoimia suorittavat niin huoltohenkilöstö kuin laitteiden käyttäjät, jotta koneiden toimintakyky ei heikkene. Kunnossapitotyyppinä standardin SFS-EN 13306 mukaan (Järviö 2006: 47) ovat esimerkiksi

- ehkäisevä kunnossapito
- jaksotettu kunnossapito
- kuntoon perustuva kunnossapito
- ennakoiva kunnossapito
- korjaava kunnossapito
- välitön kunnossapito.

Säännöllisin väliajoin tai määritettyjen kriteerien täytyessä suoritetaan ehkäisevää kunnossapitoa, jonka päämääränä on minimoimia vaurioitumisen riskiä ja toimintakyvyn heikkenemistä (Järviö 2006: 47). Ehkäisevä kunnossapito, huolto ja ennakko huolto liittyvät käsitteinä toisiinsa läheisesti. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat kaikki ne tarkastus-, testaus- ja huoltotoimenpiteet, jotka suoritetaan ennen kuin laitteessa havaitaan vikoja. Samoin kuin ennakko huolto myös ehkäisevä kunnossapito suunnitellaan usein etukäteen. Suunnitellut huoltotoimenpiteet tehdään päivittäin, viikoittain, kuukausittain tai tietyin väliajoin käyttötuntien tai käyttökertojen perusteella. Määräajan määrittämisessä voidaan hyödyntää aiempaa kokemusta laitteen keskimääräisestä käyttöiäst. (Ansaharju 2009: 307.)

### 3.3 Kunnonvalvonta

Jatkuva kunnonvalvonta täydentää käyttöseurantaa ja tukee pitkäjänteistä kunnossapitotoimintaa. Käytännössä käyttöseuranta voidaan pitkälti sisällyttää kunnonvalvontaan. Kunnonvalvonta perustuu siihen, että tunnistetaan laitteiston tilaa ja kuntoa kuvaavat parametrit ja määritellään niille tarkastusmenetelmät, mittausvälineet, hälytysraja-arvot sekä tulkintamenetelmät. Samalla on luotava järjestelmä, joka ohjaa toimenpiteitä mittaustulosten ja hälytysten perusteella. (Ansaharju 2009: 302.)

Raja kunnonvalvonnan säännöllisten tarkastusten ja aikataulutettujen kunnossapitotoimien välille voidaan määrittää niin, että kunnonvalvontaan liittyvissä toimenpiteissä kone voidaan tarvittaessa pysäyttää, ja suoja- ja peltejä sekä tarkastusluokkuja voidaan avata, mutta itse koneen komponentteja ei irroteta. Kunnonvalvonnan avulla koneen korjaustoimet ja varaosahankinnat voidaan ajoittaa vastaamaan todellisia tarpeita. (Rossi 1993: 29.)

Erilaisia mittalaitteita ja apuvälineitä on kehitetty ihmisten tueksi, erityisesti pyörivien koneenosien kunnonmittauksessa. Näihin välineisiin kuuluu kyky mitata koneen aiheuttamaa melua, tehonkulutusta, laakerien lämpötilaa, värähtelyä ja analysoida käytettyä voiteluöljyä. Koneen kunnon mittaaminen käytön aikana mahdollistaa käytävyyden parantamisen ja tarpeettomien huoltokustannusten välttämisen. Mittaava kunnonvalvonta voidaan suorittaa joko kannettavilla mittalaitteilla tai kiinteillä kunnonvalvontajärjestelmillä. On tärkeää mitata mahdollisimman läheltä tarkasteltavaa kohdetta tai komponenttia, kuten laakeria, jolloin mitat otetaan laakerin otsapinnasta eikä laakeripesästä. Mittaava kunnonvalvonta soveltuu erityisen hyvin hitaasti kehittyvien vikojen, kuten kulumavaurioiden, havaitsemiseen ja ennakointiin. (Rossi 1993: 30.)

Mittaavan kunnonvalvonnan menetelmiltä edellytetään että

- mittaustulos on luotettava ja tarjoaa riittävästi tietoa
- mittauksen toistettavuus on hyvä, ja se ei saa olla mitaajasta riippuvainen
- mittauksen suorittaminen on helppoa ja nopeaa yksinkertaisilla laitteilla
- tulokset ovat yksiselitteisiä ja voidaan asianmukaisesti dokumentoida
- riippuvuus olosuhteista, kuten prosessiparametreista, on minimoitu mahdollisimman pieneksi. (Rossi 1993: 30.)

Sentrifugeissa kunnonvalvonta perustuu asetettujen hälytysrajojen mukaiseen aikarajavalvontaan sekä värinävalvontaan. Tärinän valvonta perustuu valvottavan koneen rakenteeseen, käytettyyn mittaustekniikkaan ja mahdollisiin vikatyyppeihin. Tärinää voidaan seurata siirtymänä, nopeutena, kiihtyvyytenä tai kiihtyvyyden derivaattoina, riippuen valvottavasta järjestelmästä. Yleisesti ottaen tärinää valvotaan usein nopeutena. Kuitenkin matalataajuisen, alle 10 Hz:n, värähtelyn, tapauksessa tärinän valvontaa voidaan toteuttaa seuraamalla siirtymää. (PSK 5706 2015: 69.)

Sentrifugeissa värinän valvonnassa käytetään kiihtyvyyssantureita. Kiihtyvyyssanturit on suunniteltu seismisten mekaanisten värinöiden seurantaan. Värähtelyn kokonaisarvoa mitataan yleisimmin taajuusalueilla 10–1000 Hz. Mittausparametrina käytetään yleisesti värähtelynopeuden tehollisarvoa  $VR_m$ . Parametrille on olemassa kansainvälisiä standardeja, jotka antavat ohjearvoja eri kokoluokkien koneiden sallituille värähtelyarvoille (Rossi 1993: 32). Kiihtyvyyssanturista tiedot lähetetään virtaviestinä (4–20 mA DC) lähtösignaalilla ohjaukselle. Tämän jälkeen tämä tieto muutetaan logiikan avulla kiihtyvyyden suureeseen  $mm/s^2$ . Värinän arvoa voidaan seurata HMI-paneelistä. HMI:llä tarkoitetaan näyttöä, joka välittää tietoja ja mittareita laitteen sekä prosessin arvoista käyttämällä grafiikkaa. Näytön avulla voidaan valvoa ja ohjata laitteita ja prosesseja tuotantotiloissa. (Human Machine Interface (HMI) Software & Solutions.)

### 3.4 Etävalvonta

Etävalvonta mahdollistaa koneen tilan, suorituskyvyn ja toiminnan tarkkailun etäältä. Tämä toteutetaan pääasiassa hyödyntämällä esineiden internetin (IoT) teknologiaa yhdessä pilvilaskennan kanssa koneen suorituskyvyn seuraamiseksi. Aikaisemmin koneiden dataa on kerätty jatkuvasti, mutta sen tarkastelu on yleensä tapahtunut asteittain. Tiedon tila- ja suorituskyvyn tarkastelun tiheys vaihtelee laitteen hinnan, iän, kestävyys ja mahdollisten seisokkivaikutusten perusteella. Etävalvonnassa kunnossapito voi tarkastella

tietoja ja suorittaa suoria tarkastuksia mittareiden antamien tietojen perusteella. (What Is Remote Condition Monitoring and How Does It Work.)

Etävalvonta perustuu kolmeen keskeiseen osaan: yhteyksien luominen tietojen keräämistä varten, alustan tarjoamien tietojen käsittelyä ja tallennusta varten sekä mekanismit tiedon välittämiseksi ja esittämiseksi toimintaa edistävällä tavalla. Etävalvonta alkaa laitteisiin kiinnitetyistä antureista, jotka välittävät jatkuvaa tietoa laitteesta tai komponenteista. Uudemmissa laitteissa suurin osa tästä liitettävyydestä on integroitu itse tuotteeseen. Vanhempiin laitteisiin antureita ja liitettävyyttä lisätään olemassa oleviin rakenteisiin. Tämän tiedon kerääminen edellyttää teollista liitettävyyttä. (What Is Remote Condition Monitoring and How Does It Work.)

