



samk

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MARKO KUUSENOJA

Merenkulun ohjausjärjestelmien älykäs diagnostiikka

Innovaatio- ja teknologiatiekartta, datankeruu
käytännössä ja sovelluskohteet

TEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2023

TIIVISTELMÄ

Kuusenoja, Marko: Merenkulun ohjausjärjestelmien älykäs diagnostiikka: innovaatio- ja teknologiatiekartta, datankeruu käytännössä ja sovelluskohteet
Opinnäytetyö, ylempi AMK
Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Marraskuu 2023
Sivumäärä: 108

Merenkulun digitalisaatioon ja kehitysprojektien harmonisointiin liittyy haasteita ja tuntemattomia kehityspolkuja; Eri toimittajien tiedonkeruujärjestelmät pitäisi saada palvelemaan yhtä laivasto- tai aluskohtaisia toimintoja ohjaavaa, valvovaa ja palvelevaa järjestelmää. Järjestelmätoimittajien laitteet ja ratkaisut ovat suunniteltu toimivaksi muiden toimittajien laitteista ja ohjelmistoista erillisinä järjestelminä, eivätkä ne useinkaan tietoteknisessä mielessä keskustele keskenään. Samankaltainen haaste liittyy myös järjestelmistä kerätyn datan käyttöasteeseen. Datan käyttö jää usein kertaluonteiseksi, vaikka se voisi palvella pitkiä aikoja esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmissä ja yritysten päätöksenteossa.

Työssä käytiin läpi potkurilaittejärjestelmien digitalisoitumisen nykytilaa ja prosesseja sekä tutkittiin ja tunnistettiin käytännön kehitysprojektin kautta tulevaisuuden kehitystarpeita. Työssä myös käytiin läpi tarvittava datankeräys, joka mahdollisti laitekohtaisen käyttöastetiedon tallentamisen, profiloinnin, sekä periaatetasolla datan jatkokäytön toimeksiantajan ja loppuasiakkaan toiminnanohjauksessa. Pilottiprojektissa tallennettiin ja käsiteltiin hinaajaluokan potkurilaitteen ohjausjärjestelmän prosessidataa.

Työn tavoitteena oli tutkia, voitaisiinko eri datankeruu-online-järjestelmistä innovoida uusi tuote, palvelu tai prosessi, joka linkittyisi mahdollisimman nopeasti loppuasiakkaan ja toimeksiantajan järjestelmään. Käytännön projektin toteutuksen yhteydessä syntyi kehitysvaiheita ohjaava Stage Gate -prosessikaavio ja kokonaisvaltainen mittaamista, datan keruuta ja käyttöä kuvaava innovaatiotiekartta. Tulosten tai päätelmien perusteella voitiin sanoa, että muun muassa yksinkertaisen käyttötuntidatan arvo moninkertaistui, kun se sama tieto palveli useita järjestelmiä ja parhaimmillaan opetti käyttäjiään tekemään parempia päätöksiä ja palveli hyvin esimerkiksi luotettavuuskeskeistä kunnossapitostrategiaa. Tulevaisuuden kehityspolkuja arvioitiin myös asiakaskyselyn avulla. Kyselyn avulla saatiin selville, että asiakkaat ymmärsivät palvelumallien muutoksesta ja digitalisoinnista riittävästi voidakseen omaksua niiden käytön. Lopuksi voitiin todeta, että projektissa olisi jatkokehityksen tarpeita ja että kaikkia suunniteltuja tutkimusmenetelmiä ja tuloksia ei voitu vielä hyödyntää – ainakaan tämän opinnäytetyön tarpeisiin. Työstä syntyi myös käytännön liiketoiminnan mahdollisuus, kun tarkasteltiin kehitetyn tuotteen kannalta kaikkien päivitettävissä olevien ohjausjärjestelmien määrää.

Avainsanat: digitalisaatio, tiekartta, reunalaskenta, kunnonvalvonta, luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Abstract

Kuusenoja, Marko: Intelligent diagnostic services for maritime control systems: innovation and technology roadmap, practical data collection, and application areas

Master's thesis

Master of Engineering

November 2023

Number of pages: 108

The digitalization of the maritime industry and the harmonization of development projects involve challenges and unknown development paths. The data collection systems of different suppliers should be integrated into a single system that controls, monitors, and serves at a fleet level - or vessel-specific functions. System providers' devices and solutions are designed to operate as separate systems. Systems from different suppliers do not often communicate with each other technologically. A similar challenge also relates to utilizing the data collected from systems. Data usage often remains one-time, even though it could serve for extended periods, for example, in operational control systems and data-driven business decision-making.

The work reviewed the current state and processes of maritime system digitalization and identified future development needs through a practical development project. The necessary data collection for storing device-specific data, profiling, and, at a conceptual level, the further use of data in the client's and end customer's operational control were also discussed. In the pilot project, process data from the tugboat class propulsion control system was collected and processed.

The goal of the work was to explore whether a new product, service, or process could be innovated from different online data collection systems, which would be linked to as many client and deliverer systems as possible. During the practical project implementation, a Stage Gate process diagram and a comprehensive process diagram describing measurement, data collection and usage were created. Based on the results or conclusions, it can be said that the value of, for example, simple running hour data multiplies when the same information serves multiple systems and, at best, teaches its user to make better decisions and serves reliability-centered maintenance strategies.

Future development paths were also assessed through customer surveys. The survey revealed that customers understand the changes in service models and digitalization enough to adopt their use. Finally, it could be concluded that there is a need for further development in the project and that not all planned research methods and results could be utilized - at least for the purposes of this work. The work also generated a practical business opportunity when considering the number of upgradable control systems for the newly developed product.

Keywords: digitalization, roadmap, edge computing, condition monitoring, reliability-centered maintenance.

ALKUSANAT

Kiitos koko Light Monitoring System -työryhmälle, erityisesti Taru Väänttiselle, Lauri Lounasvaaralle, Aki Haaslahdelle ja Anne Kalliolle hyvästä yhteistyöstä, neuvoista ja tuesta, mitä olen teiltä saanut. Taru Väänttisen kandityö on toiminut projektin alusta alkaen innoittavimpana lähteenä antaen kevytmonitorointijärjestelmälle tarkoituksellista käyttöä. Lauri Lounasvaaran kanssa yhteistyössä kehitetyt HMI/SCADA-näyttösovellukset ja kehitysprojektit ovat parantaneet ja laajentaneet projektin käyttömahdollisuuksia. Loppukäyttäjiltä saatu palaute - erityisesti Alfons Håkansin henkilökunnalta - on toiminut pohjana LMS-järjestelmän käyttöliittymä- ja tarvesuunnittelulle. Alfons Håkansin Jupiter-niminen hinaaja toimi ensimmäisten vianselvitystapausten mahdollistajana ja pilottiprojektina. Anne Kallion, Lars Saarisen ja Mikko Karppisen asiantuntemus elinkaarilaskennassa, kunnonvalvontapalveluissa ja niiden työkaluissa on ollut tärkeää tulevaisuuden tutkimukselle ja on keskeistä luotettavuuskeskeisen kunnonvalvontastrategian kannalta. Kiitos myös Kongsberg Maritime Finland Oy:lle mahdollisuudesta tutkia ja toteuttaa uusia innovaatioita.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 KONGSBERG MARITIME FINLAND OY	11
3 AIHEEN ESITTELY	12
3.1 Reliability-Centered Maintenance	15
3.2 Laakerin käyttöiän määrittäminen	18
4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA HAASTEET	19
4.1 Tutkimusongelma ja -kysymykset	20
4.2 Validiteetti ja reliabiliteetti	24
4.3 Eettiset kysymykset	25
4.3.1 Kestävä kehitys ja vastuullinen liiketoiminta	26
4.3.2 Vaikutus henkilöstön työtehtäviin ja osaamistarpeeseen	26
4.4 Viranomaisten ja luokituslaitosten vaatimukset	27
4.5 Tietoturva merenkulussa	27
4.6 Tulosten tarkastelun haasteet	30
5 TUTKIMUSMENETELMÄT	30
5.1 Tutkimusmenetelmien valinta	31
5.2 Innovaatiotutkimus	32
5.3 Delfoi-menetelmä osana tuotekehitysprojektin hallintaa	33
5.4 Teknologia-/suunnittelutiekartta osana tuotekehitysprojektin hallintaa	35
5.5 Toteutettavuustutkimus ja tuotekehitysprojekti	36
5.6 Stage-Gate-malli tuotekehitysprojektin ohjauksessa	37
5.7 Kyselytutkimus	39
5.8 Edelläkävijäanalyysi	40
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	42
6.1 Light Monitoring System -tiedonkeruujärjestelmä	43
6.1.1 Grafana	44
6.1.2 Influxdb-aikasarjatietokanta	45
6.1.3 ModbusTCP-protokolla	45
6.1.4 Järjestelmän asennus ja käyttöönotto	46
6.1.5 DMZ-reunalaskentakoneen toiminta	52
6.2 Laitekohtaisen käyttöasteen selvittäminen	52
6.3 Data-integrointi -testit ja Node-RED	54
6.4 Datat vieminen ulkoisiin valvontajärjestelmiin – CMS Web Portal	57
6.5 Kyselytutkimuksen toteutus	58
7 TULOKSET	62

7.1 Tulosten hyödyntäminen tulevaisuuden hahmottamisessa	62
7.2 Kyselytutkimuksen tutkimusote	63
7.3 Strategia- ja toimintasuunnitelma	65
7.4 Teknologia-liikennekartta	67
7.4.1 Kehitystyön prosessin eteneminen vaiheittain Stage-Gate- hallinnan mukaisesti	69
7.5 Live-data toiminnanohjausjärjestelmässä.....	70
7.5.1 CMS Web Portal ja tilaajapalvelut.....	70
7.5.2 Kevytmonitorointijärjestelmällä saatuja tuloksia.....	72
7.6 Loppukeskustelu ja -arviointi	76
LÄHTEET.....	79
LIITE 1: LIGHT MONITORING PROJECT - DEVELOPMENT ROADMAP (HIGH LEVEL PROCESS MAP).....	81
LIITE 2: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 1 – HARDWARE	82
LIITE 3: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 2 – NETWORK.....	83
LIITE 4: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 3 – SERVICES.....	84
LIITE 5: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 4 – DATA & SYSTEM INTEGRATION	85
LIITE 6: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 5 – BUSINESS MANAGEMENT	86
LIITE 7: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGES 1-2.....	87
LIITE 8: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGES 3-4.....	88
LIITE 9: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGE 5	89
LIITE 10: LIGHT MONITORING SYSTEM – PILOT PROJECT’S NETWORK INFRASTRUCTURE.....	90
LIITE 11: MODBUSTCP -PROTOKOLLA - REKISTERIT	91
LIITE 12: KYSELYTUTKIMUKSEN VASTAUKSET	92
LIITE 13: KYSELYTUTKIMUKSEN ANALYYSI	108

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

3D	Three-dimensional
API	Application Programming Interface
BI	Business Intelligence
CCN	CanMan Node
CMS	Condition Monitoring System
DB	Database
DLU	Data Logging Unit
DMZ	Demilitarized Zone
DNV GL	Det Norske Veritas (Norway) and Germanischer Lloyd (Germany)
DSR	Design Science Research
DTW	Digital Twin
ECR	Engine Control Room
EHM	Equipment Health Monitoring
ERP	Enterprise Resource Planning
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FMECA	Failure modes, effects and criticality analysis
HMI	Human-Machine Interface
IACS	International Association of Classification Societies
IEC	International Electrotechnical Commission
IO	Input/Output
IP	Internet Protocol
ISA	Industry Standard Architecture
KM	Kongsberg Maritime
KMF	Kongsberg Maritime Finland Oy
LMS	Light Monitoring System
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
PDF	Portable Document Format
RCM	Reliability Centered Maintenance
RDS	Remote Diagnostic Services
REST API	Representational State Transfer Application Programming Inter- face

RPM	Revolutions Per Minute
RUL	Reliable Useful Lifetime
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SQL	Structured Query Language
TCP	Terminal Control Protocol
US	Under hull Spider Thruster
USB	Universal Serial Bus

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on tutkia Kongsberg Maritime Finland Oy:n kehitteillä olevien etävalvonta/diagnostiikka ja -vianselvitysratkaisujen tulevaisuutta, kehityssuuntia ja kaupallisia mahdollisuuksia, sekä kehittää uudenlaista osaamista. Kuntoon perustuvan huollon ja ennakoivan kunnonvalvonnan hyödyt ja menetelmät olivat jo tunnettuja aiheita yritykselle, mutta vasta yhdistämällä eri tiedonkeruutekniikoita, voitaisiin saavuttaa niiden täysi hyöty. Järjestelmät vaativat jalostamista, aikaisemmin tuntemattomaan muotoon, mitä tässä tutkimuksessa pyritään osaltaan selvittämään ja kehittämään. Tutkimusta tehtiin enimmäkseen vuosien 2020 ja 2023 välisenä aikana, joten monet asiat ovat jo muuttamassa kehityssuuntaansa. Kun projekti aloitettiin, mitään projektikuvausta tai kehityssuuntia ei ollut vielä olemassa, eikä soveltuvia tutkimusmenetelmiä ollut mietittynä. Nykyään yrityksellä on käytössään edullinen ja ketterä tiedonkeruujärjestelmä, mille on kysyntää markkinoilla.

Maailmalla, markkinoilla, on selvästi kasvava trendi ja lisääntynyt tarve erilaisille kunnonvalvonta-, tiedonkeruu- ja mittausjärjestelmille. Digitalisaatio on keskeisessä asemassa useiden yritysten kehitystavoitteita. Datan kerääminen on osoittautunut helpoksi toteuttaa, mutta sen jälkeen mahdolliset jatkoprosessit jumittuvat paikoilleen. Datan jakaminen yli organisaatorajojen moninkertaistaa liiketoiminnan ja innovoinnin (Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra 1, 2023) (Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra 2, 2023).

Tutkimuksen aloitushetkellä ei ole vielä selvä asia, miten uudet järjestelmät voisivat parantaa palveluita tai millaisia investointeja, uusiin tai vanhoihin projekteihin tarvittaisiin. Monissa projekteissa kerätään paljon dataa, mutta esimerkiksi kunnonvalvonnassa – värähtelymittauksiin perustuvassa palvelussa – trendin seuraamisen lisäksi vain viimeisiin mittauksiin on tarkoitus

reagoida nopeasti. Järjestelmien tuottamaa vanhaa historiadataa kerääntyy valtavasti ja sitä ei hyödynnetä täysimääräisesti.

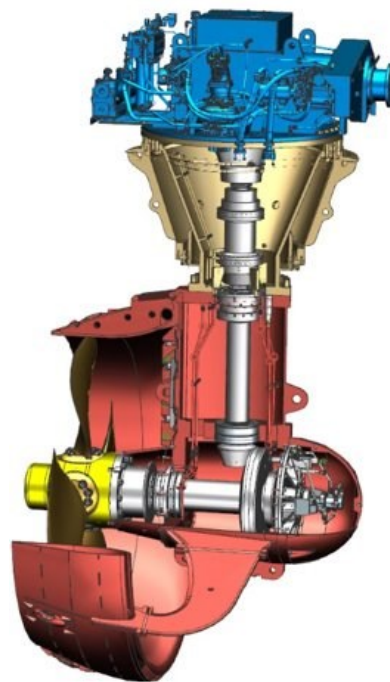
Kongsberg Maritime Finland Oy aloitti 2019 ohjausjärjestelmän datan keräykseen liittyvän Light Monitoring -nimisen projektin, missä selvitettiin eri rajapintojen yhteensovittamista. Kirjoittaja itse on ollut mahdollistamassa projektin onnistumista vuodesta 2019 asti ja nyt, tämän työn kirjoitushetkellä, se näyttäisi etenevän pilottivaiheesta kaupalliseen ratkaisuun asti. Kun näin tapahtuu, tarvitaan organisaatiotasolla muutoksia, kuten työtehtävien tarkennuksia, työn ohjausta, ylläpitosuunnittelua ja uusia analysointipalveluita.

Kongsbergilla oli tätä työtä kirjoittaessani menossa muitakin tutkimuksia samaan tiedonkeruuratkaisuun/projektiin liittyen; Tämä tuli lopulta kirjoittajalle yllätyksenä, kun saatavan tiedon määrä, 2022 joulukuussa, kasvoi, mutta toisaalta uudet ”raflaavat” aiheet kiinnostavat nopeasti koko kuulijakuntaa ja jokainen haluaa niistä palan itselleen.

Tässä opinnäytetyössä esitettyjä ajatuksia ja asioita on esitetty osaksi kirjoittajan asiantuntemukseen perustuen. Kirjoittajalla, eli opinnäytetyön tekijällä, on tämän työn kirjoitushetkellä yli 15 vuoden työkokemus Rolls-Royce Oy Ab:lla ja Kongsberg Maritime Finland Oy:lla erilaisista mittaus- ja kunnonvalvontaratkaisuksista, projekteista ja kunnonvalvontaorganisaation toiminnanohjauksesta, ylläpitotehtävistä, testauksesta, kehitystyöstä, asennustöistä, raportoinnista, yms. mittaustekniikkaan liittyvistä tehtävistä. Opinnäytetyön tekijän kokemus ja tieto toivat työhön arkiajatteluun perustuvia kehittämistyön päätelmiä.

2 KONGSBERG MARITIME FINLAND OY

Kongsberg Maritime Finland Oy on Suomessa toimiva merenkulun teknologi-
oihin erikoistunut yritys. Kongsberg Maritime, lyhyemmin "KM", kuuluu Kongs-
berg Groupin emoyhtiöön. KM on yksi emoyhtiön tulosvastuullisista segmen-
teistä ja Suomen osakeyhtiö on osa tätä divisioonaa. Muut Kongsbergin divi-
sioonat keskittyvät puolustus- ja ilmavoimien, sekä digitalisaation erikoisalojen
markkina-alueisiin. KM:lla on asiakassuhteet noin 30 000 eri alukseen, seg-
mentti työllistää noin 7300 henkilöä ja sillä on 117 konttoria 34 eri maassa
(Kongsberg 5, 2021). Suomessa Kongsberg Maritime Finland Oy on erikoistu-
nut merenkulun potkuri-/työntölaitteiden, englanniksi "thruster", suunnitteluun,
kokoonpanoon ja huoltoon. Lisäksi yritys toimittaa ohjausjärjestelmiä, varaosia
ja erilaisia tukijärjestelmiä (Kongsberg 3, 2021). Seuraavassa kuvassa 1 on
esitetty 3D-malli US 255 -laitteesta. Laite on yleisesti käytetty hinaajaluokan
aluksissa. Potkurilaitteessa on lukuisia mitattavissa olevia suureita ja ilmiöitä,
joista voidaan tallentaa dataa suoraan prosessitiedosta ohjausjärjestelmän
kautta, lämpötila- tai paineantureilla, kiihtyvyyssantureilla sekä laivan järjestel-
mästä.



Kuva 1. US 255 -potkurilaitteen 3D-mallista renderöity kuva, josta erottuvat
potkurilaitteen keskeisimmät mekaaniset komponentit

Suomessa KM:lla on konttoreita Kokkolassa, Turussa ja Raumalla. Rauman yksiköllä on pitkä historia merenkulkualalta ja sen toiminta ulottuu Hollming Oy:n aikoihin asti, jolloin Raumalla tehtiin vielä puulaivoja ja maksettiin sotakorvauksia. Ensimmäinen Aquamaster-potkurilaitte valmistui 1965 ja sen jälkeen yksikön omistaja on vaihtunut mm. Vickersiin, Rolls-Royceen ja sittemmin Kongsbergiin. Rolls-Royce lopulta luovutti Commercial Marinen, mukaan lukien kaikki Suomen yksiköt, Kongsbergille 1. huhtikuuta 2019.

Kongsberg Maritime Finland Oy:n Kokkolan yksikössä valmistetaan vesijettityyppisiä työntölaitteita, sekä kehitetään niihin liittyviä järjestelmiä. Turussa puolestaan kehitetään autonomisten ja älykkäiden alusten järjestelmiä.

3 AIHEEN ESITTELY

Tässä työssä esitetyt järjestelmät, prosessit ja tutkimustulokset ovat syntyneet mm. Light Monitoring System -kehitystiimin kanssa ja tiimin kesken käytyjen keskustelujen ja haastattelujen pohjalta. Light Monitoring System, lyhennettynä LMS, on kehitetty projektia varten perustetun työryhmän pohdintojen ja suunnitelmien perusteella. Tämän opinnäytetyön kirjoittaja on ollut itse mukana projektin ohjausryhmässä, kun projekti aloitettiin vuonna 2019 ja on sovittu, että projektissa laadittuja materiaaleja ja aineistoa voidaan käyttää tässä opinnäytetyössä (Lars Saarinen, Anne Kallio, 2022). Työhön otettiin mukaan myös vuoden 2022 Bonustavoitetyöryhmän tulokset, mihin sovelsin monia tässä työssä esitettyjä tutkimusmenetelmiä (Kuusenoja;Lounasvaara;Fagerholm;& Peltonen, 2022).

Tämä tutkimus liittyy huolto-osaston, eli englanniksi ”Global Customer Support”, teknisen tuen ja kunnonvalvontaosaston palveluihin ja tuotteisiin. Huolto-osasto vastaa asiakkaiden huoltotarpeista, apunaan mm. huollon johto, operatiivinen huoltoryhmä, varaosamyynti, suunnitteluosasto sekä tekninen tuki.

Tekninen tuki selvittää asiakkaiden raportoimia vikoja ja ongelmia tuotteissa, käyttäen avuksi kaikkia muitakin edellä mainittuja toimintoja.

Digitalisaatiosta ja datankeruusta puhuttaessa projektin aihe ei sinänsä ole uusi asia. Kunnonvalvontaosaston, englanniksi ”Equipment health monitoring & Condition Monitoring Systems”, tai lyhyemmin EHM- ja CMS-osaston tarjoamista palveluista ja tuotteista tärkein on online-kunnonvalvontajärjestelmä. Tämä palvelu tai tuote on ollut jo olemassa vuodesta 2008 asti. Asiakkaat voivat tilata CMS-osastolta milloin tahansa yhteenvedon laitteidensa kunnosta tai vaihtoehtoisesti kuukausittaisin tai neljännesvuosittain laaditun tilannekatsauksen. Edellä mainittu raportointi on mahdollista myös vuorokauden sisällä. Joten, digitalisaatiota on jo alkeellisella tasolla osattu hyödyntää hyvin. Teknologia on kuitenkin harpannut huimia askeleita 15 vuodessa ja datan keruusta/louhimisesta, sekä analytiikasta, on tullut avainasioita liiketoiminnan ja palveluiden kehittämiseksi.

Tulevaisuuden digitaaliset diagnostiikka- ja etävalvontajärjestelmät hyötyvät teknisen tuen järjestelmäkohtaisesta tiedosta, sekä kunnonvalvontaosaston mittausteknisestä osaamisesta ja tuotteiden pitkästä huoltohistoriasta. Yhteensovittamalla tekniikoita ja historiadataa pystyttäisiin selvittämään vikaantumisia juurisyytasolla, niin että arvio perustuu mittauksista saatuun dataan ja on verrattavissa mm. simuloituihin järjestelmiin. Simulaatiot ja simulaattorit ovat yksi kehitystarve lisää.

Merkittäviä kuluja loppuasiakkaille ja Kongsbergille syntyy esimerkiksi, kun Kongsbergin tai loppuasiakkaan henkilöstöä matkustaa eri maiden välillä. Pelkästään mobilisaation takia huoltotoiminta voi synnyttää ison hiilijalanjäljen ja ylimääräisiä kuluja. Jos käyttöönottoihin osallistumista voitaisiin rajata ja varsinaista prosessia tehostaa datan ja automaation avulla, saataisiin monissa asioissa säästöjä aikaiseksi.

Merkittävin haaste alalla liittyy eri osa-alueiden harmonisointiin tai yhteen liittämiseen, missä eri toimittajien - sisäisten sekä ulkoisten - järjestelmät pitäisi saada palvelemaan koko palvelukokonaisuutta. Tässä opinnäytetyössä oli,

muiden tavoitteiden lisäksi, tarkoitus etsiä uusia kaupallisesti hyödyttäviä palvelumalleja ja ratkaisuja ja tehdä tulevaisuuden kehitysprojektien avuksi uusia työkaluja, mm. teknologiatieliikennekartta. Nykytekniikalla pitäisi pystyä yhdistämään etäjärjestelmistä kerättyä dataa esim. yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän sisältämiin nimiketietoihin, niin että varaosasuosituksia ja -hankintoja voidaan suunnitella "live-dataan" perustuen. Yksinkertaisimmillaan, pelkän käyttötuntidatan hyödyntäminen liiketoiminnassa mahdollistaa uusia liiketoimintamalleja ja -palveluita, kaupallisia mahdollisuuksia ja mm. liittämällä materiaalien markkinahinnat suunnitteluun voidaan löytää huomattavia säästöjä. Kehittyneempiä laskentamalleja, esimerkiksi RUL-mallia, lyhenne englanninkielisistä sanoista "Reliable Useful Lifetime", käyttämällä voidaan tehdä vielä tarkempia ennusteita. Lisäksi yrityksen tutkimusosaaminen sekä valmiudet käyttää tässäkin tutkimustyössä käytettyjä tutkimusmenetelmiä vahvistuvat entisestään.

Viimeksi, kun tilannetta tarkistettiin Q3/2023, KM:ssa tutkittiin ja kehitettiin 4-5 eri tiedonkeruu- ja mittausjärjestelmää, 2-3 tiedon esitys- ja analysointitapaa, Digital Twin -projekti, todennäköisyyslaskentaan perustuva ja neuroverkko-pohjainen ennakoiva järjestelmä, sekä Big Data -tyylisiä järjestelmiä. Järjestelmien välille ei tahdo löytyä yhteisiä tekijöitä, kun vanhoja ohjaus- ja automaatiojärjestelmiä erottaa kymmenien vuosien kehitysaikaväli, eri toimittajat ja monet erilaiset tiedonsiirron rajapinnat – ja protokollat. Tämä tutkimus auttaa ymmärtämään, mitä kehityspoluilta oikeasti vaaditaan ja harmonisoida yrityksen ylläpitämien järjestelmien välinen toteutustapa, niin että KM voi jatkossakin palvella niitä tulevaisuuden skenaarioita, mitä loppuasiakkaat ja maailma odottavat. Luotettavuuskeskeinen kunnossapitostandardi voi olla yksi mahdollinen viitekehys tai ratkaisu, millä kaikkia edellä mainittuja asioita voitaisiin jatkossa hallita kokonaisvaltaisemmin.

Seuraavaksi tässä luvussa käydään läpi kehitystyölle oleelliset käsitteet ja perustellaan niiden merkitystä Kongsbergille. Alaluvut on eritelty omiin aiheisiinsa. Huomioitavaa on myös, että Kongsberg Maritime Finland Oy:n pääasiallinen asiointikieli on englanti ja tästä johtuen monet työssä esitetyt termit ja asiat ovat englanniksi.

3.1 Reliability-Centered Maintenance

Luotettavuuskeskeinen kunnossapitostrategia, englanniksi Reliability-Centered Maintenance, lyhenne RCM, on määritelty kansainvälisessä standardissa IEC 60300-3-11 (Edition 2.0 2009-06). Tämän opinnäytetyön kehitysohjelmaksi varten on tarkoitus selvittää, mitä vaatimuksia kyseisessä standardissa on ja mitä uusia palveluita, palvelumalleja, prosesseja ja tuotteita tarvitaan, että Kongsbergin toiminta olisi IEC 60300-3-11-standardin mukaista.

