

Iiro Peltoniemi

UUC-POTKURILAITTEEN
KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN PÄIVITYS

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

UUC-POTKURILAITTEEN KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN PÄIVITYS

Peltoniemi, Iiro
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2019
Sivumäärä: 38
Liitteitä: 4

Asiasanat: kunnonvalvonta, kääntyvä potkurilaite, IMx-16Plus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä käytössä olevaan UUC-potkurilaitteen kunnonvalvontajärjestelmään ja luoda siitä uusi versio käyttämällä kunnonvalvontaosaston valitsemissä uusissa komponenteissa. Tässä opinnäytetyössä esitetään myös kehitysehdotus koskien uusia järjestelmiä. Opinnäytetyö tehtiin Kongsberg Maritime Finlandin CMS-osastolle.

Tutkimustyö aloitettiin etsimällä tietoa kunnonvalvonnasta, haastatteleamalla Kongsberg Maritime Finlandin työntekijöitä ja tutkimalla tällä hetkellä käytössä olevia kunnonvalvontajärjestelmiä. Tämän jälkeen suunniteltiin uutta järjestelmää ja piirrettiin kuvat sekä luotiin osalista.

Opinnäytetyön haasteina olivat nykyisen järjestelmän puutteelliset kytkentäkuvat ja kunnonvalvontajärjestelmien kirjallisuuden puuttuminen.

Työn tuloksena saatiin kuvat ja osalista uudelle järjestelmälle ja niitä voidaan käyttää vanhojen järjestelmien päivittämiseen. Tämä työ suoritettiin elokuun ja joulukuun välisenä aikana vuonna 2019.

UPGRADE OF CONDITION MONITORING SYSTEM OF UUC AZIMUTH THRUSTER

Peltoniemi, Iiro

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in automation and electrical engineering

December 2019

Number of pages: 38

Appendices: 4

Keywords: condition monitoring, azimuth thruster, IMx-16Plus

The purpose of this thesis was to familiarize with the existing condition monitoring system of the UUC azimuth thruster and to create a new version of it by using new components chosen by the condition monitoring department. This thesis also presents a development proposal for new systems. The thesis was made for the CMS department of Kongsberg Maritime Finland.

The research began by seeking information on condition monitoring, interviewing employees of Kongsberg Maritime Finland and examining the condition monitoring systems currently in use. After that, a new system was designed and drawings were drawn and a part list was created.

The challenges of the thesis were inadequate drawings of the current system and lack of literature on condition monitoring systems.

As a result drawings and a part list for a new system were made and these can be used to upgrade old systems. This work was conducted between August and December in 2019.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Nykytilanne.....	7
1.2	Työn tavoitteet ja tarkoitus	7
2	TYÖNANTAJA KONGSBERG	8
2.1	Kongsberg Gruppen	8
2.2	Kongsberg Maritime	8
2.3	Kongsberg Maritime Finland Oy	8
3	POTKURILAITTEET	9
3.1	Yleisesti.....	9
3.2	UUC	10
4	KUNNONVALVONTA YLEISESTI.....	11
5	UUC-POTKURILAITTEEN KUNNONVALVONTA	12
5.1	Yleisesti.....	12
5.2	Anturit	15
5.2.1	Bias-jännite	16
5.3	ACU:n signaalit	17
6	NYKYISET KOMPONENTIT	18
6.1	Öljyn partikkelilaskuri	18
6.1.1	Öljyn partikkelilaskuri FAG Wear Debris Monitor	19
6.2	Vesipitoisuuden analysointi	21
6.2.1	Vesipitoisuusanalysointori Kytölä OILAN OI-0.5-1.2.....	23
6.2.2	Vesipitoisuusanalysointori Kytölä OILAN A4 TM-12	24
6.3	Mittalaite DTECT X1	25
7	UUDET KOMPONENTIT.....	27
7.1	SKF Multilog On-line System IMx-16Plus	27
7.2	Hydac AS1000	28
8	RATKAISUT VANHOIHIN JÄRJESTELMIIN.....	30
8.1	Mittalaitteen kytkennät	31
8.2	Vesianalysointoreiden kytkennät	32
8.3	Öljyn partikkelilaskurien kytkennät.....	33
8.4	ACU:n signaalit	34
8.5	Ethernet-kytkin	34
8.6	Osalista.....	34
9	UUDET JÄRJESTELMÄT	35

9.1	Ongelmat ja haasteet tällä hetkellä	35
9.2	Ratkaisut uusiin järjestelmiin.....	36
10	YHTEENVETO	36
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET	

LYHENTEET

ACU	Aquamaster Control Unit
CMU	Condition Monitoring Unit
CP	Controllable Pitch
CRP	Contra-Rotating Propeller
DP	Dynamic Positioning
EtO	Engineer to Order
FP	Fixed Pitch
Hz	Hertz
OPC	Oil Particle Counter
PoE	Power over Ethernet
UUC	Underwater mountable azimuthing thruster

1 JOHDANTO

1.1 Nykytilanne

Kongsberg Maritime Finlandin valmistamien kunnonvalvontajärjestelmien komponentteja on päätetty korvata uusilla. Mittalaitteiden saatavuus on loppunut ja vesianalysaattorille on löydetty korvaava tuote, jossa on paremmat ominaisuudet sekä halvempi hinta. Erillistä päivityspakettia ja korvaavia kytkentäkuvia ei kuitenkaan ole vielä luotu.

1.2 Työn tavoitteet ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä päivityspaketti kunnonvalvontajärjestelmiin, joka sisältää myös uudet AutoCAD-piirustukset. Työ on ajankohtainen, sillä mittalaitteiden saatavuus on juuri loppunut ja uuden järjestelmän luomiseen ei ole vielä keskitytty yrityksessä sen tarkemmin. Työssä esitellään myös ratkaisua uusien kunnonvalvontajärjestelmien kehittämiseksi.

Työssä perehdytään kunnonvalvontaan ja sen komponentteihin. Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuutta, yrityksen tietokantaa sekä yrityksen työntekijöiden haastatteluja.

2 TYÖNANTAJA KONGSBERG

2.1 Kongsberg Gruppen

Kongsberg Gruppen on kansainvälinen teknologia-alan yritys, joka tarjoaa huipputeknisiä järjestelmiä ja ratkaisuja öljy-, kaasu-, meri-, puolustus- ja ilmailualoille. Yritys työllisti 6842 henkilöä 25:ssä eri maassa ja sen liikevaihto oli noin 14,4 miljardia Norjan kruunua (NOK) vuonna 2018. Tämän jälkeen yrityksen koko on kasvanut vielä merkittävästi sen ostettua Rolls-Royce Plc:n Marine-liiketoiminnan huhtikuussa 2019. Kongsberg pitää päämajaansa Norjassa Kongsbergin kaupungissa, jossa yritys on myös alun perin perustettu vuonna 1814. Norjan valtio on yrityksen suurin osakkeenomistaja 50.001 prosentin osuudella. (Kongsbergin www-sivut, 2019)

2.2 Kongsberg Maritime

Kongsberg Gruppeniin kuuluva Kongsberg Maritime keskittyy meriteollisuuteen. Yritys toimittaa muun muassa paikannus-, navigointi- ja automaatiojärjestelmiä kauppalaivoille ja offshore-laitteistoille. Rolls-Roycen Marine-toiminnan ostamisen jälkeen tarjontaan kuuluvat myös kaikki laivan ohjaamiseen ja voimansiirtoon liittyvät komponentit kuten mm. potkurilaitteet, kansikoneet, laivojen suunnittelu, moottoreiden valmistus, varaosat sekä huoltopalvelut. (Kongsberg Maritimen www-sivut, 2019)

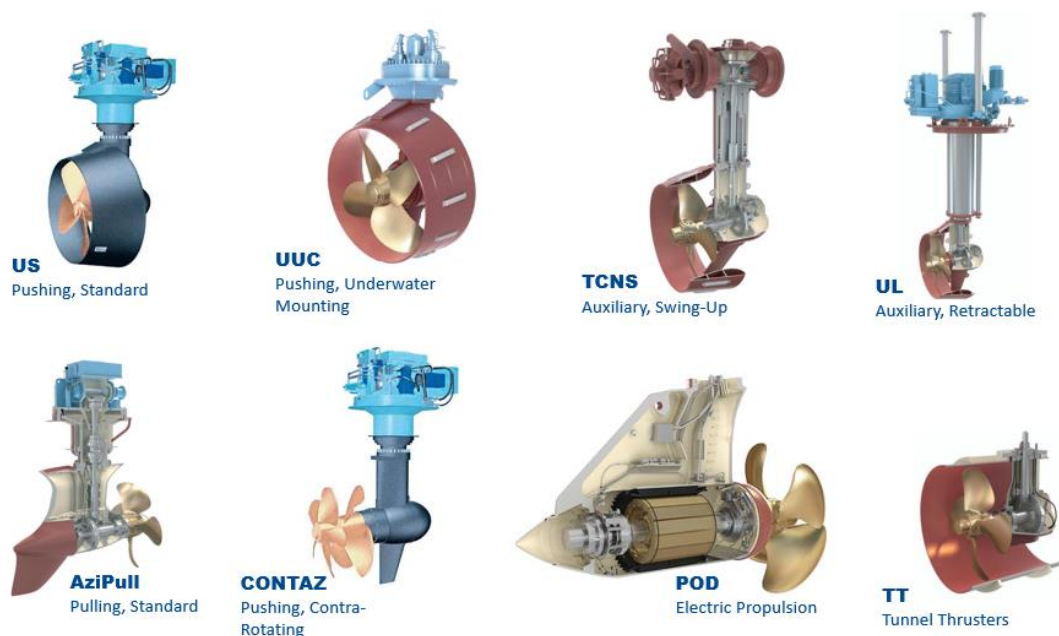
2.3 Kongsberg Maritime Finland Oy

Kongsberg Maritime Finland Oy on osa Kongsberg-konsernia ja sen toimipisteet sijaitsevat Raumalla, Kokkolassa ja Turussa. Raumalla valmistetaan 360° kääntyviä azimuth-potkurilaitteita sekä vintturijärjestelmiä. Lisäksi näiden myyntityö ja suunnittelu tapahtuu Raumalla. Kokkolan toimipiste on keskittynyt valmistamaan vesipropulsiolaitteita ja Turussa sijaitsee autonomisten laivojen kehitysyksikkö.

Potkurilaitteita on valmistettu Raumalla vuodesta 1965 lähtien, jonka jälkeen yrityksellä on ollut useampia eri omistajia. Suurimmat Raumalla valmistetut potkurilaitteet

ovat tehoiltaan 7 500 kW ja korkeudeltaan noin 10 metriä. Rauman toimipiste työllistää 420 henkilöä. Liikevaihdosta vuonna 2017 46% koostui potkurilaitteiden myynnistä, 36% huolloista ja loput kansikoneiden sekä vesipropulsiolaitteiden myynnistä. Viennin osuus liikevaihdosta on noin 99%. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2019)

Azimuth Thruster types



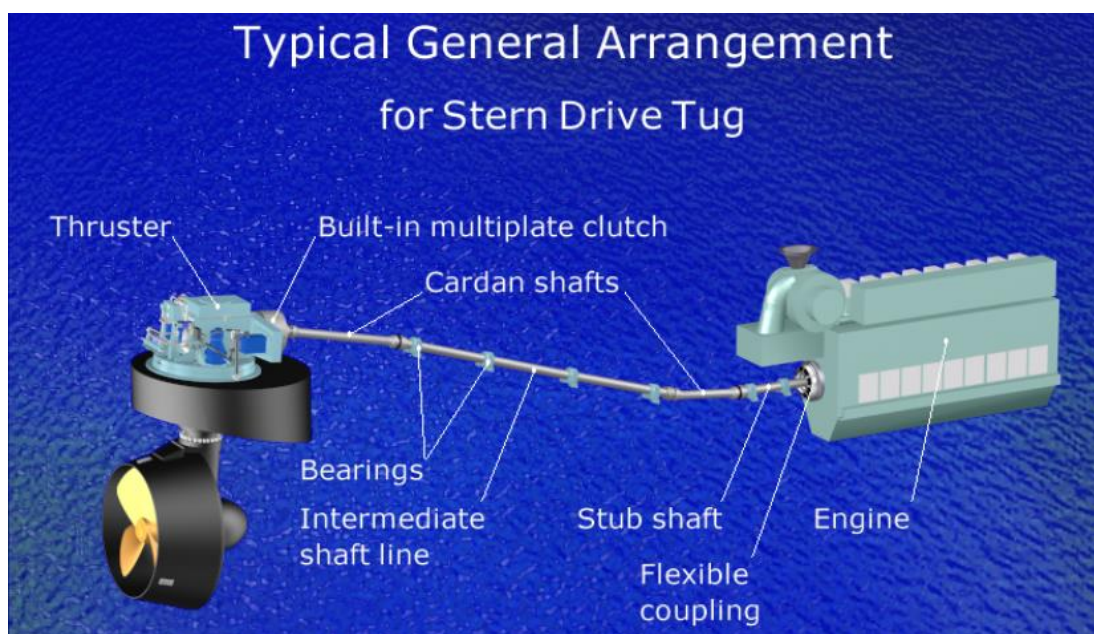
Kuva 1. Yrityksen valmistamia potkurilaitteita. (Kongsberg Maritime Finland Oy, Thruster types, 2018)

3 POTKURILAITTEET

3.1 Yleisesti

Kongsberg Maritime Finland Oy valmistaa Engineer to Order (EtO) tyyppisesti azimuth-potkurilaitteita asiakkaille. Rauman yksikössä tehdään kaikki aina laitteen myynnistä sen tehdaskoeajoon asti. Vain komponentit hankitaan lähtökohtaisesti ali-hankkijoilta eri puolilta maailmaa, jotka sitten kokoonpannaan Raumalla. Raumalla valmistettaviin tuotteisiin kuuluu US-, UL-, UUC-, Contaz- ja Azipull-potkurilaitteet, joista myydyin on US-potkurilaite (Kuva 1). Laitteissa käytetään kolmea erityyppistä

potkuria (FP, CP ja CRP). FP-potkuri on kiinteälapainen eli sen lapakulma ei ole säädettävissä, CP-potkurin lapakulmat ovat säädettävissä ja CRP käsittää kaksi eri suuntiin pyörivää kiinteälapaista potkuria. Potkurilaitetta käännetään suuren planeettavaihteen avulla, jonka käyttövoima saadaan useammasta sähköisestä tai hydraulisesta kääntömoottorista. Potkuria pyörittävän akselin vetopää voi olla toteutettuna normaalilla on/off kytkimellä, liukukytkimellä tai kokonaan ilman kytkintä. Azimuth-potkurilaitteiden painoluokat vaihtelevat 11000 ja 170000 kilon välillä.