Seuraava askel on käsitellä ja tallentaa tiedot. Nämä mittaukset voidaan siirtää suoraan pilvipalveluun, tai jos tiedot ovat suuria, ne käsitellään reunalla ja vain olennaiset tiedot lähetetään pilvipalveluun. Ihanteellisessa tilanteessa IIoT-alusta (Industrial Internet of Things) hoitaa tämän prosessin, jotta tiedot ovat käytettävissä etävalvonta- ja analysointisovelluksissa. Etävalvonnan kolmas osa-alue on olennaisten tietojen välittäminen. Tämä voi tapahtua esimerkiksi kojelautojen, sovellusten tai mobiili-ilmoitusten kautta; tarkka muoto riippuu yleensä valvottavasta laitteesta, sen tilasta tai käyttäytymisestä ja siitä, millainen reagointi tietoihin on tarpeen. Yhteistä näille lähestymistavoille on se, että etävalvontasovellukset välittävät kaikki tarvittavat tiedot reaaliajassa. Johtavissa etävalvontaratkaisuisissa hyödynnetään usein älykkyyttä, kuten älykkäitä ilmoituksia, paikkatieto-ohjattua palvelua ja jopa huolto-ohjeita. (What Is Remote Condition Monitoring and How Does It Work.)

### 3.5 Kunnonvalvonnan edut

Kustannussäästöt, turvallisuus, päästöt ympäristöön, tehokkaampi käyttö ja parempi laatu, sekä takuukysymykset ja tuotekehitys ovat kaikki tärkeitä näkökohtia kunnonvalvonnan yhteydessä. Tärkein kunnonvalvonnan tuoma hyöty on luonnollisesti kokonaiskustannuksissa saavutettava kustannussäästö

toimintojen optimointimahdollisuuden kautta. Varsin usein rikkoutuminen muodostaa turvallisuusriskin, joko laitteen käyttäjälle tai sivullisille. Kunnonvalvonnalla voidaan minimoida sekä jatkuvien että kertaluontoisten päästöjen riskit. Lisäksi kunnonvalvonnan mittaustuloksia voidaan hyödyntää laitteen käytön tehostamiseen ja laatuvaihtelujen pienentämiseen. Takuuajana ne voivat toimia kiistattomina argumentteina takuukysymyksissä ja tuotekehityksessä. (Aalto 1994: 33.)

### 3.6 Värinän syitä sentrifugeissa

Sentrifugeissa värinän aiheuttajia voivat olla monia. Näitä ovat esimerkiksi epätasapaino, kavitaatio, mekaaninen väljyys, koneen virheellinen kiinnitys, laakeriviat, metallikosketus ja asennuksesta johtuvat virheet.

Jokaisessa pyörivässä koneessa esiintyy jonkin verran epätasapainoa valmistusepätarkkuuksien vuoksi. Tyypilliset syyt liialliseen epätasapainoon ovat

- epätasainen likaantuminen
- kiinnittyneen massan irtoaminen
- epätasainen kuluminen
- jännitysten laukeaminen
- riittämätön tasapainotus.

Epätasapainon kehitys voi vaihdella. Esimerkiksi likaantumisen aiheuttama epätasapaino saattaa ajoittain jopa laskea, sillä tasapainotila voi tilapäisesti parantua. (PSK 5707 2019: 85.)

Kavitaatio on prosessi, jossa neste muuttuu kaasuksi eli höyrystyy, kun paine laskee. Kavitaatio synnyttää yleensä korkeataajuisia, laajakaistaista

satunnaisvärähtelyä, ja usein havaitaan myös värähtelyä lapataajuudella ja sen moninkertaisilla taajuuksilla. Tämä viittaa yleensä liian alhaiseen imupaineeseen. Kavitaatio kuluttaa juoksusiipiä, pesää ja putkistoa ja saattaa ilmetä äänimerkkinä, joka muistuttaa soran liikkumista laitteen läpi. Ilmiö voi esiintyä ajoittain riippuen olosuhteista. (PSK 5707 2019: 101.)

Mekaaninen väljyys tuottaa usein aliharmonisia komponentteja ja niiden moninkertaisia taajuuksia, mikä johtuu eri osien heikosta sovituksesta. Tähän sisältyy laakeritiivisteiden väljyys, liiallinen vällys liuku- tai vierintälaakerissa sekä juoksupyörän löysä kiinnitys akseliin. Mekaaninen väljyys pyrkii lisääntymään käytön aikana, ja oireiden voimakkuus heijastaa väljyyden vakavuusastetta. (PSK 5707 2019: 90–91.)

## **4 Kenttäväylät**

Kenttäväylä on sarjaväyläjärjestelmä, joka toimii koneissa ja järjestelmissä yhdistäen anturit ja toimilaitteet pääkäyttäjiin, kuten teollisuus-PC:hin tai PLC:hin. Kenttäväylät mahdollistavat tiedonsiirron eri järjestelmäkomponenttien välillä pitkillä etäisyyksillä ja suurissa ulkoisissa kuormituksissa. (Fieldbus systems.)

### **4.1 Profibus**

Profibus (Process Field Bus) on teollisuusautomaation ja prosessiteollisuuden standardoitu kenttäväyläprotokolla. Se on suunniteltu tukemaan tiedonsiirtoa teollisuuslaitteiden, antureiden, moottoreiden ja ohjainten välillä teollisuusympäristössä. Profibus tarjoaa luotettavan ja tehokkaan tavan kommunikoida laitteiden välillä. Profibus tukee nopeita tiedosiirtonopeuksia, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsiirron. (Profibus.)

Profibus toimii master-slave-arkkitehtuurilla, jossa yksi laite on ”isäntä”, joka ohjaa ja koordinoi tiedonsiirtoa muiden laitteiden ”orjien” kanssa. Mestari on laite, joka hallitsee tiedonsiirtoa kenttäväylässä. Se vastaa verkon toiminnasta,

aikatauluttaa viestien lähettämisen ja vastaanottamisen, sekä antaa ohjeet orjille. Mestari voi olla esimerkiksi ohjelmoitava logiikka (PLC) tai tietokone, joka ohjaa teollisuusverkkoa. Orjat ovat laitteita, jotka toimivat mestarin ohjeiden mukaisesti. Ne vastaanottavat mestarilta käskyt ja lähettävät takaisin tiedot tai vahvistukset. Orjat voivat olla esimerkiksi antureita, moottoreita tai muita laitteita, jotka osallistuvat prosessiin ja reagoivat mestarin antamiin käskyihin. (Profibus.)

## 4.2 Profinet

Profinet (Process Field Network) on teollisuuden käyttöön suunniteltu Ethernet-pohjainen kommunikaatioprotokolla, joka tarjoaa tehokkaan ja monipuolisen ratkaisun automaatiojärjestelmien ja kenttälaitteiden väliseen tiedonsiirtoon. Profinetin käyttämä Ethernet-teknologian avulla tiedonsiirtonopeudet ja laajempi yhteensopivuus muiden Ethernet-laitteiden kanssa on mahdollisia. Protokollan avulla voidaan luoda joustavia ja tehokkaita automaatioverkkoja, jotka soveltuvat monenlaisiin sovelluksiin. Profinet tukee myös reaaliaikaista ja determinististä tiedonsiirtoa, mikä on kriittistä monissa teollisuuden automaatioympäristöissä. Profinetin monipuolisuus näkyy eri profiileissa ja palveluissa, kuten Profinet IRT (Isochronous Real-Time), joka mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsiirron, Profinet CBA (Component-Based Automation), joka tukee komponenttipohjaista automaatiota, sekä Profinet IO, joka käsittelee tiedonsiirtoa kenttälaitteiden ja ohjaimien välillä. (Profinet.)

## 5 Kunnonvalvontajärjestelmät

Tässä luvussa käsitellään GEA UC -etävalvontajärjestelmää sekä RAS-VP-tukijärjestelmää, niiden eroja, käyttötarkoituksia sekä huonoja ja hyviä puolia. GEA UC on kehitetty pilvipalvelussa toimivaksi etävalvontajärjestelmäksi, jonka käyttö onnistuu lähes millä tahansa älylaitteella. RAS-VP taas on kehitetty kannettavaksi tukijärjestelmäksi huoltoinsinöörien tueksi.