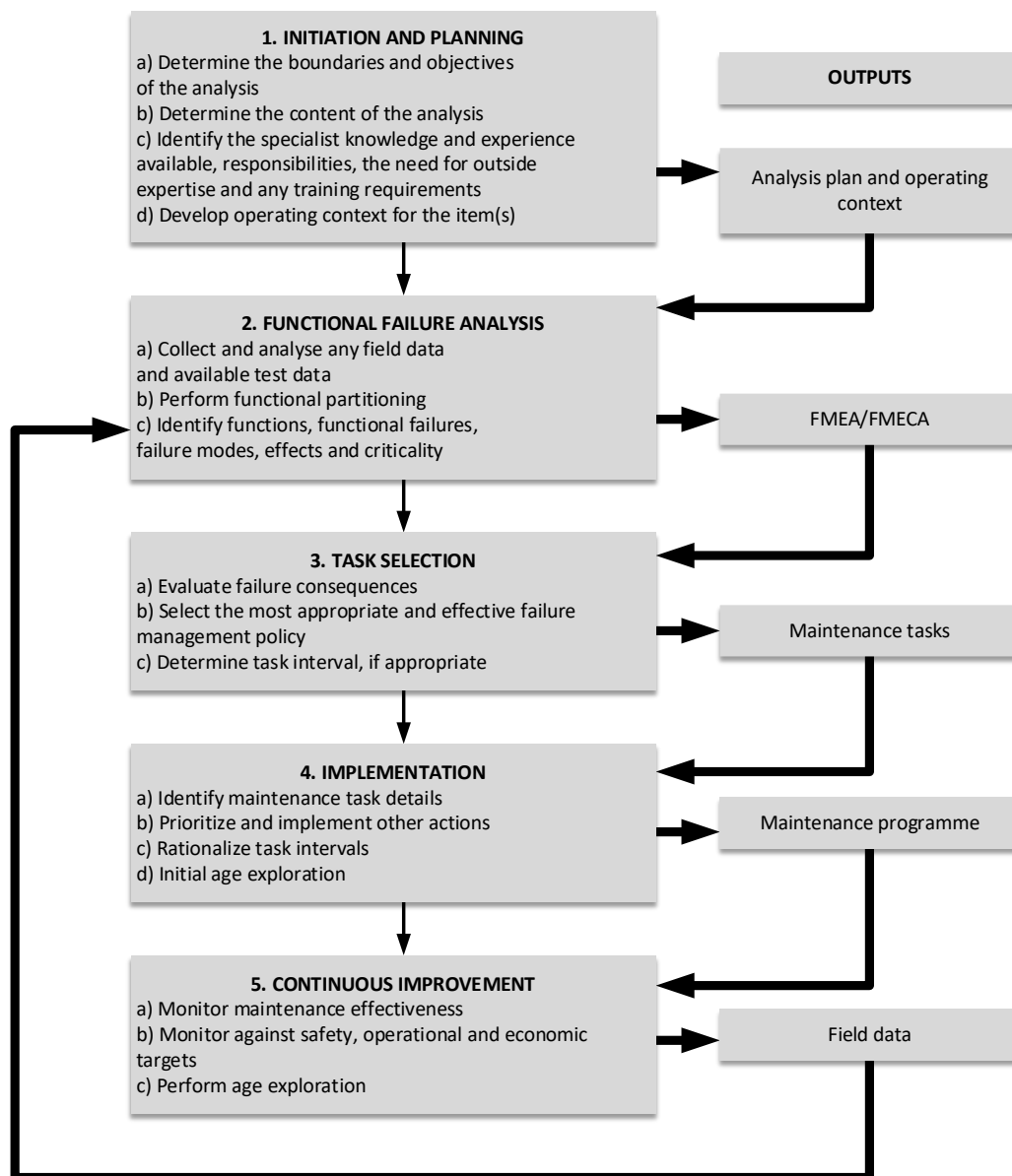
Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä, jolla tunnistetaan ja valitaan vianhallintakäytännöt, joilla saavutetaan tehokkaasti vaadittu turvallisuustaso, käytettävyys ja toiminnan taloudellisuus. Vianhallinnan menettelytavat voivat sisältää ylläpitotoimia, toiminnallisia muutoksia, suunnittelumuutoksia tai muita toimia vian seurausten lieventämiseksi (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 6).

RCM tarjoaa yritykselle päätöksentekoprosessin sovellettavien ja tehokkaiden ennaltaehkäisevien huoltovaatimusten tai laitteiden hallintatoimenpiteiden tunnistamiseksi mahdollisten vikojen, turvallisuuden, toiminnallisuuden ja taloudellisen tilanteen mukaan. Prosessin läpityöskentelyn lopputuloksena syntyy arvio huoltotehtävän suorittamisen tarpeellisuudesta, muutossuunnittelusta tai muista parannuksien toteuttamismahdollisuuksista (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 6). RCM-ohjelman perusvaiheet ovat standardin mukaan seuraavat:

- a) aloitus ja suunnittelu
- b) toimintahäiriöanalyysi
- c) tehtävän valinta
- d) käytäntöönpano
- e) jatkuva parantaminen

RCM on jatkuva prosessi, jota seuraamalla voidaan saavuttaa luotettavampi laitteiden, koneiden tai prosessien ylläpitokyky. Seuraavassa kuvassa 2 on esitetty IEC 60300-3-11-standardin RCM-prosessi kokonaisuudessaan. Prosessikuvaajaa tarkastelemalla voidaan huomata, että datalla on suuri merkitys

prosessin toiminnalle. Vaiheiden 2-5 välillä analysoidaan kentältä, eri koneista tai järjestelmistä, kerättyä dataa ja tulosten perusteella ohjataan kunnossapidon päätöksentekoa ja jatkuvaa kehitystyötä. Oikein toteutettuna RCM-prosessilla voidaan saavuttaa taloudellista hyötyä sekä Kongsbergille että loppuasiakkaalle. Kongsbergin käytössä olevat online-valvontaratkaisut ja kunnonvalvontapalvelut tukevat jo tätä prosessia ja sen periaatteita.

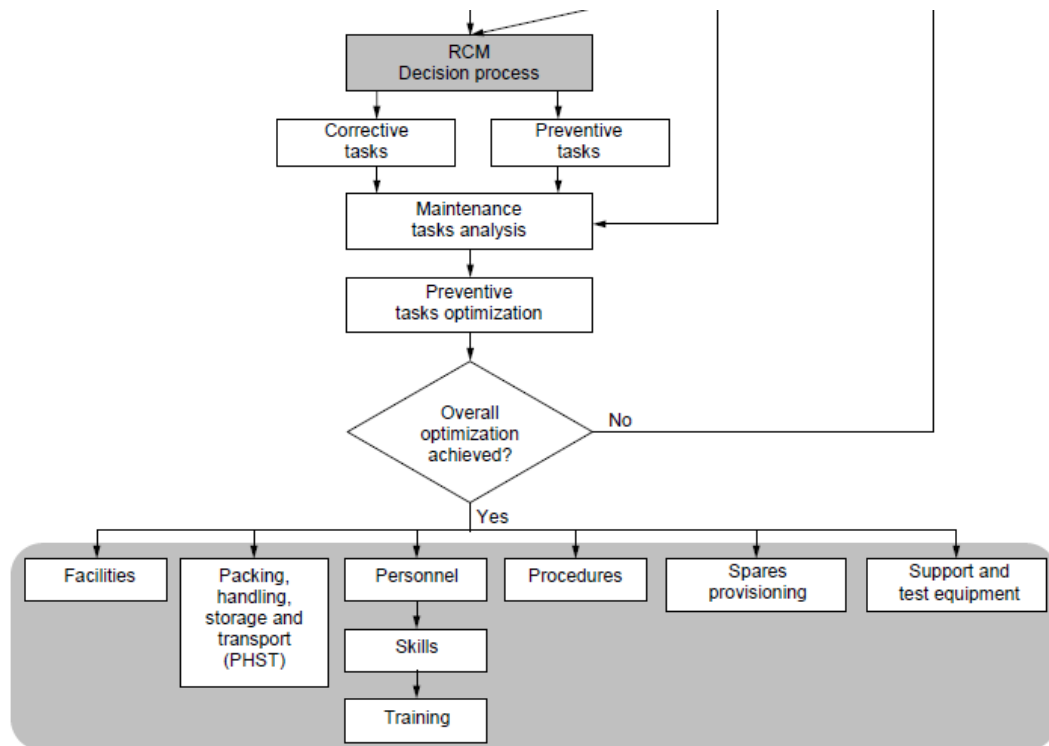


Kuva 2. RCM-prosessin yleiskuva (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 12)

Pilottiprojektin datankeruujärjestelmän ja sen sovellusten kautta saadaan samoja hyötyjä mitä RCM-ohjelmassa kuvataan. Standardin tavoitteet (objectives) on kuvattu standardin sivuilla 12-13. Standardin tavoitteista d-kohta on

kaikkein oleellisin ja heijastaa samoja tavoitteita, mitä Kongsbergilla on: “to obtain the information necessary for the ongoing maintenance programme which improves upon the initial programme, and its revisions, by systematically assessing the effectiveness of previously defined maintenance tasks. Monitoring the condition of specific safety, critical or costly components plays an important role in the development of a programme.” (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 13). Kongsbergin pilottiprojektin-kaltaisia toimituksia tullaan jatkossa tekemään vanhoihin toimituksiin päivitys-projekteina, joten on tärkeää tunnistaa, ettei vanhoja laitteita voida enää suunnitella uusiksi. On oleellisempaa kehittää huoltoa ja oppia tuntemaan huollet-tava kohde. Vanhoista huoltokohteista saatua tietoa pitää hyödyntää uusien laitteiden suunnittelu- ja kehitystyössä.

Myöhemmissä luvuissa käsitellään tarkemmin IEC 60300-3-11-standardin RCM:n toiminnallisen vika-/vaurioanalyysin vaiheita, vaatimuksia ja toteutusta. Etenkin korostetaan toimintakuvauksia, joissa tarkastellaan potkurilaitteen mit-tauksista määriteltäviä syy-seuraussuhteita (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 25). Seuraavassa luvussa 4. Tutkimuksen tavoit-teet ja haasteet, kuvassa 4 esitetään etukäteen tutkimustyön valmista tieliiken-nekartan osiota, mikä on myös osaltaan RCM-prosessiin perustuva, mutta ko-rostaa Kongsbergin liiketoiminnalle kuuluvia toimintoja. Kuvassa 3 on esitet-tynä rajattu kuvankaappaus RCM-päätöksentekoprosessin jatkovaiheista, mistä näkee vaikutukset yrityksen tukitoimintoihin ja osaltaan myös päätök-sentekoon. RCM-prosessi johtaa joko korjaaviin- tai ennakoiviin toimenpitei-siin, joista saadaan huollolle kokemusta ja voidaan paremmin ennakoida mah-dollisia laitevikoja. Jos jotain toimintoja optimoidaan, niin optimoinnin/muutok-sen pitäisi vaikuttaa muihin liiketoiminnan toimintoihin, esimerkiksi varaosa-toimituksiin (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009, s. 32). Hyvin samanlaisia ajatuksia saatiin kirjattua Liitteen 1 prosessin lopun kehitys-vaiheisiin, mistä on esimerkki luvun 4.1 Tutkimusongelma- ja kysymykset Ku-vassa 4 - Datasta halutaan saada hyötyä eri toimintoihin.



IEC 919/09

Kuva 3. Rajattu kuvankaappaus RCM-päätöksentekoprosessin jatkovaiheista (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009)

3.2 Laakerin käyttöiän määrittäminen

ISO 281 -standardi määrittelee tavan laskea erilaisten laakereiden jäljellä olevaa käyttöikää. Tämä on mielenkiintoinen käyttötuntidatan sovelluskohde. Myöhemmin tässä työssä selitetään, miten pilottiprojektista saadaan kerättyä kierroslukutietoon perustuvaa käyttötuntidataa. Käyttötuntidataa ja kierroslukutietoa voidaan käyttää laakereiden käyttötuntitiedon live-seurantaan, mikäli sellainen järjestelmä halutaan tehdä. Järjestelmästä saatua uutta tietoa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi elinkaarilaskennassa ja varaosahankintojen suunnittelussa. ISO 281 -standardissa on eri vierintälaakerien tyypeille omat kaavansa mutta peruskaava on määritelty seuraavanlaisesti, missä L_{10} = "Basic rating life in millions of revolutions", C = "Basic dynamic load rating" [N] ja P = "Equivalent dynamic bearing loading" [N] (The International Organization for Standards, 2007, ss. 4-5, 10).

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

C-arvon saa yleensä laakerivalmistajan datalehdessä. Arvo kuvastaa jatkuvaa kuormitusta, missä laakeri kestää miljoona kierrosta. P-arvo saadaan laske-
malla eri muuttujien vaikutus laakeriin, erilaisissa olosuhteissa, voimat, mo-
mentit, jne. Mikäli laakeriin vaikuttaa muuttuvat kuormat, paras arvo saadaan
keskiarvosta tietyssä ajassa. L₁₀-arvo kuvastaa elinaikaa, missä 90 % saman-
laisista laakereista olisi vielä kunnossa (The International Organization for
Standards, 2007).

Seuraavaksi voitaisiin hyödyntää kierroslukutietoa ja käyttötuntimäärää mää-
rittämään pyöritysten kierrosten määrä seuraavan kaavan mukaisesti.

$$\text{Kierrosten määrä} = \text{Kierrosnopeus (RPM)} \times 60 \times \text{Käyttötunnit}$$

Tästä voidaan edelleen määritellä seuraavan kaavan mukaisesti jäljellä olevat
käyttötunnit, mutta silloin pitäisi myös tietää dynaaminen kuormitus, New-
toneina.

$$\text{Jäljellä olevat kierrokset} = (L_{10} * 1000000) - \text{Kierrosten määrä}$$

$$\text{Jäljellä olevat käyttötunnit} = \frac{\text{Jäljellä olevat kierrokset}}{(RPM \times 60)}$$

Jäljellä olevan käyttöajan määrittäminen jatkuvasti päivittyvänä tietona, jossain
toisessa järjestelmässä vaatisi lisää kehitystyötä ja tutkimista, mitä ei tähän
opinnäytetyöhön ehditty tekemään.

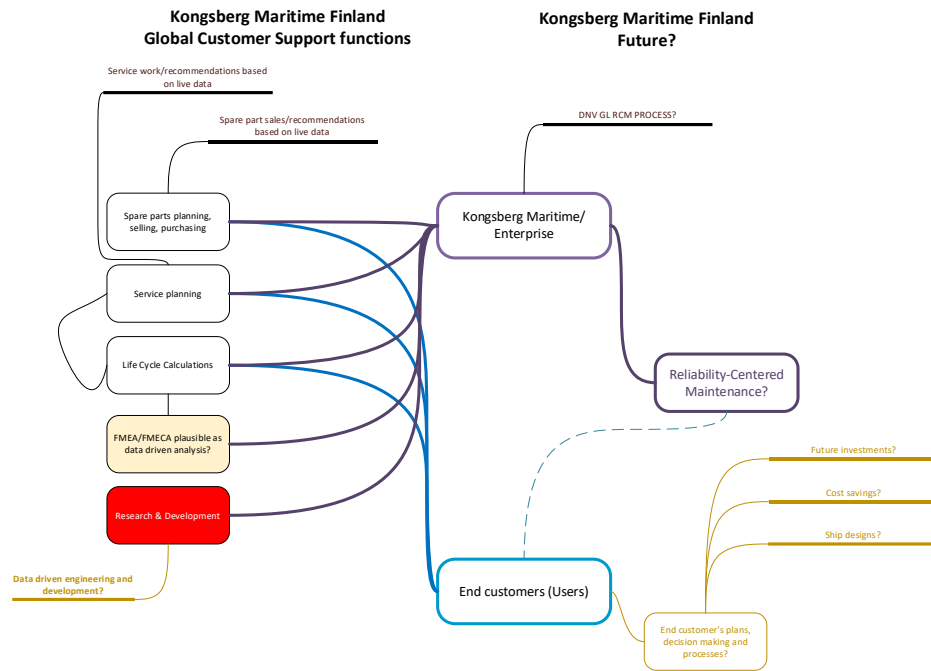
4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA HAASTEET

Kongsberg Maritime Oy:n huolto-osaston ohjausjärjestelmän tiedonkeruupro-
jekti aloitettiin 2019. Tätä uutta tiedonkeruuratkaisua varten perustettiin

kehitys-/ohjaustyöryhmä tutkimaan, minkälaisia ohjelmistoratkaisuja, rajapintoja ja komponentteja järjestelmä vaatisi. Tämän opinnäytetyön kirjoittaja on ollut mukana alusta asti projektin kehitysvaiheissa ja vaikuttanut osaltaan ratkaisuiden toteutukseen, jotta oikeat järjestelmät, ohjelmistoratkaisut ja komponentit löytyisivät ja saataisiin käyttöön. Kehitysprojektin keskeisin asia on CanMan-niminen ohjausjärjestelmä, mikä liittyy potkurilaitteen ohjaukseen. Kongsbergin tahto oli alusta alkaen saada CanMan-nimisestä ohjausjärjestelmästä prosessitietoa jatkokäsittelyä ja analysointia varten – tämä oli hyvä tilaisuus kehittää datankeruulle uusi järjestelmä. Projektin alussa, vuonna 2019, ei ollut täysin selvää, mihin kaikkeen dataa voitaisiin hyödyntää – mitä arvoa data tuottaa huolto-osastolle, asiantuntijoille tai asiakkaille? Datan kerääminen osoittautui helpoksi, mutta datan käyttäminen ja sen vaikutukset toiminnan ohjaukseen, organisaatioon ja päätöksentekoon eivät täysin selvinneet. Kehitysprojektien harmonisointiin liittyi haasteita ja tuntemattomia kehityspolkuja. Edellä mainittuja asiat kiteyttävät ja kuvaavat hyvin merenkulun järjestelmien ”digitalisaatiota”, kehityspolkuja, missä päätöksenteko ja muut toiminnot ovat muuttumassa digitaalseksi ja dataan perustuviksi toiminnoiksi.

4.1 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Projektin aloittamisesta tämän raportin kirjoittamispäivään mennessä – tai tämän raportin kirjoittamishetkellä - useisiin tutkimuskysymyksiin on löytynyt jo vastaukset, joista tässä työssä kerrotaan. Tulevaisuuden tutkimus selvitystyön yhteydessä ja kehitysprojektin edetessä on kirjattu ylös paljon uusia tutkimuskysymyksiä. Näitä ja pääkysymysten osakysymyksiä on kirjattu myös Liitteen 1 kehitystyön ”liikennekarttaan”, mikä on toiminut myös tietynlaisena datankeruun prosessikaaviona – johtuen kaavion toteutustavasta.



Kuva 4. Datan käytön mahdollisia kohteita liiketoiminnassa ja tulevaisuuden kehityshankkeissa, esim. RCM:ssa ja ERP:ssa

Projektin tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä on voitu pitää sitä, millaisia ratkaisuja ja kehitystavoitteita Kongsbergilla tarvitaan, jotta voidaan viedä yrityksen huolto- ja tuotetuki – sekä toiminnanohjaus- ja tukitoiminnot – lähemmäksi dataan perustuvia luotettavuuskeskeistä kunnonvalvontamenetelmiä. Tätä varten eri tietojenkeruujärjestelmiltä saatu data pitää yhdistää älykkäästi toiminnanohjausjärjestelmiin ja yrityksen huolto-osaston toimintoihin. Myös asiakkaan näkemykset, aikaisempi kokemus ”digitalisaatiosta” ja tulevaisuuden tarpeet tulisi huomioida riittävän hyvin. Yksi mahdollinen tapa arvioida tulevaisuuden tarpeita olisi tunnistaa ovatko loppuasiakkaat kehitetyn teknologian ja palvelumallien edelläkävijöitä vai ei? Edelläkävijäkysymystä käsitellään luvussa 5.7 tarkemmin.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millainen datan siirto-, arvo- ja käytettävyyshetju pitää kehittää mitattavalla kohteella, tässä projektissa potkurilaitteelta ja ohjausjärjestelmältä, eri järjestelmien kautta, Kongsbergin toiminnanohjauksessa käytettäväksi tiedoksi, mitä voidaan lopulta käyttää mm. luotettavuuskeskeisen kunnossapito- ja kunnonvalvontastrategian ohjauksessa?

2. Millainen käsitys loppuasiakkailta on omien laitteiden ja järjestelmien datankeruu- ja valvontamahdollisuuksista ja digitalisaation trendeistä?
 - a. Miten asiakkaita voidaan palvella jatkossa paremmin kysymykseen yksi saaduilla keskeisimmillä vastauksilla?
 - b. Ovatko asiakkaat teknologian edelläkävijöitä?
3. Millainen käsitys Kongsbergilla itsellään (viitaten henkilöstöön) on tuotteidensa datankeruu- ja valvontamahdollisuuksista vuosina 2022 ja 2023?
4. Millaisia rakenteellisia organisaatiomuutoksia, uusia järjestelmiä, työtehtäviä tai muita muutoksia on odotettavissa tulevaisuudessa liittyen tämän työn tutkimukseen/aiheisiin?

Työssä pitää tarkastella kokonaiskuvaa ja tekniikoiden yhteenliittymistä. Hyvin mallinnettu teknologiatieliikennekartta voi antaa vinkkejä yrityksen liikestrategialle, tuotekehitykselle; Ja esimerkiksi siitä, miten kehitteillä olevat järjestelmät voivat palvella Kongsbergin toimintoja ja loppuasiakkaita mm. kaupallisessa tarkoituksessa. Riittävän hyvä valmiusaste mahdollistaisi tulevaisuudessa monia skenaarioita, mm. virtuaaliset käyttöönotot ja varaosatarpeiden seurannan.

Tutkimukselle esitettyjä ja projektin aikana esitettyjä tarkentavia kysymyksiä olivat mm:

- Onko esim. etävikadiagnostiikkajärjestelmä toteutettavissa merenkulun aluksille, esim. hinaajaluokan aluksille, tai jollain laajuudella edes toimitusten osajärjestelmille?
 - Miten hyvin eri järjestelmät saadaan välittämään tietoa keskusjärjestelmälle (Reunalaskenta tms.)
 - Tarvitaanko kokonaan uusia järjestelmiä?
- Kannattaako etäjärjestelmiä asentaa vanhoihin projekteihin vai pelkästään uusiin?
- Mitä tulevaisuuden vaikutuksia tällaisella järjestelmällä/toteutuksella olisi meriteollisuudelle?
- Mitä huoltohistorian tapauksia olisi voitu selvittää etäjärjestelmän avulla?

- Millaisia taloudellisia säästöjä voidaan tavoitella etäjärjestelmän avulla?
- Mittauksista kerätyn historiadatan hyödyntäminen: Simulaatiot huoltohenkilöstön koulutuskäytössä, Live-seuranta varaosahankinnoissa ja -myynnissä
 - Datan ja mittausten läpikulku mittaussovellusten ja tietokantojen kautta koko toiminnanohjausjärjestelmän läpi?
- Etäoperoinnin ympäristövaikutukset?
- Kestävä kehitys ja vastuullinen liiketoiminta?

Työssä tarkastellaan ja pohditaan teknistä toteutusta, suunnitelmia ja paljon erilaisia järjestelmiä. Tutkimuksen tarkoitus ei ole suoraan kertoa saavutettuja taloudellisia hyötyjä, vaan ainoastaan kuvailla toteutettavissa olevia ratkaisuja ja mahdollisuuksia jatkokehittämiselle. Taloudellisten hyötyjen tarkastelu vaatisi kokonaan oman tutkimushankkeensa. Taloudellisia hyötyjä voidaan kartoittaa vasta kun tiedetään suurin piirtein, mitkä investoinnit ovat arvokkaimpia ja mitä katteita projekteista keskimäärin saadaan ja mitä arvoa data lisää yrityksen liiketoiminnassa.

Työssä viitataan useisiin eri mittaus-/tiedonkeruujärjestelmiin, mutta työmäärän kannalta on järkevää keskittyä vain yhden järjestelmän toteutukseen – Jupiter-hinaajan pilottiprojekti. Useista mitattavista signaaleista rajataan tarkastelusta pois kaikki muut paitsi käyttötuntidata ja siihen liittyvät ohjausjärjestelmäsignaalit, englanniksi ”Running Hours Data”. Käyttötuntien määrä (Koneen käynnissä oloaika tunneissa [h]) on kuitenkin yksi oleellisimmista koneiden ja laitteiden kunnon arviointiin käytetyistä tiedoista, mitä voidaan hyödyntää suoraan esim. laakereiden käyttöiän määrittämiseen. Laakereiden käyttöikä lasketaan laakeritoimittajien ohjelmilla ISO 281:2007:n mukaan, eli 100 % kuormalla. Laakereiden käyttöiän laskemiseen voidaan hyödyntää koneiden käyttötuntilaskurien tietoa (The International Organization for Standards, 2007).

Kevytmonitorointiprojektia varten Kongsberg teetti 2020 kandidiprojektin, mikä käsitteli syvällisemmin myös muita ohjausjärjestelmädatasta johdettuja suureita ja dataa. Yksi merkittävimmistä projekteissa käyttöön otetuista

laskentamalleista liittyy potkurilaitteen ohjausputken tiivisteiden ”kulkemaan” matkaan; Kun tiedetään tiivisteiden ulko- ja sisähalkaisijat sekä ohjauskulman muutos, niin voidaan laskea, sekä tallentaa trendi kuljetusta matkasta asteina ja/tai metreinä (Vänttinen, 2020). Tätä laskettua tiivisteiden kulkemaa matkaa voidaan hyödyntää visualisointityökaluissa ja yrityksen toiminnanohjauksessa, sekä huoltojen suunnittelussa – samoin kuin käyttötuntidataa.

Projektin etenemistä ja uuden teknologian tieliikenne- tai prosessikuvaajaa mallintavassa Stage-Gate-mallissa ja Tieliikennekartassa, Liitteessä 1, esitetään ainoastaan kevytmonitorointijärjestelmän pilottiprojektin kehitysvaiheita. Näitä edellä mainittuja kuvaajia voidaan käyttää jatkokehitykseen viitekehäksinä tuleville kevytmonitorointitoimituksille.

4.2 Validiteetti ja reliabiliteetti

Voivatko kaikki saadut asiantuntijalausunnat olla luotettavia, jos kaikilla on samankaltaisesta työhistoriasta johtuvat ennakkokäsitykset tai perinteitä kunnioittava vakaumuksellisuus? Tulevaisuuden ennustamisessa ennusteen reliabiliteetti ei ole itsestäänselvyys. Ei voida koskaan tarkasti ennustaa jotain asiaa tapahtuvaksi, koska muuttujia on paljon. Mutta jos haluttaa kehityssuuntaa ohjata, niin voidaan asettaa kehitystavoitteita, mitkä ovat ainakin periaatteessa saavutettavissa tulevaisuudessa. Samoin data, mitä kerätään voi auttaa esim. trendin ekstrapoloinnissa tms., mutta arviointi matemaattisin mallein voi olla totta, jos luotetaan vertaisarvioituihin ja tieteellisesti todistettuihin menetelmiin.

Haastateltavien kertomuksista/vastauksista saattaa jäädä tietoa pois, mikä usein kuvataan ”hiljaisena tietona”. Kertomuksista voi myös jäädä pois oleellista tietoa ongelmien vianselvityksestä, mikäli ratkaisu tai työ sisältää henkilökohtaisista syistä pois jätettyjä totuuksia. Toisaalta haastattelijan henkilökohtainen agenda voi ohjata kysymyksiä halutun tuloksen saamiseksi – keksiä omia totuuksia. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi, kysymykset pitää muotoilla, niin ettei haastateltavat jätä oleellista tietoa kertomatta. Osa, mutta ei

kaikki, toimitetut järjestelmät, joihin huoltohistoria ja -raportit liittyvät, ovat suurilta osin kopioita toisistaan. Vastausten validiteetti olisi helppo tarkistaa järjestelmämielessä vertaamalla kertomuksia suunnittelutietoihin, mutta tämä jätettiin tässä tutkimuksessa tekemättä resurssipulan takia. Tietoa on saatavilla, mutta sitä on lyhyttä toteutusaikaa ajatellen liikaa.

Yleisesti tiedostetaan, että laadulliset tutkimukset ovat yleensä hypoteesittomia, mutta ennakko-oletuksista ei useinkaan päästä täysin eroon, ja tämä olisi syytä tiedostaa (Eskola & Suoranta, 2003).

4.3 Eettiset kysymykset

Datankeräysjärjestelmät vianselvityksen automatisoinnin mahdollistajana, voivat vaikuttaa huoltoinsinöörien, teknikkojen, asentajien tai käyttöönottajien subjektiiviseen näkemykseen ja ohjata heidän mielipiteitään. Kaikki hankittava kyselytutkimusmateriaali ei välttämättä ole oletettujen tulosten mukaisesti täysin objektiivisia. Varsinkin kun puhutaan jonkun työn korvaamisesta automaattisella järjestelmällä, usein koetaan muutosvastarintaa, kun uudistukset nähdään oman aseman tai työtehtävän haastajana. Edellä mainittu pätee varmasti myös Kongsbergin ulkoisiin ja sisäisiin asiakkaisiin.

Loppuasiakkaiden järjestelmistä kerätty data tallennetaan tietokantoihin, joihin voi kirjautua periaatteessa kuka tahansa ja milloin tahansa. Vaikka tietokantajärjestelmissä usein onkin jonkinlainen käyttäjätilien hallinta ja seuranta, niin tällä hetkellä niiden käyttö on aika vapaata ja valvomatonta. Usein loppuasiakas itse jää myös järjestelmien ulkopuolelle, tarkkailijaksi, jos datapalveluntarjoaja yrittää pitää oman liiketoimintansa suojattuna. Data on kuitenkin loppuasiakkaan omaisuutta, vaikka järjestelmät itsessään eivät olisikaan.

Kaikki tietoa tallentavat järjestelmät, varsinkin kun niihin halutaan etäyhteys, luovat lisäävät myös tietoturva-uhkia, jotka lisäävät henkilö- ja materiaalmeneysten riskiä. Tietoturva-aihetta on käsitelty tarkemmin luvussa 4.5 Tietoturva merenkulussa.