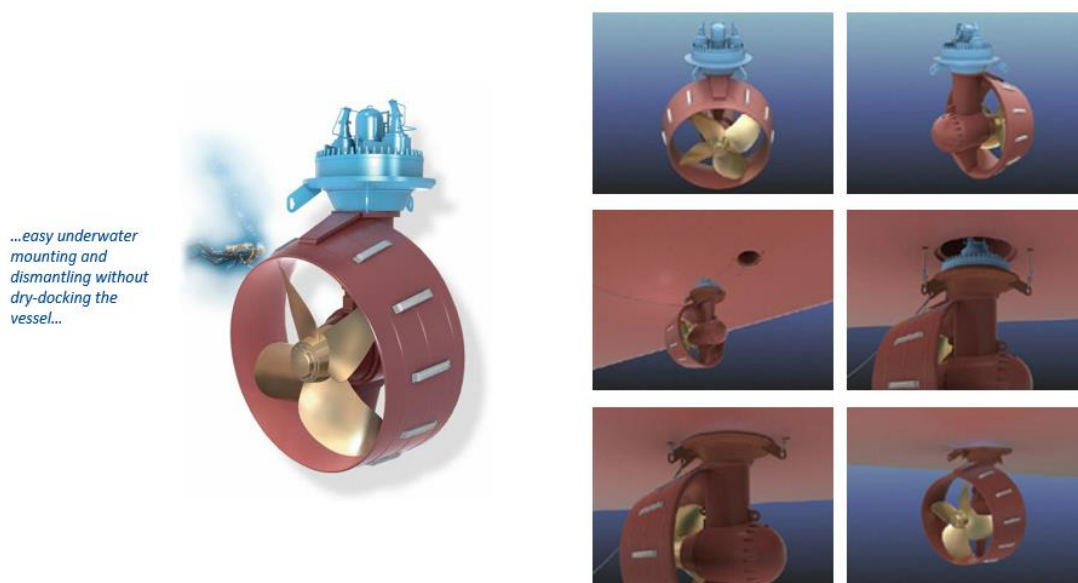


Kuva 2. Tyypillinen järjestely hinaajalle. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2018)

3.2 UUC

UUC-potkurilaitteet on suunniteltu offshore-käyttöön ja niitä käytetään öljynporausaluksissa ja lautoissa. Laitetta ohjataan usein DP-järjestelmällä (Dynamic Positioning), joka pyrkii pitämään aluksen paikoillaan merellä. UUC-laitteen kiinnitys tapahtuu veden alla, missä se nostetaan vaijereilla paikoilleen, jonka vuoksi aluksen kuiva-telakointia ei tarvita (Kuva 3). UUC-laitteiden tehot vaihtelevat 3200 ja 6500 kW:n välillä potkurin halkaisijan ollessa 3000-4500mm.

UUC for underwater mounting

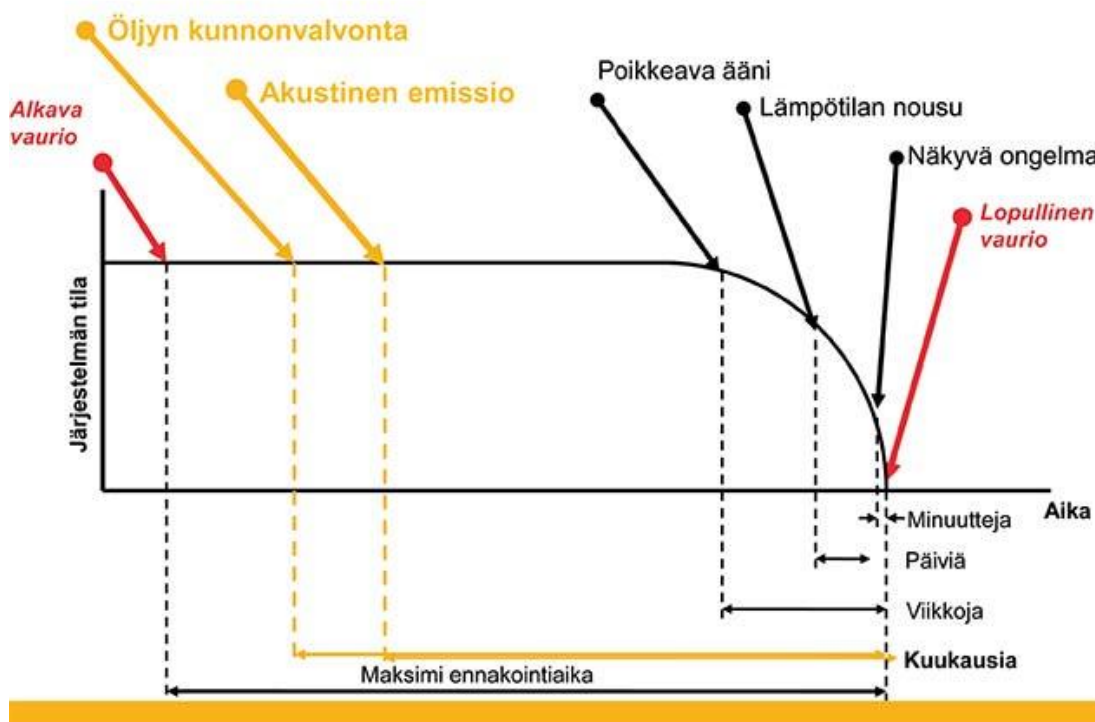


Kuva 3. UUC-laitteen kiinnitys alukseen. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2012)

4 KUNNONVALVONTA YLEISESTI

Nykyaikaisessa tuotannossa käytettävyys eli prosessien jatkuva toiminta on muodostunut entistä tärkeämmäksi asiaksi. Kunnonvalvonta on lisääntynyt jatkuvasti ja siitä on tullut tärkeä tekijä teollisuuden kunnossapidossa. Kunnonvalvonnan avulla huolto- toimenpiteiden tarve voidaan määrittää entistä tarkemmin ja sen ajankohtaa voidaan arvioida etukäteen, jolloin voidaan välttyä äkillisiltä vikaantumisilta ja koneiden suunnittelemattomilta seisokeilta. Kunnonvalvonnan avulla voidaan seisokin keskimääräinen odotusaika eliminoida, koska siihen liittyvät toimenpiteet voidaan tehdä tuotantoajalla. Keskimääräinen kunnossapitoaika myös lyhenee, koska viat eivät pääse kehittymään vaurioiksi ja tarvittavat kunnossapitotyöt voidaan suunnitella paremmin vikojen ollessa jo tiedossa.

Aiemmin kunnonvalvontaa suoritettiin pääasiassa aistien avulla, kuten kuuntelemalla laakereita puukepin avulla, kokeilemalla koneenosien lämpöä ja tunnustelemalla jaloilla tai kädellä koneen tärinää. Näitä menetelmiä on korvattu ja täydennetty uusilla mittausmenetelmillä. (Opetushallituksen www-sivut, 2019)

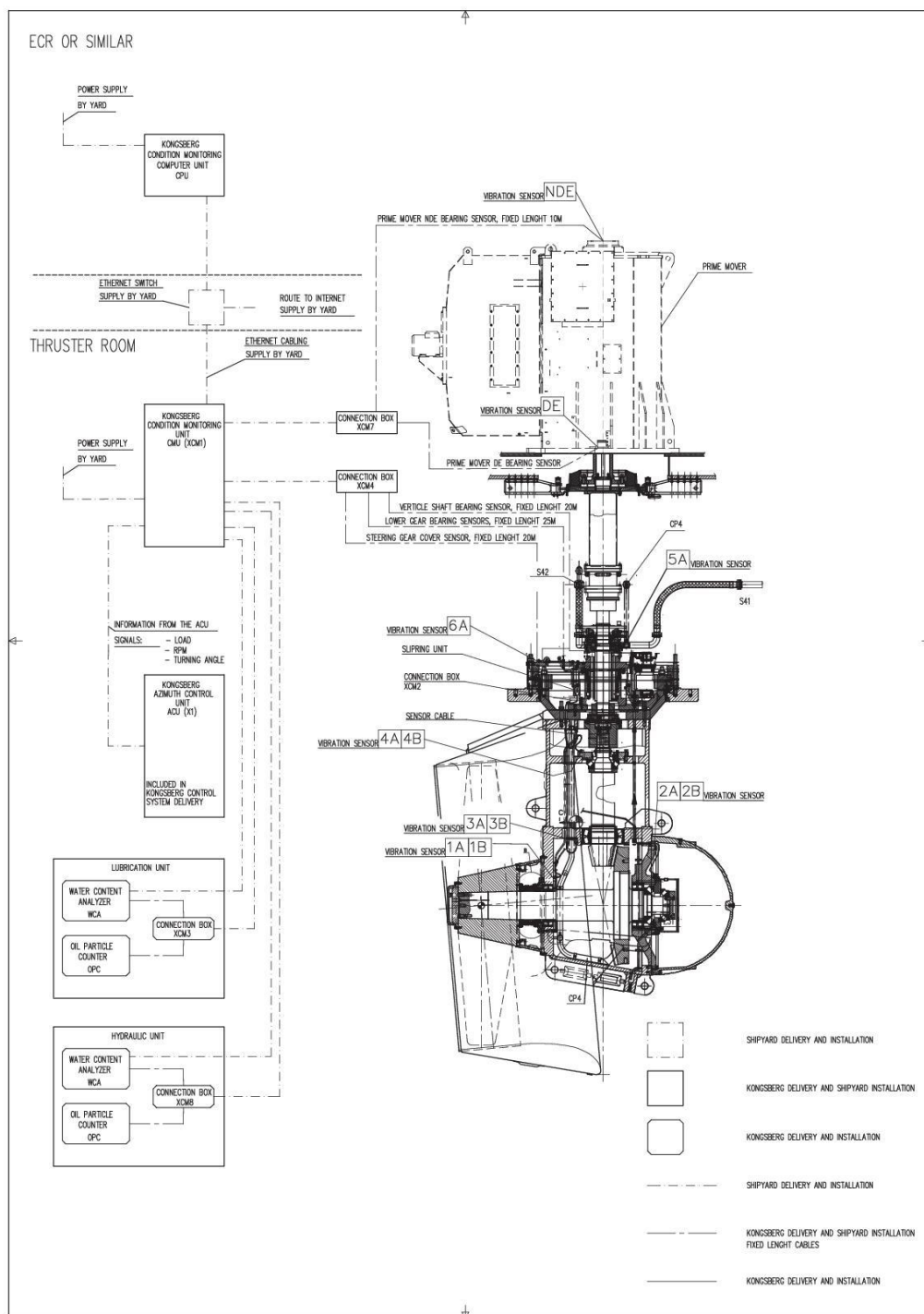


Kuva 4. Vaurion kehittyminen. (Promaint Ry, Kunnonvalvonnan aika-asteikko, 2014)

5 UUC-POTKURILAITTEEN KUNNONVALVONTA

5.1 Yleisesti

Kongsberg Maritime Finland tarjoaa kunnonvalvontajärjestelmiä, jotka sisältävät aina värähtelyn mittauksia eri potkurilaitteen osista sekä usein lisäksi öljynlaadun analysointia voitelu- ja/tai hydraulikkaöljystä. Seuraavassa esitellään erään UUC-potkurilaitteen kunnonvalvontajärjestelmä, joka sisältää 12 värähtelyanturia sekä hydraulikka- ja voiteluöljyn mittalaitteet.



Kuva 5. UUC-potkurilaitteen kunnonvalvontajärjestelmän yleiskuva. (Kongsberg Maritime Finland Oy, Project xxxx General arrangement, 2012)

Yleiskuvaan merkatut kiihtyvyyssanturit 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A ja 4B mittaavat potkurilaitteen alaosan laakereiden värähtelyä. Jokaista alaosan mittauspistettä kohden

on asennettu aina kaksi anturia (A- ja B-anturit) sen varalta, että toinen antureista sattuu vikaantumaan. Näiden anturien vikaantuminen on todella harvinaista, mutta niihin on kuitenkin jouduttu varautumaan, sillä vikaantuneen anturin vaihtaminen uuteen anturiin esimerkiksi merellä toimivaan öljynporauslauttaan tulisi kohtuuttoman kalliiksi. Potkurilaitteen kokoamisvaiheessa mittalaitteeseen asti johdotetun B-anturin käyttöönotto voidaan toteuttaa etäyhteydellä, joten laitteiden pysäytystä tai mitään asennustöitä laivalla ei tarvita.

Alaosan kiihtyvyyssanturit on kytketty kytkentäkoteloon XCM2, josta ne johdetaan yhdellä kaapelilla liukurenkaaseen. Liukurenkaan tarkoitus on mahdollistaa keskeytymättömän datansiirto akselinsa ympäri pyörivästä komponentista liikkumattomaan komponenttiin. Liukurengas on asennettu kiinteästi potkurilaitteen alaosaan, joka pyörii 360°. Kongsberg Maritime Finlandin käyttämän liukurenkaan kytkentäliittimessä on paikat sähköjohtimille, jotka ovat yhteydessä liukurenkaan ulkokehää kiertäviin sähköjohteisiin. Potkurilaitteen yläosaan kiinteästi kiinnitettyä vastaosaa liukurenkaalle kutsutaan kelkaksi.