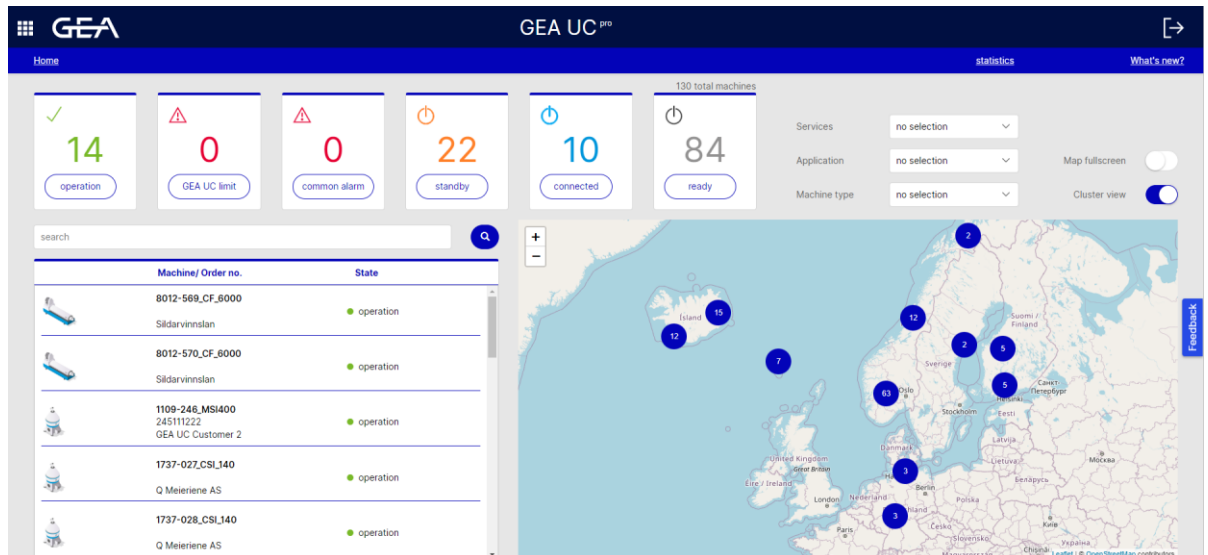
## 5.1 MindSphere GEA UC

GEA julkaisi vuonna 2021 uuden etävalvontajärjestelmän, joka syrjäyttivanhemmat WeWatch- sekä PerformancePlus-etävalvontajärjestelmät. GEA UC -etävalvonnan ansiosta sentrifugien toimintaa voidaan tarkastella reaaliajassa, reagoida mahdollisiin vikatiloihin sekä tukea asiakasta mahdollisen vian etsinnässä etäyhteyden avulla.

Etävalvontajärjestelmää voidaan käyttää yksinkertaisesti vain selaimen avulla eikä ohjelmistoja tarvitse ladata. GEA UC toimii Microsoft Edge, Internet Explorer, Google Chrome ja Firefox -selaimilla. Järjestelmää voidaan tarkastella tietokoneella, tabletilla sekä puhelimella. Järjestelmä tukee Windows, MacOS ja Linux -käyttöjärjestelmiä.

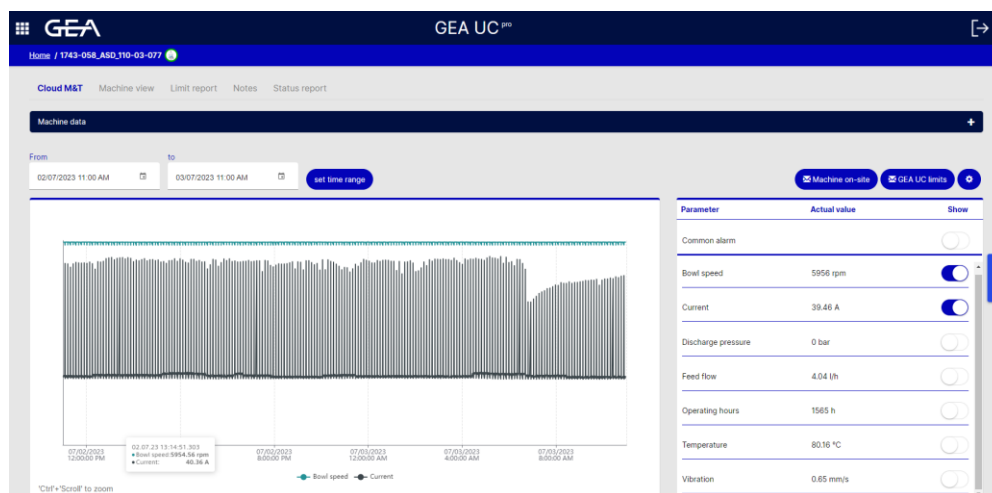
### 5.1.1 GEA UC pilvipalvelussa

GEA UC:n päänäkyvässä nähdään toiminnassa olevat laitteet (operation), hälytysrajailmoitukset (GEA UC limit), yleishälytykset (common alarm), laitteet, jotka eivät ole päällä tällä hetkellä, mutta ovat olleet viimeisen 24 tunnin aikana (standby), laitteet, jotka ovat olleet pysähdyksissä yli 24 tuntia (connected), ja koneet, joita ei ole vielä kytketty GEA UC -järjestelmään (ready). Kartan avulla voidaan visuaalisesti tarkastella laitteiden sijainteja sekä etsiä oikea laite. Vasemmassa alareunassa olevan valikon avulla nähdään laitekanta, laitetiedot sekä asiakas (kuva 5). Laitteita klikkaamalla päästään yksilöityyn laitenäkymään.



Kuva 5. GEA UC:n päänäkymä.

Yksilöidyssä laitenäkymässä voidaan tarkastella sekä muokata parametrejä halutulla tavalla (kuva 6). Aikajanalla voidaan tarkastella asetettujen parametrien avulla laitteen käyttäytymistä tarkasti. Parametrejä voidaan asettaa sen mukaan, minkälaisia antureita laitteeseen on asennettu. Parametrejä voivat esimerkiksi olla kuulan nopeus, teho, syöttö, lämpötila ja värinät. Parametrejä voidaan ottaa pois käytöstä, jotta aikajanasta voidaan tarkastella haluttuja arvoja. Parametreille voidaan asettaa ilmoitus- ja hälytysrajat, joiden avulla asiakas ja GEA saavat ilmoituksen ylitetystä arvosta.

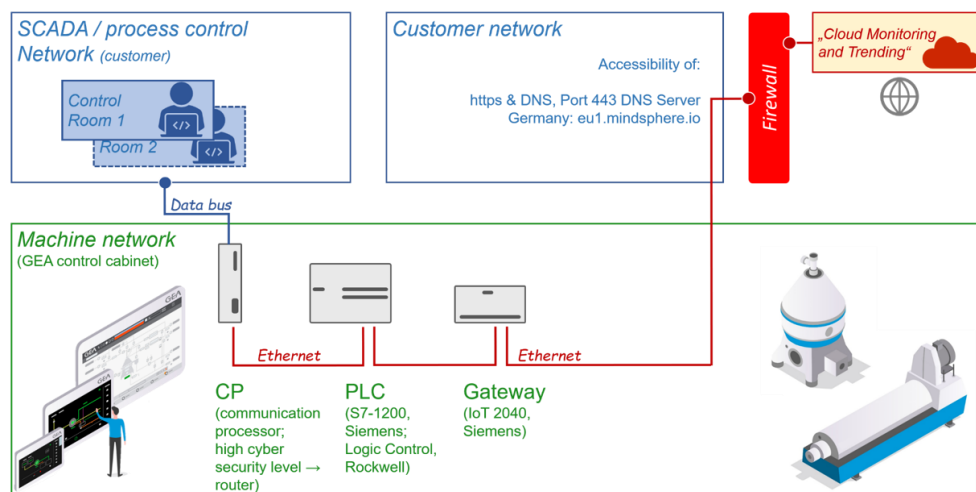


Kuva 6. GEA UC:n laitenäkymä.