4.3.1 Kestävä kehitys ja vastuullinen liiketoiminta

Tulisi voida myös kysyä onko yrityksen liiketoiminnalla tulevaisuutta sellaisessa muodossaan, jota se nykyään harjoittaa, mikäli etäjärjestelmät korvaavat nykyisiä työtehtäviä tai muuttavat toimintamalleja. Kestävän kehityksen kannalta on parempi tehdä huollot ja komponenttivaihdot silloin kun on tarpeellista eikä ennakoivasti, koska tämä vähentää materiaalien käyttöä ja matkustamista. Vuosina 2021–2023 nähtiin, että terästeollisuuden raaka-aineiden saanti ei ole itsestään selvää ja saatavuushaasteiden lisäksi hinnat voivat nousta maailman poliittisten tilanteiden takia. Tulevia vastaavia tilanteita ajatellen voi olla myös järkevää muuttaa strategiaa kestävämpään suuntaan.

Onko liiketoiminta vastuullista, jos yritys saa etäjärjestelmien tarjoamasta mittadatasta itselleen liiketoiminnan kehittämiseksi hyötyä? Pääsääntöisesti kaikki mittadata mitä erilaisista etäprojekteista, esim. online-mittajärjestelmistä saadaan, on loppuasiakkaan omaisuutta. Tämä voi asettaa projekteille eturistiriitilanteita.

4.3.2 Vaikutus henkilöstön työtehtäviin ja osaamistarpeeseen

Automatisoinnin tavoite on vähentää ihmisen tarvetta osallistua prosessiin. Ihmiset ovat osa aluksen ja koneiden kunnossapitosuunnitelmaa. Tuleeko tulevaisuuden järjestelmissä luottamuskysymys siitä, että etäjärjestelmä on riittävän hyvä yhden ihmisen työtehtävän poistamiseen? Mitä jos kone hajoaa etäjärjestelmästä huolimatta ja tilanne eskaloituu vakavammaksi? Näihin edellä mainittuihin kahteen kysymykseen vaikuttaa osaltaan luokituslaitosten kyky valvoa järjestelmien toimitusta. Mikäli merenkuluala tähtää automatisoinnissa autonomisiin järjestelmiin, niin tarvitaan koko maapalloa koskevia merenkulun laki- ja säännösten muutoksia (Ministry of Transport and Communications, 2020).

4.4 Viranomaisten ja luokituslaitosten vaatimukset

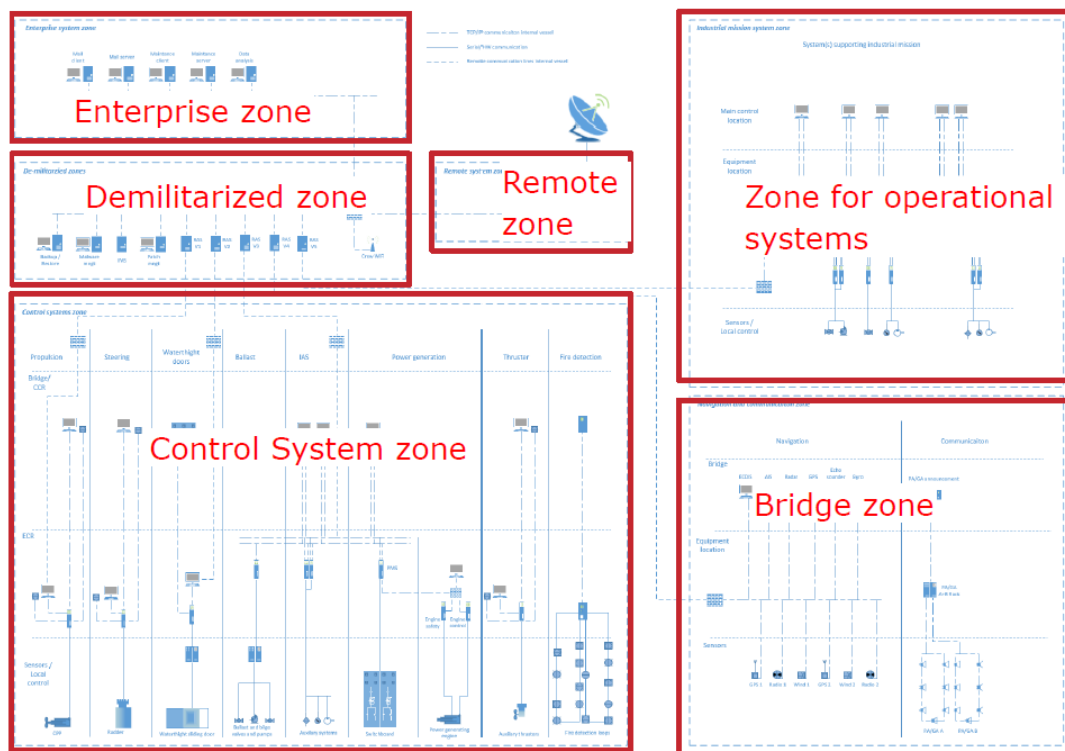
Viranomaisten ja luokituslaitosten vaikutus näkyy mm. siinä, että tuotteet, tuotanto ja palvelut ovat sertifioituja ja noudattavat tiukasti valvottuja luokitusvaatimuksia, jolloin viranomaiset antavat hyväksynnän toimia esim. öljynporaus-tehtävissä. Iso osa järjestelmistä ja laitteista ja yksittäisistä osista on luokituslaitosten hyväksymiä. Ilman luokituslaitoksen hyväksyntää alus ei ole ”merikelpoinen”. Luokituslaitos asettaa myös reunaehdot ihmisen ja teknologian välisille riippuvuuksille. Aluksilla pitää olla tietyt työtehtävät ihmisten hallinnassa ja töissä tietty määrä merenkulun ammattilaisia. Automaatiolla voidaan korvata vain osa tehtävistä. Automaatio kuitenkin johtaa lopulta siihen, että enemmän yksittäisiä tehtäviä siirtyy pois ihmisiltä. Etänä tapahtuva järjestelmien valvonta, diagnostiikka ja vianselvitys ohjaa lopulta myös tähän samaan lopputulokseen. Miten paljon järjestelmiä lopulta voidaan automatisoida tai yhdistää etäjärjestelmiin?

4.5 Tietoturva merenkulussa

Kehitysprojektin toteutuksessa tutustuttiin uusimpiin tietoturvakäytäntöihin ja standardeihin. Esimerkiksi, IEC 62443 on joukko standardeja, mitkä määrittävät kyberturvallisuuden käytännöt operatiiviselle teknologialle automaatio- ja ohjausjärjestelmissä (International Electrotechnical Commission (IEC), 2009). IACS (The International Association of Classification Societies) puolestaan keskittyy alusten kriittisimpien tietokonepohjaisten järjestelmien luotettavuuteen ja toiminnan tehokkuuteen. IACS E26 ja E27 -standardit yhtenäistävät tietoturvan ja tulevat pakollisiksi kaikkiin uusiin laitetoimituksiin tammikuussa 2024 (IACS – The International Association of Classification Societies, 2023).

IEC 62443-2-4-standardi määrittää, että toimilaitteisiin liittyvät ohjausjärjestelmä tai automaatio pitää erottaa valvotun rajapinnan kanssa muusta laitoksen (tai aluksen) verkosta (ISA/IEC 62443 Zone and Conduit Security Model) (Tofino Security, 2014). Standardienmukaiset verkkoinfrat on jaettu omiin kerroksiinsa, tai alueisiin, ja kerrostenvälistä verkkoliikennettä pitää valvoa, rajoittaa tai estää se kokonaan. DNV GL -luokituslaitos on julkaissut standardissaan

omat esimerkkikuvansa, mistä näkee hyvin, miten järjestelmät on ”lokeroitu” omiin alueisiin ja niitä seuraa eri palomuuritasoja aina sisäverkosta ulkoverkkoon asti, kuvassa 5. Tätä standardin periaatetta pyrittiin noudattamaan myös tämän opinnäytetyön kehitysprojektissa, kun rakennettiin ensimmäinen Kevyt-monitorointijärjestelmän lähiverkko. Perusajatuksena on välittää verkkoliikenne hallitusti ja valvotusti eri alueiden läpi. Tätä siirtoreittiä kutsutaan englanniksi ”conduit” -nimellä ja sillä tarkoitetaan palomuurin ja alueen tai palomuurien välistä tietoliikennettä.



Kuva 5. Järjestelmien tietoturva toteutettu jakamalla laitteet eri alueisiin (DNV GL, 2020, s. 17)

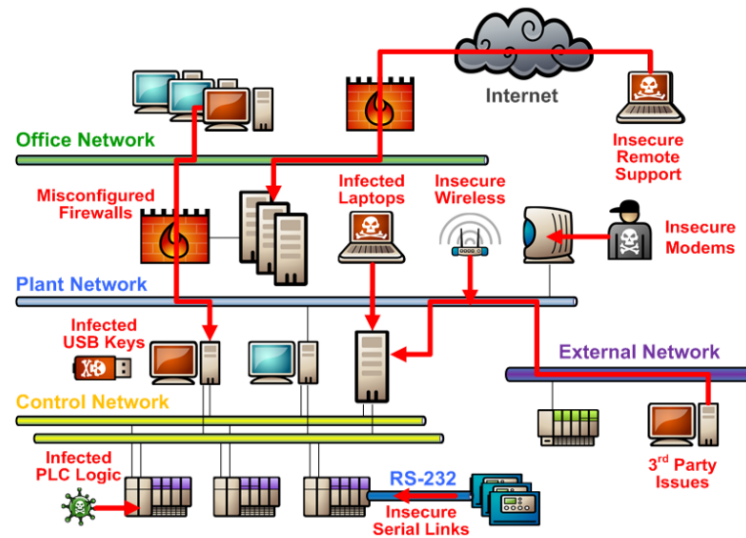
Kaikkia alusten ohjaus- ja automaatiojärjestelmistä ei ole suunniteltu kytkettäväksi aluksen verkkoon tai suoraan Internetiin. Tässä on jo itsessään kehittämisen tarvetta tulevaisuuden tiedonkeruutarpeita ajatellen. Lisäksi mahdollista kehitysprojektia varten voidaan joutua investoimaan ajan lisäksi useisiin uusiin komponentteihin, laitteisiin ja antureihin.

Tietomurrot meriteollisuudessa ovat yleistyneet. Tämä on huolestuttavaa, koska alukset kuljettavat ihmisten lisäksi myös luonnolle vaarallisia

kemikaaleja. Kaikki etäjärjestelmät ovat periaatteessa alttiita hyökkäyksille. Vaikka nyt jo merellä on paljon järjestelmiä, mitkä keskustelevat mantereelle, esim. satelliittiyhteyden kautta, niin niissä on ollut aina riski joutua kyberhyökkäyksen kohteeksi. Näin on jo tapahtunut joitain kertoja (DNV GL; Petter Myrvang - Head Of Information Risk Management, Digital Solutions, 2018, s. 10). Aina kun merenkulussa liitetään järjestelmiä Internetiin, riskit kasvavat. Usein tämä liitetäänkin osaksi FMECA-analyysia. Ihmisten lisäksi alukset voivat olla tekemisissä maakaasun, öljyn ja arvokkaan rahtitavaran kanssa. Tämä asia kannattaa arvioida työyhteisössä tai muissa työryhmissä ja tarkastella miten moni asiantuntija ymmärtää riskit tai on valmis ottamaan tietoisesti riskin. Lisäksi voitaisiin arvioida, minkä tasoinen ymmärrys tietoturvaohjeita kohtaan panelisteilla yleisesti on. Vaikka riskit ovat suuret, niin nykytilanne on kaikin puolin hyvä. Useat laitevalmistajat tarjoavat jo hyviä ratkaisuja sekä maa- että meripuolella.

Mikäli merenkulkukaluston järjestelmään murtauduttaisiin ja aluksen turvallisuus olisi vaarannettuna, tilanteesta seuraisi monia haittoja ja vaarallisia tilanteita. Lyhytaikaisia vaikutuksia ovat mm. toiminnan yllättävät alasajot, valvomo- ja turvallisuustoimintojen pimeneminen, IP-varkaudet, taloudelliset menetykset, terveys- ja henkilövahingot, omaisuuden rikkoutuminen, luotettavuuden katoaminen, hallinnan menettäminen, sekä DOS-hyökkäys. Pitkäaikaisia haittoja ovat mm. mainehaitat, asiakkaiden tai asiakkuuksien menettäminen, sakot ja oikeudenkäyntikulut, laitteiden suorituskyvyn ja laadun heikkeneminen. Edellä mainittu vain muutamia haittoja ja todellisuudessa vaikutukset voivat olla paljon suuremmat ja moniulotteisemmat; Tämän takia kyberturvallisuusasioihin haluttiin tässä opinnäytetyön kehitysprojektissa suhtautua vakavasti.

Tulopisteitä mahdolliselle tietomurrolle tai haittaohjelmalle voi olla merenkulun aluksilla lukuisia mahdollisia hyökkäyspisteitä, eivätkä ne ole pelkästään ohjausjärjestelmän verkossa, englanniksi "Control Network" tai "Process Control Access Domain", vaan haitat voivat siirtyä tai välittyä muiltakin suojatasoilta "alaspäin", kuvassa 6.



Kuva 6. Ohjausjärjestelmään kohdistuvat mahdolliset tulo-/hyökkäyspisteet (Tofino Security, 2014, s. 2)

4.6 Tulosten tarkastelun haasteet

Tutkimuksen tuloksista pitäisi tehdä kannattavuus selvitys ja kiteyttää osatulokset toteutettavuus tutkimukseksi, esim. pisteyttämällä haastatteluiden tulokset ja selvittää ovatko asiakkaat uusien teknologioiden ”edelläkävijöitä”?

Teknologiatieliikennekartta- ja Stage-Gate-malli ovat ketteriä ja muuttuvat projektin toteutuksen aikana. Stage-Gate työkaluna ohjaa projektin hallintaa ja toteutusta mutta tieliikennekartat ovat suunnannäyttäjiä, jolloin lopputulos voi olla työn valmistumishetkellä täysin erilainen.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tietoa haetaan useista eri tiedonhakuportaaleista. Tietolähteinä toimivat lisäksi eri laitevalmistajien laitekohtaiset datalehdet, ohjeet ja manuaalit. Työlle oleellisia asioita pitää hakea myös luokituslaitosten julkaisuista ja standardeista. Työ on kohtalaisen iso ja sisältää monia eri tutkimusmenetelmiä ja -

vaiheita. Työssä vaaditaan laajempaa projektinhallintaa ja projektin vaiheiden toteutukset pitää jakaa pienempiin osaprojekteihin. Tässä luvussa on kerrottu tarkemmin, mitä kukin projektissa käytetty tutkimusmenetelmä tai ”työkalu” tarkoittaa projektin etenemisen kannalta. Koska tässä työssä kuvattuja tiedonkeruuratkaisuja ei opinnäytetyöntekijä ennen ollut vastaavanlaisessa mittakaavassa tehty, niin tulevaisuuden ennustaminen ja mahdollisten kehityssuuntien suunnitelmat muuttuivat tiedon lisääntyessä. Lisäksi pitää todeta, että myöhemmässä luvussa esitettyä kevytmonitorointijärjestelmää ei ollut Kongsbergilla aikaisemmin tehty. Kyseessä on siis Kongsbergin tuotteena uusi innovaatio, mikä vaati monenlaisia pienempiä tutkimuksia; Kirjallisuusanalyysia, toteutusta, testausta, tapausesimerkkien hakemista, palavereja, haastatteluja, validointia, yms.

Seuraavissa luvuissa käydään läpi sovellettavissa olevat tutkimusmenetelmät. Kaikkia menetelmiä ei lopullisessa projektissa täysimääräisesti käytetty, mutta niiden soveltuvuutta tutkittiin.

5.1 Tutkimusmenetelmien valinta

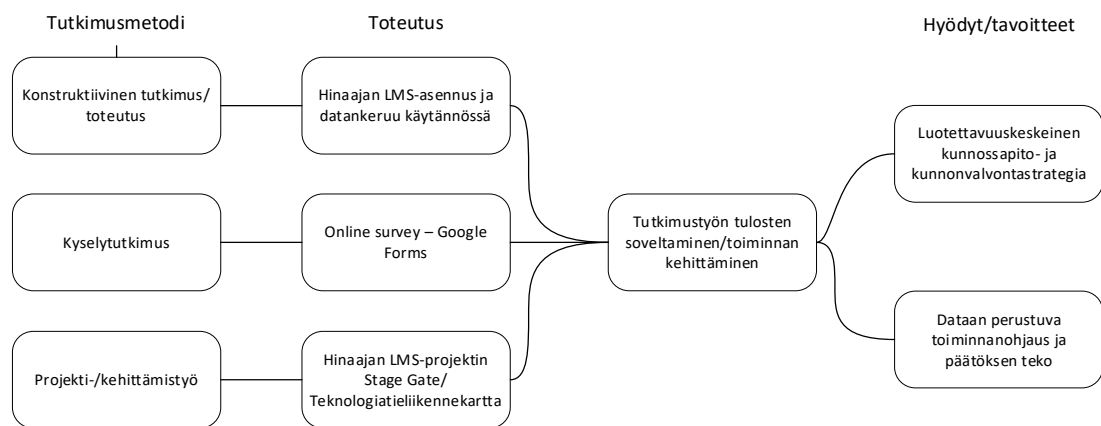
Käytännön projektin tuloksena tuli esille useita jatkokehittämisen haasteita. Datan kerääminen osoittautui helpoksi tehtäväksi, mutta kerätyn datan käyttö erilaisia yrityksen sisäisiä prosesseja varten sisältää lisähaasteita ja kehityspolkuja. Datan oikeanlaisessa käsittelyssä, analysoinnissa ja muunlaisessa hyödyntämisessä on rajattomasti potentiaalia ja mahdollisuus uusille innovaatiotutkimuksille.

Työtä varten on hankittu systemaattisesti ja kriittisesti tietoa, osaamista ja dataa. Uudenlainen osaaminen korostuu kaikkein eniten: Vuosien 2020 ja 2023 välisenä aikana, jolloin eri organisaatiot (tai osastot) ovat oppineet hyödyntämään uusia teknologioita.

Opinnäytetyö etenee enimmäkseen projekti- ja kehitystyön muodossa ja hyödyntämällä sovellettua Stage-Gate-mallia. Työssä sovellettiin myös

tulevaisuuden tutkimuksen-, konstruktiiivisen- ja laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Projekti- ja kehitystyö liittyy uusien innovaatioiden tuottamiseen ja innovaatiotutkimukseen. Kongsbergilla oli tarve luoda uusia palveluita ja prosesseja olemassa olevien järjestelmien pohjalta.

Tutkimuskysymysten ja tutkimustyön perusteella eri metodien ja toteutustapojen välinen suhde selittyy seuraavan kuvan 7 perusteella.



Kuva 7. Työn tutkimusmenetelmät, toteutus ja tavoitteet

Päätettiin että sovellettu Stage-Gate-malli ja sen alle rakennettu yksityiskohdaisempi datankeruun prosessi- ja kehitysmalli. Prosessi- ja kehitysmalli käy läpi kehitysvaiheita ja vaikuttaa tulevaisuuden tavoitteisiin asti.

5.2 Innovaatiotutkimus

Kehittämistyön menetelmät -nimisen kirjan mukaan innovaatiotutkimus ja tutkimukselle soveltuvat menetelmät soveltuivat hyvin tähän opinnäytetyöhön; Luovassa 3.6 Innovaatioiden tuottaminen, kerrotaan innovaatiotutkimuksesta. Kirjassa, innovaatiolla tarkoitetaan uutta tuotetta, palvelua, prosessia, toimintamallia tai vastaavaa, jolla tuotetaan taloudellista tai muuta hyötyä. Uusi idea, keksintö tai tutkimustulos ei siis sellaisenaan vielä ole innovaatio, vaan kehitystyön tulokset pitää pystyä kaupallistamaan tai ottamaan käyttöön muulla tavoin. (Ojasalo; Moilanen; & Ritalahti, 2020, s. 83). Edelliseen lainaukseen viitaten tämän opinnäytetyön tarkoitus ei ole pelkästään kuvata kehitysprojektia, vaan myös testata, onko sillä jatkokehittämisen mahdollisuuksia ja varsinaista

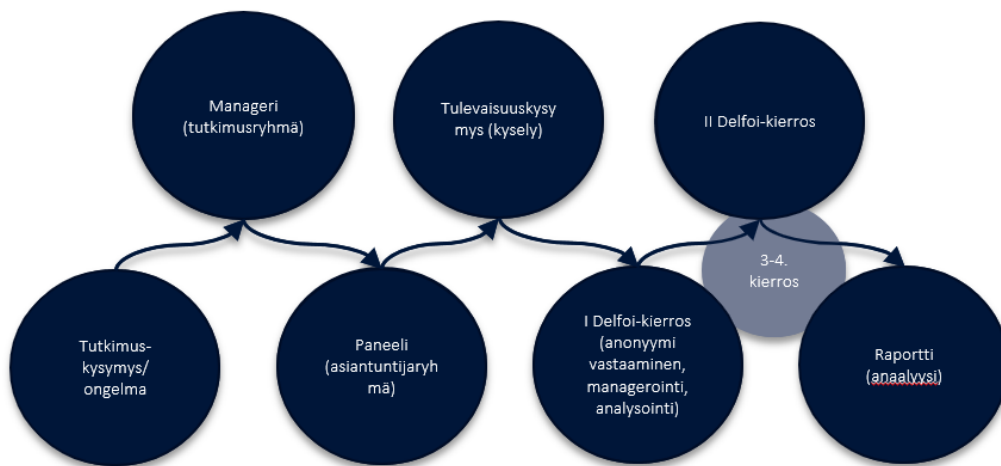
käyttöä Kongsbergille. Tuottavuutta lisäävillä prosessi-innovaatioilla, eli uusilla ja uudistetuilla prosesseilla Kongsberg voi lisätä kustannustehokkuuttaan kilpailijoihinsa nähden. Tuote- ja palveluinnovaatioiden avulla Kongsberg voi puolestaan tuoda markkinoille uusia tuotteita ja palveluita, jolloin se voi säästää etulyöntiaseman ja näin lisätä kysyntää ja kannattavuuttaan (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2020, s. 38). Opinnäytetyön luvun 3.1 Reliability-Centered Maintenance on yksi etulyöntiasemaan vaikuttavista tavoitteista. Tiedonsiirtoon ja datan tallentamiseen yms. liittyvät innovaatiot eivät ole uusia innovaatioita, joten tässä opinnäytetyössä tutkitut innovoinnit kuuluvat vähittäisillä muutoksilla syntyvien innovaatioiden luokkaan: Pala palalta rakentuvat innovaatiot, joissa uutta kehitetään olemassa olevan pohjalta ja joissa aikajänne on usein lyhyempi (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2020, s. 83).

5.3 Delfoi-menetelmä osana tuotekehitysprojektin hallintaa

Osa projektin toteutettavuustutkimuksesta tapahtui haastattelemalla henkilöstöä eri osastoilta. Käytännössä kyse oli erilaisten toteutusmahdollisuuksien selvittämisestä, eri järjestelmien pilottikokeiluista, testeistä, haastatteluista, koordinoinnista ja asiantuntijoiden lausunnoista. Toisaalta myös projektin edessä eri haastattelutilanteissa saatiin oikeat henkilöt ensimmäistä kertaa pohtimaan yhdessä uusia ratkaisuja, jolloin syntyi uusia ideoita. Näitä vastauksia haettiin myös loppuasiakkailta luvussa 7.2 Kyselytutkimuksen tutkimusote, kerrotun kyselytutkimuksen perusteella. Delfoi-menetelmä sopii parhaiten avoimiin ja monimutkaisiin tutkimusasetelmiin, joissa tutkittavien ilmiöiden sisältö tai ratkaisu on tuntematon. Tutkimusongelma tai selvittämätön asia näytättyy nykyhetkessä, mutta sen ratkaisu esiintyy tulevaisuudessa (Linturi, 2. Delfoi-prosessin vaiheet, 2020).

Delfoi-menetelmällä on mahdollista mallintaa yritykselle kehitys-/etenemissuunnitelma tulevaisuutta ajatellen. Tutkimusmenetelmän tulisi päättyä johonkin loppuskenaarioon – mitä tutkimuksella halutaan täsmentää, todistaa tai visioida? Metodix-nimisessä ”METHODIX - METHODITIETÄMYSTÄ KAIKILLE” - online-oppaassa Delfoi-menetelmää on kuvattu seuraavanlaisesti: ”Delfoi-

metodin avulla ja Delfoi-managerin johdattelemana monipuolinen ryhmä asiantuntijoita ja asianosaisia muodostaa anonyymisti ja vuorovaikutteisesti yhdyntävää - eli konsensus - tai eriytyvää - eli dissensus - tietoa ja ymmärrystä ajankohtaisesta ja usein monimutkaisesta ilmiöstä, jonka todennäköisestä ja toivottavasta kehityksestä ja tulevaisuudesta vallitsee useita erilaisia ja myös vastakkaisia perusteltuja näkemyksiä” (Linturi;Linturi;& Jauhiainen, Uudistuva Delfoi-metodi ja eDelphi 2020, 2019).



Kuva 8. Delfoi-prosessin toimijat ja vaiheet (Linturi;Linturi;& Jauhiainen, Uudistuva Delfoi-metodi ja eDelphi 2020, 2019)

Tunnusomaista menetelmälle on asiantuntijoiden anonyymisyys eli asiantuntijat esittävät ja perustelevat tulevaisuutta koskevia väitteitä usein tietämättä, keitä muita asiantuntijoita tutkimuksessa on mukana. Anonyymiydellä pyritään siihen, että asiantuntijat esittäisivät aitoja mielipiteitään ja käsityksiään tutkimuksen aihepiiristä. Näin yksittäiset asiantuntijat voivat esittää mielipiteitä pelkäämättä ”kasvojensa menetystä”. Korkeassa statusasemassa olevat asiantuntijat uskaltavat rooli-odotuksista vapautettuina esittää käsityksiään, kun heidän ei tarvitse tehdä sitä julkisesti omalla nimellään (Kuusi, 1999)

Keskeistä on, että

1. asiantuntijat voivat vapaasti muuttaa kannanottojaan (usein asiantuntijan on vaikea luopua kannanotostaan, jos hän on tehnyt kannanottonsa julkisesti),

2. voimakkaat mielipidejohtajat eivät voi vaikuttaa asiantuntijaryhmän yleiseen mielipiteen muodostukseen,
3. hyviä, uusia ideoita voisivat esittää myös sellaiset asiantuntijat, joilla ei ole korkeaa statusta organisaatiossa, ja
4. hyviä ideoita voidaan koota yhteiseen käsittelyyn mahdollisimman monipuolisesti monen erilaisen asiantuntijan toimesta (Turoff & Hiltz 1996, 61)
5. Ideana prosessissa, jota on perinteisesti kutsuttu Delfoi-tekniikaksi, on tuottaa ryhmäennuste pitäen ryhmädynamiikka minimissään. Fyysinen, ja näin myös psykologinen etäisyys ennakointiryhmän jäsenten kesken, on maksimoitu. Prosessin tarkoitus on silloin tuottaa tasa-arvoinen ennakointijärjestelmä. (Metcalfe 1995) Turoff ja Hiltz (1995) (Kuusi, 1999)

5.4 Teknologia-/suunnittelutiekartta osana tuotekehitysprojektin hallintaa

Teknologiatiekartta toimii projektin visuaalisena viitekehyksenä projektin koordinoinnissa ja järjestelmien välisten liityntöjen, datan ja kysymysten hallintaa. Projekti on monivaiheinen, sisältäen useita pienempiä – tässäkin työssä esitettyjä – kehitysvaiheita. Kokonaisuuden hahmottaminen voi siis helpottua teknologiatiekarttaa tarkastelemalla. Teknologiatiekarttaa laadittaessa voidaan törmätä suureen määrään muuttujia ja kyseessä on abstrakti viitekehys, joten mitään tiettyä mallia ei voida soveltaa kaikkiin projekteihin – tai innovaatioihin. Joitain perussääntöjä kannattaa noudattaa.

Tapaus- ja suunnittelututkimuksella, englanniksi ”Design Science Research”, saadaan työryhmän ajatuksille vahvistus käytännön kokeilujen kautta. Työn taustalla toimiva pilottiprojekti on helposti tarkasteltavissa, vaihe vaiheelta.

Toteutettavuustutkimus, englanniksi ”Feasibility Study”, voi myös olla ratkaiseva työkalu, jos halutaan mitata vaiheporttiprosessin liiketoimintamallin avaa-
maa seuraavaa työvaihetta. Liiketoimintamallin laatiminen on usein vaikein vaihe, ellei projektin tulokset ole ollenkaan hahmotettavissa. Tiekarttamallin tai

vastaavan, kehitysvaiheita kuvaavan mallin koostaminen puolestaan voisi auttaa tulevaisuuden liiketoimintamallien laatimisessa.

Hyvä tieliikennekartta yhdistää tapahtumia aikajanaan: Menneisyyden, nykyhetken ja tulevaisuuden ja määrittää koko skaalan toteutuksia organisaatiossa. Aikajanaan voidaan sisällyttää markkinatutkimuksia, mittareita, trendien seurantaa, skenaarioita ja dataa, sekä dataan perustuvaa toiminnanohjausta. Tulokset voivat myös toteutuksen aikana muuttua tai ohjata tieliikennekarttaa uuteen suuntaan. Aikajana kulkee aina vaakasuunnassa – X-akselilla. Toteutustapoja on varmasti muitakin, mutta tässä tutkimuksessa toteutettiin ”vertikaalinen” kuvaaja, mikä muistuttaa enemmän datankeruun prosessikaaviota, mutta toteutusvaiheet ovat samat datankeruulle ja datan jatkokäsittelyvaiheille.