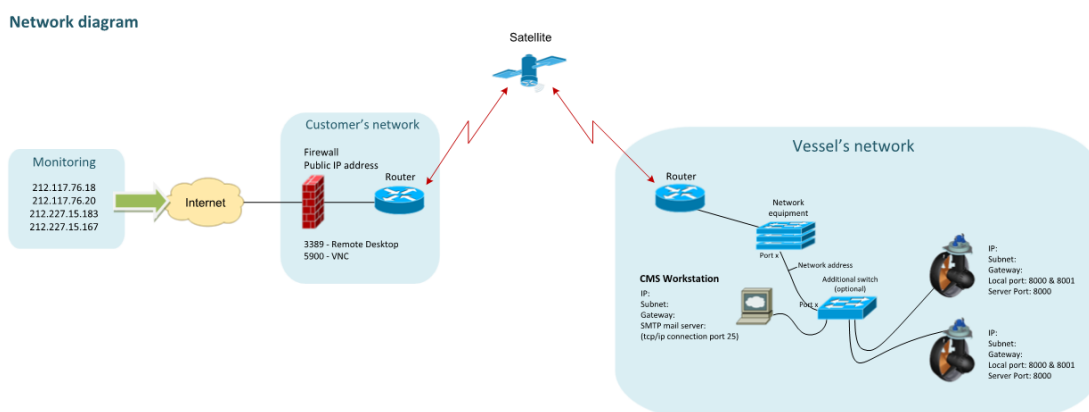
Kelkasta datansiirto potkurilaitteen kanteen on toteutettu yhdellä kaapelilla, jonka päässä on liitin. Potkurilaitteen kannesta datansiirto jatkuu edelleen liittimellä varustettua kaapelia pitkin kytkentäkotelolle XCM4. Samaan kytkentäkoteloon on johdettu myös kääntökoneiston kanteen sijoitettu kiihtyvyyssanturi 6A sekä pystyakselin laakerin kiihtyvyyssanturi 5A. Kytkentäkotelon XCM4 on kytketty kunnonvalvontayksikkö CMU XCM1:een.

Potkurilaitteen akselistoa pyörittävään päämoottoriin on sijoitettu myös kaksi värähtelyä mittaavaa kiihtyvyyssanturia. Päämoottorin vetopään laakeria mittaa kiihtyvyyssanturi DE ja päämoottorin toisen pään laakeria mittaa kiihtyvyyssanturi NDE. Molemmat anturit on johdotettu kytkentäkoteloon XCM7, josta ne on johdotettu edelleen yhdellä kaapelilla CMU XCM1:een.

Voitelu- sekä hydraulikkaöljyn analysointia suoritetaan vesianalysaattorilla ja öljyn partikkelilaskurilla. Molemmat on kytketty oman kytkentäkotelonsa kautta CMU XCM1:een.

Kunnonvalvontayksikköön tuodaan myös ohjausjärjestelmältä tiedot potkurilaitteen kääntökulmasta sekä päämoottorin kierrosluvusta ja kuormasta.

Kunnonvalvontajärjestelmän tuottama data siirtyy ethernet-kaapelia pitkin laivalla sijaitsevaan tietokoneeseen, joka on yhteydessä internettiin.



Kuva 6. Datan kulku kunnonvalvontajärjestelmässä. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2016)

5.2 Anturit

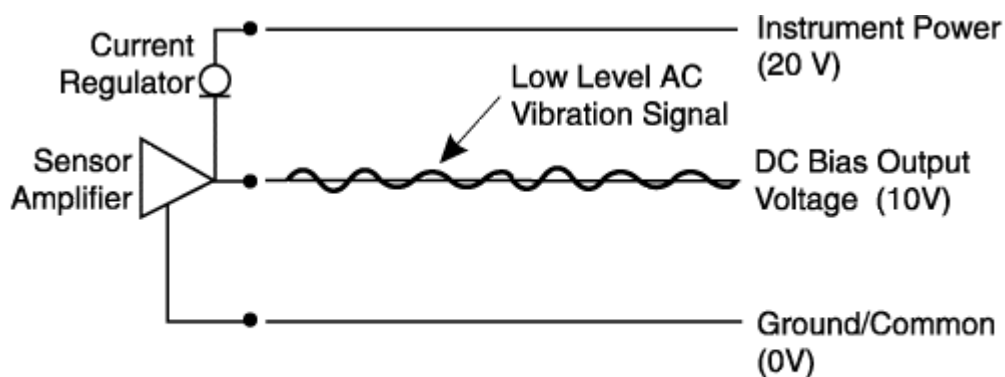
Kiihtyvyyssantureita käytetään potkurilaitteissa mittaamaan värähtelyä eri komponenteista. Mittaus perustuu pietsosähköiseen ilmiöön, jossa mekaaninen jännitys aiheuttaa aineen sähköisen polarisoitumisen. Anturissa on sisäinen vahvistin, joka vahvistaa signaalia ennen sen siirtymistä mittalaitteelle. Anturien herkkyyttä kuvataan mV/g (millivolttia per painovoiman kiihtyvyyden) arvolla, mikä tarkoittaa, että esimerkiksi 100 mV/g anturi tuottaa 100 mV jännitteen jokaista kiihtyvyyden g:tä kohden. Antureilla on myös eri mittaus- ja taajuusalueita. Potkurilaitteiden kunnonvalvonnassa käytetään antureita, joiden herkkyys on usein luokkaa 100 mV/g, mittausalue ± 50 g ja taajuusalue 2 – 10 000 Hz (hertsiä). Ne voivat olla joko mono-, bi- tai triaxial-tyyppisiä. Monoaxial mittaa yhteen suuntaan, biaxial kahteen (X ja Y) ja triaxial kolmeen suuntaan (X, Y, ja Z). Kunkin mittaussuunnan signaali tuodaan mittalaitteelle omassa johtimesaan ja jokainen tarvitsee oman mittauskanavan. Anturit pyritään aina kiinnittämään mahdollisimman lähelle mitattavaa pistettä, eli usein laakerin välittömään läheisyyteen, jolloin saadaan mahdollisimman puhdas ja vahva värähtelysignaali.



Kuva 7. Kolmeen suuntaan mittaava kiihtyvyyssanturi. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2014)

5.2.1 Bias-jännite

Jokaisella anturilla on oma bias-jännite, jonka valmistaja on ilmoittanut. Kongsbergin käyttämissä antureissa se on yleensä noin 11,7 voltia. Värähtely on dynaaminen signaali, jonka taajuus vaihtelee. Mittalaite tulkitsee bias-jännitteen ympärillä tapahtuvaa sinimuotoista jännitteenmuutosta, joka on suoraan verrannollinen anturissa tapahtuvaan värähtelyyn (Kuva 8.). Mittalaite syöttää anturia vakiovirralla, jonka jälkeen jännite asettuu bias-jännitteen mukaiseen arvoon sen ollessa kytkettynä. (Globalspecin [www-sivut.](http://www.globalspec.com))

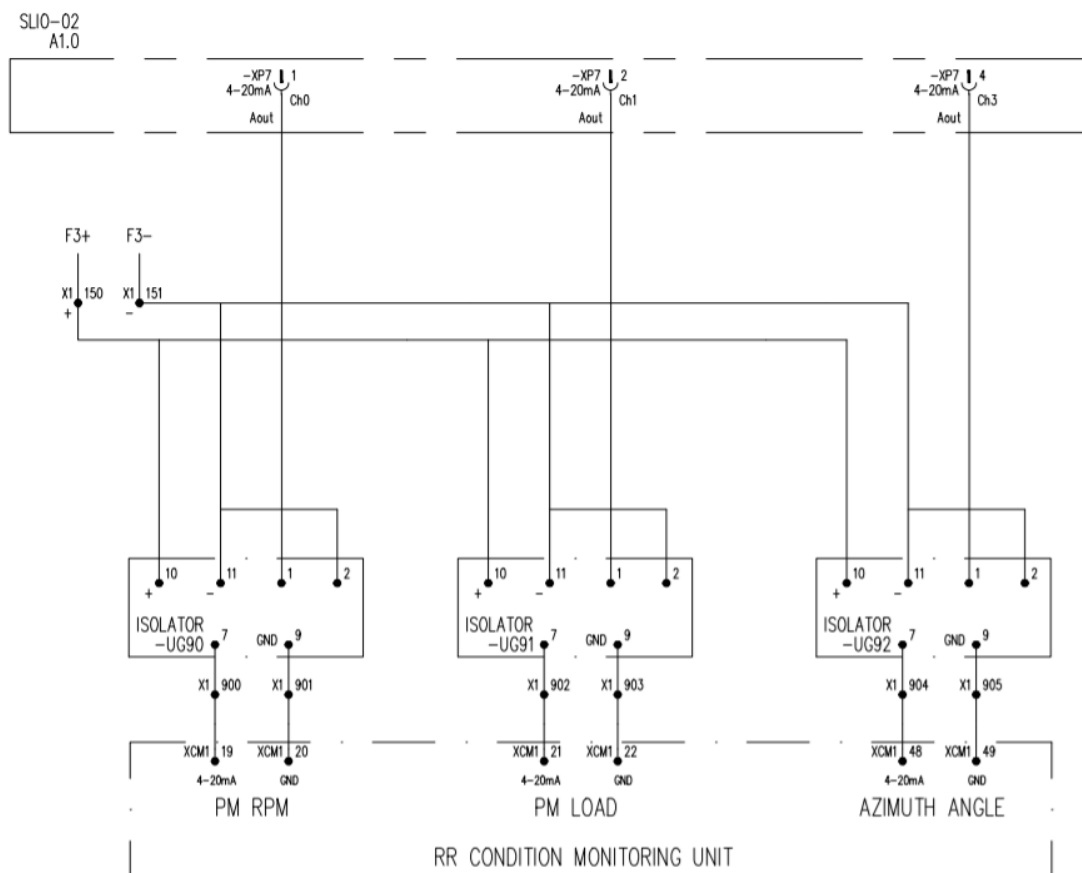


2351 - R2

Kuva 8. Anturin lähettämä vaihtosähkösignaali. (Globalspecin [www-sivut.](http://www.globalspec.com))

5.3 ACU:n signaalit

Potkurilaitteen ohjauskeskuksen (Aquamaster Control Unit) automaatiojärjestelmästä tuodaan 4-20 mA virtasignaaleina potkurilaitteen kääntökulma sekä päämoottorin kierrosluku- ja kuorma-arvot. CMU-yksikössä virtasuureet muunnetaan vielä 0-10 V jännitesignaaleiksi ennen kuin ne kytkeytyvät mittalaitteeseen.



Kuva 9. ACU:n signaalit. (Kongsberg Maritime Finland Oy, Additional signals from ACU, 2013)

Potkurilaitteen kääntökulman mittaukseen käytetään ATC-T absoluuttianturia. Kääntökulma siirtyy anturilta sarjadatana potkurilaitteen ohjausjärjestelmään, josta edelleen kunnonvalvontajärjestelmään. Päämoottorin kierroslukua mitataan pulsseja lähettävällä kierroslukuanturilla, jota tulkitaan ohjausjärjestelmässä. Samasta ohjausjärjestelmästä saadaan suoraan myös päämoottorin kuorma.

6 NYKYISET KOMPONENTIT

Tässä kappaleessa esitellään tällä hetkellä myytävän kunnonvalvontajärjestelmän pääkomponentit sekä kerrotaan niiden toimintaperiaate.

6.1 Öljyn partikkelilaskuri

Öljyn partikkelilaskurin toiminta perustuu anturin ohi virtaavan öljyn seassa olevien metallipartikkelien tunnistukseen. Metallipartikkelin kulkeutuessa öljyputkeen liitettyjen kenttäkelojen ohi, tapahtuu muutoksia niiden jännitteessä. Syntyvää jännitteenmuutosta voidaan tulkita järjestelmässä seuraavasti:

- Rautaa sisältävät (Fe) partikkelit luovat jännitteeseen positiivista vaihtelua
- Rautaa sisältämättömät (nFe) partikkelit luovat jännitteeseen negatiivista vaihtelua

Partikkelit voidaan luokitella niiden materiaalin ja koon perusteella. Materiaali voidaan todeta jännitteen positiivisen tai negatiivisen amplitudin perusteella. Amplitudin korkeus on suoraan verrannollinen partikkelien kokoon.

Öljyn partikkelilaskurilla voidaan havaita muun muassa laakeri- ja hammaspyöräviat hyvissä ajoin. Sen avulla voidaan tunnistaa vaurioita, mitä ei värähtelyanalyysillä voida välttämättä nähdä. Vaurioita voidaan tunnistaa esimerkiksi:

- planeettavaihteista
- vaihteista, jotka eivät ole kuorma-alueella
- hitaasti pyörivistä koneista
- tasaisesti kuluvista vaihteista ja erilaisista renkaista ja teloista

Partikkelilaskurilla ei voida kuitenkaan paikantaa vikaa yhtä tarkasti, kuin värähtelyanalyysillä. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2012)

6.1.1 Öljyn partikkelilaskuri FAG Wear Debris Monitor

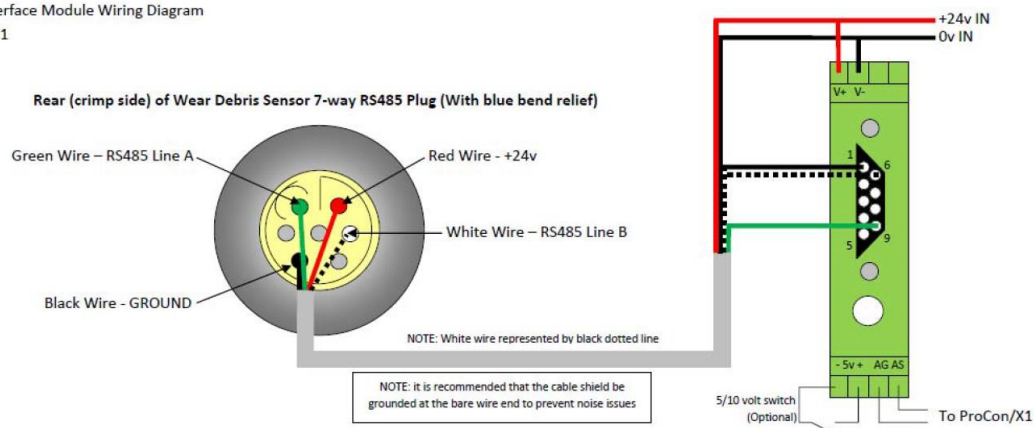
Saksalaisen Schaeffler Grop Industrialin valmistamaa FAG Wear Debris Monitor öljyn partikkelilaskuria (OPC) käytetään valvomaan UUC-potkurilaitteiden voitelu- ja hydraulikkaöljylinjoja. OPC lähettää dataa kunnonvalvontayksikköön kokonaisina datapaketteina, jotka sisältävät 10 partikkeliluokkaa.