Aikajanan avulla voidaan tarkastella haluttujen parametrien mukaisesti, miten laite toimii sekä onko toiminnassa normaalista poikkeavaa toimintaa. Aikajanaa voidaan tutkia koko siltä ajalta, kun GEA UC on ollut käytössä kyseisellä laitteella.

### 5.1.2 Laiteasennus

GEA UC -pilvipalvelun seuranta & trendit tarvitsee toimiakseen Siemens IoT2040:n älykkään rajapinnan IoT-yhdyskäytäväksi, Siemens S7 -sarjan logiikan, prosessorin, Profibus/Profinet-kenttäväylän, Ethernet-kaapelia, 24 voltin DC-syötön sekä internetyhteyden. Kuva 7 havainnollistaa verkkoarkkitehtuurin GEA UC:ssä. Rajapinnat tulevat valmiiksi konfiguroituina mutta ovat uudelleen konfiguroitavissa joko etänä internet-yhteyden avulla tai muistitkulla ilman yhteyttä. Asennukset tehdään GEA:n ohjauskaappiin.



Kuva 7. Verkkoarkkitehtuuri GEA UC:n etävalvontajärjestelmästä.

Verkkoarkkitehtuuri havainnollistaa, millä tavalla kytkennät tulee tehdä ohjauskaapissa, jotta laite saadaan näkyviin pilvipalveluun. Asiakas tuo oman Ethernet-yhteyden ohjauskaappiin, jossa se yhdistetään prosessorin, PLC:n sekä IoT:n kanssa. IP-parametrejä varten asiakas täyttää liitteen 1 mukaisen kyselyn, jonka perusteella yhteys voidaan luoda IoT:n kautta. Ilman IP-parametrejä yhteyden muodostaminen ei ole mahdollista.

### 5.1.3 Liitettävyys MindSphere MindConnect IoT2040:een

MindConnect IoT2040 on laite, jonka avulla kerätään tietoja eri protokollia käyttäen ja siirretään tiedot pilvipohjaiseen MindSphere-IoT-alustaan. Laite tukee tiedonsiirtoa suojatun internetyhteyden avulla pilvipohjaisten sovellusten ja palvelujen mahdollistamiseksi. MindConnect IoT2040 -laitetta voidaan käyttää vain MindSphere-järjestelmän kanssa.

MindConnect IoT2040:n käytöstä on monia hyötyjä, joita ovat esimerkiksi koneiden ja automaatiojärjestelmien nopea ja helppo liittäminen MindSphereen, tiedonkeruu tavanomaisten teollisuusprotokollien avulla, ohjelmistopäivitysten hallinta, kestävä rakenne huoltovapaseen ja jatkuvaan toimintaan, laaja turvallisuuskonsepti sovellettavien standardien mukaisesti sekä jopa 500 Mt:n paikallinen datapuskuri. Järjestelmän tietojen lukusykli jopa 25 datapistettä sekunnissa sekä tiedonsiirtosykli 10 sekunnin välein. (Basics of GEA UC.)

MindConnect IoT2040 tukee seuraavia Siemensin protokollia:

- Siemens S7 (tietojen keräämiseen S7-3xx / S7-4xx / ET-200s PLC: Itä)
- OPC UA (tietojen keräämisen kaikista tietolähteistä, jotka voivat toimittaa tietoja OPC UA -palvelimen kautta).

### 5.1.4 Asiakkaan hyödyt järjestelmästä

Järjestelmän ansiosta asiakkaat hyötyvät monella tapaa GEA UC:n käytöstä.

Asiakkaan hyötyjä ovat esimerkiksi seuraavat:

- infrastruktuuri tietojen jatkokäsittelyä varten; parempi mahdollisuus optimoida sentrifugia sekä parantaa tuotteiden laatua
- mahdollisuus tarkistaa laitteen tila, prosessitiedot, trendit, hälytykset missä vain milloin tahansa

- omien push-ilmoitusten määrittäminen tiettyjä prosessirajoituksia tai tilanteita varten
- ei ohjelmistojen asennusta, selainpohjainen käyttö
- sertifioitu tietosuoja, joiden ylläpitäjinä toimivat tietoverkkoturva-asiantuntijat.

GEA UC on kehitetty asiakkaan näkökulmasta helpottamaan separaattoreiden ja dekantterien kunnonvalvontaa, ilmoittamaan vikatilanteissa johtuvista häiriöistä sekä muistuttamaan kytketyn laitteen huoltoväleistä ja koneen kunnosta. GEA UC:n laitenäkymässä asiakas sekä GEA:n huoltoinsinööri voivat eri parametrien avulla tarkastella, miten eri osat alueet toimivat tietyissä tilanteissa, minkä ansiosta vikadiagnoosin selvittämiseksi ei välttämättä tarvitse mennä asiakkaan tiloihin vikaa selvittämään. Tämä on erityisen hyödyllistä, mikäli laitteen sijainti on kaukana ja matkustamiseen kuluisi paljon aikaa. (Basics of GEA UC.)

### 5.1.5 Laitekanta

Suomessa GEA:lla on laitekantaa eteläisimmästä Suomesta aina pohjoisimpaan osaan asti. Tästä syystä ajomatkat asiakkaalle voivat olla todella pitkiä. Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto Suomessa nopeuttaisi vikadiagnoosien tekemisessä niin GEA:ta kuin asiakastakin. Suomessa vuoden 2021 jälkeen käyttöönotettuja sentrifugeja on kymmenkunta, joiden kytkeminen etävalvontajärjestelmään ei vaatisi muuta kuin Ethernet-yhteyden sekä IP-parametroinnin asiakkaan puolesta. Yli kolme vuotta vanhoja laitteita Suomessa on satoja, joiden kytkeminen etävalvontajärjestelmään vaatisi muutoksia olemassa olevaan konfiguraatioon.

Jotta etävalvontajärjestelmä saataisiin laajemmin Suomessa käyttöön, tulisi laitteiden liittäminen verkkoon aloittaa vuoden 2021 jälkeen käyttöönotetuista sentrifugeista, joiden kytkeminen GEA UC:ehen ei vaatisi

konfiguraatiomuutoksia. Näin etävalvontajärjestelmän käyttöönotto Suomessa olisi nopeaa ja asiakkailta saatujen palautteiden perusteella järjestelmää voitaisiin kehittää.

#### 5.1.6 GEA UC:n hyvät ja huonot puolet

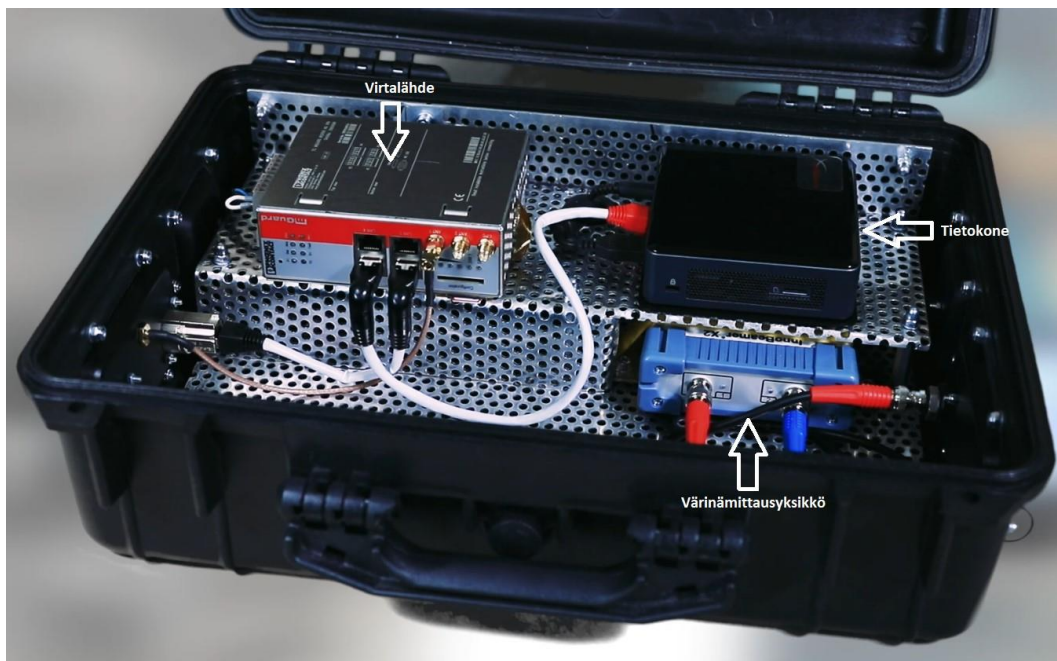
GEA UC:n hyviä puolia ovat asiakkaan kustannusten väheneminen vikatilanteissa, mikäli vika voidaan diagnosoida tai jopa korjata etäyhteydellä ilman, että huoltoinsinööriin tarvitsee mennä paikan päälle. Järjestelmä ilmoittaa asiakkaalle sekä GEA:lle, kun huollon ajankohta lähestyy, ja jos laitteen hälytysrajat ylittävät asetetut arvot. Asiakkaan ei tarvitse huolehtia laitteen valvonnasta, sillä GEA valvoo sitä asetettujen hälytysrajojen mukaisesti. Tämä antaa asiakkaalle mahdollisuuden keskittyä oman liiketoimintansa ja prosessiensa kehittämiseen tietäen, että vikatilanteissa apu on saatavissa nopeasti.