5.5 Toteutettavuustutkimus ja tuotekehitysprojekti

Toteutettavuustutkimus on osaltaan sama asia kuin tapaus- ja suunnittelututkimuksen tarkoitus. Tässä tarkastellaan datankeruuratkaisun toteuttamiskelpoisuutta ja tiedonsiirtoketjua mittalaite- ja instrumentointitasolta aina erilaisten tietokanta- ja visualisointiratkaisujen kautta tukijärjestelmiin asti. Toteutettavuustutkimuksen työkaluna toimi mm. lohkokaaavion ja miellekartan yhdistelmäkaavio, missä toteutettavuuskysymyksiä on esitetty ja merkitty ratkaistuiksi. Kartassa myös havainnollistetaan koko tiedonkeruun toteutusta vaihe vaiheelta eri järjestelmä- ja ohjelmistoratkaisujen läpi. Kaaviota täydennettiin aina Light Monitoring Project -työryhmän viikkopalaverien ja tapausprojektin edetessä kohti lopullista muotoaan.

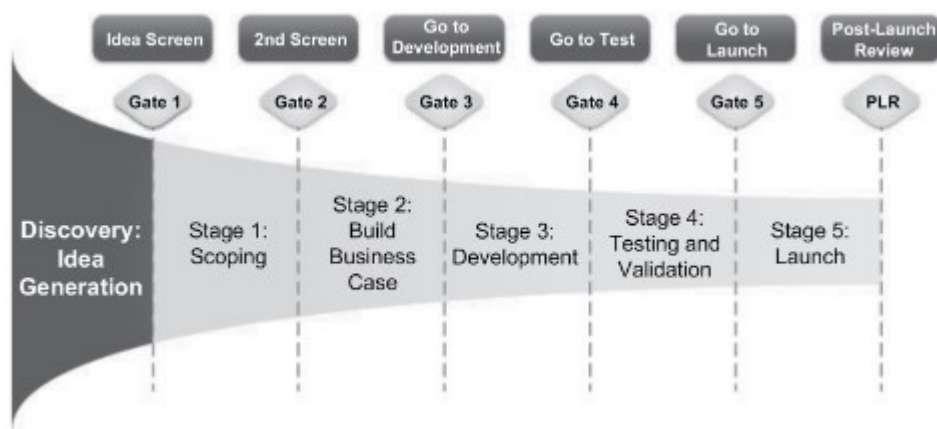
Suunnittelututkimusta varten toteutettiin Light Monitoring System -niminen tiedonkeruujärjestelmä Jupiter-nimiselle hinaajalle. Toimivalle järjestelmälle haluttiin seuraavat asiat.

1. Etäluettava järjestelmä
2. Luotettava ja tietosuojattu järjestelmä

- a. Ulkopuolisten pääsy alusten ohjausjärjestelmiin pitää olla estetty
 - b. Data pitää olla turvallisesti tallennettuna, ettei datan sisältö voi muuttua
3. Aluksen miehistö voi osallistua ideointiin ja kehitystyöhön
 4. Aluksella on mahdollisuus tarkastella dataa visualisointityökalun avulla
 5. Alukselle tallennettu data pitää jollain aikavälillä replikoida kokonaan tai aggregoituna Kongsbergin datapalvelimelle

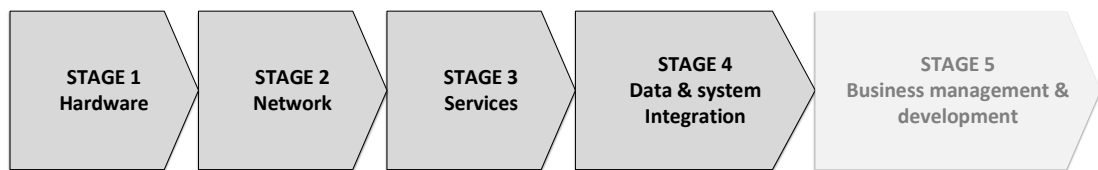
5.6 Stage-Gate-malli tuotekehitysprojektin ohjauksessa

Stage-Gate-prosessi, tuotekehityksen prosessinohjausmenetelmänä, soveltui viitekehikseksi koko projektille. Alun perin Roberg G. Cooperin kehittämä mallia voidaan käyttää apuna tuotekehitysprojekteissa erottamaan etenemisen vaiheita: Jotta voidaan edetä yhdestä vaiheesta seuraavaan, ns. ”porttien” läpi, tiettyjen ehtojen ja tavoitteiden pitää ensiksi täytyä (Cooper, 2017). Tyypillinen Stage-Gate-malli voi sisältää neljästä seitsemään eri vaihetta, jotka neljästä seitsemään eri tarkistusporttia erottavat toisistaan. Prosessi lähtee liikkeelle ideasta ja siirtyy vaihe vaiheelta eri tarkistusporttien läpi julkaisuvaiheeseen. Julkaisua seuraa arviointi ja prosessi voidaan aloittaa alusta. Seuraavassa kuvassa 9 on esitetty tyypillinen malli, missä prosessi aloitetaan ideoinnista, jatkuu ensimmäisen seulan läpi määrittelyvaiheeseen, jne. (Cooper, 2017, ss. 170-183).



Kuva 9. Stage-Gate-mallin eri vaiheet (Cooper, 2017, s. 170)

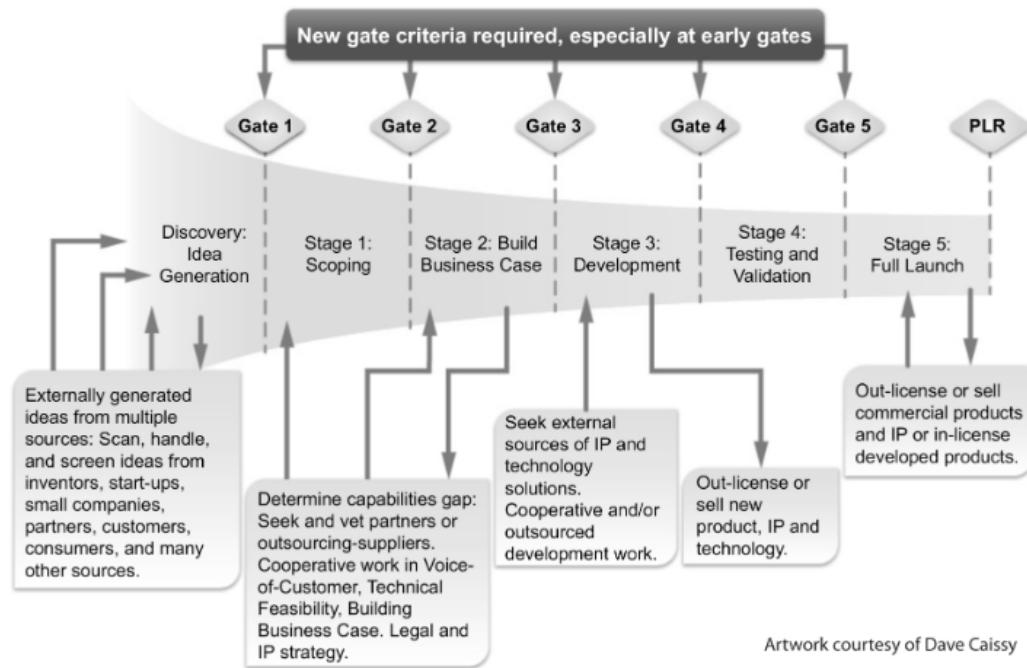
Kaikkiin kysymyksiin ja haasteisiin pyritään vastaamaan ennen kuin siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Stage-Gate-prosessikaavio kuvaa myös hyvin opinäytetyön kehitystä ohjaavan mallin viittä eri vaihetta, esimerkiksi kuvassa 10. Tässä Stage-Gate-mallin perusmallin siirtymäketjussa vaiheesta toiseen, huomattiin samankaltainen looginen yhteys datankeruun, mittaamisen ja datan jatkokäsittelyn kanssa. Vaiheiden seuranta projektin toteutuksessa noudatti Stage-Gate-prosessin vaiheita, mutta nimet vaihdettiin erilaisiksi, kuvastamaan datankeruuprojektin eri vaiheita.



Kuva 10. LMS-projektin Stage-Gate-prosessikaavion vaiheet yksinkertaistusti (Mukaillen Cooper, 2017, s. 170).

Stage-Gate-mallista haluttiin ottaa käyttöön ketterämpi versio, jolloin pystyttiin käsittelemään paremmin suunnitelmamuutoksia, toimituksen kehittymistä projektin edetessä, joustamaan muuttuvien asioiden kanssa ja iteroimaan jatkokehitystä ajatellen (Cooper, 2017). Myös eri vaiheet voivat vaatia uusia iteraatioita, esimerkiksi asiakaspalautetta hyödyntämällä. Tämän tutkimuksen myötä kehitetty järjestelmä on myös vasta ensimmäinen iteraatio - pilottiprojekti - ja on odotettavissa, että järjestelmästä rakennetaan uusi versio.

Winning at New Products, Creating Value Through Innovation -oppaan sivulla 333 on esiteltynä erillinen “Stage-Gate for Open Innovation” -niminen viitekehys ja kehitysprosessi. Tässä mallissa ohjaukseen otetaan mukaan myös ulkopuolisia tekijöitä. Yrityksen innovaatioprosessiin voi osallistua myös alihankkijat ja tilaustyöt, sekä muiden yritysten immateriaalioikeudet ja innovaatiot (Cooper, 2017, ss. 326, 333).



Kuva 11. Stage-Gate-malli avoimeen innovointiin

Käytännössä kehitysprojektissa tullaan käyttämään konsultaatiota laitetoimittajilta, laitevalmistajilta, ohjelmistoratkaisujen toteuttajilta, yms. Lisäksi varhaisessa suunnitteluvaiheessa tarvitaan myös laitetoimittajan näkemyksiä käytännön toteutukseen liittyen. Tämän takia vaiheita voi käsitellä pieninä osaprojekteina, joilla on oma työryhmänsä. Työryhmä voi olla projektinohjaajan määrittelemä ulkoistettu osahanke, esimerkiksi ohjelmointiprojekti tai järjestelmän laitekotelon kytkentäkuvien suunnittelu.

5.7 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksella on tarkoitus selvittää, miten loppuasiakkaat käyttävät heille tarkoitettuja palveluita – erityisesti digitaalisia online-palveluita - ja millaisena kokonaisuutena loppuasiakkaat kokevat Kongsbergin datankeruuratkaisut ja -palvelut. Tätä varten laadittiin kysymyspatteristo. Laadittuun kysymyspatteristoon liittyvät vastausvaihtoehdot viittaavat määrälliseen tutkimukseen, mikä pitää huomioida tuloksia arvioitaessa. Etuna on suuri määrä vastauksia, jos kyselyllä tavoitetaan suuri määrä Kongsbergin loppuasiakkaita. Tuloksilla on tarkoitus saada hyvä kuva asiakastyytyväisyydestä, digitaalisten palveluiden käyttöasteesta ja kehittää yrityksen tulevaisuuden kehitystarpeita –

tulevaisuuskysymys, mihin tässä opinnäytetyössä on jo viitattu. Tässä projektissa käytetyssä kysymyspatteristossa oli mukana muutama laadulliseen tutkimukseen viittaavaa kysymystä, joissa pyydettiin asiakasta kirjoittamaan mielipiteitään vapaisiin tekstikenttiin. Osa kysymyksistä oli muotoiltu tarkoituksella saamaan asiakkaalta mielipide digitaalisen raportoinnin tarpeesta, tai halusta luopua kokonaan erikseen räätälöidyistä valvontaraporteista. Osa kysymyksistä oli muotoiltu, niin että vastauksista voitaisiin päätellä loppuasiakkaiden tietotasoa tiedonsiirtoprotokollista ja analytiikkaohjelmistoista, esimerkiksi REST API -protokollasta ja Microsoftin Power BI -ohjelmistosta. Näihin kysymyksiin saaduista vastauksista voitaisiin päätellä tulevaisuuden palvelutarpeita ja palvelumalleja.

Kysely toteutettiin Google Forms -palvelun avulla, mistä tuloksia oli helppo seurata sitä mukaan, kun vastauksia tallentui järjestelmään. Lisäksi Google Forms -palvelu mahdollisti datan siirron suoraan taulukkolaskentaohjelmaan, esimerkiksi Exceliin, mistä oli myös etua vastausten analysoinnissa.

5.8 Edelläkävijäanalyysi

Edelläkävijämenetelmä tai -analyysi on eräänlainen tulevaisuudentutkimuksen tunnistusmenetelmä. Luodatta tulevaisuuksien laajaa kirjoa on kyse eksploraatiivisesta tulevaisuudentutkimuksesta. Kun puolestaan halutaan vaikuttaa tulevaisuuksien muotoutumiseen ja tavoitellaan toivottuja tulevaisuuksia, on kyse normatiivisesta tulevaisuudentutkimuksesta. Edelläkävijäanalyysissa, englanniksi ”pioneer analysis”, voidaan yhdistää molempia lähestymistapoja. Edelläkävijät pyrkivät vaikuttamaan tulevaisuuksien muotoutumiseen ja tekevät tulevaisuuksia. Samalla heidän toimintaansa ja motivaatioitaan analysoidessa on mahdollista luodata avautuvia tulevaisuuksien perspektiivejä ja kuvia, niitä priorisoimatta. Menetelmässä on pitkälti kyse tulevaisuustoimija-analyysistä, englanniksi ”futures actor analysis” (Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto & kirjoittajat, 2022, ss. 265-267). Tulevaisuudentutkimuksessa kiinnitetään enenevästi huomiota tulevaisuuden tekijöihin – ei vain kehkeytyviin tulevaisuuksiin. Erityisesti kaksi toimijaryhmää nousevat tällöin esiin

keskeisinä tulevaisuuden rakentamiseen vaikuttavana joukkona. Ensimmäinen vaikuttava joukko ovat visionäärit ja toinen on vähemmälle huomiolle jäänyt edelläkävijöiden joukko. (Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto & kirjoittajat, 2022, s. 268).

Tässä kehitysprojektissa keskitytään kyselyanalyysin avulla edelläkävijäjoukon tunnistamiseen, seuraamiseen ja analysointiin. Loppukäyttäjät ovat Kongsbergin nykyisiä tai potentiaalisia uusia asiakkaita, joten on tärkeää ymmärtää mm. heidän käyttäytymistään, ajatuksia, kokemuksia ja odotuksia. Hiltunen puhuu Tulevaisuudentutkimus tutuksi -oppaassa ”heikoista signaaleista”. Riittää, että vain muutamalta loppukäyttäjältä saatu tieto voi muuttaa kokonaan yrityksen suunnan, jos tiedolla voidaan vaikuttaa positiivisesti kehitykseen. Gladwell (2000) toteaa, että suuren muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan vain muutamia ihmisiä. Rogersin (1962) innovaatioiden leviämistä mukaillen käännekohta syntyy, kun kriittinen massa omaksuu idean tai tuotteen ja se alkaa levitä viruksen lailla (Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto & kirjoittajat, 2022, s. 270).

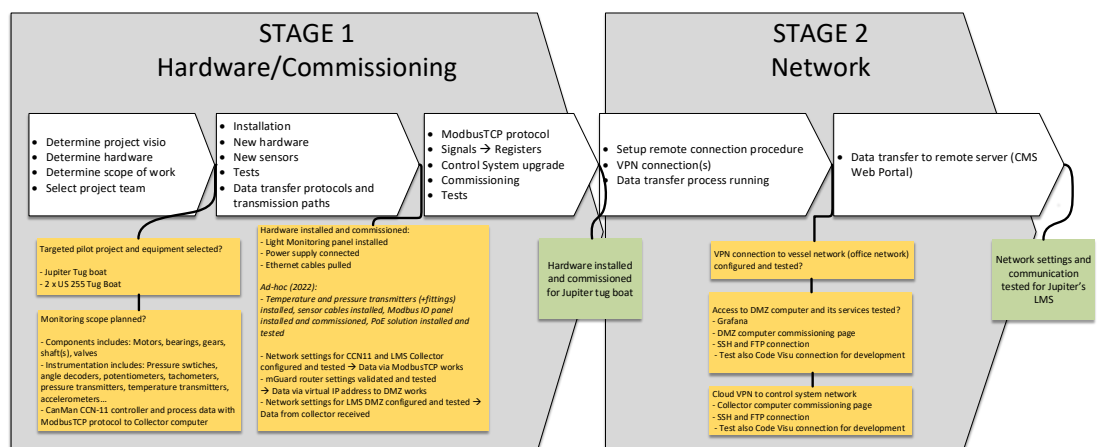
Edelläkävijöiden joukko tässä tutkimustyössä ovat Kongsbergin uusien ja vanhojen kunnonvalvontapalveluiden uudet sekä vanhat loppukäyttäjät. Edelläkävijöiden joukkoa tutkittiin mm. luvussa 5.7 esitetyn kyselytutkimuksen avulla. Edelläkävijöitä tunnistettaessa voidaan yhdistellä useita ennakointimenetelmiä, jolloin kyse on hybridimetodisovelluksesta. Toisin sanoen, edelläkävijöiden tunnistamiseksi voi tehdä erityyppisiä haastatteluja, kyselyjä, Delfoi-tutkimuksia, tulevaisuusverstaita, sekä vaikkapa laatia ja testata skenaarioita (Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto & kirjoittajat, 2022, s. 271).

Edelläkävijäanalyysin toteutuksesta kerrotaan enemmän luvussa 6.7 Kyselytutkimuksen toteutus. Kyselyn vastausten tulkinnan mahdollistamiseksi kysymykset luokitellaan ja pisteytetään, niin että edelläkävijöitä tunnistavat vastaukset voidaan eritellä omaan analyysiinsa.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen keskeisin osa liittyy Kongsbergin Kevytmonitorointiprojektin pilot-tiprojektin toteutukseen, sen käytännön järjestelyihin ja tuotekehitykseen. Lisäksi tutkittiin, miten valvontajärjestelmillä kerättyä käyttödataa – käyttötunti-dataa – voitiin siirtää mittausjärjestelmältä, verkkopalveluiden ja tiedonsiirtorajapintojen yli, Kongsbergin sisäverkkoon, missä tietoa halutaan käyttää liike-toiminnan ohjaamisessa ja kehittämisessä. Tutkimuksen edetessä kevytmonitorointijärjestelmän loppuvaiheeseen vuonna 2022, kehitettiin myös alustava strategiasuunnitelma, mistä muodostui myös tarve toteuttaa tutkimuskysely. Tutkimuskyselyllä haluttiin varmistaa ja ottaa selvää asiakkaan tarpeista, raportointitavan muutoksesta, mutta myös kerätä tietoa asiakkaiden tietotaidosta liittyen digitaalisiin web-alustoihin/-portaaleihin.

Kevytmonitorointiprojektin toteutuksen edetessä projektin yksityiskohdista ja kysymyksistä koostettiin viitekehys tulevia vastaavia tuotekehitysprojekteja, sekä toimituksia varten, ja sitä täydennettiin projektin edetessä. Viitekehystenä toimii tiedonsiirron toteutusta ja kulkua kuvaava lohkokaavio ja ”ketterä” vaiheporttimalli, eli Stage-Gate-malli. Tuotekehitystä hallinnoitiin ohjaustiimin kanssa, joka kokoontui aina torstaisin n. neljän vuoden ajan. Palaverissa sovittiin asioista ja raportoitiiin tuotekehityksen vaiheista, samalla täydentäen viitekehyksellisiä hallintatyökaluja.

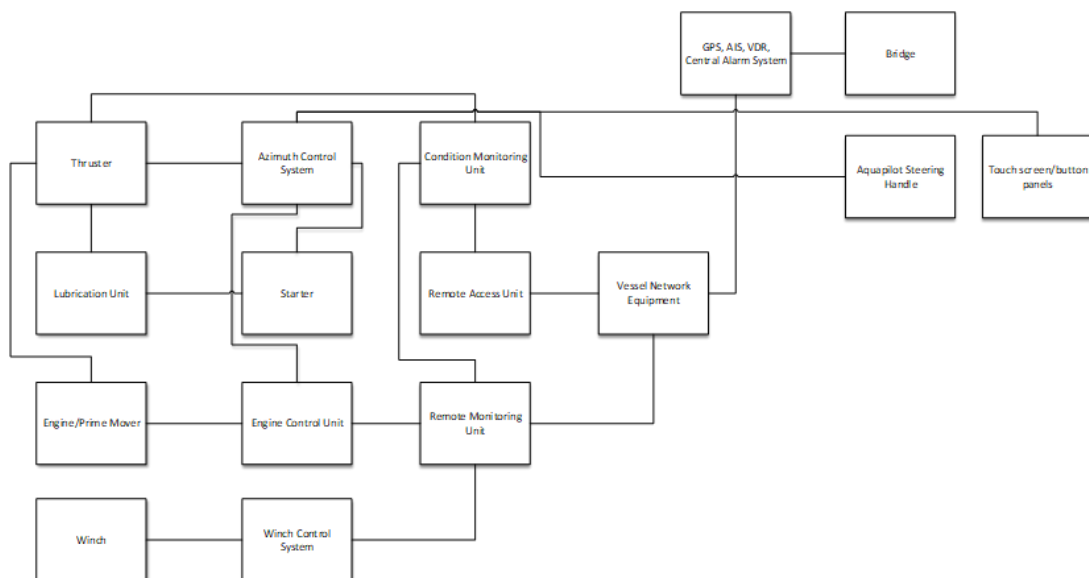


Kuva 12. Projektin vaiheet 1 ja 2: Laitteiston ja verkko-yhteyksien asentaminen, käyttöönotto ja testaus

Tässä luvussa käydään läpi kevytmonitorointijärjestelmän toteutusta järjestelmä- ja rautatasolla, kuvassa 12. Oleellisimmista teknisistä yksityiskohdista kerrotaan omissa luvuissaan. Luvussa käydään myös jonkin verran tuloksia läpi, koska kyseessä on jo toteutuneita ratkaisuja, kuten käyttötuntien laskenta ja visualisointipalvelut aluksen DMZ-koneella. Osa toteutuksen yksityiskohdista on jätetty tietoturvasyistä kertomatta, sillä järjestelmä on vuoden 2023 toukokuuhun mennessä asennettu kolmelle Alfons Håkansin omistamalle hinaajalle ja toimii oletetulla tavalla.

6.1 Light Monitoring System -tiedonkeruujärjestelmä

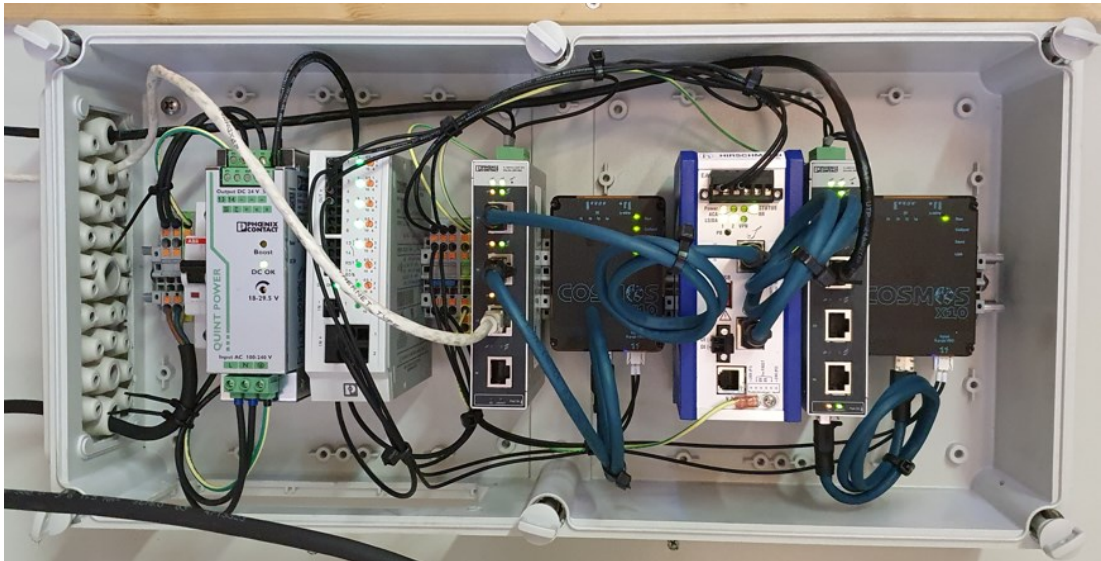
Eri valmistajien järjestelmien rajapintojen tunnistaminen tehtiin yhteistyössä huolto-osaston eri tahojen kanssa. Alkutilanne on esitetty seuraavassa kuvassa 13. Myöhemmin esitetty, verkkolaitteiden infraa havainnollistava, kuva järkeistää ja yksinkertaistaa kuvan 13 alkutilannetta.



Kuva 13. Eri rajapintoja ja yhteyksiä eri järjestelmien välillä

Kun kaikki esivaatimukset oli listattu ja mitattavia signaaleja oli mietitty, teetettiin Arnon Oy:lla seuraavan kuvan 14 prototyyppi. Prototyyppi ei sellaisenaan kelpaa asennettavaksi alukseen tai laivaan, mutta sen avulla pystyttiin testaamaan järjestelmien välistä tiedonsiirtoa ja palomuuriasetuksia

testiympäristössä: Tiedonkeruu- ja demilitarisoitu puoli verkkotopologiasta on erotettu turvareitittimellä ohjausjärjestelmän turvaamiseksi.



Kuva 14. Kevytmonitorointijärjestelmän prototyypipaneeli

6.1.1 Grafana

Grafana-niminen alusta valittiin visualisointityökaluksi datalle. Grafana Labsin kehittämään web-pohjaiseen datan visualisointityökaluun tai -alustaan, eli lyhyemmin Grafanaan, saadaan linkitettyä erilaisia tietolähteitä ja tekemään hakuja valituista tietolähteistä. Grafanan kanssa käytetyistä tietolähteistä influxdb-aikasarjatietokanta on yleisimpiä vaihtoehtoja. Influxdb-aikasarjatietokannan linkittäminen Grafanaan tapahtuu lähes automaattisesti ja vain muutamia parametreja vaaditaan. Grafanan suurin etu kevytmonitorointiprojektille on sen käyttöliittymän helppous; Dashboardien, suomeksi ”kojelauta”, koostaminen on nopeaa ja työkalujen oppimiskynnys on matala (Grafana Labs, 2023).

Grafana ei kuitenkaan ole työkalu, millä Influxdb-tietolähteiden sisältöä, eli dataa, muokataan, vaan se on tarkoitettu pelkästään hakuja ja visualisointia varten. Grafanassa on interaktiivisia toimintoja, kuten painonappeja, animoituja viisarinäyttöjä, kattava avoimen yhteisön lisäosakirjasto ja muun muassa synkronoidut cursorit eri kuvaajien välillä. Kyselyjen rakentaminen voi perustua ehtoihin, englanniksi ”conditions” ja funktioihin, englanniksi ”functions”, ja silti

alkuperäistä dataa ei muokata. Kyselyt voivat olla yksinkertaisia tai monimutkaisia matemaattisia yhtälöitä, joista voidaan edelleen johtaa pylväsdiagrammeja, segmenttinäyttöjä tai heatmap-tyylisiä grafiikoita. Grafana tukee myös paikkatietojärjestelmiä ja voi esittää paikkatietoa avoimen lähdekoodin kartta-aineistoissa.

6.1.2 Influxdb-aikasarjatietokanta

Aikasarjadatasta on tullut lyhyessä ajassa modernin data-analytiikan oleellisin tiedontallennusmuoto. Influxdb-aikasarjatietokannasta puolestaan on tullut suosittu vaihtoehto aikasarjojen tallentamiselle ja erilaisia hakuja varten. Influxdb:llä, mikä on edennyt jo toiseen versioonsa, on oma kielensä, jolla tietoa haetaan datasta. Kieli muistuttaa SQL-kieltä ja siksi sen omaksuminen kevyt-monitorointiprojektissa oli helppoa. SQL-kieli oli jo tullut tunnetuksi monista väärätelymittauksiin perustuvista kunnonvalvontajärjestelmistä, joten syntaksi oli entuudestaan tuttu (Myers, 2023).

Aikasarjadata on tietynlaista dataa, jota kerätään ajan kuluessa, usein niin että yhdellä aikaleimalla on useita mitattuja arvoja. Mittausdata on ajallisesti tosikaista ja mittajärjestelmän mukaan myös tahdistettua, mikä mahdollistaa eri lähteistä tallennettujen aikasarjojen välisen vertailun, esimerkiksi Grafana-alustan visualisointityökaluilla.