Kuva 10. Öljyn partikkelilaskuri. (Schaeffler Group Industrial, FAG WDM Installation manual, 2011)

Kunnonvalvontayksikössä rajapintana on FAG Wear Debris Interface, joka lukee anturin lähettämiä datapaketteja ja muuntaa ne mittalaitteen ymmärtämään muotoon. OPC Interface Unit tunnistaa 10 eri partikkeliluokkaa: viisi rautaa sisältävää ja viisi rautaa sisältämätöntä sekä lisäksi virhesignaalin. Anturi kommunikoi interface-moduulin kanssa käyttäen Modbus-protokollaa.

FAG Interface Module Wiring Diagram
12/01/11



Kuva 11. Interface-moduulin kytkentäkuva. (Schaeffler Group Industrial, FAG WDM Installation Manual, 2011)

Taulukko 1. Interface-moduulin tekninen data. (Schaeffler Group Industrial, FAG WDM Installation manual, 2011)

detectable particles	ferrous (Fe), non-ferrous, (nFe)
detectable particle size	Fe: >50µm nFe: >150µm
particle size - Fe	50/ 100/ 200/ 400/ 800µm
particle size - nFe	150/ 200/ 400/ 800/ 1600µm
operating pressure	0 to 5 bar
temperature of medium	0 to +90 °C
medium	mineral and synthetic oil
range of viscosity	1 to 650 cSt
diameter of pipe/tube	4 mm
allowed flow	0,5 - 2 l/min
hydraulic connection	3/8" BSPP
power supply	24 V DC (at 85mA)

6.2 Vesipitoisuuden analysointi

”Öljyn vesipitoisuusanalysoinnilla mitataan öljyn vesipitoisuutta. Jo pienetkin määrät vettä öljyn joukossa heikentävät voitelutehoa ja lyhentävät kone-elinten ikää. Pienten vesimäärien havaitseminen silmämääräisesti öljyssä on mahdotonta. Vasta kun öljyssä on vettä yli 2 %, voidaan vesi havaita ihmissilmin öljyn muuttuessa maitomaiseksi. Tällöin öljy on saavuttanut kokonaissaturaation.” (CMT Engineeringin www-sivut, 2017)

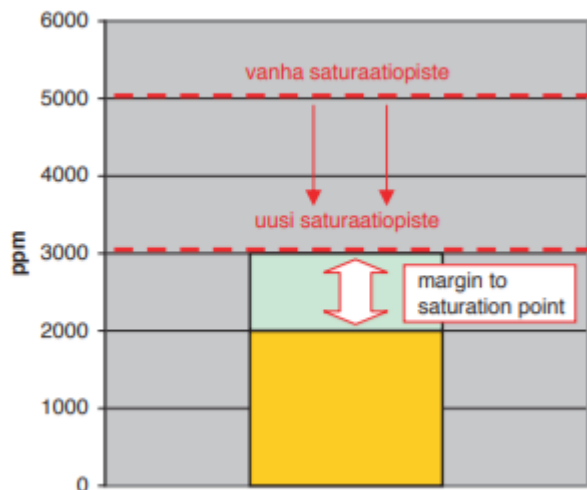
Kaikilla nesteillä on kyky sitoa tietty määrä liuenntaa vettä. Saturaatiopisteellä ilmoitetaan nesteeseen liuenneen veden suurin määrä. Saturaatiopisteen saavutettuaan kaikki ylimääräinen vesi erittyy vapaaksi vedeksi. Vesi kerrostuu tavallisesti öljyn alapuolelle, sillä se on tiheämpää, kuin useimmat öljyt. Saturaatiopisteeseen vaikuttaa useat tekijät, muun muassa öljyn perusaineen kemiallinen rakenne ja sen sisältämät lisäaineet. Saturaatiopiste muuttuu myös öljyn lämpötilan vaihtuessa ja sen elinkaaren aikana kemiallisen koostumuksen muuttuessa.

Öljyn kosteuspitoisuuden määrittämisessä käytetään mittayksikköä ppm (miljoonasosa). Absoluuttinen vesipitoisuus ilmoitetaan suhteessa öljyn tilavuuteen tai massaan.

Tilavuutena: $1 \text{ ppm}_{(v)}\text{vettä} = 1 \text{ ml vettä} / 1 \text{ m}^3 \text{ öljyä}$

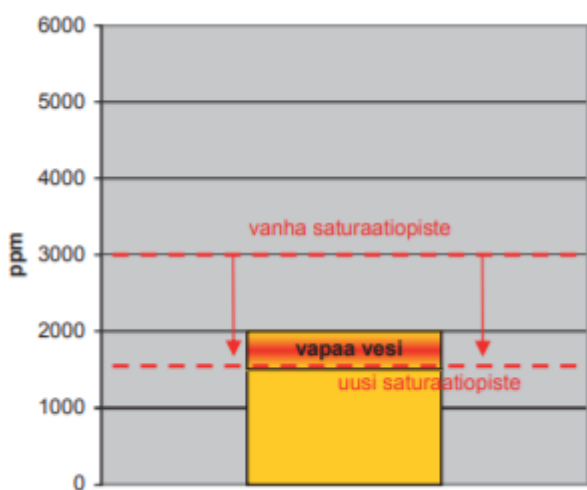
Massana: $1 \text{ ppm}_{(w)}\text{vettä} = 1 \text{ g vettä} / 1000 \text{ kg öljyä}$

Esimerkkinä erään vaihdelaatikon voiteluöljy, jonka saturaatiopiste valmistajan mukaan 70 °C lämpötilassa on 5000 ppm. Todellinen öljyyn sekoittunut vesimäärä on 2000 ppm. Tämän öljyn lämpötilan tippuessa 30 °C asteeseen, myös saturaatiopiste laskee 3000 ppm:ään. Saturaatiopisteen marginaaliksi kutsutaan vesimäärää, minkä öljy sietää ennen kuin sen satureituu. Tässä tapauksessa marginaali on siis 1000 ppm. (Vaisalan www-sivut, 2009)



Kuva 12. Öljyn saturaatio 1. (Vaisala Oy, PDF-dokumentti, 2009)

Vuoden käytön jälkeen saturaatiopiste on laskenut edelleenkin 1500 ppm-yksikköön öljyn vanhenemisesta johtuen. Kosteuspisteestä on nyt tullut suurempi, kuin saturaatiopisteestä. Vaihdelaatikkoon on näin muodostunut $2000 \text{ ppm} - 1500 \text{ ppm} = 500$ ppm-yksikköä vapaata vettä.



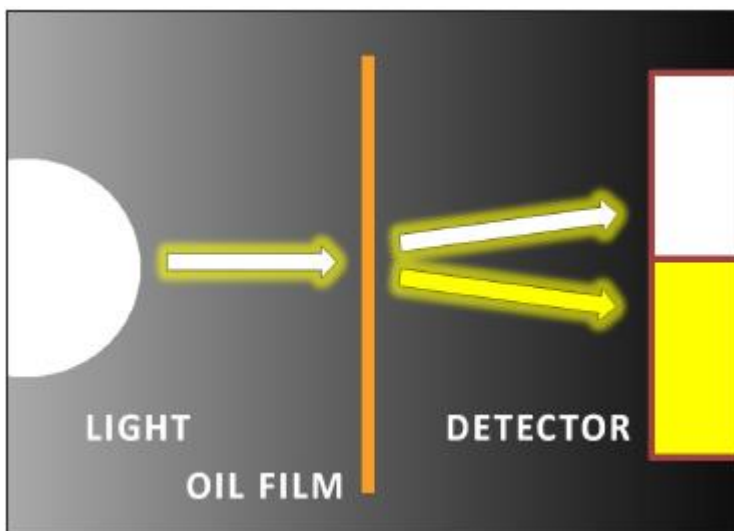
Kuva 13. Öljyn saturaatio 2. (Vaisala Oy, PDF-dokumentti, 2009)

UUC-potkurilaitteiden kunnonvalvonnassa on käytetty suomalaisen Kytölän valmistamia vesipitoisuusanalysaattoreita OILAN OI-0.5-1.2 ja OILAN A4 TM-12. Molemmilta laitteilta lähtee kunnonvalvontayksikköön 4...20 mA:n virtaviesti, joka on skaalattu vastaamaan vesipitoisuutta 0...5000ppm.

6.2.1 Vesipitoisuusanalysointilaitteisto Kytölä OILAN OI-0.5-1.2

Kytölän valmistama OILAN OI-0.5-1.2 on jatkuvatoiminen öljyn vesipitoisuuden mittaava analysointilaitteisto, jonka toiminta perustuu infrapunavaloon. Nesteen säteilyn voimakkuudesta eri aallonpituusalueilla voidaan selvittää sen sisältö. Laitteella voidaan mitata kaikkia mineraalipohjaisia öljyjä 50 ppm (0,005%) tarkkuudella mittausalueella 0...1000 ppm ja viiden prosentin (5%) tarkkuudella näyttämästä (31/2 numeron led-näyttö) mittausalueella 1000...5000 ppm (1%=10000ppm). Lukematarkkuus on 10 ppm.

Analyysointilaitteen toiminta perustuu siihen, että näyteöljy kulkee mittauskyvetin lävitse, missä mitattavasta näytteestä infrapunavalon vaimeneminen mitataan sijoittamalla mittauskyvetin toiselle puolelle säteilylähde ja toiselle puolelle säteilyn ilmaisimen eli detektorin. Vesipitoisuutta mitataan kahdella eri aallonpituudella. Toisella vesi absorboi säteilyä ja toisella absorptiota ei tapahdu. Detektorien eteen on sijoitettu kapeakaistaiset suodattimet, joiden avulla aallonpituusalueiden valinta tehdään.



Kuva 14. Havainnekuva vesipitoisuusanalysointilaitteen toiminnasta. (Kytölä Instruments Oy, PDF-dokumentti, 2013)

Detektorin tuottamat signaalit vahvistetaan esivahvistimissa ja niistä data siirtyy elektroniikkayksikköön, mikä suorittaa vesipitoisuuden laskennan. Sieltä valmis vesipitoisuusanalyysi voidaan lähettää eteenpäin 4...20 mA virtaviestinä.



Kuva 15. OILAN OI-0.5-1.2 vesipitoisuusanalysointilaitteisto. (Kytölä Instruments Oy, OILAN öljyn vesipitoisuusanalysointilaitteiston käyttöohje, 2007)

Analysaattori tarvitsee 230VAC syöttöjännitteen, joka on suojattu 1A sulakkeella. Tehonkulutus on 50VA ja paineenkesto 10 baaria. Vesipitoisuuden virtaviestin lisäksi laitteesta saadaan kosketintieto hälytyksestä. RS232-sarjaliitännän kautta voidaan saada myös vesipitoisuuden, referenssikanavan ja mittauskanavan hetkellisarvot sekä vesipitoisuuden keskiarvo. (Kytölä Instruments Oy, OILAN öljyn vesipitoisuusanalysointilaitteiston käyttöohje, 2007)

6.2.2 Vesipitoisuusanalysointilaitteisto Kytölä OILAN A4 TM-12

OILAN A4 TM-12 on Kytöläin uudistettu versio OILAN OI-0.5-1.2:sta. Laitteen komponentteja on päivitetty, mutta sen toimintaperiaate on silti samanlainen, kuin sen edeltäjällä. Sitä voidaan ohjata reunaan sijoitetulla painonapilla ja vesianalyysi voidaan lukea LCD-näytöltä. Toiminnan kannalta erona edeltäjään on 24 VDC käyttöjännite ja

vesianalyysin tarkkuusmarginaali on parantunut 30 ppm:ään. Laitteen anturi on passiivinen, joten se tarvitsee lisäksi erillisen 24 Voltin jännitteen mittaussiiriin. (Kytölä Instruments Oy, OILAN A4 TM-12 öljyn vesipitoisuusanalysointilaite käyttöohje, 2013)



Kuva 16. OILAN A4 TM-12 vesipitoisuusanalysointilaite. (Kytölä Instruments Oy, OILAN A4 TM-12 öljyn vesipitoisuusanalysointilaite käyttöohje, 2013)

6.3 Mittalaite DTECT X1

Tällä hetkellä mittalaitteena on ollut Schaefflerin valmistama DTECT X1. Sen runkoyksikkö ja multiplekseri (MUX) tarjoavat kahdeksan mittakanavaa käyttöön. Kiihtyvyysanturit, vesianalysointilaite ja öljyn partikkelilaskurit yhteenlaskettuna tarvitaan 16 sisääntuloa käyttöön, joten yhtä kunnonvalvontajärjestelmää kohden tarvitaan kaksi runkoyksikköä ja multiplekseriä. Multiplekserien huonona puolena on kuitenkin se, että vain yhtä mittauskanavaa voi tallentaa samanaikaisesti. Runkoyksiköistä data siirtyy RS232-muotoisena sarjadata COM-serverille, mikä muuntaa sen Ethernet-muotoon.

Laitteesta löytyy myös analogisia ja digitaalisia ulostuloja sekä relekäyttöisiä on/off- ulostuloja hälyttimille, mitä ei kuitenkaan ole käytetty. DTECT X1:n käyttöjännite on 24 VDC ja siinä on pieni LCD-näyttö, josta voi tarkastella arvoja.



Kuva 17. DTECT X1 mittalaite CMU-kaapissa. (Kongsberg Maritime Finland Oy, 2019)

7 UUDET KOMPONENTIT

Tässä kappaleessa esitellään CMS-osaston valitsemat uudet komponentit kunnonvalvontajärjestelmään. Korvattaviksi komponenteiksi on valittu mittalaite, vesianalysaattori ja öljyn partikkelilaskuri.

Vanha mittalaite korvataan, koska sen valmistus on lopetettu. Sen tilalle valittiin SKF:n valmistama IMx-16Plus, jonka etuja edeltäjään ovat edullisempi hinta ja monipuolisemmat käyttöominaisuudet.

Kytölän vesianalysaattorit korvataan Hydacin valmistamalla AS1000 vesianalysaattorilla. AS1000 on pienikokoinen laite, joka voidaan suoraan kiinnittää öljylinjaan, kun taas Kytölän vesianalysaattori on oma kokonaisuutensa, joka vaati myös oman erillisen syöttöjännitteen. Uutena ominaisuutena AS1000 vesianalysaattori pystyy laskemaan vaihtuvasta saturaatiopisteestä riippuvan suhteellisen kosteusmäärän.