GEA UC:n huonoja puolia on se, että koska järjestelmä on vielä kehittämisvaiheessa, kaikkia mahdollisia applikaatioita ei ole saatu integroitua siihen, kuten esimerkiksi ilmoitus laakerien vaihdosta kunnan perusteella. Tämä vaikuttaa etävalvonnan kehittyneisyyteen, jonka odotetaan parantuvan tulevaisuudessa. Lisäksi jokaisen uuden laitteen toimituksessa GEA toimittaa tarvittavat yksiköt ohjauskaappiin, jotta GEA UC:n liittäminen verkkoon onnistuu välittömästi asiakkaan niin halutessa.

Merenkulkualalla etävalvonnan keskeisimmät haasteet ovat yleisesti huonot olosuhteet liittyen verkkoyhteyksiin, esimerkiksi avomeri ja laivan teräsrakenne, sekä alalla vallitseva hintakilpailu. Sentrifugien hankintahintojen ollessa verrattain alhaiset on niiden varustelu etävalvontalaitteistojen vaatimilla komponenteilla usein jätetty pois. Näin ollen laivojen sentrifugeissa ei ole yleisesti mahdollisuutta liittyä järjestelmään ilman komponenttihankintoja. GEA UC soveltuu Ethernet-yhteyden ansiosta hyvin kaikkiin mahdollisiin tiloihin, joihin vain kaapeli voidaan kytkeä verkkoyhteyden luomiseksi.

## 5.2 RAS-VP

GEA on vuonna 2018 julkaissut RAS-VP-kunnonvalvontajärjestelmän huoltoinsinöörien tueksi sentrifugien optimointia ja analysointia varten. Laite on kehitetty, jotta GEA voisi paremmin diagnosoida, huoltaa ja vähentää asiakkaiden huoltokustannuksia. RAS-VP on suunniteltu kannettavaan salkkuun, jotta se voidaan ottaa helposti mukaan asiakkaan tuotantotiloihin (kuva 8). RAS-VP:n avulla pystytään kytkeytymään laitteisiin, joissa ei ole omaa internetyhteyttä. Tämän ansiosta etävalvontaa sekä -tukea voidaan antaa mistä päin maailmaa tahansa ilman asiakkaan omaa internetyhteyttä.



Kuva 8. RAS-VP:n salkun sisältö.

RAS-VP:n avulla etätukea voidaan antaa niin ohjelmiston virheiden rajoittamiseksi, ohjelmiston ja prosessien optimointiin, ohjelmistopäivityksiin, 2. tason tukeen käyttöönottojen aikana, online-tehtaan vastaanottotesteihin sekä vika-analyysseihin. Kuva 9 havainnollistaa RAS-VP:n liitännäismahdollisuudet GEA:n toimittamiin eri moduuleihin kuten PLC:t, HMI:t ja tiedonkerääjät. 2. tason tuella tarkoitetaan tiettyihin laitteisiin, prosesseihin tai tekniikkaan

erikoistuneiden asiantuntijoiden tukea, joka on mahdollista saada RAS-VP:n avulla etäyhteydellä avuksi vikatilanteissa, optimoinneissa tai käyttöönotoissa.



Kuva 9. RAS-VP:n liitäntä eri komponentteihin.

RAS-VP voidaan kytkeä kaikkiin GEA:n tarjoamiin standardisoiuihin ohjainyksiköihin, HMI-paneeliin sekä valinnaisiin kokoonpanoihin, kuten värinämoduuleihin ja tiedonkerääjiin. Tämän ansiosta sen käyttö on hyvin monipuolista ja soveltuu eri tarkoituksiin.

### 5.2.1 RAS-VP:n kytkentä

RAS-VP:n yhteys luodaan Cat6-Ethernet-kaapelin avulla, joka kytketään asiakkaan ohjauskaapin sisällä olevaan ohjainyksikköön tai GEA IO -ohjausjärjestelmään. GEA IO -ohjausjärjestelmän avulla pystytään keräämään ja arvioimaan tietoja ja HMI-paneelin avulla voidaan säätää ja optimoida sentrifugin suorituskykyä. Riippuen ohjainyksikön mallista erillinen Netlink-sovitin voidaan kytkeä yhteyden luomiseksi. Lopuksi RAS-VP kytketään virtalähteeseen ja salkussa olevaan tietokoneeseen luodaan etäyhteys. Tämän

jälkeen RAS-VP on toimintakunnossa. Kehitetyn kokonaisuuden avulla voidaan etätukea, analysoida sekä optimoida asiakkaan sentrifugia.

Värianalyysijä varten salkusta löytyy värinäanturi, joka kytketään salkun sivussa olevaan punaiseen liittimeen (kuva 10). Värianturin avulla voidaan esimerkiksi diagnosoida dekantterin ruuvin, rummun, sähkömoottorien ja laakerien kuntoa.



Kuva 10. RAS-VP:n eri liittännät.

Vihreä liittämä on tarkoitettu optista nopeusanturia varten, mikäli sentrifugin pyörimisnopeuksia tarvitsee mitata analyysijä, tai tasapainotukseen. Yleisesti pyörimisnopeuksia ei tarvitse erikseen mitata, koska jokaisessa GEA:n toimittamassa sentrifugissa on standardina nopeusanturit. Tämän takia optinen nopeusanturi on erikoistilanteita varten kehitetty salkkuun.

### 5.2.2 RAS-VP:n hyvät ja huonot puolet

RAS-VP:n hyviä puolia ovat sen hyödyllinen tukijärjestelmä, joka on kehitetty huoltoinsinöörien tueksi optimointeja, analyysijä ja vikadiagnooseja varten. Salkussa RAS-VP on käytännöllinen ja helppo kuljettaa asiakkaille. Laitteessa on paljon eri mittausmahdollisuuksia, sekä sisäisen tietokoneensa ansiosta se voidaan liittää myös vanhempiin ohjainyksikköön ongelmitta. Etäyhteyden avulla erilaiset ohjelmistopäivitykset sekä automaatiotuki on mahdollista saada paikalle ilman automaatioinsinöörin fyysistä paikalla oloa. Tämän ansiosta asiakkaan huoltokustannukset laskevat ja vikatilanteiden ratkaisu on nopeampaa. RAS-VP ei myöskään yhdisty asiakkaan omaan verkkoon, minkä ansiosta tietoturvaohjeita ei ole.

RAS-VP:n huonoja puolia on, että se ei ole kokoaikaisessa yhteydessä asiakkaan laitteessa, minkä takia ei ympärivuorokautinen etävalvonta ole mahdollista. RAS-VP soveltuu siis ainoastaan tilapäiseen etävalvontaan, kun laite on kytketty ohjainyksikköön. Etäyhteyden luomiseksi RAS-VP tarvitsee verkkoyhteyden, joka luodaan GEA:n huoltoinsinöörin toimesta. Tästä syystä laite ei sovellu käytettäväksi esimerkiksi laivojen konehuoneissa tai muissa tiloissa, joissa verkkoyhteys on huono. Vaikka RAS-VP on kehitetty salkkuun huoltoinsinöörien työergonomia huomioiden, on se silti koon sekä kestävyysnäkökulmasta melko painava.