6.1.3 ModbusTCP-protokolla

Collector-koneen ja ohjausjärjestelmän väliseen tiedonsiirtoon valittiin Ethernet-verkossa toimiva ModbusTCP-protokolla. ModbusTCP-protokollan käyttöön löytyy hyvin valmiita Python-kirjastoja ja se on muutenkin laajasti tuettu, sen pitkäaikaisen historiansa takia, lähes kaikkialla teollisuudessa. ModbusTCP-protokolla käyttää TCP/IP-pakettiliikennettä, jolloin verkkolaitteet voidaan eristää ja ne pystyvät keskustelemaan keskenään vain omassa aliverkossaan. ModbusTCP perustuu asiakas-palvelin-malliin. Viestintä tapahtuu viestien välityksellä, joissa on otsikko ja datakenttä. Tärkein tieto on

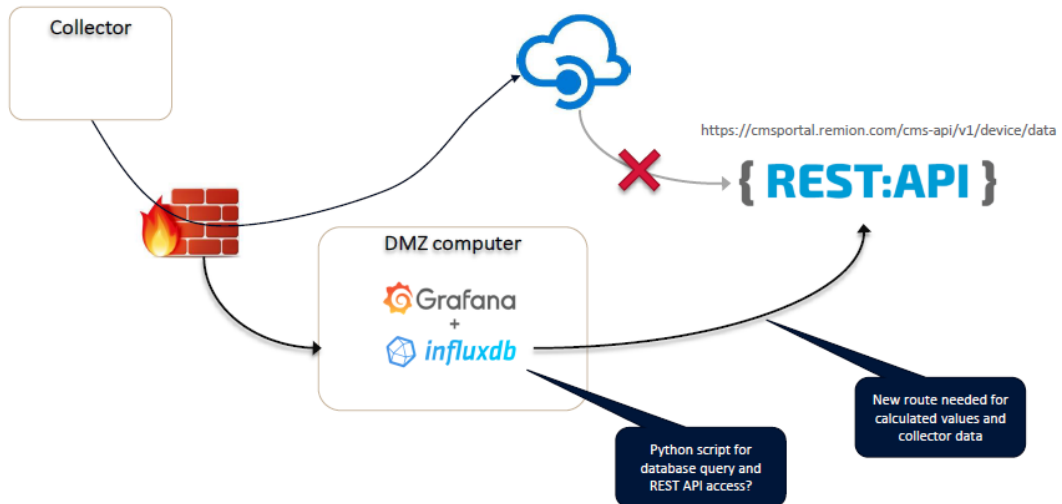
toimintokoodi, englanniksi "Function Code", joka määrittää operaation tyyppin. Eri toimintoja ovat mm. "Read Holding Registers (Function Code 03)", "Write Single Holding Register (Function Code 06) ja "Read/Write Multiple Registers (Function Code 23)". Modbus sisältää myös hyvän virheentarkistusmekanismin, mikä tarkistaa datan eheyden. Virheentarkistus on toteutettu CRC-menetelmällä, eli suomeksi "syklinen redundanssitarkistus". Tietoturva ModbusTCP ei tarjoa. Tietoturva-asioihin voidaan vaikuttaa lähiverkkolaitteiden tyyppien ja toimintojen valinnalla (Modbus Organization, Inc, 2012) (Modbus Organization, Inc, 2006).

6.1.4 Järjestelmän asennus ja käyttöönotto

Jupiter-hinaajalle tehtiin tarvittavat asennukset ja LMS:n käyttöönotto. Järjestelmän periaatteena on liittää tiedonkeruuprosessiin omistettu, englanniksi "dedicated", tietokone potkurilaitteen ohjausjärjestelmään. Tiedonsiirto tapahtuu ModbusTCP-protokollaa käyttämällä. ModbusTCP-protokolla on esitelty lyhyesti edellisessä luvussa 6.1.3 ModbusTCP-protokolla.

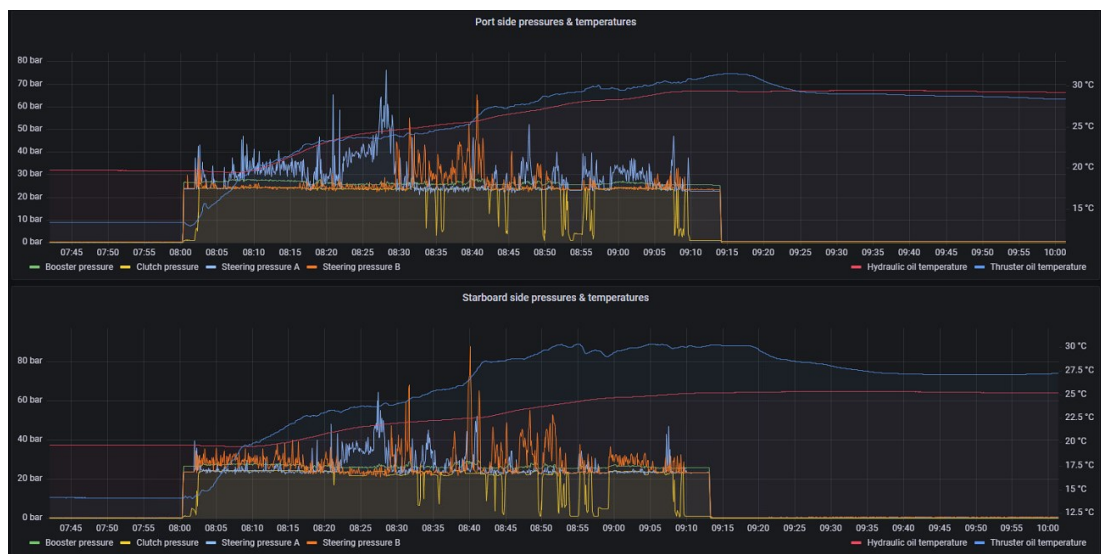
Ohjausjärjestelmältä luettava data välitetään CCN11-kontrollerilta ModbusTCP-protokollaa käyttämällä. Liittessä 22 on esitetty ohjausjärjestelmän signaaleille varattu rekisteriavaruus ja signaalien nimet, yksiköt ja skaalat. Kaikkia taulukon arvoja voidaan pyytää ohjausjärjestelmältä samanaikaisesti, noin 10 kertaa sekunnissa. Liitteen 22 taulukosta näkee eri tietotyypit, skaalauksen ja signaalien nimet. Modbus-protokolla ei itsessään tarjoa nimeämismahdollisuutta rekistereille, vaan sitä varten pitää aina tehdä erikseen Liitteen 22 mukainen määrittely, esimerkiksi taulukon muodossa.

Kaikki data tallennetaan Collector-koneen muistiin aikasarjatietokantaan. Aikasarjatietokanta, johon päädyttiin, on Influxdb. Ohjausjärjestelmältä tallennettua dataa, ns. "raakadataa", varten tehtiin kummallekin potkurilaitteelle, styyrpuurin ja paapuurin, omat tietokannat ja kumpaankin tietokantaa varten data ja results -nimiset taulut, eli "SERIES" tai "MEASUREMENTS". Influx-tietokannan rakenne on esitetty seuraavassa kuvassa 15.



Kuva 16. Pelkistetty lohkokaavio LMS:n datansiirtoreiteistä pilvipalveluun ja paikalliselle DMZ-koneelle

Jupiter-hinaajan paikallinen datan esitys ja tilanneanalyysi onnistui Grafana-nimisen datan visualisointiohjelman avulla. Grafana-alustaan oli mahdollista tehdä monia eri sivuja, mitkä nitovat yhteen erillisiä tietokantahakuja, esittävät dataa erilaisissa kuvaajissa, ja kuvaajien jatkuva päivittäminen esimerkiksi viiden sekunnin välein on mahdollista toteuttaa. Toteutus pohjautuu tietokantahakuihin ja tarjoaa tavallaan live-näkymän tietokantaan tallennettuun dataan. Parempi vaihtoehto prosessidatan esittämiselle olisi MQTT-protokolla, mutta tätä aihetta ei tässä työssä käsitellä.



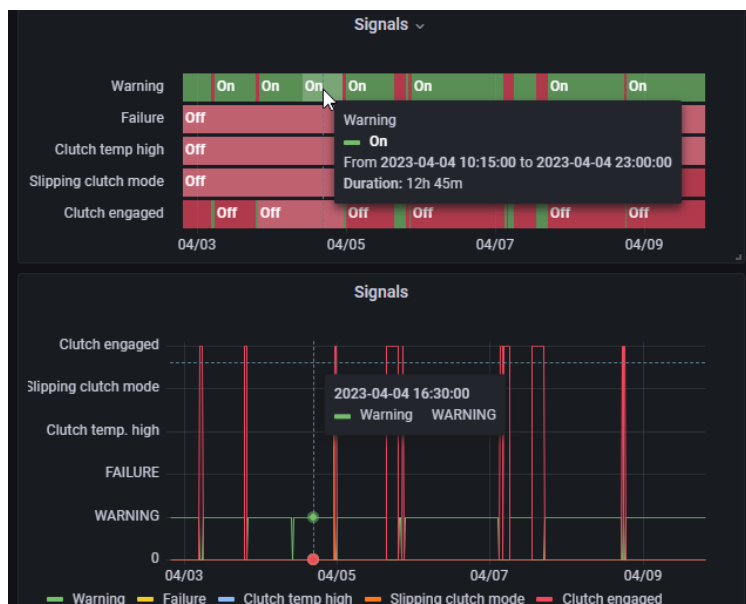
Kuva 17. Trendinäkömä Jupiter-hinaajan Grafana-näytöltä

Grafana dashboard -näymät mahdollistavat joustavan tavan esittää dataa eri kohteissa. Kohteet voivat vaihdella ECR-valvomotilasta, toimistonäyttöihin ja pilviratkaisujen yli teknisen tuen valvomoratkaisuksi. Kuvassa 18 on esitetty loppuasiakkaan kanssa suunniteltu dashboard-näkymä, jota voidaan käyttää potkurilaitteiden valvontaan paikallisesti operoinnin aikana.



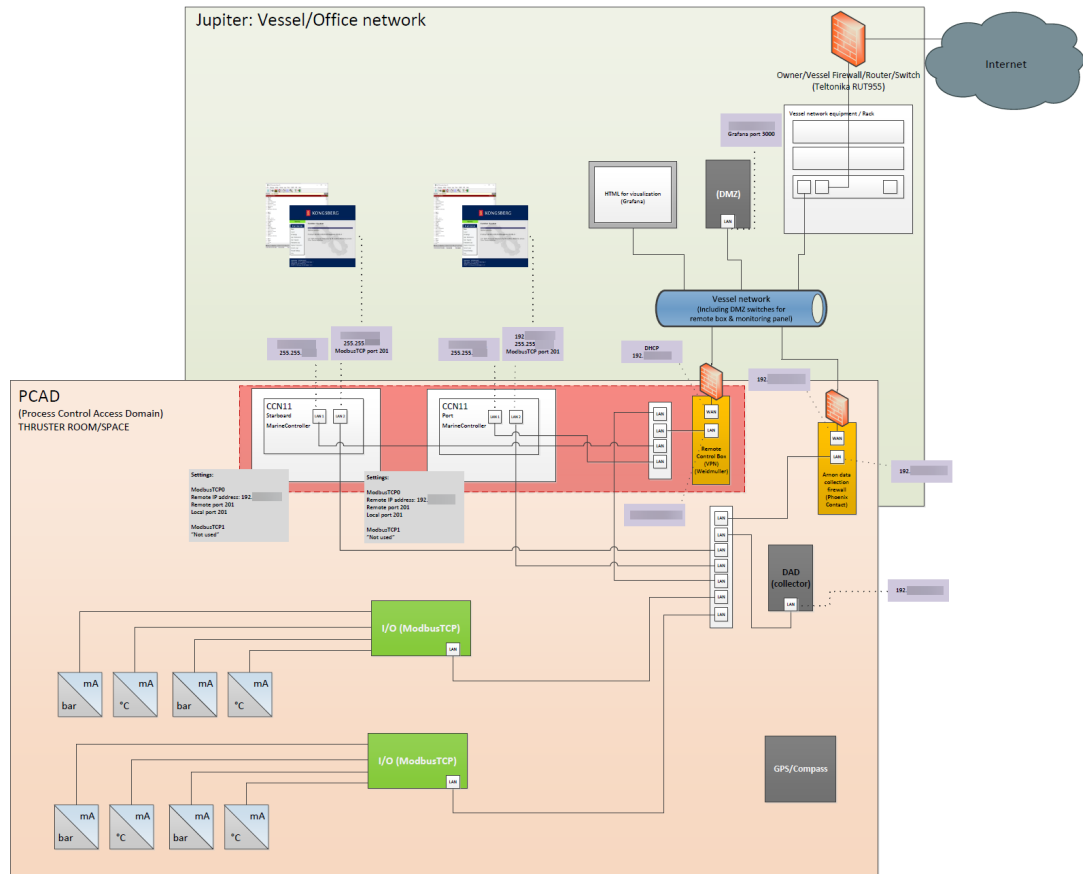
Kuva 18. Asiakkaan toiveiden mukaisesti rakennettu mittarinäkymä Jupiter-hinaajan Grafana-näytöltä

Seuraavan kuvan 19 kuvaajissa näkyvät signaalit ovat samoja CanMan-ohjausjärjestelmän arvoja, joita on aikaisemminkin käsitelty, mutta ne muutettiin sekvenssinäytöksi. Sekvenssinäytöstä näkee tiettyjen ON-/OFF-signaalien kestoajat. Signaalien päällä- ja poissaoloaikojen seuraaminen voi olla hyödyllistä ongelmanratkaisutapauksissa.



Kuva 19. Ohjausjärjestelmädataa (signaalit) ohjauskulmatiedon paluuviesti; Laitteen kääntömekanismin ominaisuus

Jupiter-hinaajalle asennetun järjestelmän lohkokaavio on esitetty seuraavassa kuvassa 20. Järjestelmän suunnittelussa on pyritty huomioimaan tietoturvaris-
kit jakamalla aluksen verkko kahteen eri alueeseen.



Kuva 20. Lohkokaavio Jupiter-hinaajan kevytmonitorointijärjestelmän raken-
teesta, komponenteista ja liityntärajapinnoista

Potkurilaitteen ohjausjärjestelmän, englanninkielinen nimi "Azimuth Control System", keskeisin komponentti on CCN-keskussyksikkö. CCN11-keskussyk-
sikkö edustaa tuoteperheen uusinta versiota, jossa on kaksi erillistä verkko-
korttia ja muita LMS-projektia hyödyttäviä toimintoja. Jupiter-hinaajan CCN11
näky seuraavassa kuvassa 21.



Kuva 21: Kuva käytössä olevasta CanMan11-ohjausjärjestelmän keskusyksiköstä

Järjestelmän DLU-kaapin sisälle asennetut komponentit näkyvät kuvassa 22. Jos rakennetta vertaa kuvan 20 verkkolaitteiston lohkokaavioon, niin mGuard-merkkinen reititin on kuvassa 22 kahden lähiverkkokytkimen keskellä ja Collector- ja DMZ-koneet ovat oikealla ylhäällä - muita komponentteja ei tarvitse erikseen käsitellä.



Kuva 22. Kuva asennetun Light Monitoring -järjestelmän DLU-paneelin sisältä

Strategiapalaverissa DLU määriteltiin seuraavanlaisesti:” Data Logging Unit: Web based (or onboard screen) dashboard displaying trends of data collected from Thruster Azimuth Control Unit. DLU stores data to internal memory that

can be exported to USB memory stick, or it sends data to CMS web portal for end customer use.”.

6.1.5 DMZ-reunalaskentakoneen toiminta

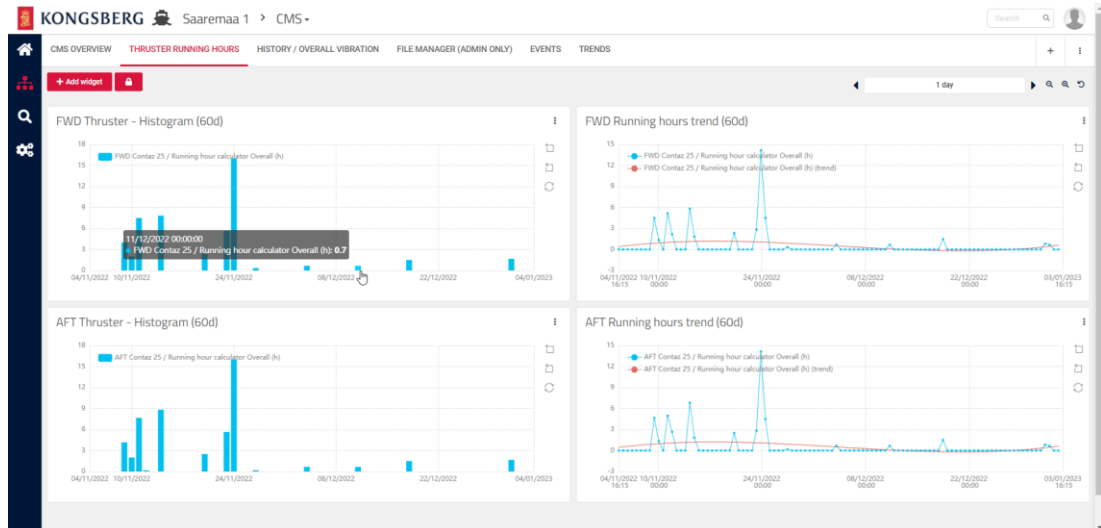
DMZ-koneella pyörii Grafana-palvelun lisäksi kaikki ohjausjärjestelmä ja anturidataa hyödyntävät laskentamallit. Collector-kone lähettää datan mGuard-turvareitittimen virtuaalista osoitetta hyödyntämällä palomuurin läpi dataa DMZ-koneen influxdb-aikasarjatietokantaan. Aikasarjatietokannan dataa luetaan erillisillä python-skripteillä. Jokaiselle laskennallisesti saadulle suurelle on oma skriptinsä ja tarkoituksensa. Esimerkiksi ohjauskulmadatan perusteella voitiin toteuttaa ohjausputken tiivisteiden kulkemaa matkaa – asteina ja metreinä - laskeva skripti. Vastaavasti voitiin toteuttaa mm. potkuriakselin matkaa laskeva skripti. Näitä laskentamalleja ja skriptejä toteutettiin osana T. Väänttisen Kandidityötä (Väänttinen, 2020). Lisäksi tätä opinnäytetyön projektia varten toteutettiin paljon yksinkertaisempi ja laajemmin käytettävissä oleva, käyttötuntien määrää laskeva skripti. Kaikki laskennallisesti tuotettu lisädata tallennettiin myös Influx-tietokantaan, joten sekin voitiin välittömästi esittää Grafana-käyttöliittymässä.

6.2 Laitekohtaisen käyttöasteen selvittäminen

Laitteiden ja koneiden käyttöastetta voidaan mitata eri tavoin. Yleisin menetelmä on käyttötuntien laskeminen, kun laite tai sen osat ovat käynnissä tai pyörivässä liikkeessä. Useimmat käytönaikaiset huoltotoimenpiteet perustuvat käyttötuntimäärän seurantaan, kuten esimerkiksi laakerin voitelut.

Potkurilaitteissa on useita kiinnostavia parametreja ja mitattavia suureita, mitkä ovat muutettavissa käyttöastetiedoksi ja auttavat rakentamaan laitekohtaista ”profiilia”. Tässä työssä profiililla tarkoitetaan esimerkiksi päiväkohtaista potkurilaitteen käyttötuntimäärää yhden kuukauden ajalta.

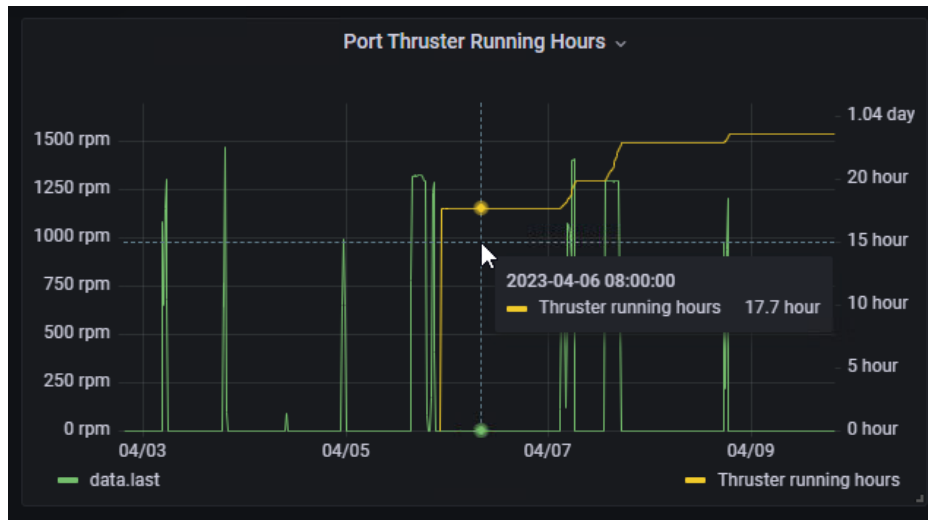
Seuraavassa kuvassa 23 on esitetty esimerkki CMS Web Portaaliin toteutetusta Saaremaa 1 -nimisen aluksen käyttötuntitietonäkymästä. Vasemmanpuoleisessa kuvaajassa näkyy viimeisen 30 päivän käyttötunnit päiväkohtaisesti ja oikeanpuoleisessa kuvaajassa muutostrendi.



Kuva 23. Running hours -näky (Dashboard) asiakkaan web-käyttöliittymästä/-portaalista

Käyttötuntidata on myös oleellinen osa koneiden käytönaikaista huoltoa ja seuranta. Monet huollot perustuvat pelkästään käyttötuntien seurantaan. Esimerkiksi, voitelu, puhdistukset, huuhtelut, yms. huollot tehdään tavallisesti, kun tietty käyttötuntimäärä on kirjattu päiväkirjaan. Light Monitoring -järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden seurannalle ja eräänlaisen päiväkirjan ylläpidon laivan päällä reunalaskentakoneella.

Jupiter-hinaajan paikallinäyttöön käyttötuntidata saatiin esitettyä myös Grafana-sovelluksen avulla. Kuvankaappauksessa 24 esitetty tuntimäärä laskee Python-skriptin käyttöönottohetkestä, joten se ei edusta potkurilaitteen todellista käyttötuntimäärää. Onneksi tämä on helppo korjata lisäämällä tiedossa oleva todellinen käyttötuntimäärä laskennalliseen tuntimäärään (Offset).

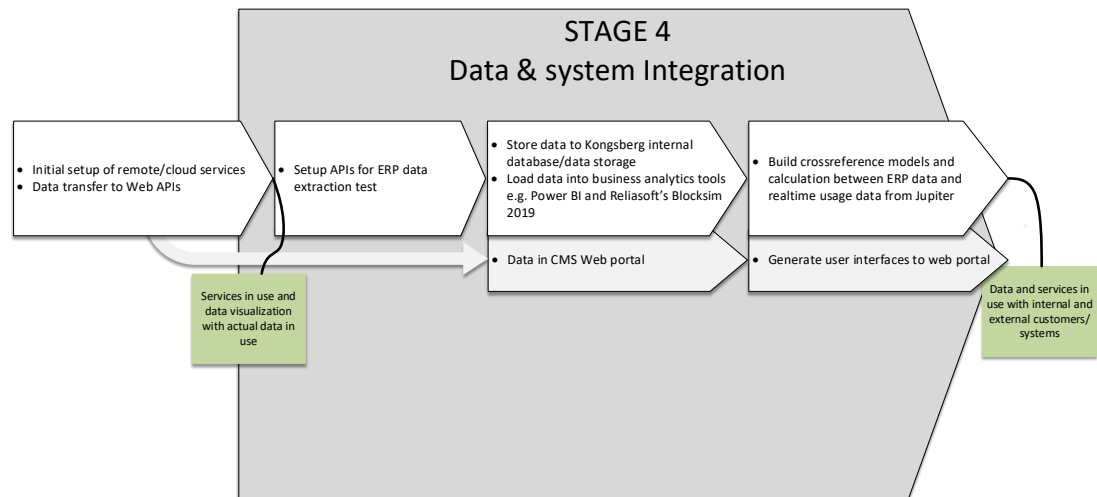


Kuva 24. Paapuurinpuoleisen potkurilaitteen käyttötunnit juoksevana trendinä Grafana-järjestelmän kuvaajassa

6.3 Data-integrointi -testit ja Node-RED

Node-RED-nimisen ohjelmointityökalun avulla tehtiin API-testejä kunnonvalvontajärjestelmän dataan, tarkoituksena saada lähetettyä käyttötuntidataa Kongsbergin verkkoon. Testillä haluttiin vastata ja vaikuttaa Liitteen 1 sovellettu Stage-Gate-prosessin vaiheen 4 Data & system Integration -kysymyksiin, kuvassa 25.

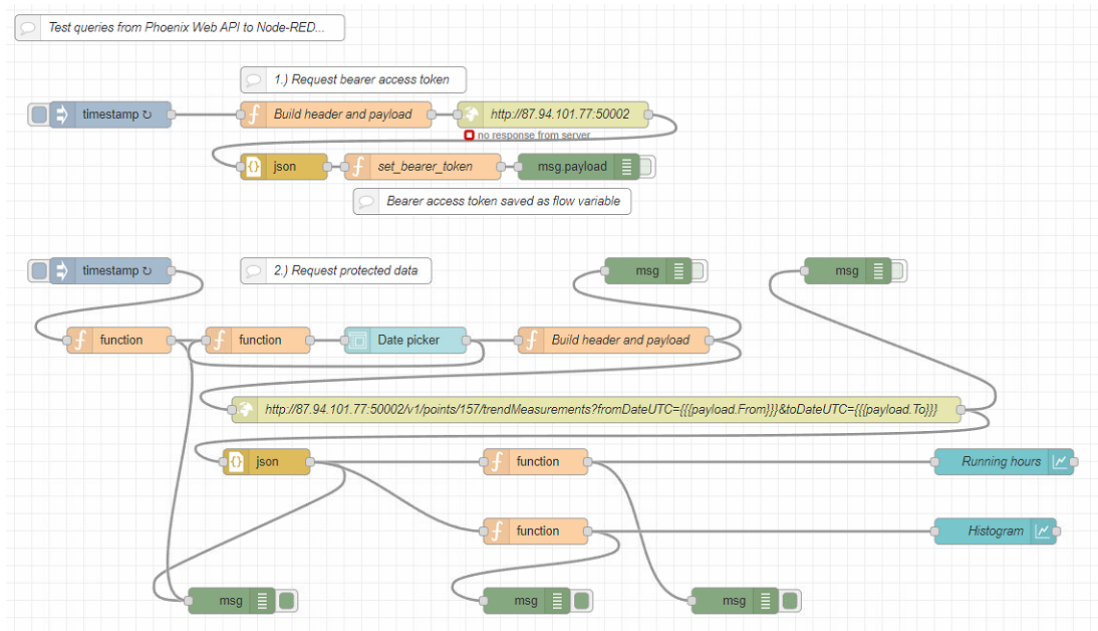
Kunnonvalvontajärjestelmä on jäänyt vähemmälle huomiolle tässä opinnäytetyössä, mutta järjestelmän dataa voidaan myös integroida järjestelmien, ohjelmien ja palveluiden välillä. Tässä testissä keskityttiin myös LMS:n yhteydessä esitettyyn ”käyttötuntidataan”.