Öljyn partikkelilaskuri FAG Wear Debris Monitorin korvaamisesta ei ole tehty vielä päätöstä, joten se rajataan pois tästä opinnäytetyöstä. Tarkoitus on kuitenkin jättää siitä Interface-moduuli pois ja ohjata data suoraan vanhalta mittalaitteelta ylijäävän COM-serverin kautta verkkoon.

7.1 SKF Multilog On-line System IMx-16Plus

SKF:n valmistama IMx-16Plus tarjoaa käyttöön 16 analogista mittakanavaa ja neljä pulssisisääntuloa. Laitteen etuja ovat muun muassa helppo käytettävyys, pieni koko ja datan tallennus pilvipalveluun. Kaikkia mittakanavia voidaan myös tallentaa samanaikaisesti. Tyypillisiä käyttökohteita ovat tuulivoima-, meri- ja prosessiteollisuus. Laite voidaan myös kytkeä PoE-kytkimeen, milloin se saa käyttöjännitteensä ethernet-kaapelin kautta ja tällöin erillistä syöttöjohtoa ei tarvita. Mittalaitteen tuottamaa dataa käsitellään ja monitoroidaan SKF:n @ptitude Analyst -ohjelmalla, joka on pilvipohjainen palvelu. Mittausarvoja voidaan myös tarkastella ja laitetta konfiguroida iOS- ja Android-laitteisiin kehitettyjen sovellusten avulla, jotka toimivat Bluetooth-yhteydellä. (SKF:n www-sivut, 2017)



Kuva 18. Mittalaite IMX-16Plus. (SKF:n www-sivut, 2017)

7.2 Hydac AS1000

Hydacin valmistamaa AS1000 vesianalysaattoria käytetään öljylinjojen online-mittauksiin kunnonvalvonnassa. Laite voi mitata öljyssä olevaa vettä veden aktiivisuuden (a_w) ja suhteellisen saturaation (%RS) perusteella. Veden aktiivisuus ilmaistaan asteikolla 0-1 a_w , missä 0 a_w tarkoittaa täysin vedetöntä öljyä ja 1 a_w täysin vedellä kylästettyä öljyä. Laite lähettää suhteellinen saturaatio -arvon prosentteina (0-100%). Tämän lisäksi AS1000 mittaa nesteen lämpötilaa. (Hydac International, PDF-dokumentti, Ei saatavilla)

Öljyn tilasta saadaan entistä tarkempaa tietoa, sillä vanha vesianalysaattori kykeni ilmoittamaan vain öljyn vesipitoisuuden, joten saturaation tilaa voitiin ennen vain arvioida. Laite on kompaktin kokoinen ja helppo kytkeä. Öljylinjoja ei tarvitse suunnitella kulkemaan analysaattorin läpi, vaan pelkkä kierteillä varustetun T-haaran lisääminen öljylinjaan riittää, johon anturi kierretään.



Kuva 19. Hydac AS1000. (Hydac International, PDF-dokumentti, Ei saatavilla)

Hydac tarjoaa myös moduuleita, joilla anturin lähettämät digitaaliset signaalit voidaan muuntaa HSI TCP/IP tai Modbus TCP verkkoprotokollan mukaiseen muotoon. Haluttu IP-osoite voidaan määrittellä moduuliin M12x1 liitännän kautta. Yhteen moduuliin voidaan liittää kaksi anturia.



Kuva 20. Hydac CSI-B-7. (Hydac International, PDF-dokumentti, Ei saatavilla)

8 RATKAISUT VANHOIHIN JÄRJESTELMIIN

Vanhoista järjestelmistä on olemassa monia erilaisia variantteja riippuen käytetyistä komponenteista ja niiden määrästä. Järjestelmien keskinäiset eroavaisuudet johtuvat seuraavista asioista:

- Käytetty vesianalysointilaite OILAN OI-0.5-1.2 tai OILAN A4 TM-12
- Vesianalysointilaitteiden määrä
- Öljyn partikkelilaskurien määrä
- LAN- tai valokuituyhteys laivan verkkoon

Käytössä on siis useita erilaisia CMS-järjestelmiä ja jokainen voidaan päivittää usealla eri tavalla riippuen vaihdetaanko mittalaite, vesianalysointilaite(t) tai molemmat edellä mainituista.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja esitellään ratkaisu V15-kaapin päivittämiseen, mikä sisältää kaksi OILAN OI-0.5-1.2 vesianalysointilaite, kaksi öljyn partikkelilaskuria ja kytkennän laivan verkkoon perinteisellä LAN-kaapelilla. Työssä päivitetään mittalaite ja vesianalysointilaitteet sekä muutetaan öljyn partikkelilaskureiden datansiirtotapa.

Vanhat asennus- ja kytkentäkuvat päivitettiin ja ne löytyvät tämän opinnäytetyön liitteistä (Liitteet 1 ja 2). Kytkentäkaappiin jouduttiin lisäämään myös yksi Ethernet-kytkin, mihin kytkettiin COM-server, IMx-16Plus ja laivan verkkoyhteys. Kytkimen kautta olisi mahdollista tuoda myös vesianalysaattoreiden data mittalaitteelle CSI-B-7-moduulin kautta, mutta tässä tapauksessa mittakanavissa riittää tilaa kahden vesianalysaattorin kytkennälle.

8.1 Mittalaitteen kytkennät

Vanha mittalaite poistetaan ja sen paikalle asennetaan IMx-16Plus. Isojen Dtect-laitteiden poiston jälkeen kytkentäkaappiin tulee reilusti tilaa, joten IMx-16Plus voidaan asentaa isompi alainen puoli alaspäin ja pystyasennus-optiota ei tarvita. Tällä tavoin asennettuna johtimien kytkeminen on helpompaa ja saadaan siistimpi lopputulos. Mittalaite tarvitsee kuitenkin kääntää siten, että sen liittimet ovat oikealla ja vasemmalla puolella laitetta. Tätä varten laitteen DIN-kiskoliittimelle tarvitsee porata uuden kiinnitysreiät ja kääntää sitä 90 astetta.



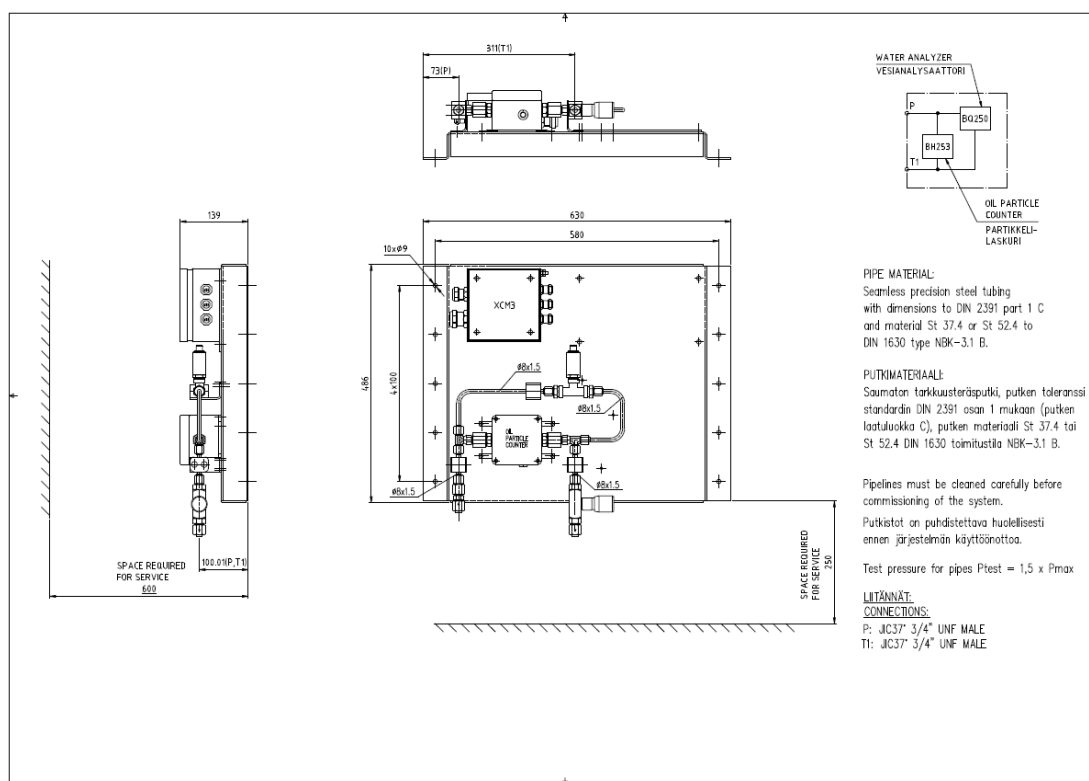
Kuva 21. IMx-16Plus DIN-kiskoliitin. (SKF:n www-sivut, 2017)

Värähtelyanturit kytketään mittalaitteen kanaviin kytkentäkuvan mukaisesti. Samoin johdotetaan valmiiksi riviliittimille myös mittalaitteen tarjoamat kolme relelähtöä

mahdollisia hälytyssysteemeitä varten. Laitteessa on pulssisisäätuloliitännät, joihin tarvitsee kytkeä asianmukainen anturi lukemaan akselin pyörimisnopeutta. Joissain tapauksissa halutaan kytkeä kaksi anturia akselin tarkan asennon selvittämiseksi, joten kaksi liitäntää tulee johdottaa valmiiksi.

8.2 Vesianalysaattoreiden kytkennät

Uudet vesianalysaattorit vaativat putkituksen muutoksen jäähdytys- ja voitelulinjojen paneeleihin. Tähän tarkoitukseen on luotu muutoskiti (Kuva 22.).



Kuva 22. Muutoskuva vesianalysaattorin kytkentää varten. (Kongsberg Maritime Finland Oy, Water analyzer modification kit, 2019)

Vesianalysaattori kierretään sille varattuun paikkaan öljylinjassa ja johdotetaan kytkentäkaapille. Laitteen kytkentä eroaa korvattavasta siten, että vanha vesianalysaattori kytkettiin suoraan syöttöjännitteeseen ja siitä tulee lisäksi erillinen mittauspiiri, joka lähettää 4...20mA signaalia. Uudessa vesianalysaattorissa on perinteisempi kytkentä, jossa siitä kytketään kaksi johdinta syöttöjännitteelle ja yksi johdin signaalitulona.

Signaali kytketään riviliittimeltä galvaanisesti erotettuun signaalimuuntimeen, joka muuntaa signaalin 0...10V jännitesignaaliksi. Uudessa kytkennässä tulee siis yhdistää riviliittimet 15 ja 77 sekä 47 ja 78, jotta galvaanisesti erotettu signaalimuunnin saa myös GND-signaalin. Korvattava vesianalysointilaite toimii 230V vaihtojännitteellä, joten virtaa syöttävien riviliittimien kytkentöjä on muutettava uudelle vesianalysointilaitteelle. Molemmille öljyn partikkelilaskureille on omat 2 Ampeerin sulakkeensa. Partikkelilaskurin virrankulutuksen ollessa 85mA ja vesianalysointilaitteen 30mA, voidaan vesianalysointilaitteiden käyttöjännite johdottaa samasta sulakkeesta. Riviliittimiltä pitää myös poistaa 230V sulakkeilta tulevat johtimet. Muuntimien DIP-kytkinten asetuksia ei tarvitse muuttaa, koska ne on asetettu muuntamaan signaali virrasta jännitteeksi jo korvattavien vesianalysointilaitteiden kohdalla.

8.3 Öljyn partikkelilaskurien kytkennät

Öljyn partikkelilaskureita ei vaihdeta, mutta datan siirtotapaa muokataan. Uuden mittalaitteen mittauskanaviin joudutaan kytkemään myös ACU:lta tulevat signaalit, koska mittalaitteessa ei ole mittakanavien lisäksi sisääntuloliitäntöjä, kuten korvattavassa mittalaitteessa. Tämän vuoksi partikkelilaskureille ei jää vapaita mittauskanavia ja datan siirto mittalaitteelle joudutaan toteuttamaan eri tavalla. Korvattava mittalaite kytketään verkkoon COM-serverin kautta, mikä muuntaa RS-signaalin LAN-muotoiseksi. Mittalaitteen vaihdon johdosta COM-server jää ylimääräiseksi, koska uudessa mittalaitteessa on suoraan LAN-liityntä, joten partikkelilaskurin data voidaan tuoda COM-serverin kautta mittalaitteelle. Interface-moduulia ei enää tarvita ja partikkelilaskuri voidaan kytkeä suoraan COM-serverille. Tätä liitäntää varten piirrettiin kaapeli, jonka toisessa päässä on D-Sub-liitin ja toisessa päässä avoimet johtimet (Liite 3). Lisäksi COM-serverin DIP-kytkimen asetukset tulee muuttaa vastaanottamaan RS485-signaalia, sillä korvaava mittalaite lähetti RS232-signaalia.

DIP switch settings

Mode	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8
RS422, RS485 4-wire bus master	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Term.		OFF
RS485 4-wire automatic control	OFF	ON	OFF	OFF	ON	Term.		OFF
RS485 2-wire automatic control	ON	ON	OFF	OFF	OFF	Term.		OFF

Kuva 23. COM-serverin DIP-kytkimen asetukset. (W&T, PDF-dokumentti, 2015)

8.4 ACU:n signaalit

Uuteen mittalaitteeseen asennetaan erillinen kierroslukuanturi, joten ACU:lta tulevaa signaalia ei enää tarvita. Ohjauskulma- ja kuormasignaaleiden kytkennät pysyvät ennallaan. Myös näiden signaaleiden rajapintana olevan galvaanisesti erotetun signaalimuuntimen DIP-kytkimen asetukset pysyvät samana.

8.5 Ethernet-kytkin

Kytchentäkaappiin tulee lisätä ethernet-kytkin ja ethernet-kaapeleita mittalaitteen, COM-serverin ja laivan verkkoon liittyvän erotuskytkimen yhdistämiseksi. Käyttäjänite laitteelle otetaan sulakkeelta F5, johon myös mittalaite ja ACU:n signaaleiden signaalimuuntimet on kytketty.