## 6 Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto

Etävalvontajärjestelmän käyttöönottoa tehtäessä luotiin laitekannan avulla listaus mahdollisista asiakkaista, joille GEA UC voisi olla hyödyllinen. Erillistä listauksesta GEA RAS-VP:n tapauksessa ei ollut tarpeellista tehdä, koska se soveltuu kaikille olemassa oleville laitteille. GEA UC:n asiakasvalintaa tehtäessä kriteereinä olivat laitteen ikä, automaatioaste, asiakkaan sijainti, asiakkaan prosessin käyttömäärä sekä prosessin tärkeys asiakkaan liiketoiminnan kannalta. Näiden kriteerien pohjalta luotiin listaus asiakkaista, joille etävalvontajärjestelmä (GEA UC) voitaisiin liittää käyttöön ilman

konfiguraatiomuutoksia ja jotka hyötyisivät järjestelmän käyttöönotosta eniten. Listalle saatiin parikymmentä potentiaalista asiakasta, joiden kanssa aloitettiin keskustelut etävalvontajärjestelmän mahdollisesta käyttöönotosta lähitulevaisuudessa. GEA:n kannalta olisi tärkeää saada mahdollisimman moni asiakas järjestelmän piiriin, jotta etävalvonnan laatua voidaan seurata sekä kehittää saatujen palautteiden ja kokemusten pohjalta. Etävalvontajärjestelmän kehittämiseksi analyysijä järjestelmän toimivuudesta sekä kehittämistarpeista tulee tehdä yhteistyössä asiakkaan kanssa.

## 6.1 Tehtävät ja aikataulu

Jotta GEA UC:n käyttöönotto Suomessa olisi mahdollista, luotiin tehtävälisteri asioista, joita tulisi huomioida järjestelmien käyttöönotossa. Tehtävälisterin avulla voitiin varmistaa, että käyttöönotto voitiin tehdä annetussa aikataulussa, ja niille osattiin varata riittävät resurssit. Haasteiksi osoittautui laitevalmistajan sekä asiakkaiden aikataulujen yhdistäminen. Asiakkaiden tuotantopaineet osaltaan vaikuttivat niiden halukkuuteen käyttöönottaa etävalvontajärjestelmää. Tehtävälisteriin kuuluivat seuraavat toimenpiteet:

- potentiaalisten asiakkaiden kontaktointi ja etävalvontajärjestelmän esittely
- IP-parametrintilomakkeen ja sopimusluonnoksen lähettäminen asiakkaille
- IP-parametrintilomakkeen ja sopimuksen allekirjoittaminen
- täytetyn IP-parametrintilomakkeen lähettäminen tehtaalle
- kytkentämuutokset ohjauskaappiin etäyhteyden luomiseksi
- GEA UC:n konfigurointi pilvipalvelussa haluttujen parametrien ja tietojen näyttämiseksi

- etävalvontajärjestelmän testaus
- palautteet ja kokemukset järjestelmästä ja tietojen välittäminen eteenpäin sisäisesti.

Työ suoritettiin taulukon 1 mukaisesti. IP-parametrintilomakkeiden takaisin saaminen asiakkailta kesti arvioitua kauemmin, minkä takia kytkennöille ja testaukselle jäi odotettua lyhyempi aika. Tästä huolimatta järjestelmän toiminnasta saatiin kerättyä tarpeellista tietoa ja palautetta.

Taulukko 1. Tehtävälista.

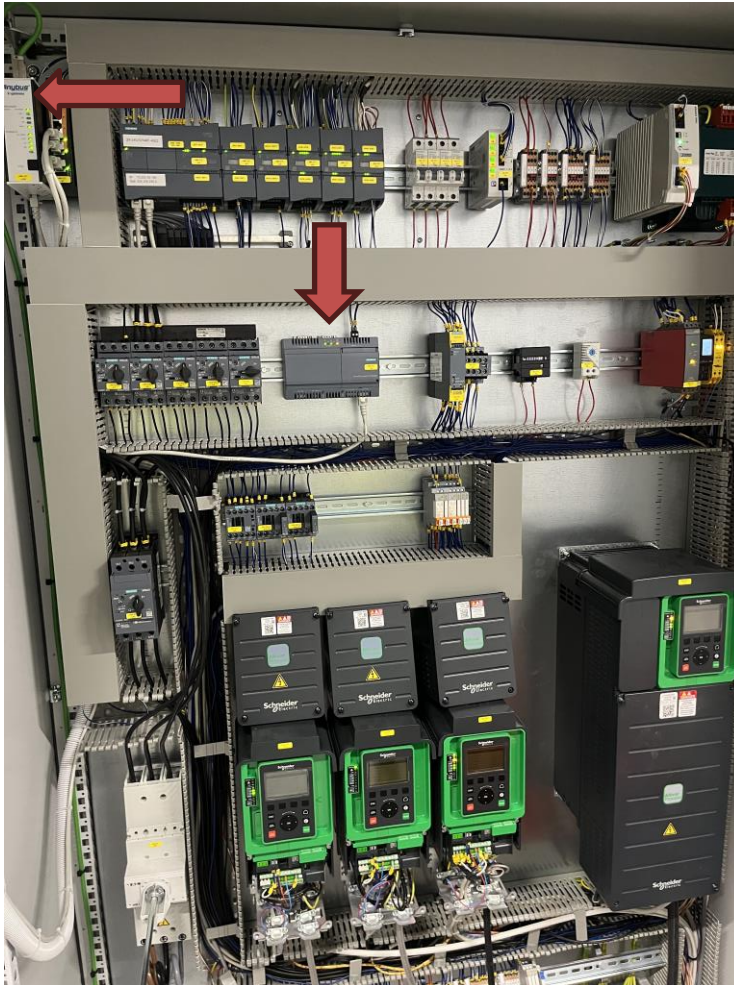
<b>Tehtävät:</b>	<b>Aikataulu:</b>	<b>Vastuu:</b>
Potentiaalisten asiakkaiden kontaktointi ja etävalvontajärjestelmän esittely	Viikko 46–48: 2023	GEA
IP-parametrintilomakkeen/sopimusluonnoksen lähettäminen asiakkaille	Viikko 48–49: 2023	GEA
IP-parametrintilomakkeen ja sopimuksen allekirjoittaminen	Viikko 48–49: 2023	Asiakas
Täytetyn IP-parametrintilomakkeen lähettäminen tehtaalle	Viikko 1: 2024	GEA

Kytkentämuutokset ohjauskaappiin etäyhteyden luomiseksi	Viikko 3–5: 2024	Asiakas
GEA UC:n konfigurointi pilvipalvelussa haluttujen parametrien ja tietojen näyttämiseksi	Viikko 3–5: 2024	GEA
Etävalvontajärjestelmän testaus	Viikko 3–7: 2024	GEA ja asiakas
Palautteet ja kokemukset järjestelmästä ja tietojen välittäminen eteenpäin sisäisesti	Viikko 8: 2024	GEA

Koska käyttöönotto haluttiin toteuttaa nopealla aikataululla ja asiakkaiden tuotantolaitokset sijoittuvat ympäri Suomea, oli perusteltua valita käyttöönottoon mukaan mahdollisimman lähellä olevia asiakkaita. Laajan asiakaskunnan johdosta sopivat asiakkaat löytyivät kohtuulliselta etäisyydeltä.

## 6.2 GEA UC:n käyttöönotto Suomessa

GEA UC:n käyttöönottoon insinööriyössä saatiin sovittua kolme asiakasta, joiden kanssa päästiin järjestelmän testausvaiheeseen. IP-parametrointilomakkeiden jälkeen Ethernet-kaapeliin kytkennöissä autettiin asiakasta näyttämällä, mihin kaapeli tulee kytkeä, jotta etävalvonta saadaan käyttöön. Kuva 11 havainnollistaa, miltä valmiit kytkennät näyttävät ohjauskaapissa. Kuvan vasemmassa yläkulmassa nähdään Profibus-kenttäväylä, johon asiakas on kytkenyt Ethernet-kaapelin yhteyden luomiseksi sekä keskellä kuvassa MindConnect IoT2040, jonka kautta etävalvontajärjestelmä toimii. Kytkentämuutosten jälkeen etävalvontajärjestelmä on näkyvissä pilvipalvelussa.