Kuva 25. Stage-gate-prosessin vaiheen 4 Data & system integration kysymykset ja avainasiat

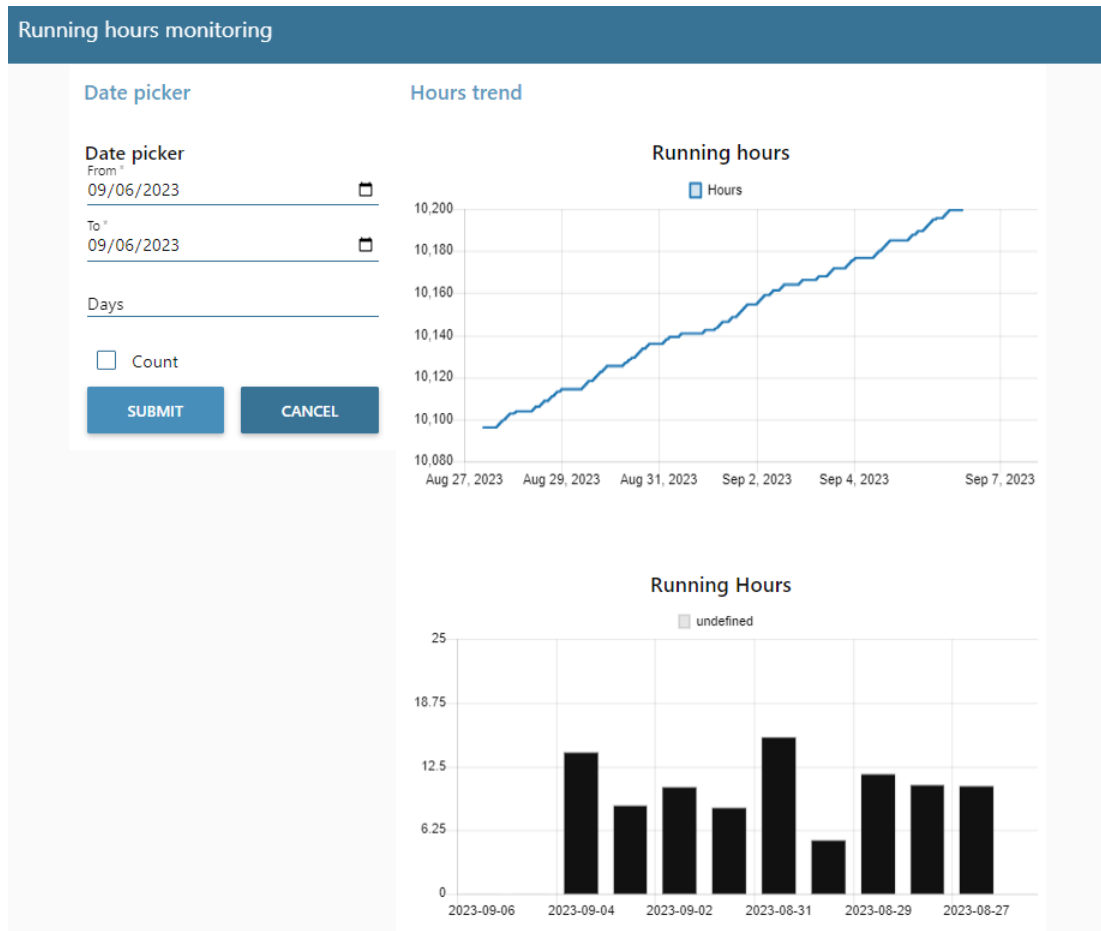
Vastaava integrointi tehtiin myös Kevytmonitorointijärjestelmän käyttötuntidatalle, kun sitä lähetettiin POST-metodilla, CMS Web Portal -palvelun rajapintaan. Tästä kerrotaan enemmän myöhemmässä luvussa 6.4 Datan vieminen ulkoisiin järjestelmiin – CMS Web Portal.

Node-RED-ohjelmointityökalulla tehty testiohjelma yhdistää REST-arkkitehtuurin tiedonsiirtoa ja javascript-ohjelmointikieltä. Kuvassa 26 on esitetty Node-RED:lle tyypillinen floweditor-niminen työkalu. Työkalulle ominaista on erilaisten erillisten Node-nimisten komponenttien välille piirretyt viivat ja muu ”symboliikka”, jotka muistuttavat tilakoneen tai prosessin ohjausta. Viivat ”kuljettavat” hyötykuormaa, englanniksi ”payload”, ja dataa eri node-komponenttien välillä.



Kuva 26. Node-RED-ohjelmointityökalun flow-editori ja käyttötuntidatan hakemiseen laadittu testiohjelma

Node-RED-testiohjelman GET-metodin avulla hakema data voitiin esittää ohjelmointityökalun oman Dashboard-työkalun avulla. Työkalulla rakennettiin testikäyttöliittymä, jolla voidaan hakea kalenterityökalulla valitulta aikaväliltä käyttötunnit kahteen erilaiseen kuvaajaan. Trendinäkymä näyttää käyttötuntimäärän kasvun ajan suhteen. Tulos riippuu myös valittavan laitteen kierrosnopeudesta [rpm]). Palkkikuvaaja kertoo päiväkohtaisen käyttötuntimäärän. Kuvassa 27 on esitetty esimerkki testikäyttöliittymästä ja kuvaajista.



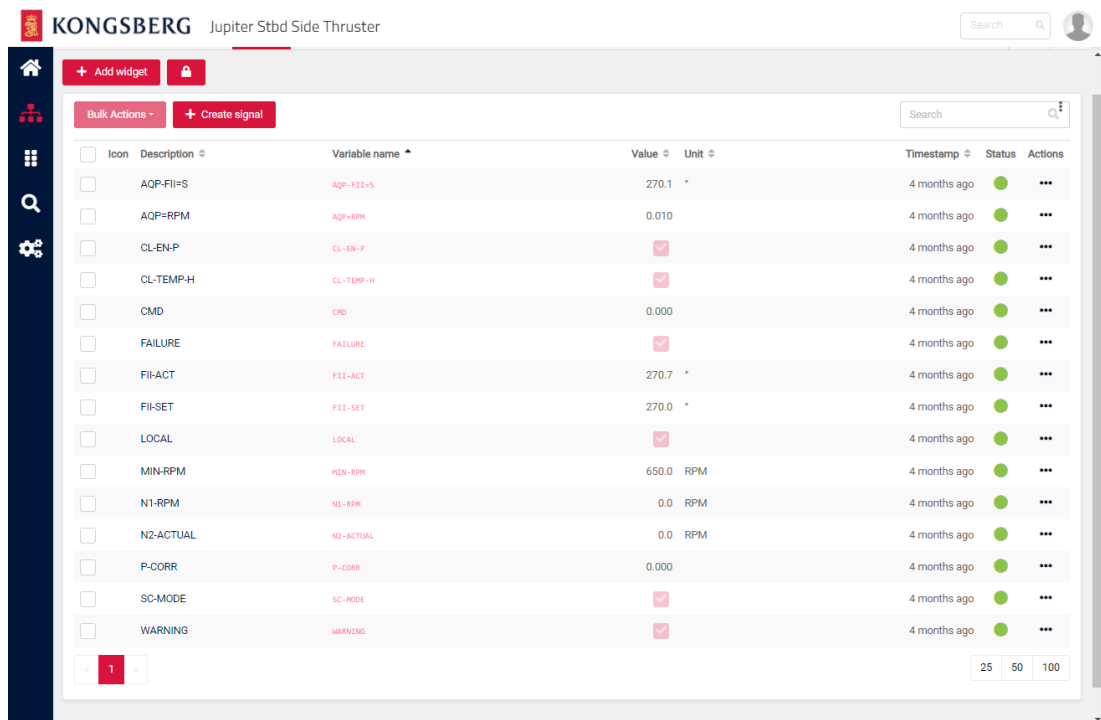
Kuva 27. Node-RED dashboard -työkalulla laadittu testikäyttöliittymä

Testin käyttötuntidatan yhdistäminen toiminnanohjausjärjestelmiin, esimerkiksi nimiketietoihin, ei sopinut enää tämän opinnäytteen aikatauluun, joten se jouduttiin jättämään jatkokehitystavoitteiden listalle. Datan käytöstä käytiin keskustelua ja todettiin että käyttötuntidataa voitaisiin yhdistää komponentti- ja laitetoimittajien tuotekohtaisiin tietoihin. Mekaanisten pyörivien komponenttien, kuten laakereiden laskennallinen käyttöikä (tunneissa, [h]), on verrattavissa mittausjärjestelmältä saatuun käyttötuntimäärään. Toimittajien ja valmistajien laatimat datalehdet sisältävät usein tiedon komponentin laskennallisesta käyttöiästä tunteina [h], kuljettuna matkana [m] tai sykleinä [cpm].

6.4 Datan vieminen ulkoiisiin valvontajärjestelmiin – CMS Web Portal

Remion Oy:n kanssa yhteistyössä tehtyyn CMS Web Portal -nimiseen palveluun, tai ”nettiportaaliin”, on mahdollista tuoda useita ohjausjärjestelmän

signaaleja REST API -protokollan avulla. Samat signaalit, mitä Kevytmonitoroinnin Collector-kone kerää aluksen lähiverkossa CCN11-keskustyksikön CanMan-applikaation MBUSOUT-funktion lähettämistä signaaleista, nimetään vastaavasti nettiportaalin signaaliluetteloon, esimerkiksi kuvan 28 signaaliluettelo. Signaaliluettelo on konfiguroitavissa portaalissa, joten erillisiä työkaluja ei tarvita. Portaaliin rakennettiin pari projektia ja testattiin että API ja erilaiset datan esitysmuodot, kuvaajat ja trendinäkymät toimivat Kevytmonitorointijärjestelmän keräämällä datalla.



Icon	Description	Variable name	Value	Unit	Timestamp	Status	Actions
<input type="checkbox"/>	AQP-FII-S	AQP-FII-S	270.1		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	AQP-RPM	AQP-RPM	0.010		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	CL-EN-P	CL-EN-P			4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	CL-TEMP-H	CL-TEMP-H			4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	CMD	CMD	0.000		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	FAILURE	FAILURE			4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	FII-ACT	FII-ACT	270.7		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	FII-SET	FII-SET	270.0		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	LOCAL	LOCAL			4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	MIN-RPM	MIN-RPM	650.0	RPM	4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	N1-RPM	N1-RPM	0.0	RPM	4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	N2-ACTUAL	N2-ACTUAL	0.0	RPM	4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	P-CORR	P-CORR	0.000		4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	SC-MODE	SC-MODE			4 months ago	●	⋮
<input type="checkbox"/>	WARNING	WARNING			4 months ago	●	⋮

Kuva 28. Signaalinäkömä web-käyttöliittymästä/-portaalista

6.5 Kyselytutkimuksen toteutus

Kyselytutkimus toteutettiin Google Forms -nimisellä palvelulla. Lomakkeessa oli 43 kysymystä. Osa kysymyksistä koski asiakastytyväisyyttä ja niillä haluttiin selvittää, miten hyvin Kongsberg ja yrityksen digitaaliset palvelut ovat tunnettuja? Toinen osa kysymyspatteristoa koski asiakkaiden järjestelmätuntemusta, miten hyvin loppuasiakkaat tuntevat erilaisia digitaalisia tiedonkeruura-japintoja ja -järjestelmiä? Kutsu kyselytutkimukseen lähetettiin 90 vastaanottajan sähköpostiin. Kysymyspatterin kolme ensimmäistä kysymystä koskevat

asiakaskohtaisia tietoja, yritysten nimeä, vastaajan sähköpostiosoitetta ja alusten määrää, joten ne jätetään tulosten tarkastelusta pois.

Seuraavan taulukon, Taulukko 1, kysymyksillä pyrittiin selvittämään dataan perustuvien valvontapalveluiden kehitystarpeita ja edelläkävijöiden tunnistamista. Taulukosta jätettiin yhteystietoihin ja nimiin viittaavat kysymykset pois. Näitä ei tietosuojan takia käsitellä tässä opinnäytetyössä. Yritysten ja henkilöiden nimet ja korvataan tunnuksenomaisilla numeroiduilla nimillä, esimerkiksi "Vastaja 1".

Taulukko 1. Kyselytutkimuksen kysymykset

#	Kysymys (englanniksi)
4	Are you familiar with Kongsberg's Web portals and platforms and/or have these services been introduced to you yet?
5	If you are familiar with Kongsberg's web portal(s) or online platform(s), have you been trained to use them?
6	If you are familiar with Kongsberg's web portals or similar platforms, which of these three platforms you have used before?
7	On scale 0-5 how important it is for you to access the data that's being recorded and analysed from your assets?
8	On scale 0-5 how important it is for you to access ALL the data that's being recorded from your assets?
9	Regarding data transfer and storing, in few phrases, how would you feel or how does company policies reflect to Kongsberg narrowing down and aggregating data to smaller quantities if it means that most of the data is deleted? Only data that Kongsberg considers meaningful will be stored and processed.
10	Regarding data presentation, would you like to read live/periodically updated gauges, tables, charts and other graphical elements on web page(s) or would you rather study screenshots in PDF reports?
11	Would you and your business be ready to completely change from PDF and paper reports to tailored web pages/dashboards, like the one's presented in CMS Web Portal?
12	If reports like Condition Monitoring (vibration monitoring) reports could be ordered from web portal would you be willing to change from PDF reports to web page based report/views?
13	If reports like Condition Monitoring (vibration monitoring) reports could be completely replaced with web portal/online platform would you still like to receive periodically composed PDF reports to your email?
14	How many reporting, scheduling, management, etc. platforms your business is currently using? ...Please write a number
15	Would you like to receive tailored PDF reports that summarize monthly/quarterly history or online platform with live data and updated graphs?
16	Would you like to request technical support or connect with technical support team member through web portal, chat widget or similar online platform?
17	Would you like to see downloadable content e.g. Product Manuals and Technical drawings shared through web portal(s) or similar platforms?
18	Would you like to receive automated notifications on new publications e.g. service letters through web portal(s) or similar platforms?
19	Would you like to receive automated notifications on events e.g. system alarms through web portal(s) or similar platforms?

20	If you are familiar with the CMS web portal, what's your rating on the look and feel and usability of the current version, on scale 0-10?
21	If you are familiar with the CMS web portal, how easy is it to navigate in the portal on scale 0-10?
22	On scale 0-10 how important a web portal or online platform with records of data from your assets is to your business?
23	If you could modify the specific views and dashboards of your fleet/vessel in the web portal, how important service/feature this would be for you?
24	When was the last time you visited CMS Web portal (https://cmsportal.remion.com/) to view your fleet/vessel data?
25	Regarding data transfer methods, are you familiar with REST API protocol?
26	Are you aware that its plausible that you can request data from online platforms (APIs) and services to your company/business using automated software tools?
27	If you could request data from a web portal with REST API protocol, what specific data sets (information from your assets) would you want to get, and how often would you get it?
28	Would your company be willing to provide data access/share data via APIs (database interface) with Kongsberg if it could help Kongsberg to provide even better, swifter, more data driven services for your business?
29	How often do you plan to visit CMS Web portal in the future?
30	If you are familiar with the CMS Web Portal, what views/tools in Web Portal you have used last time you viewed your fleet/vessel data?
31	What type of details and information you would like to find from the CMS Web Portal?
32	Does your company and business have a data driven intelligent business model(s)?
33	What kind of data analysis, visualization, reporting tools and software has your business used before? Select items from your list that you're familiar with.
34	Is your business and company or department already using subscription based online services? ...Subscription based services can for instance consist of monthly or yearly fee with optional add-on services increasing the subscription price.
35	Would you like to receive automated spare part recommendations through a web portal or similar online platform?
36	Seeing different graphical widgets and tools in an online portal as different analytical tools of which contents could be specifically tailored for you, would you be willing to pay more for this kind of service? (Option is to have only automatically generated default content).
37	Select the items that interest you most?
38	Are you familiar or have you got any of the following monitoring solutions from Kongsberg or other suppliers?
39	Would you like to use a collaborative maintenance log or logbook for your assets in an online service portal or platform like the CMS web portal?
40	Please add any additional comments here that you would like us to take into consideration. Thank you.
41	Would you like to know more about Kongsberg's online monitoring services and web portal and how Kongsberg could offer you and your business new data driven solutions within the next 3 months?
42	Would you like to review and/or get alerted upon some of the service recommendations through a web portal or similar online platform?
43	Which type of data access or viewer would you prefer for your assets onboard the vessel? ...for instance at ECR or at the Bridge.
44	Would your company be willing to provide business data other than KM product data with Kongsberg if it could help Kongsberg to provide even better, swifter, more data driven services for your business?

Kyselytutkimuksen tuloksista pyrittiin tunnistamaan muutoshalukkuutta, aikaisempaa kokemusta ja testaushalukkuuteen viittaavia tunnusmerkkejä. Tämä

on ainoa analyysi, mitä tähän opinnäytetyöhön ehdittiin tekemään. Näille tunnusmerkeille annetaan pisteet ja pisteet lasketaan lopuksi yhteen. Yhteenlasketuilla pisteillä voidaan antaa rajat, miten monta pistettä merkitsee vastaajan merkitystä edelläkävijänä. Tässä esimerkissä:

- Tuntemus (Paino: 3): Kuvaa, kuinka hyvin vastaaja tuntee teknologian. Pisteet 1 tarkoittavat hyvin vähäistä tuntemusta, kun taas pisteet 5 osoittavat erittäin hyvää tuntemusta.
- Aikaisempi Omaksumiskokemus (Paino: 4): Kertoo vastaajan historiasta uusien teknologioiden aikaisena omaksumisena. Pisteet 1 tarkoittavat vähäistä kokemusta, kun taas pisteet 5 tarkoittavat laajaa kokemusta.
- Tekninen Osaaminen (Paino: 2): Arvioi vastaajan teknisiä taitoja ja kykyä käyttää teknologiaa. Pisteet 1 tarkoittavat matalaa osaamista, kun taas pisteet 5 osoittavat korkeaa osaamista.
- Alan Tuntemus (Paino: 1): Arvioi vastaajan perehtyneisyyttä alaan, jossa teknologiaa sovelletaan. Pisteet 1 tarkoittavat vähäistä tietämystä, kun taas pisteet 5 osoittavat korkeaa tietämystä.
- Kokonaistulos: Lasketaan kertomalla kunkin kriteerin pistemäärä sen vastaavan painon kanssa ja sitten summataan tulokset.

Kokonaistuloksen perusteella luokiteltiin kyselyyn vastanneet eri ryhmiin. Esimerkiksi:

- Kokonaispisteet 25-40: Vahva potentiaali edelläkävijänä
- Kokonaispisteet 25-24: Kohtalainen potentiaali edelläkävijänä
- Kokonaispisteet alle 24: Todennäköisesti vähemmän todennäköisiä edelläkävijöitä

Jokaiselle vastaajalle annetaan pisteet kunkin kriteerin perusteella. Nämä pisteet lasketaan kertomalla vastaajan antama pistemäärä kunkin kriteerin kohdalla kyseisen kriteerin painokerroksella.

Esimerkiksi, jos Vastaja 1 antaa itselleen kriteerissä "Tuntemus" pistemäärän 4, asteikolla 1-5, ja tämän kriteerin paino on 3, lasketaan painotettu pistemäärä näin: $4 * 3 = 12$.

Kokonaistulos saadaan summaamalla kaikki painotetut pisteet kunkin vastajan kohdalla. Painotus riippuu siitä, kuinka tärkeänä kutakin kriteeriä pidetään. Kriteerien painotus vaikuttaa siihen, kuinka paljon kukin kriteeri vaikuttaa lopulliseen kokonaistulokseen.

Kyselytutkimuksen tuloksia tarkastellaan seuraavassa pääluvussa 7. Tulokset. Taulukko ja kysymykset yksinkertaistetaan pelkkiin numeroihin, kysymysten pituuden takia.

7 TULOKSET

Tässä luvussa käydään läpi Kevytmonitorointi-tuotekehitysprojektista saatuja tuloksia, toteutusta ja tulosten suhdetta Stage-Gate-malliin. Lisäksi luvussa esitetään strategiasuunnitelman tulokset ja niiden suhdetta tulevaisuuden mallintamiseen. Tulevaisuuden kysymyksiin vastataan myös käymällä läpi kyselytutkimuksen tuloksia.

7.1 Tulosten hyödyntäminen tulevaisuuden hahmottamisessa

Etäjärjestelmistä kerätyn datan hyödyntäminen eri ohjelmistoissa vaatisi lisätutkimuksia. Etenkin Kongsbergin käyttämät ohjelmistot, kuten Reliasoftin BlockSim ja Microsoft Power BI, ovat laajoja kokonaisuuksia, joiden käyttöönotosta saisi aikaiseksi isoja projekteja ja pienempiä – esimerkiksi opinnäytteiksi kelpaavia – osaprojekteja. Kevytmonitorointiprojektin pohjalta syntynyt liikennekartta osoittaa, että Kongsberg Maritime Finland Oy:n toiminnanohjauksessa on rajapintoja, joihin voitaisiin liittää eri datalähteitä, joista monet ovat peräisin laivan järjestelmistä, potkurilaitteiden ohjausjärjestelmistä ja eri

prosesseista. Toisin kuin päivä- tai kausiluonteisesti ajettavat ”automaattiset” raportit, kentältä kerätty data mahdollistaa tilanteen seuraamisen tosiaikaisesti.

Aikaisemmin Kongsbergin käytössä ollut online-kunnonvalvontajärjestelmä ja sen avuksi kehitetty asiakasportaali, sekä uusi kevytmonitorointijärjestelmä herättävät kysymyksiä tulevista asiakastarpeista ja uusista palvelumalleista – pitääkö jonkun palvelun tai valvontaympäristön toiminnan muuttua? Ovatko loppuasiakkaat muutoskyvykkäitä tai -halukkaita uudistuksille? Näitä kysymyksiä varten toteutettiin kyselytutkimus.

7.2 Kyselytutkimuksen tutkimusote

Google Forms -lomakkeen kautta tallennetut tulokset siirrettiin Excel-taulukoon tarkempaa tarkastelua varten ja kuvaajina käytettiin Google Forms:n generoimia kuvaajia. Kutsu kyselytutkimukseen osallistumisesta lähetettiin n. 90 eri vastaanottajalle, joista 35 vastasi määräaikaan mennessä, eli 31,5 %. Vastanneiden joukosta erottui 23 eri yritystä. Seuraavaksi esitetään kyselytutkimuksen kysymyksistä oleellisimmat ja tarkastellaan vastauksia tarkemmin. Osa vastauksista kertoo myös asiakastyytyväisyydestä.

Osa kysymysten tuloksista voidaan ryhmitellä ”suurempien” pääkysymysten alle, niin että voidaan analysoida yhtä isompaa kokonaisuutta. Esimerkiksi, asiakkaan aikaisempi tuntemus ja kokemus Kongsbergin digitaalisista palveluista voidaan yhdistää useampaan kysymykseen. Toiseksi voidaan analysoida vastausten perusteella, miten halukas asiakas on esimerkiksi täysin digitaaliseen kunnonvalvonnan raportointiin - haetaan muutoshalukkuutta. Edellinen vastaa myös pääkysymykseen, jolla selvitetään asiakkaan tekninen valmius- ja osaamistaso. Kaikki kysymykset ja niiden vastaukset on esitetty liitteessä 7.

Vastauksista löytyi mm. seuraavia pääkohtia:

- K-IMS ja CMS-tuotteet olivat suosituimmat vastaajien kesken, mikä osoittaa, että alalla luotetaan kyseisiin tuotteisiin
- Datan säilytys pilvessä: Vastaaja 18 yrityksestä 16 vastustaa voimakkaasti datan säilytystä pilvessä, mikä viittaa, että alalla on huoli pilvitietoturvan tai datan saatavuuden suhteen
- Valvontatyökalut: Suurin osa vastaajista käyttää online-palveluita tai -alustoja, verkkosivuja, sekä graafisia työkaluja. PDF-raportit ja kuvankaappaukset ovat yleisiä datan esittämistapoja
- Data käyttöihteys: Vaihtelee vastaajien kesken päivittäisestä käytöstä kuukausittaiseen
- Työkalutuntemus: Microsoft Power BI, Azure, Grafana ja Excel ovat suosittuja työkaluja vastaajien kesken
- Suuntaukset: Yleisiä kiinnostuksen kohteita ovat värähtely, lämpötila ja paine. Myös mittarien, kuten RPM-trendin, ISO/NAS-hiukkaspitoisuuluun, vääntömomenttitrendin, jne. suhteen on suuri kiinnostus
- Seurantajärjestelmät: Värähtelyn seuranta, eli kunnonvalvontajärjestelmä on laajasti käytössä. Muita järjestelmiä ovat öljynvalvonta- ja prosessidatan valvonta
- Pääsyalustat: Monet pääsevät dataan CMS-verkkosivuston kautta. Muita yleisiä menetelmiä ovat paikalliset verkkosivut ja aluksen automaatiojärjestelmät
- Pilvipalvelut: Jotkut vastaajat eivät säilytä dataa pilvessä, kun taas toiset suhtautuvat asiaan neutraalisti tai ovat kiinnostuneita siitä
- Yleinen palaute: Jotkut pitävät yksinkertaisuutta ensisijaisen tärkeänä, kuten Vastaaja 23 Yrityksestä 13, kun taas toiset ovat avoimia lisätyökaluille ja haluaisivat fyysisten raporttien lisäksi online-työkaluja, kuten Vastaaja 27 Yrityksestä 10

Kysymysten painoarvon mukaan toteutettu pisteytys löysi määritettyjen kriteerien mukaisesti vahvoja edelläkävijöitä 10. Seuraavassa taulukossa 2 on parhaimmat 10 tulosta. Koko analyysin laskentataulukko löytyy liitteestä 13.

Taulukko 2. Edelläkävijäanalyysin 10 parasta tulosta

Vastaaja	Yritys	7	8	10	11	12	13	16	17	19	20	25	26	Yhteistulos
		1	1	1	3	3	2	2	2	2	1	4	3	Painoarvo
Vastaaja 26	Yritys 10	5	5	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	37
Vastaaja 32	Yritys 7	5	5	1	1	1	1	1	1	1	7	1	0	36
Vastaaja 14	Yritys 25	4	4	2	1	1	1	1	1	1	6	0	1	33
Vastaaja 28	Yritys 9	5	5	1	1	0	1	1	1	1	7	0	1	32
Vastaaja 4	Yritys 3	4	5	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	32
Vastaaja 9	Yritys 23	5	5	1	1	1	1	0	1	1	6	0	0	29
Vastaaja 10	Yritys 22	5	5	2	1	1	1	0	1	0	7	0	0	29
Vastaaja 17	Yritys 17	4	4	2	1	1	1	1	1	1	5	0	0	29
Vastaaja 20	Yritys 15	4	4	1	1	1	1	1	1	1	6	0	0	29
Vastaaja 22	Yritys 14	3	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1	0	29

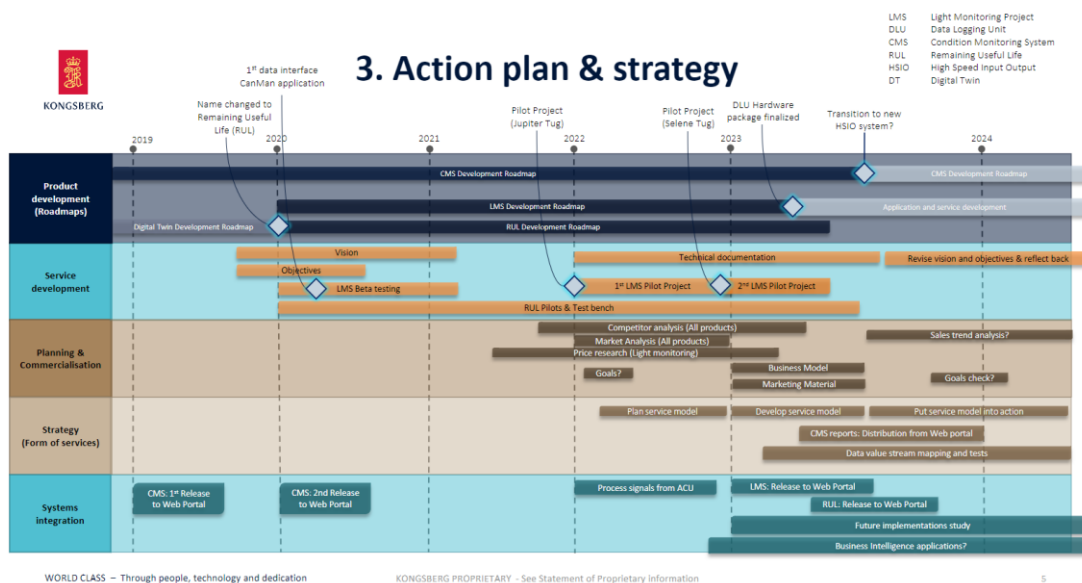
7.3 Strategia- ja toimintasuunnitelma

Tutkimuksessa mainittujen kolmen pääjärjestelmän, CMS, LMS ja RUL, kehitykselle laadittiin strategia- ja toimintasuunnitelma vuodelle 2023. Valmiista suunnitelmasta laadittu esitys toimitettiin yrityksen johdolle tarkasteltavaksi ja lopputuloksena syntyi uudet tavoitteet vuodelle 2023. Seuraavassa taulukossa 3 ovat uudet tavoitteet.

Taulukko 3. Strategiset tavoitteet vuodelle 2023

Step 1	Arrange workshop with key stakeholders to define light monitoring with reasonable costs
	Which units or vessels this should be implemented to
Step 2	Define light monitoring systems scope, costs, way of working, which data, where to store the data, how to get data, etc.
	Is it linked to CMS or RUL (DTW)?
Step 3	Business model or other benefits (Enclose steps 1-4 into bm)
	Create case study
Step 4	Case study review (Steps 2-3)
	Agree future actions based on the review

Seuraavassa kuvassa 29 on esitetty kehitetty strategia- ja toimintasuunnitelma, sellaisena kuin se hyväksyttiin ensimmäiselle kierrokselle 2022 (Kuusenoja;Lounasvaara;Fagerholm;& Peltonen, 2022, s. 5).



Kuva 29. "3. Strategy and Action plan – Timeline"

Kaikkia strategia- ja toimintasuunnitelman kohtia ei esitetä tässä työssä, mutta hyvää keskustelua syntyi tulevaisuuden arvioinnista. Arvioinnissa käytettiin hyödyksi uusia ja opittuja asioita RUL-, CMS- ja LMS-järjestelmistä (Kuusenoja; Lounasvaara; Fagerholm; & Peltonen, 2022, s. 11). Seuraavassa kuvassa 30 on tulevaisuuskeskustelun keskeisimmät asiat ja niiden selitykset.