8.6 Osalista

Järjestelmän päivittämiseen tarvittavista komponenteista luotiin osalista. Seuraavat osat tarvitaan jokaista päivitettävää potkurilaitetta kohden.

Taulukko 2. Osalista kunnonvalvontajärjestelmän päivittämiseen.

Osa	Määrä
IMx-16Plus	1
Hydac AS1000	2
Riviliitin	6
Ethernet-kaapeli 1m	3
D-Sub kaapeli 1m	2
Kierroslukuanturi	1(2)
Putkituksen muutoskitti	2
Ethernet-kytkin	1

9 UUDET JÄRJESTELMÄT

9.1 Ongelmat ja haasteet tällä hetkellä

Toiveita on esitetty kytkentäkaapin koon ja sisällön standardoimisesta, sillä ne muuttuvat tällä hetkellä myytävien järjestelmien kesken. Järjestelmään valittavan kytkentäkaapin kokoon ja sisältöön vaikuttavat värähtelyantureiden, öljyn partikkelilaskurien ja vesianalysointilaitteiden lukumäärä. Mittalaitteena voidaan käyttää 8 tai 16 kanavaista laitetta, käyttöjännite voi olla 24 tai 230 voltia sekä joihinkin kytkentäkaappeihin voidaan asentaa näyttö arvojen seuraamista varten.

Myytävä järjestelmä tarvitsee usein hinnoitella uudestaan, koska niiden ominaisuudet vaihtelevat keskenään ja samanlaista järjestelmää ei välttämättä ole aikaisemmin myyty. Erilaiset järjestelmät työllistävät myös aina suunnittelijoilta, jotka piirtävät uudet kytkentäkuvat.

9.2 Ratkaisut uusiin järjestelmiin

Edellä mainittuihin haasteisiin on esitetty ratkaisuna kunnonvalvontajärjestelmien osien modulointia (Liite 4). Omaksi kokonaisuudeksi muodostuisi mittalaitteen kytkentäkaappi, jäähdytys- ja voiteluöljyjen paneelit sekä näyttökotelo. Moduulien välillä datansiirto tapahtuisi LAN-kaapeloinnin kautta. Tämä edellyttäisi CSI-B-7-moduulin lisäämistä jäähdytys- ja voiteluöljyjen kytkentäkoteloon sekä ohjelmointityötä ACU:n kontrolleriin, jotta sieltä tulevat signaalit saadaan otettua Ethernet-portista. Mittalaitteen kytkentäkotelosta tarvitsisi tehdä seuraavat neljä eri versiota:

- 8 kanavainen mittalaite ja 24VDC käyttöjännite
- 16 kanavainen mittalaite ja 24VDC käyttöjännite
- 8 kanavainen mittalaite ja 100-230VAC käyttöjännite
- 16 kanavainen mittalaite ja 100-230VAC käyttöjännite

Moduloinnin hyviä puolia ovat mielestäni kytkentäkaappien ja kytkentäkoteloitten standardointi, jolloin komponentit ovat projektista riippumatta yhdenlaisia. Suunnittelu- ja hinnoittelutyötä ei tarvitsisi tehdä uuden projektin kohdalla, vaan jo olemassa olevia kuvia ja tietoja voidaan käyttää. Kaapelointeja ei tarvitse suunnitella uudelleen ja myös kaapelointikustannuksissa säästettäisiin. Signaalimuuntimia ei enää tarvittaisi, sillä virtasignaalit tulisi korvataksi ethernet-yhteydellä.

Huonoja puolia on alkuun suurempi työmäärä, kun uutta järjestelmää joudutaan suunnittelemaan ja testaamaan. Lisäksi CSI-B-7-moduulien lisääminen ja näytöille tarvittavat erilliset kaapit nostavat järjestelmän hintaa jonkin verran, mikä pitkällä aikavälillä tarkastellessa tosin tasaantuu.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda päivityspaketti vanhojen kunnonvalvontajärjestelmien komponenttien vaihtuessa. Työ oli ajankohtainen, koska järjestelmän keskeisimmän komponentin saatavuus oli juuri loppunut. Työn suurimpana haasteena oli

monipuolisen aineiston löytäminen sekä erilaiset työhön liittyvät selvitystyöt, joita jouduttiin tekemään koko projektin aikana. Alkuperäisten kytkentäkuvien epäselvyyden vuoksi käytiin keskusteluja tulisiko kytkentäkuvat piirtää kokonaan uusiksi vai käyttää alkuperäisiä kuvia pohjana. Jälkimmäiseen vaihtoehtoon päädyttiin, jotta uuden järjestelmän asennusvaiheessa vanhoja ja uusia kuvia olisi helpompi verrata keskenään.

Työn lopullinen onnistuminen selviää vasta, kun sitä käytetään ensimmäisen kerran ja huomataan mahdolliset puutteet ja virheet. Työtä voidaan vielä jatkaa myöhemmin, sillä UUC-potkurilaitteissa on käytetty neljää eri järjestelmäversiota, joista yhteen on nyt olemassa piirustukset ja osalista. Jäljelle jääville kolmelle järjestelmälle on helppoa ja nopeaa luoda oma päivityspakettinsa, koska järjestelmät eroavat toisistaan vain vähän ja pohjana niille voidaan käyttää tässä opinnäytetyössä tehtyä työtä.

Työ oli mielenkiintoinen ja haastava. Sen aikana tuli opittua paljon kunnonvalvonnasta ja erilaisista komponenteista, joita järjestelmissä käytetään. Haluan kiittää työssä minua auttaneita Kongsberg Maritime Finlandin insinöörejä sekä yritystä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni heillä.

LÄHTEET

CMT Engineeringin www-sivut. Viitattu 18.9.2019. www.cmte.fi

Globalspecin www-sivut. Viitattu 31.10.2019. www.globalspec.com

Hydac International. PDF-dokumentti. Viitattu 5.11.2019.

Kongsbergin www-sivut. Viitattu 14.9.2019. www.kongsberg.com

Kongsberg Maritimen www-sivut. Viitattu 14.9.2019. www.kongsberg.com/maritime

Kongsberg Maritime Finland Oy. Additional signals from ACU. Viitattu 8.10.2019.

Kongsberg Maritime Finland Oy. Project xxxx General arrangement. Viitattu 8.10.2019.

Kongsberg Maritime Finland Oy. Water analyzer modification kit. Viitattu 5.12.2019.

Kongsberg Maritime Finland Oy. Yrityksen sisäinen tietokanta. Viitattu 13.9.2019.

Kytölä Instruments Oy. OILAN A4 TM-12 öljyn vesipitoisuusanalysointori käyttöohje. Viitattu 1.11.2019.

Kytölä Instruments Oy. OILAN öljyn vesipitoisuusanalysointori käyttöohje. Viitattu 1.11.2019.

Opetushallituksen www-sivut. Viitattu 13.9.2019. WWW03.edu.fi

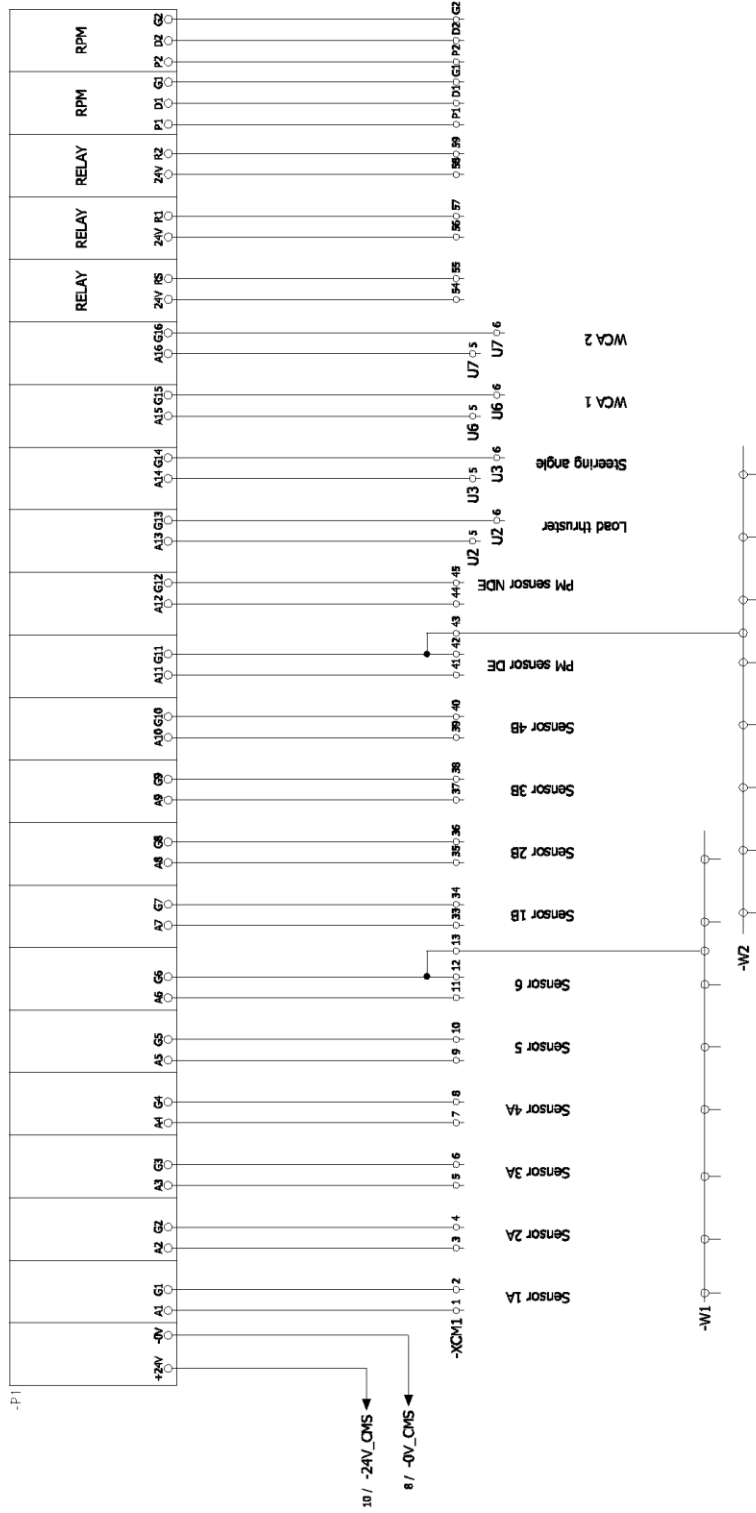
Promaint Ry. Kunnonvalvonnan aika-asteikko. Viitattu 18.10.2019.

Schaeffler Group Industrial. FAG WDM Installation manual. Viitattu 20.10.2019.

SKF:n www-sivut. Viitattu 10.11.2019. www.skf.com

Vaisalan www-sivut. Viitattu 18.9.2019. www.vaisala.com

W&T:n www-sivut. Viitattu 5.12.2019. www.wut.de



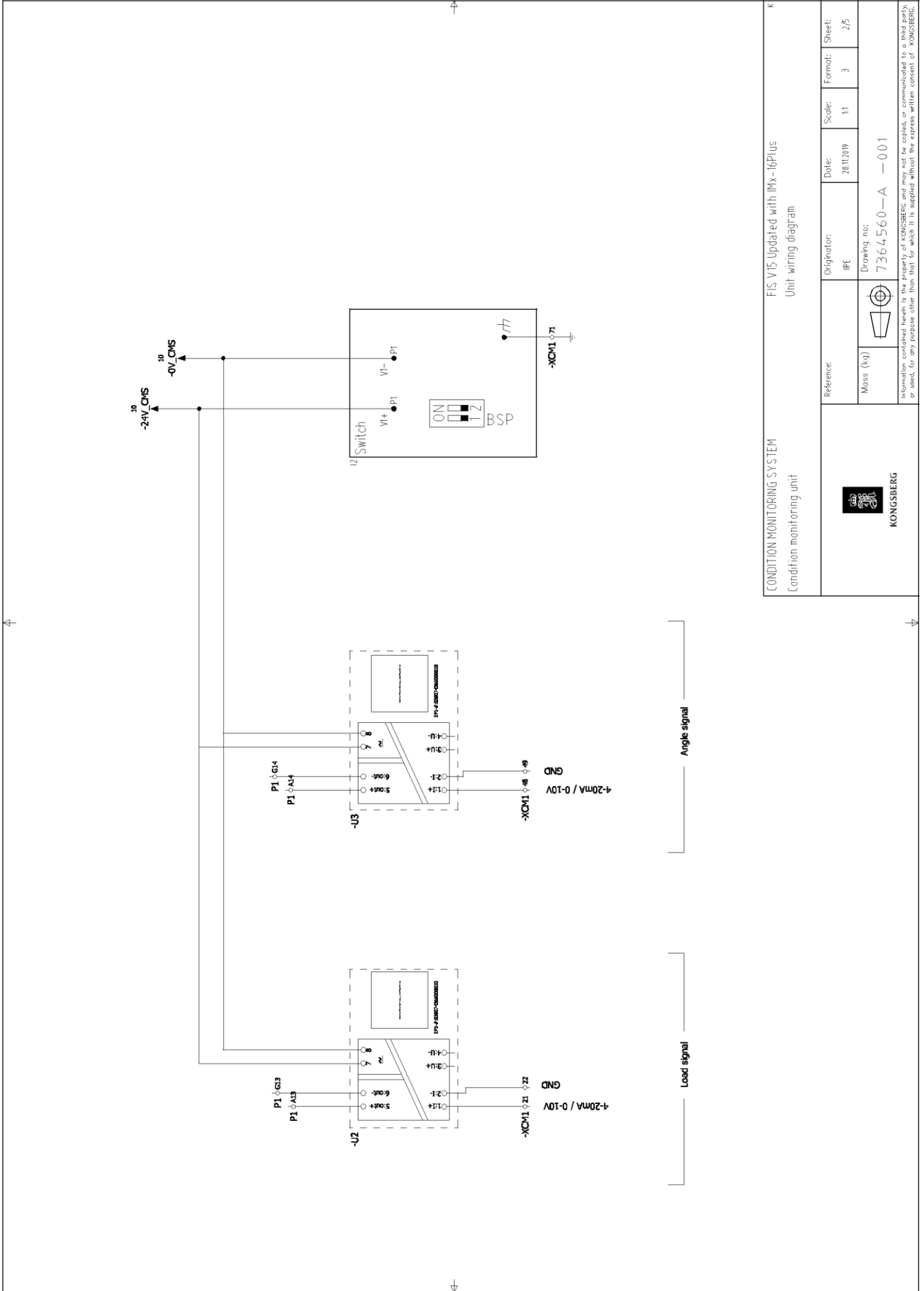
CONDITION MONITORING SYSTEM
 Condition monitoring unit

FIS V15 Updated with IMX-16Plus
 Unit wiring diagram

Reference:	Originator:	Date:	Scale:	Format:	Sheet:
	IFE	28.12.2019	1:1	3	1/5
Moss (kg)	Drawing no:				
	7364560-A-001				

Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.