Kuva 11. Valmiit kytkennät ohjauskaapissa.

Testausvaiheen aikana sentrifugien toimintaa ja prosessia seurattiin pilvipalvelussa, jonka avulla saatiin kerättyä arvokasta tietoa sentrifugin kunnosta sekä järjestelmän kehittämistarpeista. Kehittämistarpeita ovat muun muassa prosessiparametrien yksinkertaisempi asettaminen pilvipalvelussa ja yleisnäkyä kunnonvalvontaan liittyvien tietojen esittämisessä. Nämä parannusehdotukset lähetettiin GEA UC:n kehitystyöryhmälle Saksaan. Asiakkaan puolesta etävalvontajärjestelmään parannusehdotuksia ei tullut, mutta testausvaihe oli hyvin lyhyt loppujen lopuksi. Etävalvontajärjestelmä jatkaa toimintaansa jo kytkettyjen asiakkaiden laitteissa vaikka insinööri työ valmistuukin. Näin ollen parannusehdotuksia varmasti tulee tulevaisuudessa.

Insinööriyön jälkeen GEA UC:n laajempaa käyttöönottoa jatketaan Suomessa ja asiakkaiden kanssa jatketaan keskusteluja järjestelmän hyödyistä ja aikatauluista etävalvontajärjestelmän kytkemisestä pilveen. Insinööriyön ansiosta saatiin hyvää kokemusta ja tietotaitoa käytännön asioista etävalvontajärjestelmän käyttöönotosta.

## 7 Tulokset

Tuloksissa esitellään aikaisempien osioiden pohjalta, mihin tarkoitukseen GEA UC sekä RAS-VP soveltuvat, sekä asiakkaan näkökulmasta, onko etävalvontajärjestelmän käyttöönotto järkevää. Tuloksissa käydään läpi myös GEA UC:n käyttöönottoa ja testausvaihetta, jossa järjestelmää päästiin kokeilemaan. Osiossa myös pohditaan GEA:n jatkosuunnitelmia etävalvontajärjestelmän parantamiseksi sekä liiketoimintasuunnitelmaa.

### 7.1 GEA UC:n ja RAS-VP:n soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin

GEA UC soveltuu hyvin päivittäiseen laitteen toiminnan seurantaan, laitekunnon selvittämiseen sekä prosessin seurantaan. GEA UC:n liittäminen verkkoon Ethernet-kaapelin avulla antaa mahdollisuuden seurata laitteen ja prosessin toimintaa pilvessä, vaikka laite toimisikin paikassa, jossa ei ole internetyhteyttä tai se on todella huono.

RAS-VP on kehitetty helpottamaan huoltoinsinöörien työtä. RAS-VP:n avulla vikadiagnoosien haku sekä erilaisten ohjelmistovikojen tai -optimointien teko helpottuvat. Mahdollisuus etäyhteyden luomiseen GEA:n asiantuntijoiden kanssa vikatilanteissa on sekä korjausta helpottava että kustannustehokas ratkaisu asiakkaan näkökulmasta, sillä ongelma voidaan saada korjattua ilman, että tietyn osa-alueen ammattilaisen tarvitsee matkustaa paikan päälle vikaa korjaamaan. Koska RAS-VP on kehitetty salkkuun, jonka avulla sitä voidaan kuljettaa helposti, on se oivallinen lisäväline GEA:n huoltoinsinöörien avuksi ongelmatilanteissa.

Asiakkaat voivat olla todella tarkkoja tietoturvastaan, minkä takia ulkopuoliset henkilöt eivät saa lupaa yhdistyä asiakkaan verkkoon. se, että RAS-VP on suunniteltu siten, että sitä ei tarvitse yhdistää asiakkaan verkkoon, on etu niiden asiakkaiden luona, missä luvan saaminen on haastavaa. Toisaalta se on myös laitteen heikkous, koska joissain paikoissa ei välttämättä voida kytkeä verkkoon huonon signaalin takia. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi merialueet sekä maan alla sijaitsevat laitokset.

Koska RAS-VP on kehitetty nimenomaan huoltoinsinöörien tueksi, se ei sovellu ympärivuorokautiseen käyttöön etävalvontajärjestelmänä. Tämän takia GEA:lla on tällä hetkellä vain yksi etävalvontajärjestelmä separaattoreille ja dekanttereille saatavilla.

## 7.2 Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto asiakkaan näkökulmasta

Etävalvontajärjestelmän käyttöönotto asiakkaan näkökulmasta on hyvin helppoa. Mikäli laite, johon etävalvonta halutaan kytkeä, on alle kolme vuotta vanha, tarvitsee asiakkaan vain täyttää liitteen 1 mukainen IP-parametrintilomake, jonka avulla tarvittavat parametrit voidaan asettaa järjestelmään. Tämän lisäksi Ethernet-yhteys tarvitsee kytkeä GEA:n ohjauskaappiin, minkä jälkeen laite on näkyvissä pilvessä niin asiakkaalla kuin GEA:lla. Mikäli toimitettu laite on yli kolme vuotta vanha, se tarvitsee konfigurointimuutoksia, joiden avulla GEA UC:n kytkeminen pilvipalveluun on mahdollista.

Etävalvontajärjestelmän käytössä ei ole mitään maksuja, vaan se on toistaiseksi täysin ilmainen asiakkaalle. Koska etävalvontajärjestelmä on vielä kehitysvaiheessa, on GEA:lle tärkeää, että mahdollisimman moni laite olisi kytketty pilveen, jotta järjestelmää voidaan parantaa saatujen tietojen ja palautteiden perusteella.

### 7.3 GEA UC:n käyttöönotto- ja testausvaihe

Insinööriyössä yksi tavoitteista oli GEA UC:n käyttöönotto ja järjestelmän testaus yhdessä asiakkaiden kanssa. Testausvaiheeseen saatiin kolme asiakasta, joiden kanssa etävalvontajärjestelmän käyttöönottoprosessia lähdettiin jatkamaan. Insinööriyön rajallinen aika oli yksi haasteista, minkä takia järjestelmän testausaika oli hyvin lyhyt.

Kun asiakkaat olivat lähettäneet täytetyt IP-parametrintilomakkeet takaisin, jatkolähetettiin ne tehtaalle, jotta asiakkaan laite saadaan pilveen Ethernet-kytkentöjen jälkeen. Kytkentöjen jälkeen voitiin GEA UC:n pilvipalvelussa valita haluttuja parametrejä ja prosessitietoja ja -arvoja, jotta järjestelmä näyttää haluttuja tietoja.

Testausvaihe kesti viisi viikkoa, jona aikana seurattiin laitteen toimintaa ja prosessitietoja. Vaikka testausvaihe oli hyvin lyhyt, se antoi silti hyvin paljon tietoa järjestelmästä, sen toimivuudesta sekä parannusehdotuksia. Lyhyen testausvaiheen johdosta parannusehdotuksia ei tullut asiakkailta, mutta etävalvontajärjestelmän käyttö jatkuu, joten pidemmällä aikavälillä varmasti parannusehdotuksia tulee.

## 8 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia ja dokumentoida kunnonvalvontajärjestelmien käyttöönottoa sekä niiden roolia prosessinvalvonnassa ja huoltoinsinöörin työssä. Tämän takia etävalvontajärjestelmän käyttöönottoa ja testausta suoritettiin yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Lisäksi insinööriyön tavoitteena oli tarkastella olemassa olevaa laitekantaa sen selvittämiseksi, mitkä asiakkaat voisivat hyötyä GEA:n tarjoamista kunnonvalvontaratkaisuksista, ja arvioida näiden ratkaisujen liiketoimintapotentiaalia yrityksen näkökulmasta.