9. Future implementations

Click to add text

- **Data integrated with ERP (e.g., Baan & Cognos)!**
 - Supports live spare part management system
 - Continuously updated data from real-world (proportional data) applications can support spare part sales and acquisition
 - Data can be correlated with other data to make even accurate decisions on spare parts planning
 - Stock markets
 - Material prices
 - Makes prediction of the best acquisition opportunities plausible!
- **Data integrated with fleet management system!**
 - Data from real world application can support fleet management systems to identify vessel behavioural and operator differences
- **Data integrated with Service Planner!**
 - Service products only when needed (Condition Monitoring System & RUL)
 - Delay overhauls and big service jobs and assure/save best service business jobs for the future - save opportunities and get the best bang for the money when needed!
- **Data integrated with engineering applications!**
 - Data from real world application can support vessel and machine engineers and designers to develop even more efficient vessels and equipment
- **Data integrated with training program and technical support!**
 - Data from real world (proportional data) applications can support training program when integrated with simulators and test equipment
 - Data from real world application can support fault finding decisions when integrated with simulators and test equipment (playback function)
 - Data from real world application can support end customer - training - also, for instance vessel operators to handle vessels more economically and more efficiently

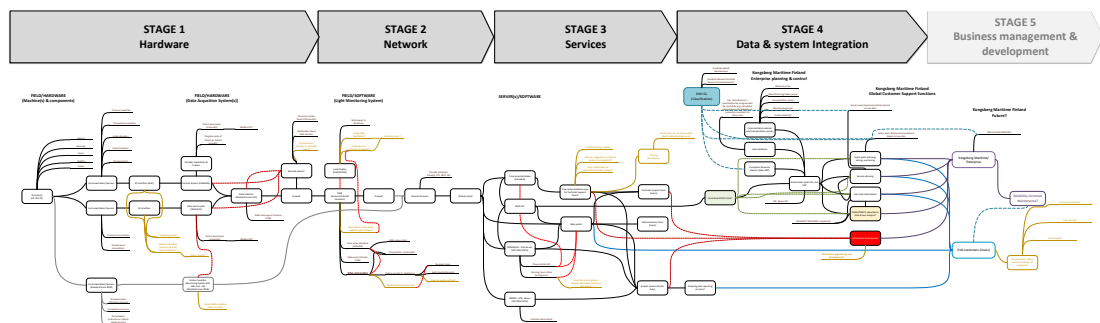
Fuel economy, cargo vessel load differences (data from tug boats), material compositions, seagrowth (drag) detection, operator performance differences...

WORLD CLASS – Through people, technology and dedication
KONGSBERG PROPRIETARY - See Statement of Proprietary information

Kuva 30. "9. Tulevaisuuden sovellutukset"

7.4 Teknologia-tieliikennekartta

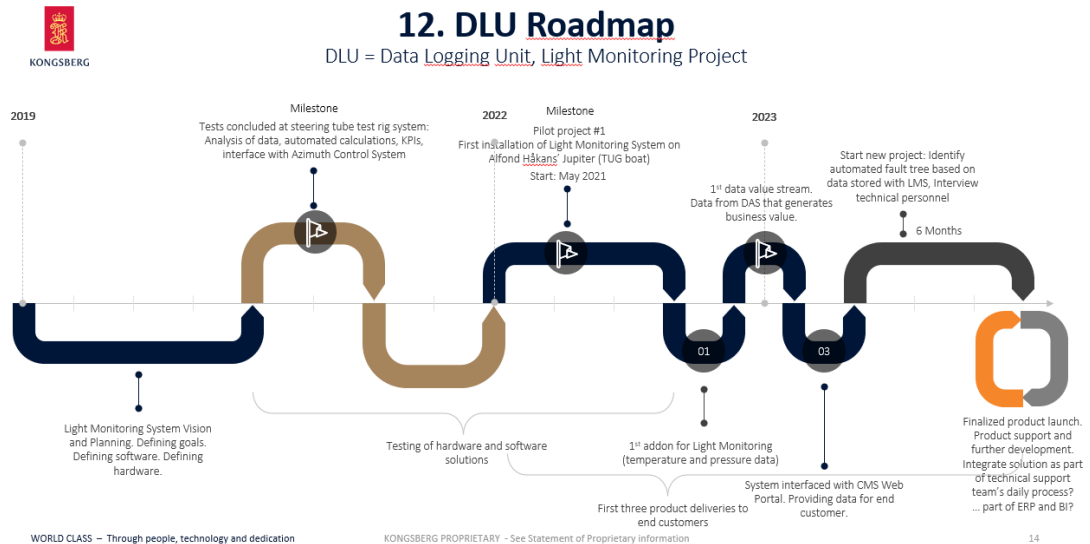
Seuraavan kuvan 31 kaavion laajuuden takia se on esitetty tarkemmin myös liiteosiossa, Liite 1. Liitteen 1 kaaviossa on esitetty tutkimustyöstä mallinnettu kehityspolku ja prosessikaavio vastaa luvussa 4.1 esitettyyn kysymykseen ”Millainen datan siirto-, arvo- ja käytettävyysetju pitää kehittää mitattavalta kohteelta, tässä tapauksessa potkurilaitte ja ohjausjärjestelmä, eri järjestelmien kautta, Kongsbergin toiminnanohjauksessa käytettäväksi tiedoksi, mitä voidaan lopulta käyttää mm. luotettavuuskeskeisen kunnossapito- ja kunnonvalvontastrategian ohjauksessa?”. Kaaviossa on esitetty Light Monitoring -järjestelmän ja kunnonvalvontajärjestelmän tärkeimmät toiminnot datankeräämisen ja -siirron kannalta. Kehityspolun kaaviossa on esitetty kaikki ratkaistut toiminnot ja avoimet kysymykset ja koko datan siirtoketju. Kaavio sisältää myös prosessikuvauksen datan keruulle ja jatkokäsittelylle.



Kuva 31. LMS-projektin valmis Stage-Gate-prosessikaavio ja datakeruun kehitys- tai prosessikaavio

Strategia- ja toimintasuunnitelmatyöissä kehitettiin seuraavan kuvan 32 tieliikennekartta (Kuusenoja;Lounasvaara;Fagerholm;& Peltonen, 2022, s. 14). Kuvan ”DLU Roadmap” esitettiin yrityksen johdolle ja se hyväksyttiin toteutettavaksi. Tieliikennekarttoja tehtiin oikeammin kolme, jokaiselle tiedonkeruujärjestelmälle omansa, mutta lopputuloksena todettiin myös, että kehitystyön jatkona tarvitaan laajempi työ, missä yhdistyy pilottiprojektista (Jupiter-hinaajan kevytvalvonta) ja tämän työn projektihallinnasta ja kyselytutkimuksesta kerätty kokemus ja aineisto; Tämä on ketterän teknologia-/kehitystieliikennekartan ajatus, että siinä esitetyjä kehityspolkuja voidaan uudelleen arvioida aika

ajoin. Tulevaisuuden kehitystavoitteista löytyy kohta, jossa haetaan näiden kolmen eri järjestelmän yhteenliittämä.



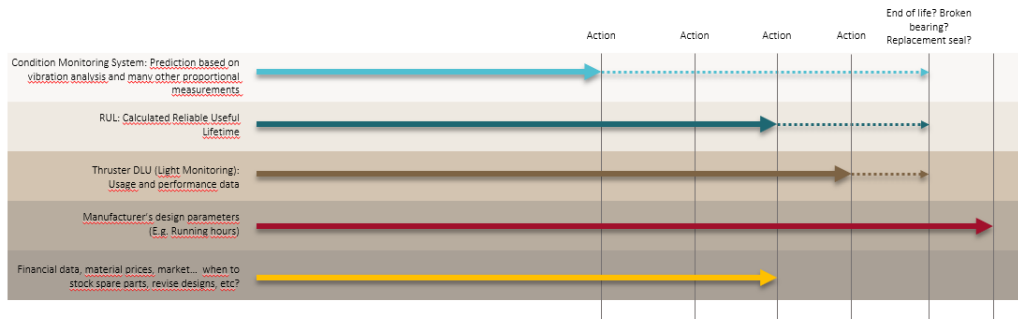
Kuva 32. Kehitystyön tiekartta Kevytmonitorointi-järjestelmälle (5.1.2023)

Eri järjestelmien yhteensovittaminen on aiheellista, sillä kaikilla kehitteillä tai kehitetyillä tiedonkeruujärjestelmillä voidaan tukea ennakoivan kunnonvalvonnan perusajatusta, eli miten voidaan ennustaa vikaantumisia, huoltovälejä tai näiden tietojen perusteella yrityksen toiminnanohjauksen signaaleita: Varosahankintoja, ostoja, myyntiä, yms. Kuvassa 33 on hahmoteltu eri mittausprojektien välillä, niiden vaikutusta koneiden vikaantumisen ennustettavuuteen. Osa järjestelmistä pystyy teoriassa ennustamaan nopeammin laitteiden vikaantumista. Tosin, eri järjestelmien välillä on myös kustannuseroja, joten paras vaihtoehto ei ole välttämättä toteuttamiskelpoisin.

10. Multiple predictions

Multiple systems conducting different predictions?

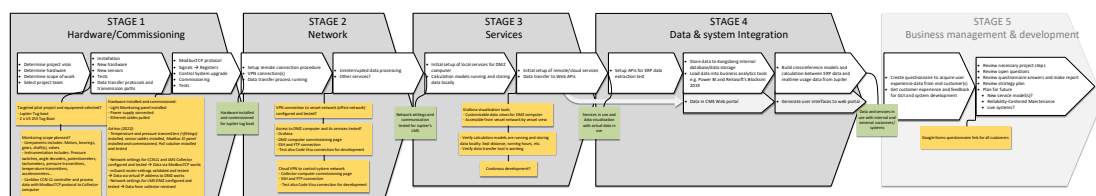
Different predictions based on manufacturer specification, fault tracking from CMS (failure detection), RUL (calculated useful lifetime), actual Usage and performance data (running hours, seal travel, etc.) ... Usage data ... Could contribute to selecting the absolute right moment in time to plan spare parts, overhaul, manpower, reliability, etc.



Kuva 33. Eri valvontajärjestelmien datan vaikutus ennustettavuuteen, ennen kuin pitäisi ryhtyä korjaus- tai huoltotoimenpiteisiin

7.4.1 Kehitystyön prosessin eteneminen vaiheittain Stage-Gate-hallinnan mukaisesti

Stage-Gate-prosessikaavio laskostuu suoraan Liitteen 1 mallin päälle, seuraavan kuvan 34 mukaisesti. Kehityskartan vastaukset ja kysymykset ovat samat kuin Stage-Gate-prosessikaaviossa. Kysymyksiä on projektin edetessä lisää ja ne täydentävät Light Monitoring -projektinhallintaa ja liitteen 1 mallia. Kaaviosta näkee, että projekti on toteutettu järjestelmällisesti ja tärkeimpiin kysymyksiin pyrittiin löytämään vastaus. Kevytmonitorointiprojektin etenemisessä voitiin tunnistaa neljä päävaihetta. Lisäksi tutkittiin siirtymää neljännen ja viidennen vaiheen välillä. Viides vaihe on lisävaihe, jolla pyritään ohjaamaan tulevaisuuden kehitysaiheita – toisaalta myös ratkaista tulevaisuutta ohjaavia kysymyksiä ja vastauksia.



Kuva 34. Kehitystyön projektinhallinnan sovellettu Stage-Gate-malli

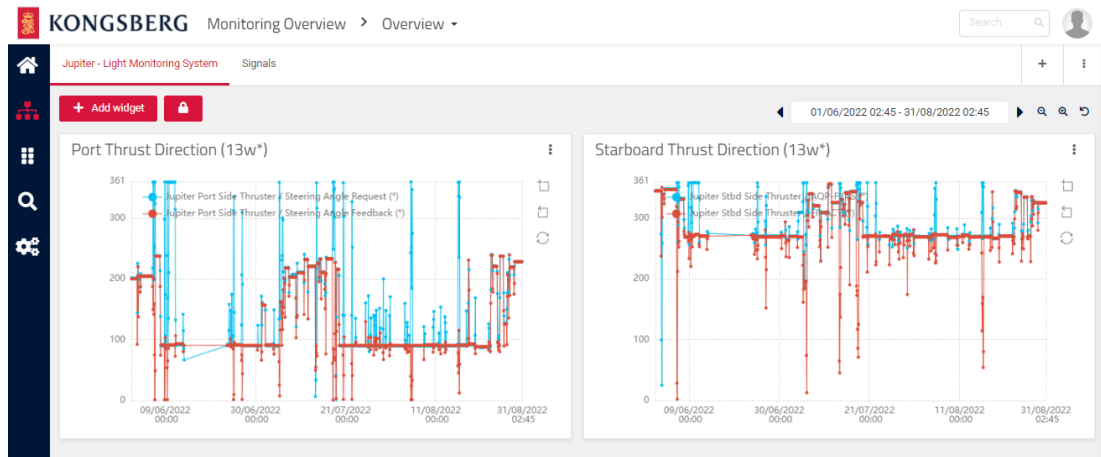
7.5 Live-data toiminnanohjausjärjestelmässä

Live-järjestelmästä voidaan puhua, kun yrityksen toiminnanohjaus tapahtuu live-dataan perustuen. Live-järjestelmää testattiin käyttötuntitietodatan perusteella. Tästä kerrottiin jo luvussa 6.5 Data integrointi -testit & Node-RED, mutta mitään todellista liittämistä nimiketietojen kanssa ei ehditty tekemään. Alustavasti tehtiin vastaavanlainen testi Kongsbergin sisäverkosta ulospäin ja haettiin käyttötuntidataa MS Power BI -sovelluksella rakennettuun raporttipohjaan. Tästä on hyvä jatkaa ja tämä asia onkin esitetty loppukeskustelussa. Tarkoitus olisi tehdä seuraava kehitysprojekti tähän asiaan liittyen.

Haastateltuani yrityksen henkilöstöstä tiettyjä avainhenkilöitä, selvisi millaisia palveluita, ohjelmistoja ja rajapintoja yrityksellä on käytössä. MS Power BI:n lisäksi käytössä on Reliasoftin-ohjelmistopaketti ja mm. BlockSIM-nimistä ohjelmaa haluttaisiin hyödyntää elinkaarilaskennassa. Tähän tarkoitukseen soveltuvat melkein kaikki LMS:n keräämä data.

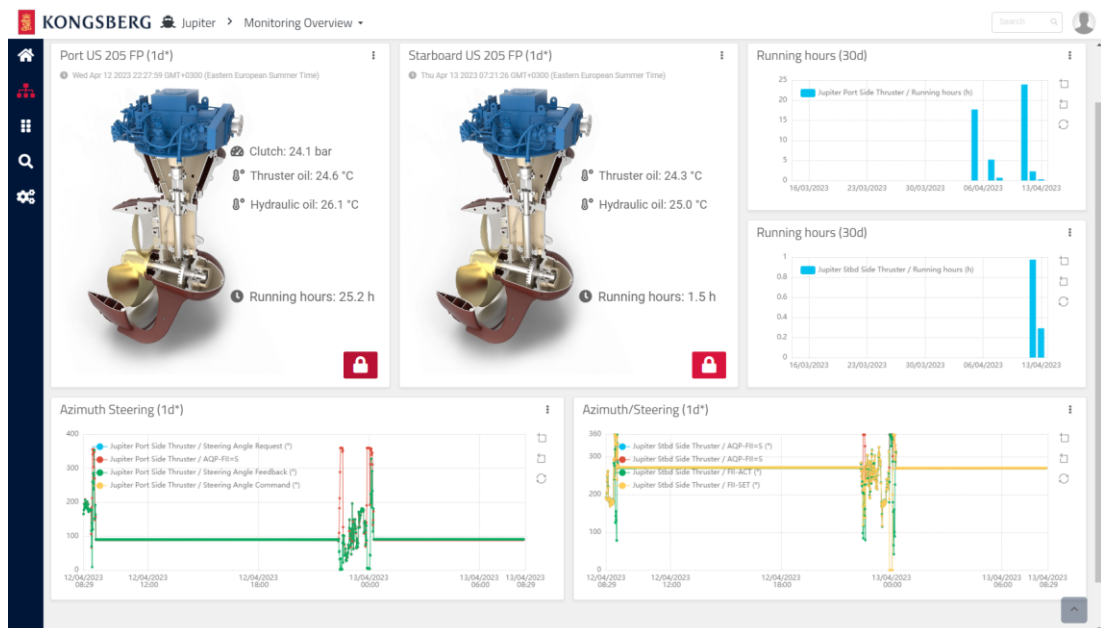
7.5.1 CMS Web Portal ja tilaajapalvelut

Reunalaskentakoneen käsittelemää dataa voidaan lähettää pilvipalveluihin REST API -palveluiden avulla. LMS:n dataa päätettiin lähettää Remion Oy:n ylläpitämään web-portaaliin. Tässä portaalissa on mm. käyttäjätilien hallintaan ja käyttöoikeuksien muokkaukseen erilaisia työkaluja. Näillä työkaluilla voidaan rajoittaa loppukäyttäjille näkyvien ominaisuuksien määrää ja toimintoja. Näillä edellä mainituilla ominaisuuksilla on mahdollista liittää asiakkaille erilaisia kuvaajia, laskentamalleihin perustuvia ja ennustavia trendejä, sekä raportteja. Tämä kaikki mahdollistaa erilaisten, määriteltäviin oikeuksiin perustuen, tilauspalvelutasojen rakentamisen, englanniksi ”subscription services”. Eri palvelumalleja tai -tasoja voidaan hinnoitella eri tavalla, riippuen niiden tarjoaman data-analyysin tai kuvaajien laadusta tai määrästä. Seuraavissa kahdessa kuvassa on kaksi esimerkkiä web-portaalin asiakaskohtaisen näkymä, tai käyttöliittymän, toteutuksesta. Kuvassa 35 on esitetty Jupiter-hinaajan molempien laitteiden trendikuvaajat, ohjauskulman pyynti- ja paluuviestidatasta.



Kuva 35. CMS Web Portal, Jupiter-hinaajan käyttöliittymälle ja tietokantaan siirtyvää dataa Kevytmonitorointijärjestelmästä

Kuvassa 36 on kattavampi näkymä, mihin on liitetty US 205 FP -laitteiden kuvat, havainnollistavia prosessisuureita, sekä 30 päivän päivakohtainen käyttötuntidatan seuranta.



Kuva 36. Running hours -yleisnäkymä Jupiter-hinaajan web-käyttöliittymästä/-portaalista

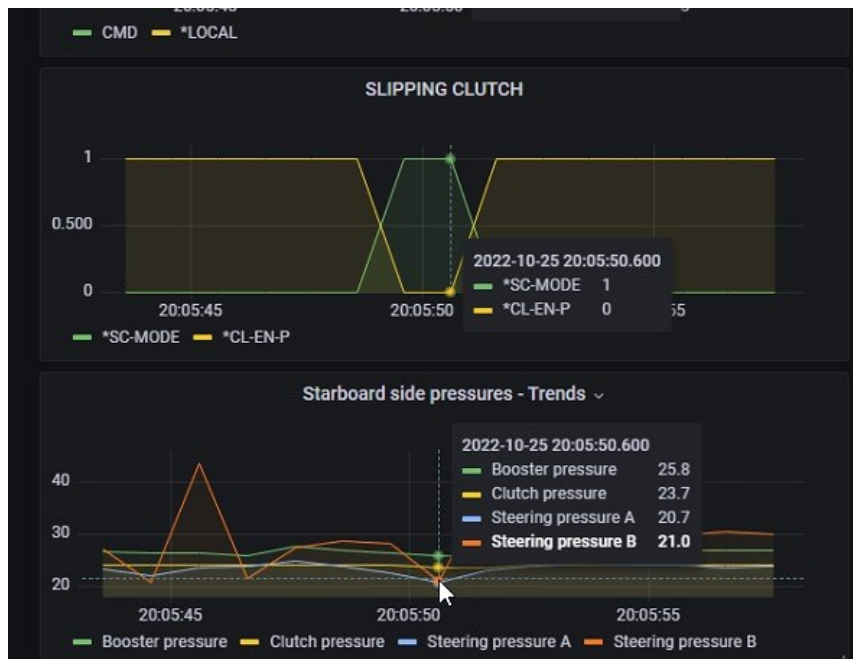
Edellä esitettyjen käyttöliittymien lisäksi web-portaali tarjoaa mahdollisuudet asiakkaan järjestelmille hyödyntää kerättyä dataa omissa liiketoiminnan järjestelmissä. Tämä tapahtuu myös REST API:n kautta.

7.5.2 Kevytmonitorointijärjestelmällä saatuja tuloksia

Ensimmäinen case-esimerkki saatiin, kun Jupiter-hinaajalla todettiin LMS:n avulla SP300-painekeytkimen vika. Pian Jupiter-hinaajan kevytmonitorointijärjestelmän jälkeen saatiin asiakkaalta pyyntö tutkia aluksen pääkoneen äkilliseen kierrosluvun laskuun liittyvää ongelmaa. Operoinnin aikana oli useasti käynyt niin että styyrpuurin puoleisen pääkoneen kierrosluku oli varoittamatta tippunut liian alhaiseksi.

Vertailemalla ohjausjärjestelmän signaaleita painetiedon kanssa, voitiin päätellä, että paine säilyi järjestelmässä, vaikka painekeytkin antoi ohjausjärjestelmän ymmärtää, että paine olisi tippunut. Analysoimalla mitattua dataa asiakkaan ilmoittaman vikatilanteen perusteella, pystyttiin ohjelmoimaan erillinen hälytystilaa ohjaava ehdollinen sääntö Grafana-järjestelmään. Ehdollinen hälytysääntö riippuu muuttujista ja arvoista, jotka ovat yleisiä kaikille liukukytkimellisille potkurilaitteille, joten se on heti kopioitavissa muihinkin vastaaviin järjestelmiin. Voidaan siis sanoa, että vikatilanteen rekisteröinti antaa datalle lisäarvoa. Tämä case-esimerkki täyttää Stage-Gate-prosessinohjausmallin mukaisesti ehdot, mikä tuottaa datalle lisäarvoa huolto-osaston, teknisen tuen ja automaattisen hälytysjärjestelmän kautta.

Seuraavassa kuvassa 37 esitetään Grafana-näytöltä trendit liukukytkimen toiminnasta ja operoinnin aikana tapahtunut kierrosluvun äkillinen putoaminen pääkoneella. Vikatilanne näkyy vertailemalla *SC-MODE- ja *CL-EN-P-signaaleja sekä kytkinpainetta "Clutch pressure".



Kuva 37. Ensimmäinen vianselvitystapauksen ratkaisu Grafana-kuvaajien avulla

Käyttötuntidataa saatiin kerättyä N1-RPM- ja N2-ACTUAL-nimisiin ohjausjärjestelmäsignaaleihin perustuen. Tätä varten Kevytmonitorointijärjestelmän DMZ-koneelle tehtiin Python-skripti. Skripti käy jokaisella suorituskerrallaan läpi signaalien arvot, last (value), kymmenen edellisen, eli kuluneen minuutin ajalta ja laskee koneiden päälläoloajan kumulatiivisesti ja tallentaa sen 'results'-nimiseen tauluun (Influxdb:ssa "measurements"). Tulosten hakuhetkellä tunnit lähtivät laskemaan ylöspäin nolla-arvosta, mutta tulokset on helppo korjata, eli asettaa offset-arvo, todellisten käyttötuntimäärien mukaisiksi. Tätä käyttötuntidataa tallennetaan DMZ-koneelle ja sieltä se lähetetään http-pyyntöjen, tai REST API:n mukaisen POST-metodin, avulla Jupiter-kohtaiseen tietokantaan CMS Web Portaaliin, kuvassa 38.

Jupiter Stbd Side Thruster - Running hours

Properties Value Display Metadata **Sending** Receiving

REST

Send HTTP POST request to:

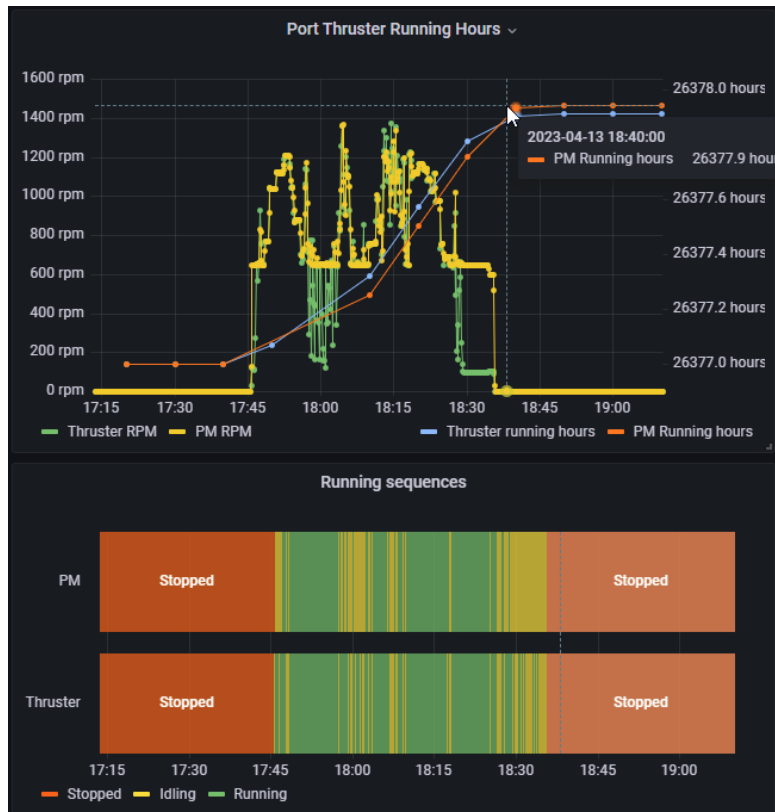
https://cmsportal1.remion.com/cms-api/v1/device/data?apikey=

Send content as follows:

```
{
  "names": [
    "running_hours"
  ],
  "valueRows": [
    {
      "timestamp": 1696232840776,
      "values": [
        "<value>"
      ]
    }
  ]
}
```

Kuva 38. CMS Web Portal on Remion Oy:n ylläpitämä datan visualisointi -alusta: Esimerkki sisällöstä, kun portaaliin lähetetään käyttötuntidataa tietylle alukselle

Seuraavassa kuvassa 39 on esitetty Jupiter-hinaajan Grafana dashoabrdirin paapurin puoleisen laitteen käyttötuntidatan trendi. Oranssinvärinen käyrä edustaa pääkoneen – tässä tapauksessa dieselmoottori – käyttötunteja ja sininen trendi puolestaan potkurilaitteen käyttötuntidataa. Näiden välille pitäisi muodostua pieni ero, sillä pääkoneen ja potkurilaitteen välissä on kytkin, mikä sallii moottorin tyhjäkäynnin lisäksi kytkimen kytkeytymisen, englanniksi ”clutching”, aikaisen liukalueen rpm-muutoksen ennen kuin kytkin on täysin kytkeytynyt.



Kuva 39. Jupiter-hinaajan paikallisnäytön Grafana-palvelun käyttötuntiseuranta

Eräs mielenkiintoisimmista asiakaslähtöisistä muutoksista Jupiter-hinaajan näyttöön, oli puhelinkeskustelun perusteella tehty ohjauskahvan asentotiedon tarkistustoiminto. Kuvassa 40 näkyy kaksi ”merkkilamppua”, joista toinen on punaisenvärisen. Tämä johtuu siitä, että ECR:ssa halutaan tietää, sallitaanko pääkoneen käynnistys vai ei? Pääkoneen käynnistys voi estyä, jos ohjauskahvan RPM-pyynti on jostain syystä notkahtanut pykälän eteenpäin. Näin vähentyy ainakin turhaa kävelyä komentosillan ja valvomon välillä.



Kuva 40. Asiakkaalle, puhelinkeskustelun perusteella, toteutettu moottorin käynnistyslupa -tarkistustoiminto

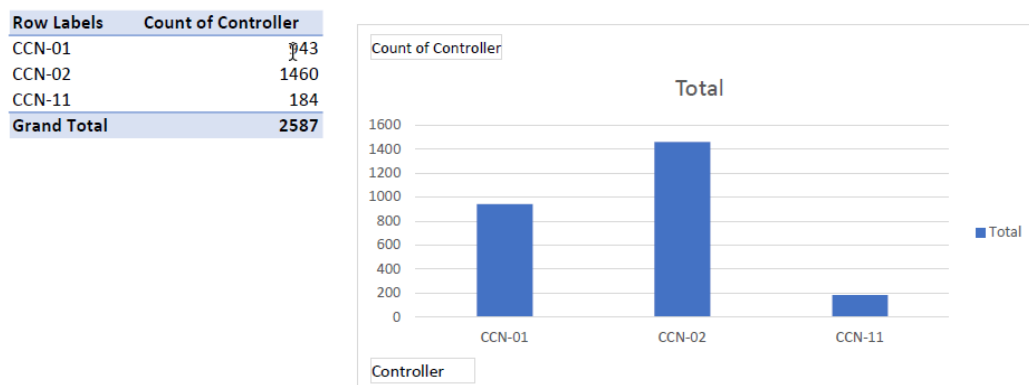
Kevytmonitorointijärjestelmällä saatiin hyviä asiakkaita palvelevia tuloksia aikaiseksi nopealla aikataululla. Myös reunalaskentakoneen tiivisteen kuntoa määrittelevät toiminnot saatiin Grafanan näyttöön (Vänttinen, 2020). Grafana ja Influxdb-aikasarjakanta toimivat hienosti yhdessä. Mittaritaulu voisi toimia nopeammin, mutta tämä johtuu Grafanan toimintatavasta. Grafana on suunniteltu tekemään kyselyitä, englanniksi ”query”, tietokantaan, jolloin tieto on jo kirjoitettu ennen kuin sitä esitetään kuvaajissa. Kojelautasovelluksia ajatellen olisi hyvä tutkia MQTT broker -ohjelmiston toimintaa. MQTT mahdollistaisi jatkuvasti päivittyvät mittaritaulut, jolloin datan kirjoitus tietokantaan olisi erillinen prosessinsa.