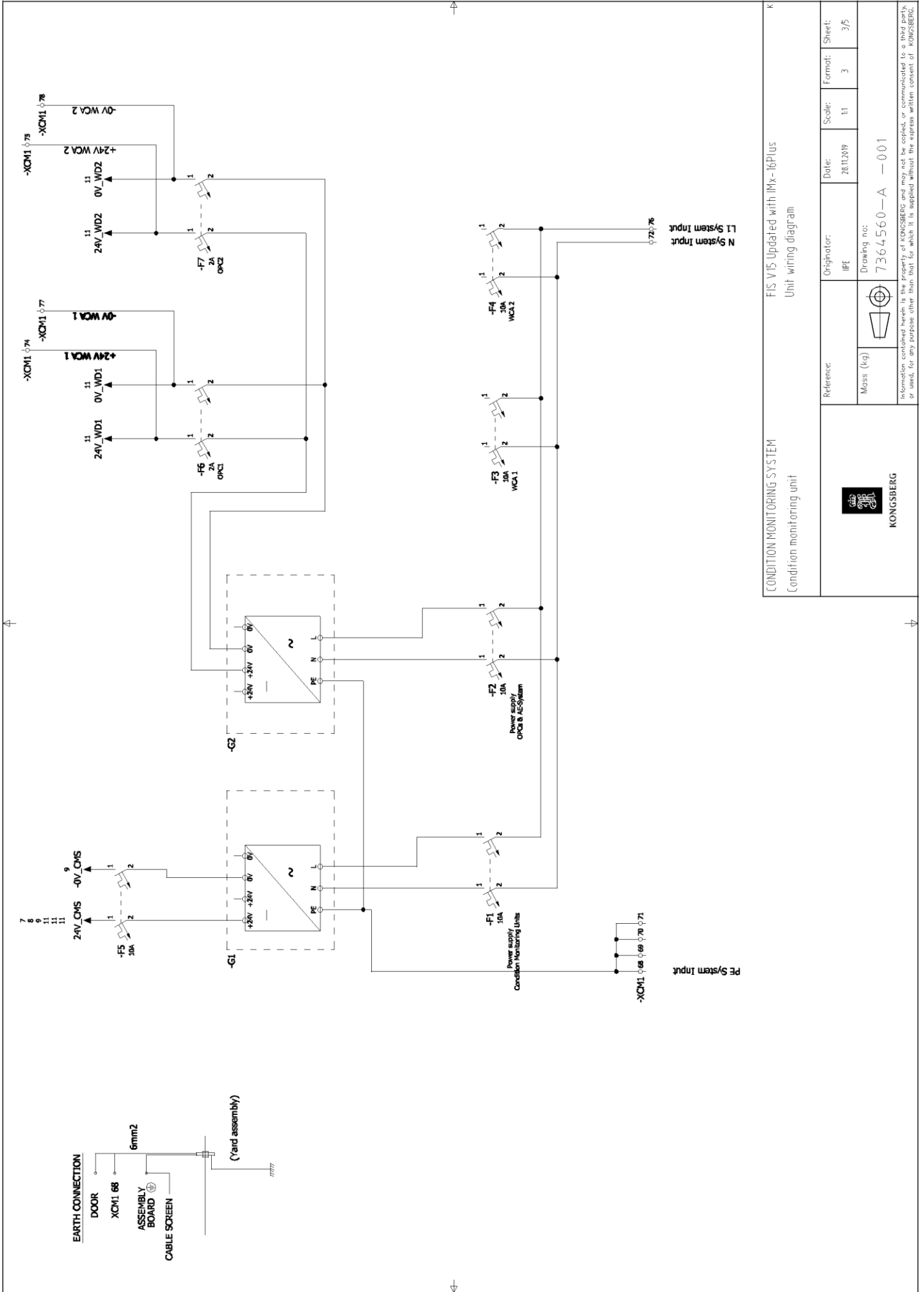
CONDITION MONITORING SYSTEM
Condition monitoring unit


FIS V15 Updated with IMx-16Plus
Unit wiring diagram

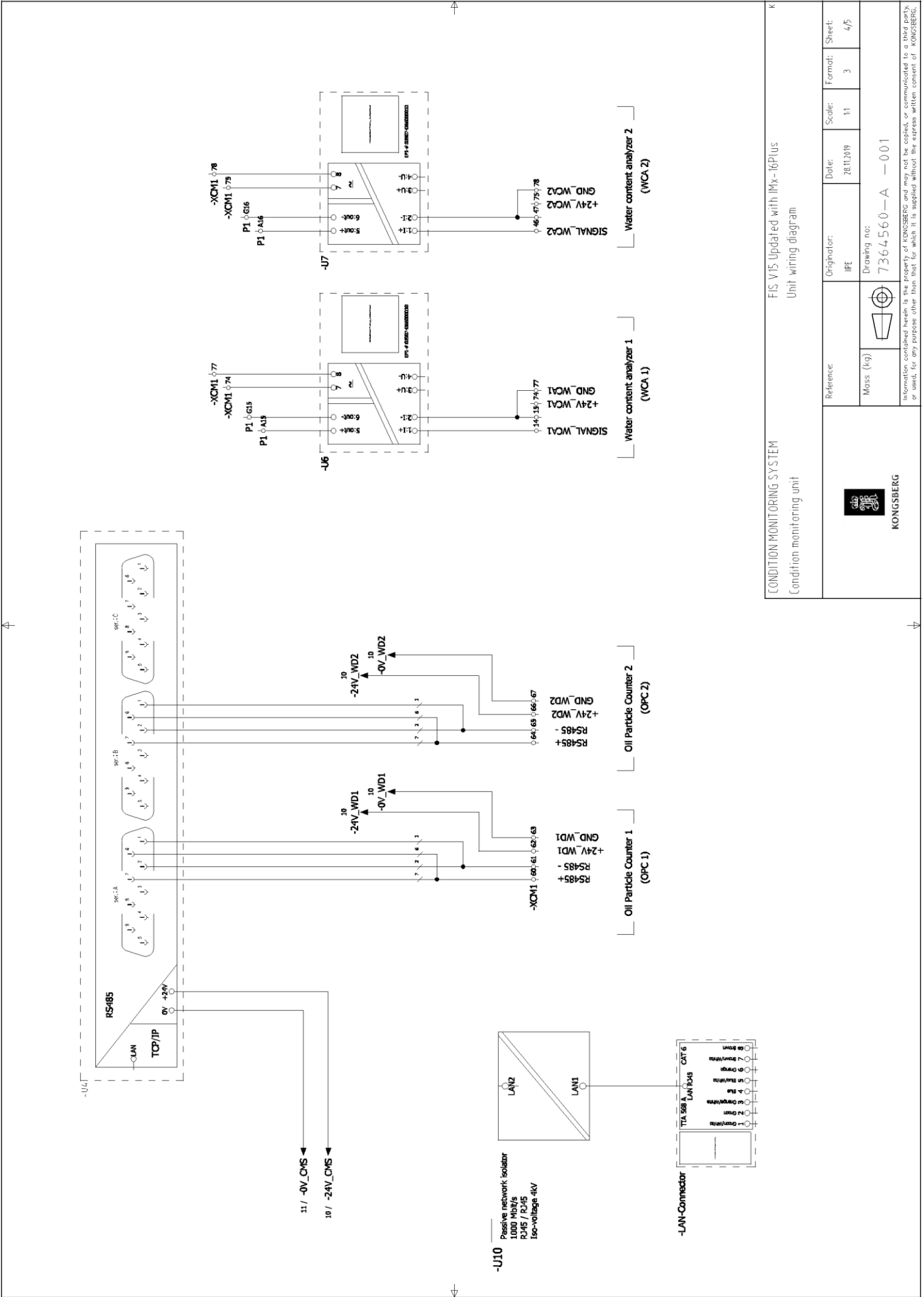
Reference	Originator:	Date:	Scale:	Format:	Sheet:
	IFE	28.11.2019	1:1	3	2/5
Mass (kg)	Drawing no:				
	7364560-A -001				
Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.					




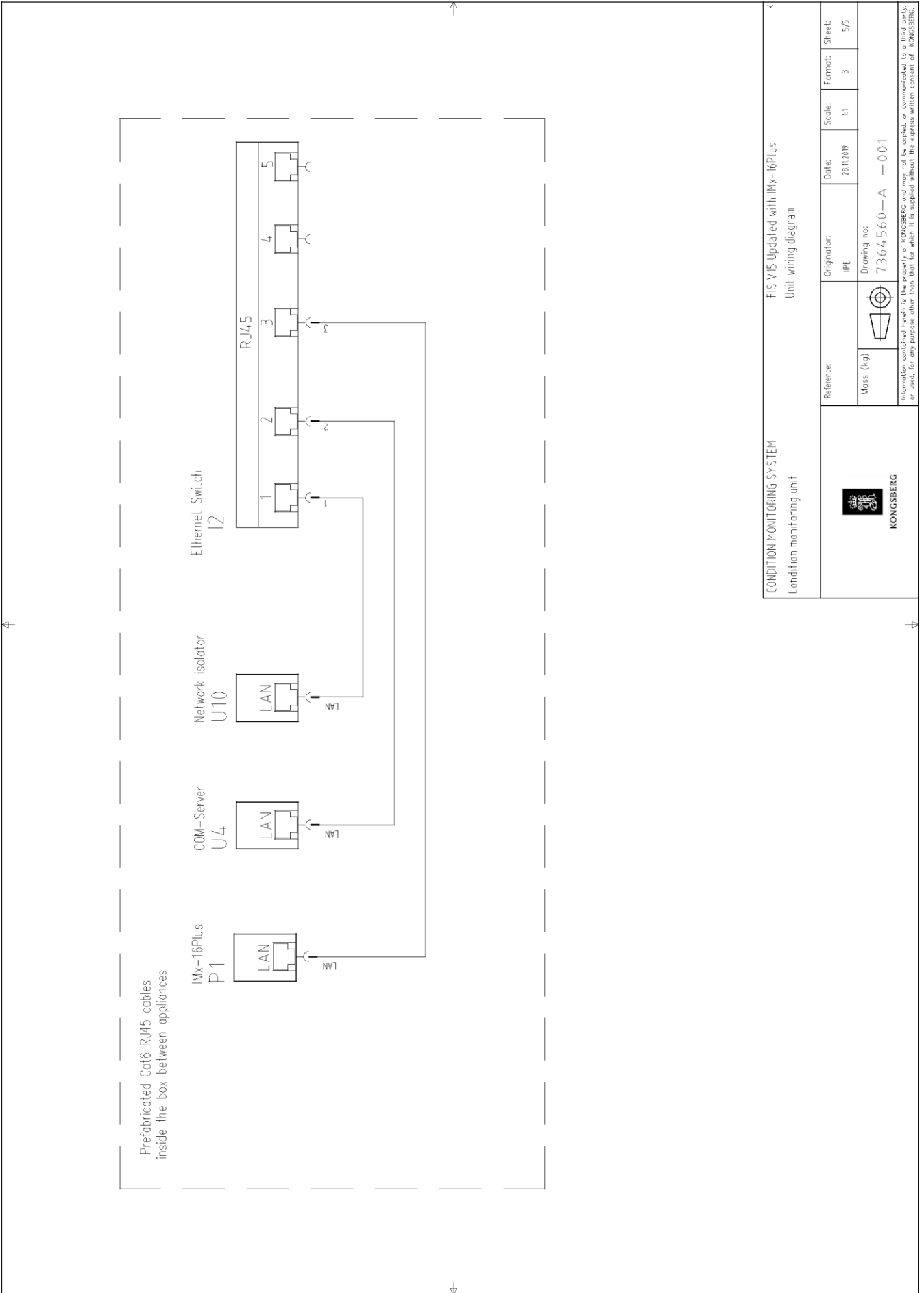
Info Class: LITE 4



CONDITION MONITORING SYSTEM Condition monitoring unit		FIS V15 Updated with IMx-16Plus Unit wiring diagram	
Reference:	Originator: IIFE	Date: 28.11.2019	Scale: 1:1
Mass: (kg)	Drawing no: 7364560-A - 001	Format: 3	Sheet: 3/5
 KONGSBERG			
<small>Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.</small>			