Insinööriyössä selvitettiin kunnonvalvontajärjestelmien toimintaa, käyttökohteita, rakennetta sekä hyviä ja huonoja puolia niin asiakkaan kuin

yrittäjien näkökulmasta. Insinööriyössä myös käyttöönotettiin ja testattiin GEA UC:n etävalvontajärjestelmää yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

Insinööriyössä pääpainona oli selvittää etävalvontajärjestelmän käyttöä, minkä takia RAS-VP- kunnonvalvontajärjestelmän käyttöä sekä ominaisuuksia vain tutkittiin ja dokumentoitiin.

Insinööriyön tuloksena saatiin selvitettyä tarkemmin

kunnonvalvontajärjestelmien eri ominaisuuksia, käyttökohteita sekä se, kenelle nämä soveltuvat. Etävalvontajärjestelmän toiminnasta sekä laitevaatimuksista saatiin kattavasti lisää tietoa. Etävalvontajärjestelmän käyttöönotossa sekä testausvaiheessa saatiin konkreettista tietoa järjestelmän toimivuudesta, käyttömahdollisuuksista, parannusehdotuksia ja siitä, miten järjestelmän käyttöönotto oikeasti tapahtuu.

Insinööriyön tuloksena saatiin näytettyä, että GEA UC -etävalvontajärjestelmä on potentiaalinen vaihtoehto etävalvontaan, vaikka järjestelmä onkin vasta kehitysvaiheessa. Vaikka järjestelmää ei vielä ole täydellinen, on siinä jo monia hyötyjä asiakkaille. Näitä ovat esimerkiksi sentrifugin huolettomampi käyttö, etävalvottavuus sekä hälytysrajailmoitukset. Järjestelmän ansiosta asiakas voi huolettomammin käyttää laitetta tietäen, että sentrifugin toimintaa voidaan tarkastella pilvipalvelusta. Etävalvonnan ansiosta järjestelmä ilmoittaa, mikäli asetetut hälytysrajat ylittyvät, jonka takia tuotantoajo keskeytyy ja tämä indikoi mahdollisesta viasta. Lisäksi järjestelmän käyttöönottoa opittiin sekä saatiin parannusehdotuksia järjestelmän kehittämisestä, jotka lähetettiin eteenpäin etävalvonnan kehitystiimille.

Insinööriyö osoitti, että RAS-VP soveltuu ainoastaan huoltoinsinöörien tueksi, mutta sen olemassaolosta on paljon hyötyä tilanteissa, joissa etäyhteys täytyy saada luotua tehtaalle. Koska järjestelmä on kehitetty kannettavaan salkkuun on sen kuljettaminen myös vaivatonta. Koska järjestelmää ei tarvitse yhdistää asiakkaan verkkoon, se soveltuu kaikille asiakkaille.

## Lähteet

Aalto, Heikki. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Loviisa: Kunnossapitoyhdistys ry.

Ansaharju, Tapani. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY oppimateriaalit Oy.

Bashyal, Jyoti. 2024. Centrifuge: Principle, Types, Application, Limitation. Verkkoaineisto. Science Info. <<https://scienceinfo.com/centrifuge-principle-types-application-limitation/>>. 8.2.2024. Luettu 10.4.2024

Basics of GEA UC. 2023. Yrityksen sisäinen dokumentti. GEA Group AG.

Centrifugal Separator. Verkkoaineisto. GEA Group AG. <<https://www.gea.com/en/products/centrifuges-separation/centrifugal-separator/?i=dairy-processing>>. Luettu 4.3.2024.

Centrifugation Theory. Verkkoaineisto. Thermo Fisher Scientific Inc. <<https://www.fishersci.se/se/en/scientific-products/centrifuge-guide/centrifugation-theory.html>>. Luettu 8.4.2024.

Company overview. Verkkoaineisto. GEA Group AG. <<https://cdn.gea.com/-/media/company/gea-group-company-presentation-en.pdf?rev=a27799e8ac1f411c84382a19f6684a07>>. Luettu 16.10.2023.

Different Separation Technologies. Verkkoaineisto. Alfa Laval Corporate AB. <<https://www.alfalaval.com/products/separation/centrifugal-separators/separators/innovations/separator-innovator/how-separation-works/different-separation-technologies/>>. Luettu 9.4.2024.

Fieldbus Systems. Verkkoaineisto. Nanotec Electronic GmbH & Co. <<https://en.nanotec.com/knowledge-base-article/fieldbus-systems>>. Luettu 8.3.2024

Hemfort, Heinz. 1983. Zentrifugen für Klärung, Trennung, Extraktion. Oelde: Westfalia Separator AG.

Human Machine Interface (HMI) Software & Solutions. Verkkoaineisto. AVEVA Group Limited. <<https://www.aveva.com/en/solutions/operations/hmi/>>. Luettu 5.3.2024.

Instruction Manual and Parts List. Verkkoaineisto. GEA Group AG. <<https://www.fdm.com.pe/wp-content/uploads/2017/05/Centrifuga-Westfalia-OSD-35.pdf>>. Luettu 9.4.2024.

Järviö, Jorma. 2006. Kunnossapito. Loviisa: Kunnossapitoyhdistys ry.

Marshall, Tod & Hanson, Jim. 2020. Decanter Centrifuge Training. GEA Group AG. <<https://video.gea.com/decanter-centrifuge-training-101>>. Katsottu 8.4.2024.

Our Heritage. Verkkoaineisto. GEA Group AG. <<https://www.gea.com/en/company/about-us/our-heritage/>>. Luettu 20.10.2023.

Profibus. Verkkoaineisto. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. <<https://www.profibus.com/technologies/profibus#tab3-232296>>. Luettu 18.1.2024.

Profinet. Verkkoaineisto. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. <<https://www.profibus.com/technologies/profinet>>. Luettu 19.1.2024.

PSK 5706. Kunnonvalvonnan värähtelymittaus. Valvontamenetelmät. 2015. Valvottavat suureet. Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 5707. Kunnonvalvonnan värähtelymittaus. Vianmäärittäminen. 2019. Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry.

RAS-VP. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. GEA Group AG.

Rossi, Ahti. 1993. Ennakoiva kunnossapito konepajassa. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto.

Separation Technology. Verkkoaineisto. Flottweg SE. <<https://www.flottweg.com/wiki/separation-technology/separator-functional-principle/>>. Luettu 9.4.2024.

Separator. Verkkoaineisto. GEA Group AG. <<https://www.gea.com/en/products/centrifuges-separation/centrifugal-separator/separator/>>. Luettu 3.3.2024.

SFS-EN 12547. Centrifuges. Common Safety Requirements. 2014. Helsinki. Suomen Standardisointiliitto SFS ry.

What Is Remote Condition Monitoring and How Does It Work? Verkkoaineisto. PTC. <<https://www.ptc.com/en/blogs/iiot/what-is-remote-monitoring-and-how-does-it-work>>. Luettu 7.3.2024

## IP-parametrointilomake

# GEA UC, online Cloud Monitoring Service

Questionnaire for IP parameters to connect IoT2040 gateway to network of GEA customer/user

We are glad to offer you our GEA Machine Monitoring Service for Qualified Machines which is a free of charge service by GEA Westfalia Separator Group GmbH. It can be used in addition to conventional machinery monitoring. This service is subject to the "Terms of Use and Access to the Machine Monitoring Service" of GEA Westfalia Separator Group GmbH which can be found here:

<https://www.gea.com/assets/gea-uc-terms-of-use.pdf>

Please submit a duly executed copy of this form to [sep-connect@gea.com](mailto:sep-connect@gea.com). Any questions you may have can be submitted to the same e-mail address.

Full Company name and  
address of GEA customer: .....

.....

GEA order number: .....

### Connection of X1 port (LAN X1P1) to MindSphere (online) connection

Configuration via DHCP

Static configuration

IP-address: ..... Subnet mask: .....

Default gateway: ..... DNS server: .....

Proxy server

Proxy address: .....

Proxy authentication type NTLM

Proxy username: .....

Proxy password: .....

### Ethernet connection of X2 port (LAN X2P1) to production network (only necessary if this is not the preadjusted GEA network)

Configuration via DHCP

Static configuration

IP address: ..... Subnet mask: .....

PLC address (only necessary if this is not the preadjusted GEA network)

IP address: ..... Subnet mask: .....