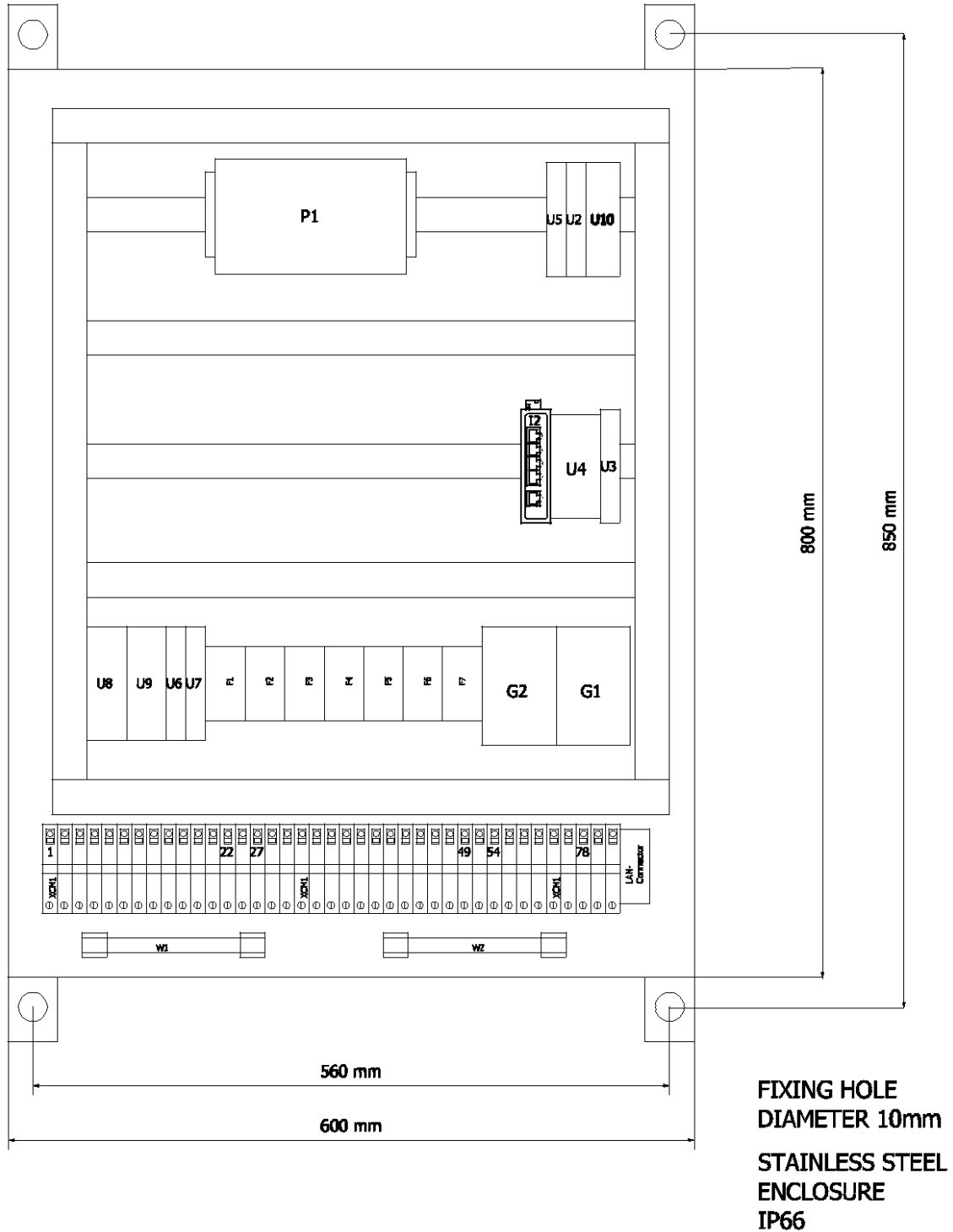


CONDITION MONITORING SYSTEM		FIS V15 Updated with IMx-16Plus	
Condition monitoring unit		Unit wiring diagram	
Reference:	Originator:	Date:	Sheet:
	IFE	28.11.2019	3
Mass (kg)	Drawing no:	Scale:	Format:
	7364560-A-001	1:1	3
 Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.			



CONDITION MONITORING SYSTEM		FIS V15 Updated with IMx-16Plus		K	
Condition monitoring unit		Unit wiring diagram			
Reference:	Originator:	Date:	Scale:	Format:	Sheet:
	IFE	28.11.2019	1:1	3	5/5
Mass: (kg)	Drawing no:				
	7364560-A - 001				
Information specified herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, reproduced, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.					

Assembly drawing



CONDITION MONITORING SYSTEM
Condition Monitoring Unit

FIS V15 Updated with IMx-16Plus
Assembly drawing

K



Reference:

Originator:

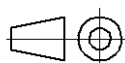
Date:

Scale:

Format:

Sheet:

Mass (kg)
45

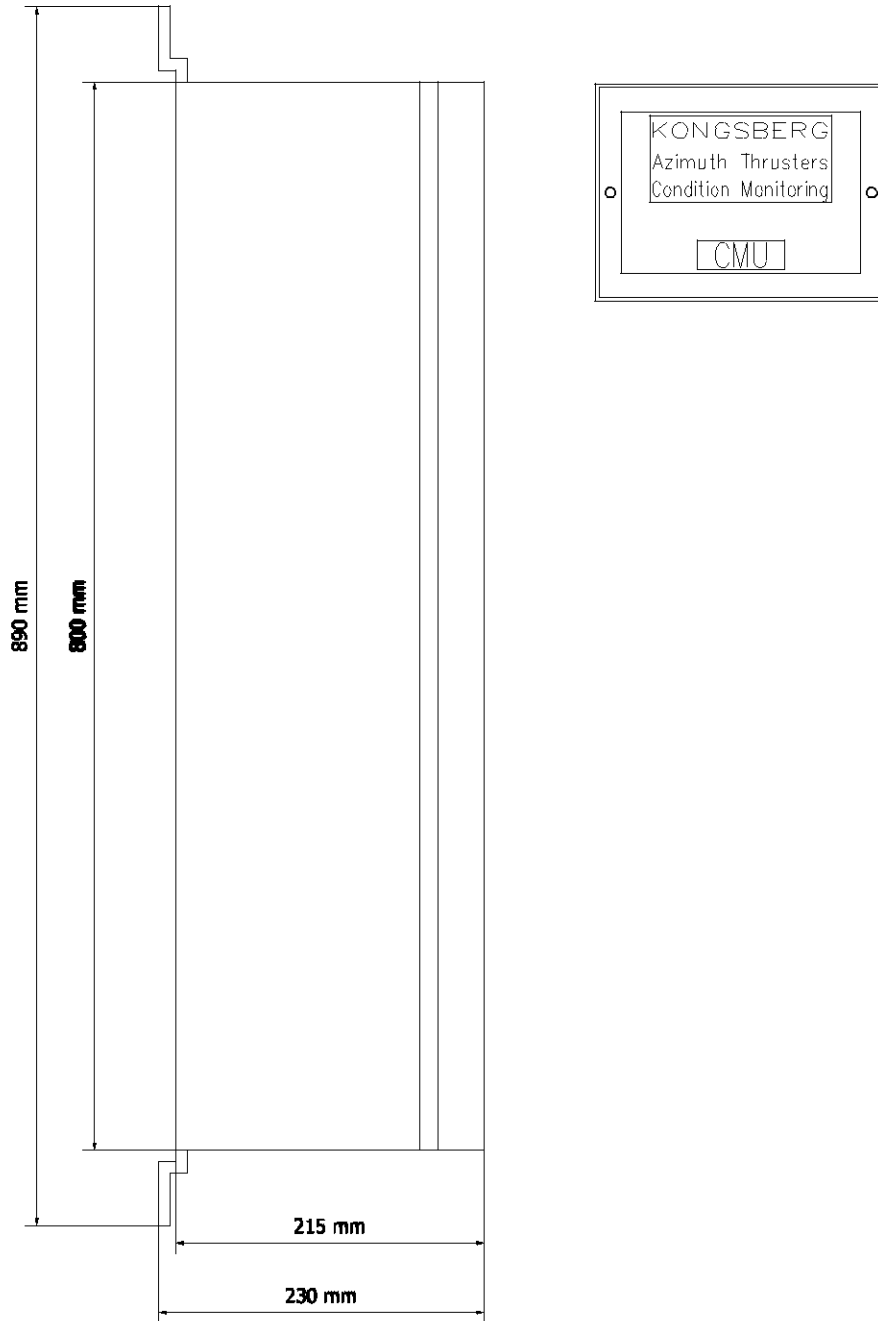


Drawing no:
7453147-A -001

Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.

Info Class: Limited

LIITE 2 (2/3)



CONDITION MONITORING SYSTEM
Condition Monitoring Unit

FIS V15 Updated with IMx-16Plus
Assembly drawing

K



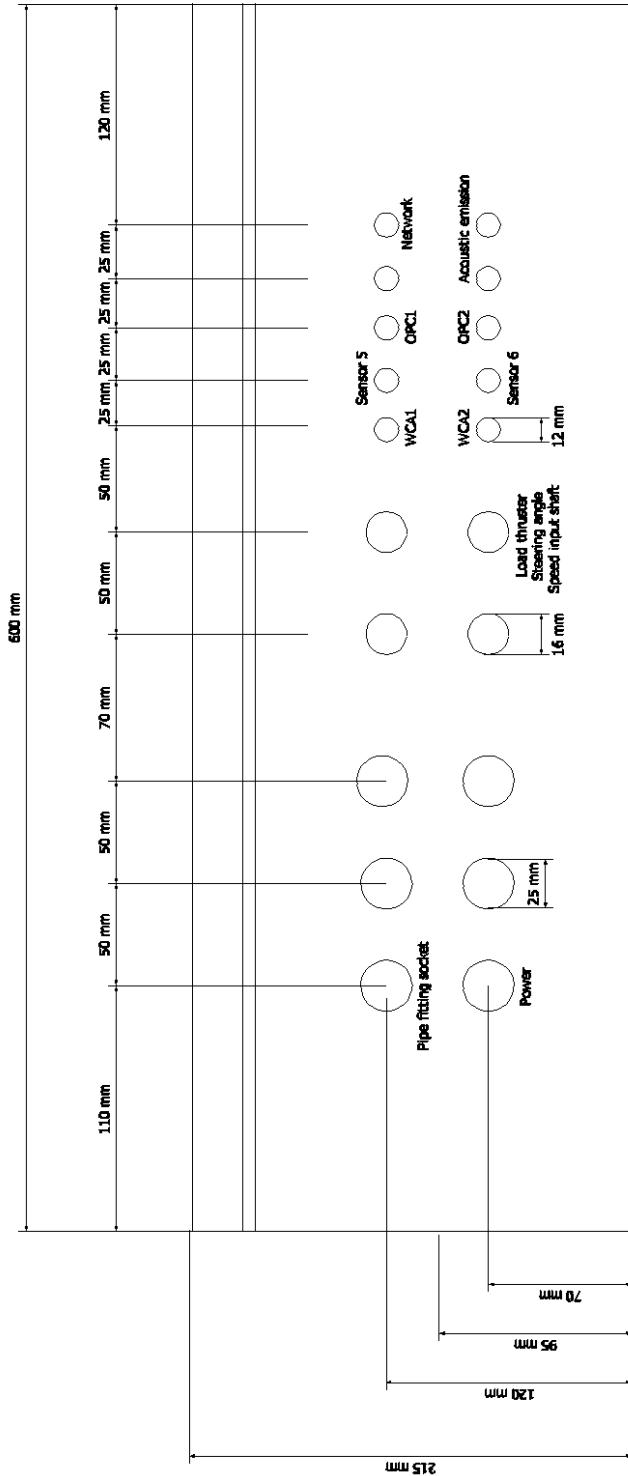
Reference:	Originator:	Date:	Scale:	Format:	Sheet:
	IIFE	10.12.2019	1:1	4	2/3

Mass (kg)		Drawing no:
45		7453147-A -001

Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.

Info Class Limited

Flange plate



CONDITION MONITORING SYSTEM
Condition Monitoring Unit

FIS V15 Updated with IMx-16Plus
Assembly drawing

K



Reference:

Originator:

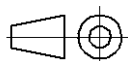
Date:

Scale:

Format:

Sheet:

Mass (kg)
45

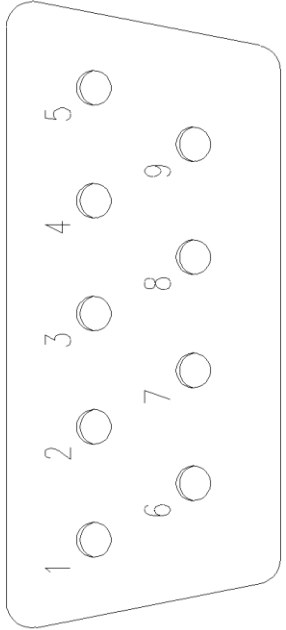
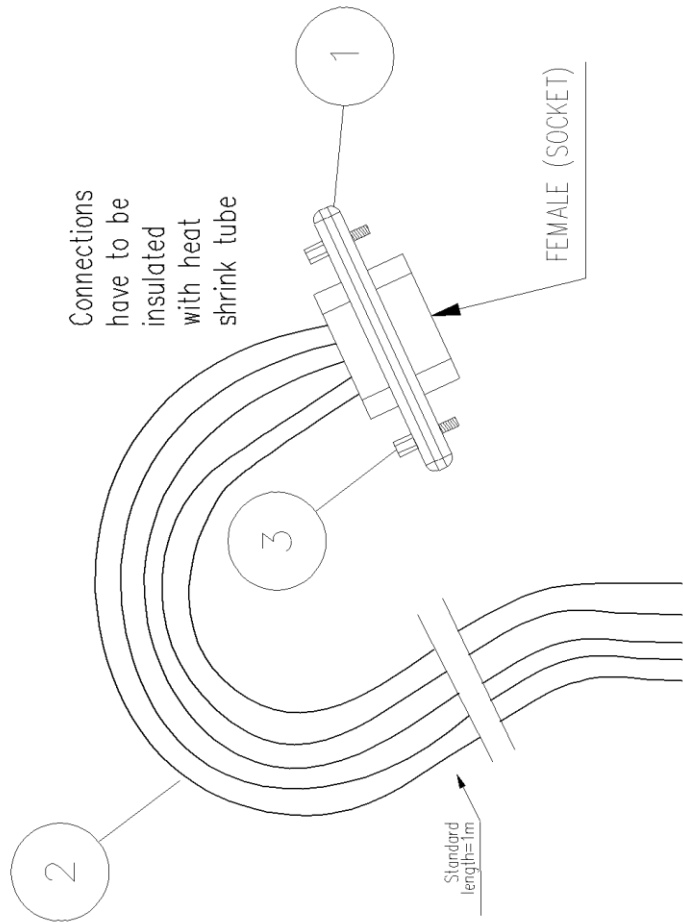


Drawing no:
7453147-A -001

Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.

Info CLASS Limited

LIITE 3



Connector Pin Numbers

All wires have to be marked to meet the pin where the wire is connected to. E.G wire from pin 6 -> mark: 6

ACUAPLOT CONTROL SYSTEM		Assembly drawing	
D-SUB connector with open wires		Originator:	Sheet: 1/1
		Date:	Format: 3
		28.11.2019	E1
Reference:	Originator:	Drawing no:	
Mass (kg)	IFE	7364561-A -L01	
<small>Information contained herein is the property of KONGSBERG and may not be copied, or communicated to a third party, or used, for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of KONGSBERG.</small>			