7.6 Loppukeskustelu ja -arviointi

Aikarajoitteen vuoksi kaikkia tässä työssä esitettyjä tutkimuksia ei voitu saattaa valmiiksi, mutta riittävän monia tuloksia saatiin aikaiseksi, voidaksemme todeta, että tulevaisuuden tutkimuksia ja kehitystöitä varten saatiin kerättyä riittävästi tietoa strategiasuunnitelman ja liiketoimintamallin laatimiseksi. Lisäksi organisaatioiden osaaminen on kasvanut huomasti. Keskeneräiset tutkimukset jatkuvat vielä tämän projektin päättämisen jälkeen. Etenkin kyselytutkimuksen avulla voitiin määrittää, millaisia palveluita tai palvelumalleja loppuasiakkaille voidaan tiedonkeruujärjestelmiin perustuen tarjota ja millaisia edelläkävijöitä loppuasiakkaista löytyi. Kongsberg hyötyy tämän opinnäytetyön kaltaisista tutkimustöistä, kun oma henkilöstö voi tunnistaa tulevaisuuden kehitystarpeet, rajata pois vanhoja yhteensopimattomia järjestelmiä ja kehittää uusia myytäviä tuotteita ja palveluita.

Tässä työssä esitelty Light Monitoring System, tai suomeksi ”Kevytmonitorointi”, on asennettavissa pienin muutoksin kaikkiin potkurilaitteiden ohjausjärjestelmiin, joissa keskusyksikkö on joko CCN02, toiselta nimeltään ”Marine Controller”, tai CCN11, eli päivitetty versio CCN01:sta. Myös kaikkiin vanhempiin ohjausjärjestelmätoimituksiin, joissa on vanhempi CCN01, voidaan tarjota LMS:n lisäksi CCN11-päivityspaketti, jolloin on edelleen mahdollista lisätä järjestelmään LMS. Kaikki projektit, joihin kyseisiä ohjausjärjestelmän

komponentteja on toimitettu, ladattiin Exceliin ja tehtiin seuraavan kuvan 41, mukainen arvio toimitettujen ohjausjärjestelmien määristä. Kaikki CCN-versiot ovat potentiaalisia kevytmonitorointituotteen kohteita.



Kuva 41. Toimitettujen ohjausjärjestelmien määrien arvio järjestelmän keskusyksikön perusteella Q1/2023

Toimitettujen ohjausjärjestelmien määristä voidaan päätellä, että nykyiseltään toimitettujen kolmen LMS-järjestelmän lisäksi Kongsbergilla on valtava Business Case toteutettavissa, jos edes 25% halutaan päivittää LMS-järjestelmällä.

Datan uudelleenkäyttöarvoa pystyttiin todentamaan yksinkertaisilla käyttötilaskureilla. Käyttötuntidataa voitiin siirtää mitattavasta kohteesta, kierroslukudataan perustuen, useiden eri tiedonsiirtoajapintojen läpi, aina haluttuihin toiminnanohjausjärjestelmiin saakka. API-toteutusta testattiin mm. Node-RED-ohjelmointityökalulla ja Microsoft Power BI -ohjelmistolla. Muutakin ohjausjärjestelmistä peräisin olevaa dataa voitaisiin myös nauhoittaa ja siirtää järjestelmien välillä, mutta näitä ratkaisuja ei ehditty tässä työssä tutkimaan. Suunnitelmissa on kuitenkin käyttää dataa toiminnanohjauksen lisäksi mm. koulutus-simulaattoreissa ja koulutuskäytössä.

Jatkokehitystarpeista oleellisimpia tavoitteita on esitetty seuraavassa taulukossa 4. Lisäksi Stage-Gate-prosessikaaviossa on kuvattu monia tulevaisuuden kehitystarpeita datan täysimääräistä hyödyntämistä ajatellen. Aiheita ei tässä opinnäytetyössä ehditty käsittelemään tarkemmin.

Taulukko 4. Stage-Gate-prosessin vaiheen 5 jatkokehityksiä

Tavoite	Järjestelmä/Sovelluskohde	Rajapinta/ohjelmisto
Datan liittäminen nimikekohtaisiin tietoihin	Toiminnanohjausjärjestelmä BAAN ERP	Baan web interface - web method / Classification_Datapakage_Builder
Datan liittäminen elinkaari-laskentaan	Lifecycle Calculation / LLC-raportit	Reliasoft Blocksim/RENO
Datalähteiden liittäminen yhteiseen alustaan	Liiketoiminta-analytiikka	Microsoft Power BI
Datan liittäminen luokitustilaston järjestelmään	Jatkuva järjestelmien luokitustilan seuranta	DNV GL platform

Työ oli todella laaja-alainen ja sisälsi pienempiä osakehitysprojekteja ja hankkeita. Kokonaiskuvan hahmottamiseksi jouduttiin käymään läpi asioita varsinaisen työkuvausten ulkopuolelta. Lopullinen tulos on kuitenkin tyydyttävä ja mallintaa hyvin datankeruun näkökulmasta valmiin prosessityökalun ja toimintakuvausten ”kevyestä monitorointijärjestelmästä”. Työkalut - tai viitekehukset - ovat iteroitavissa, kun ymmärrys datan jatkokäsittelystä kehittyy ja datan käytölle on kehitetty uusia kehitysprojekteja. On myös mahdollista liittää kehitetty järjestelmä osaksi aluksen muita järjestelmiä, esimerkiksi liittämällä rauta osaksi potkurilaitteen ohjausjärjestelmää. Tämä vähentäisi mm. alukselle asennettavien järjestelmäkaappien määrää ja kaapelointityötä.

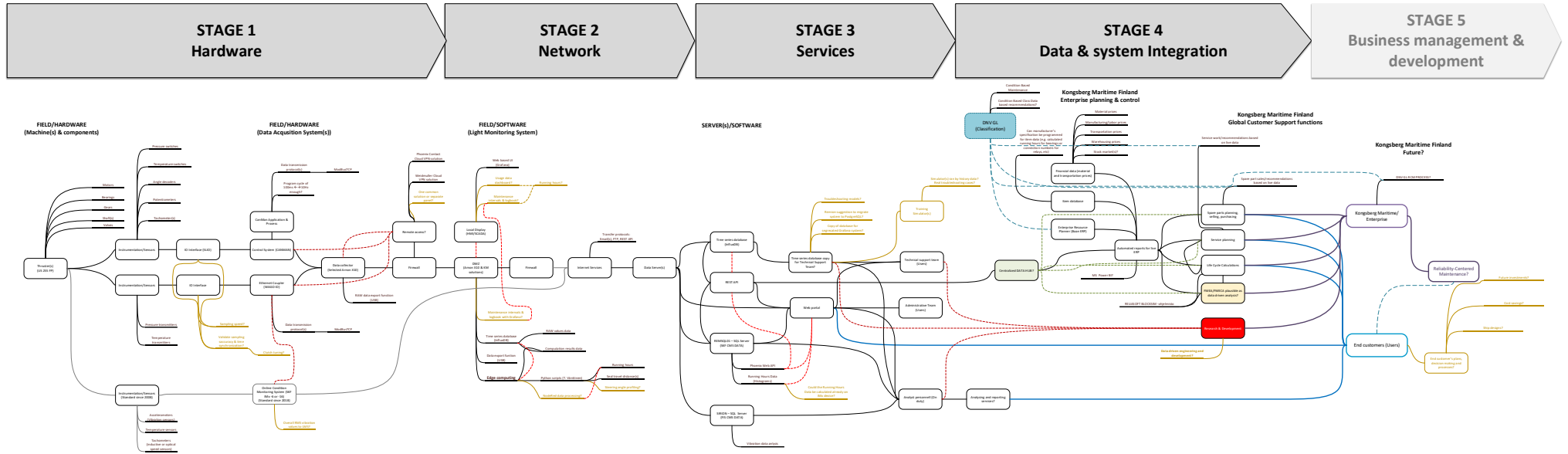
Tekijälleen tämä työ oli ensimmäinen mahdollisuus avartaa katsetta järjestelmätason kehitysprojekteista laajemmin yrityksen prosesseihin ja isompiin kehityshankkeisiin. Merkittävimmät uudistukset liittyvät RCM- ja CBM-prosesseihin. Pohdittiin myös, pitäisikö Kongsbergin kehitysprojektien hallintaa parantaa järjestämällä avainhenkilöille Product Owner- ja SCRUM-koulutusta. Työn aikana kehitettyjä projektinhallintamenetelmiä olisi tarkoitus ottaa laajemmin käyttöön ja verrata nykyprosesseihin. Minun nähdäkseni tätä prosessien kehittämistä pitäisi jatkaa ja ylläpitää, muuten asiat unohtuvat. Työpanos on ollut huomattava ja se näkyy harmillisesti myös opinnäytetyön laadussa ja sisällössä. Kevytmonitorointijärjestelmä on nyt kaupallinen tuote ja sitä on toimitettu muutamille asiakkaille. Näiden uusien ja vanhojen järjestelmien ylläpitotehtävien ja muiden tehtävien ohessa on ollut haastavaa keskittyä opinnäytetyön kirjoittamiseen. Palasista saatiin kuitenkin jokseenkin johdonmukainen selvitys aikaiseksi.

LÄHTEET

- Cooper, R. G. (2017). *Winning At New Products - Creating Value Through Innovation*. New York: Basic Books. doi:ISBN: 978-0-465-09332-8
- DNV GL. (11. Syyskuu 2020). DNV GL Cyber secure class notation. *Maritime Cyber Security*. DNV GL.
- DNV GL; Petter Myrvang - Head Of Information Risk Management, Digital Solutions. (4. Maaliskuu 2018). *Cyber Security. A prerequisite in digital transformation*.
- Eskola, J.;& Suoranta, J. (2003). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino. doi:ISBN: 9789517685047
- Grafana Labs. (Maaliskuu 2023). Noudettu osoitteesta GrafanaLabs: <https://grafana.com/grafana/>
- IACS – The International Association of Classification Societies. (2023). *IACS adopts new requirements on cyber safety*. Noudettu osoitteesta IACS: <https://iacs.org.uk/news/iacs-adopts-new-requirements-on-cyber-safety/>
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2009). Dependability management. *Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance*. Geneva, Switzerland.
- Kongsberg 3. (30. Tammikuu 2021). *KONGSBERG MARITIME FAST FACTS*. Haettu 30. 1 2021 osoitteesta www.kongsberg.com: <https://www.kongsberg.com/no/maritime/about-us/kongsberg-maritime-fast-facts/> (Julkaisematon)
- Kongsberg 5. (30. Tammikuu 2021). *ORGANIZATION*. Noudettu osoitteesta www.kongsberg.com: <https://www.kongsberg.com/kda/about-us/organization/> (Julkaisematon)
- Kuusenoja, M.;Lounasvaara, L.;Fagerholm, F.;& Peltonen, J. (31. Lokakuu 2022). RUL , CMS & LMS - Strategy and Action plan. *RUL , CMS & LMS - Strategy and Action plan*. Rauma, Finland: Kongsberg Maritime Finland Oy. (Julkaisematon)
- Kuusi, O. (1999). *Osmo Kuusi: Delfoi-metodi*. Noudettu osoitteesta METODIX -METODITIETÄMYSTÄ KAIKILLE: <https://metodix.fi/2014/05/19/kuusi-delfoi-metodi/>
- Linturi, H. (Huhtikuu 2020). 2. *Delfoi-prosessin vaiheet*. Noudettu osoitteesta METODIX - METODITIETÄMYSTÄ KAIKILLE: <https://metodix.fi/2020/04/16/delfoi-prosessin-vaiheet/>

- Linturi, H.; Linturi, M.; & Jauhiainen, O.-P. (02 2019). *Uudistuva Delfoi-metodi ja eDelphi 2020*. Metodix Oy. doi:978-952-6605-07-4
- Ministry of Transport and Communications. (2020). *Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments*. Helsinki, Suomi: Publications of the Ministry of Transport and Communications. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-610-8>
- Modbus Organization, Inc. (24. Lokakuu 2006). *MODBUS MESSAGING ON TCP/IP IMPLEMENTATION GUIDE*. Noudettu osoitteesta Modbus Organization, Inc: https://modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf
- Modbus Organization, Inc. (26. Huhtikuu 2012). *MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION*. Noudettu osoitteesta Modbus Organization, Inc: https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf
- Myers, J. (20. Huhtikuu 2023). *influxdata*. Noudettu osoitteesta Time Series Basics: <https://www.influxdata.com/training/introduction-to-time-series/>
- Ojasalo, K.; Moilanen, T.; & Ritalahti, J. (2020). *Kehittämistyön menetelmät, Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra 1. (2023). *Megatrendit*. Noudettu osoitteesta sitra.fi: <https://www.sitra.fi/aiheet/megatrendit/>
- Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra 2. (2023). *Kilpailukykyä datasta*. Noudettu osoitteesta sitra.fi: <https://www.sitra.fi/julkaisut/megatrendit-2023/>
- The International Organization for Standards. (15. Helmikuu 2007). ISO 281:2007. *Rolling Bearings - Dynamic load ratings and rating life*. ISO.
- Tofino Security. (Toukokuu 2014). Using ISA/IEC 62443 Standards to Improve Control. 1.2. Belden Inc.
- Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto & kirjoittajat. (1 2022). *Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä*. (K. H.-P. Hanna-Kaisa Aalto, Toim.) Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. doi:ISBN:978-952-249-563-1
- Vänttinen, T. (Toukokuu 2020). Kandidaatintyö. *Sähköisten signaalien käsittely ja datan analysointi laivan ohjausjärjestelmässä*. doi:URN:NBN:fi:tuni-202005225564

LIITE 1: LIGHT MONITORING PROJECT - DEVELOPMENT ROADMAP (HIGH LEVEL PROCESS MAP)

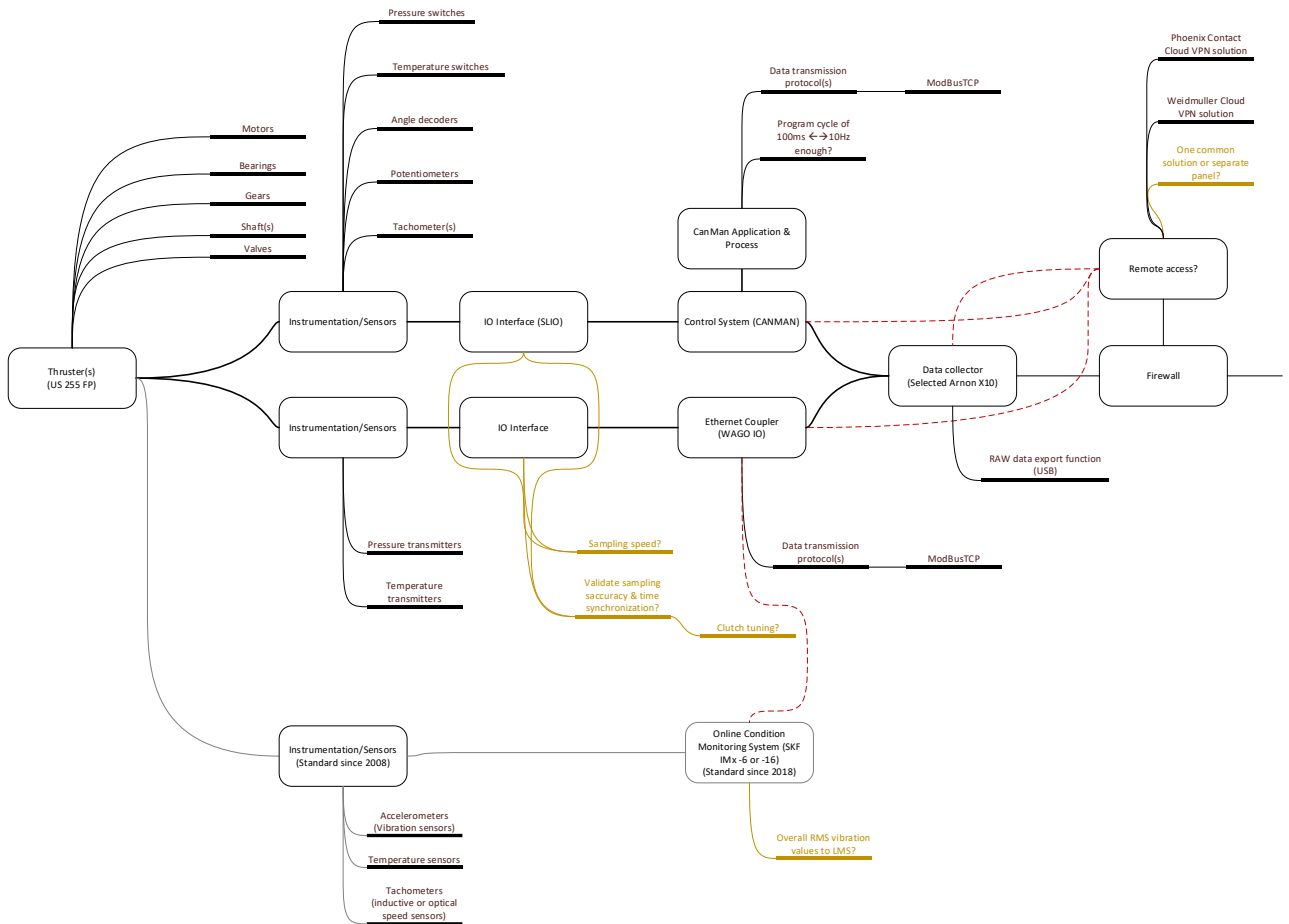


LIITE 2: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 1 – HARDWARE

STAGE 1 - Hardware

FIELD/HARDWARE
(Machine(s) & components)

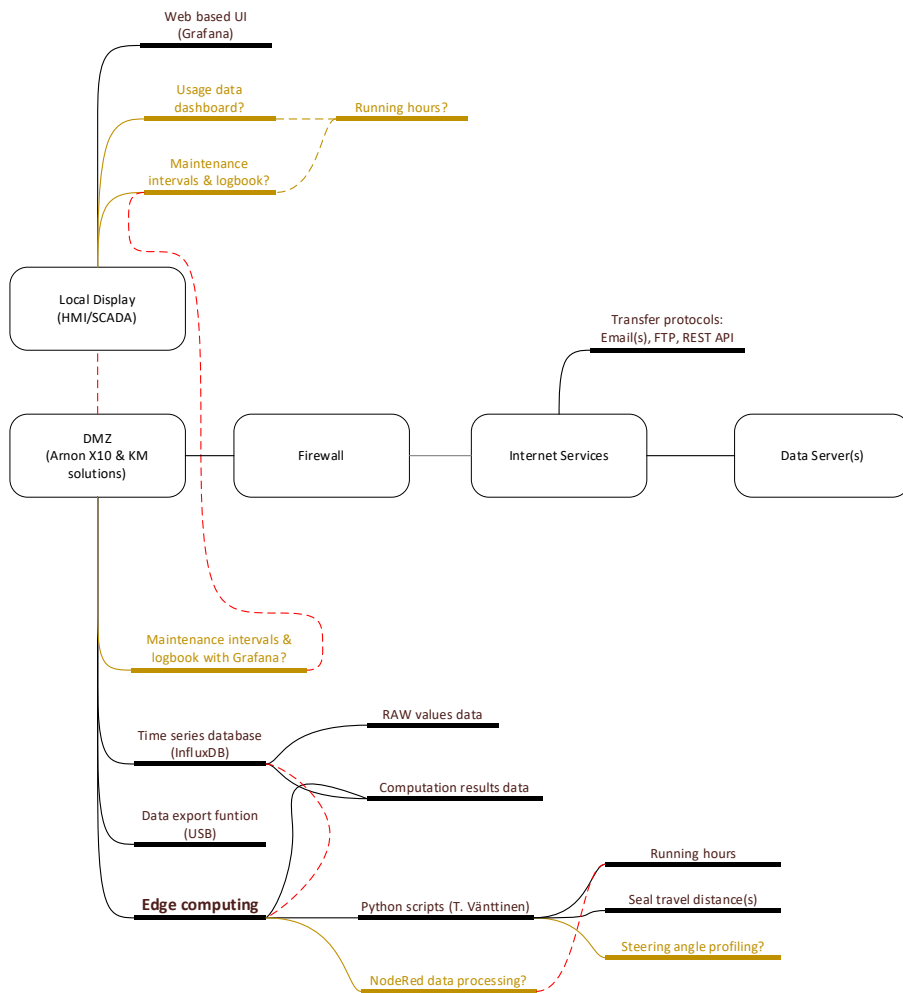
FIELD/HARDWARE
(Data Acquisition System(s))



LIITE 3: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 2 – NETWORK

STAGE 2 - Network

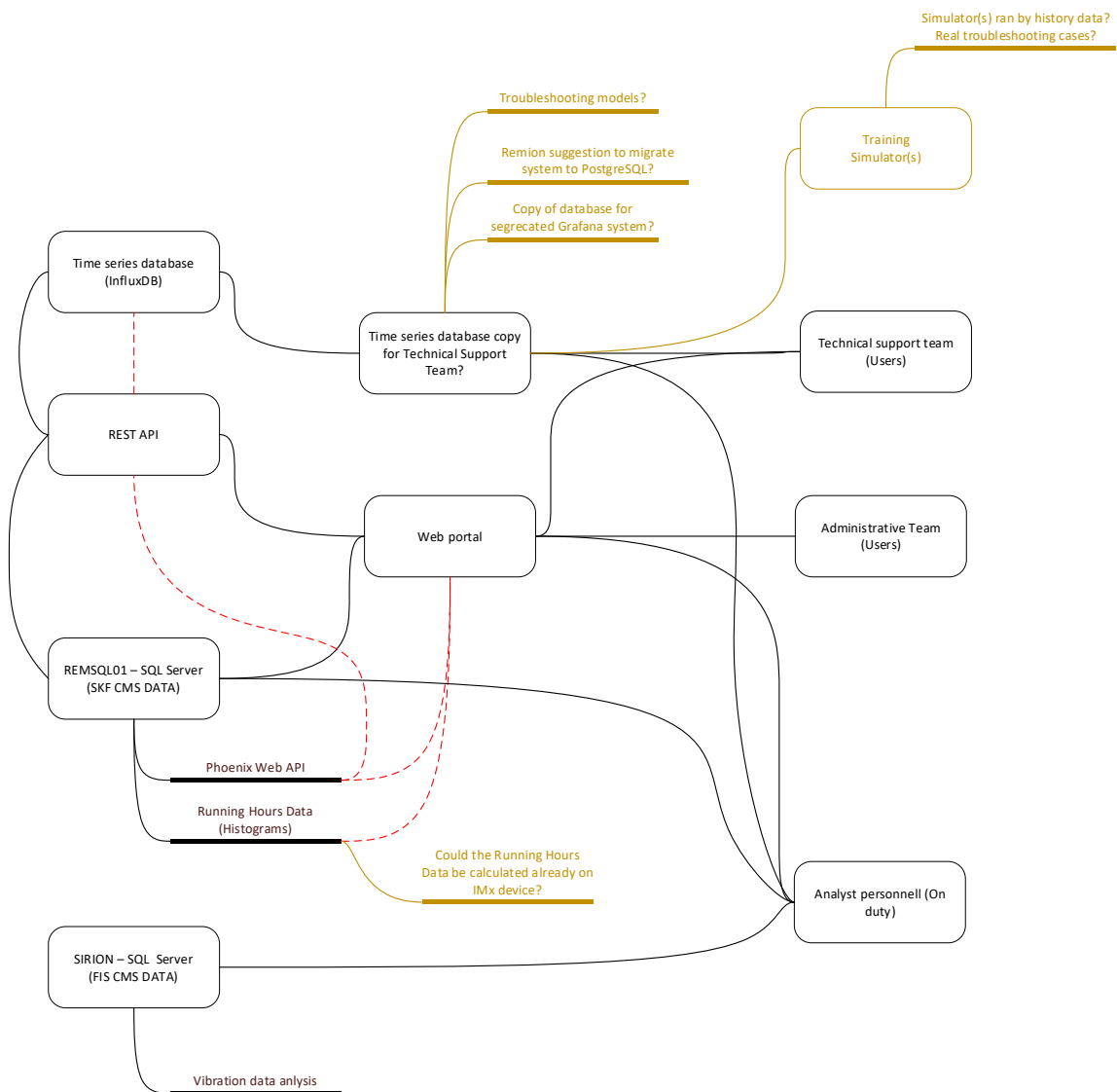
FIELD/SOFTWARE (Light Monitoring System)



LIITE 4: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 3 – SERVICES

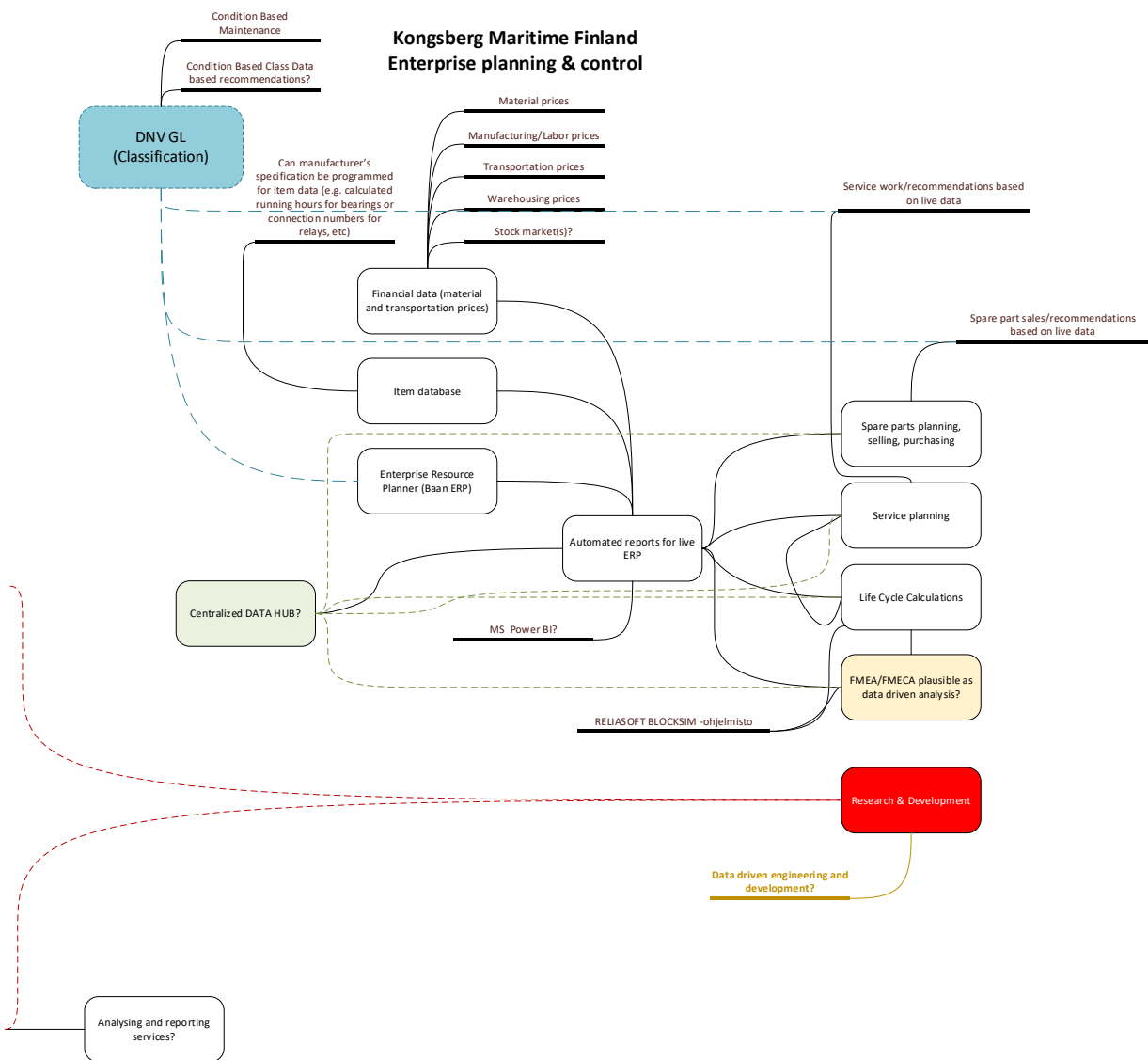
STAGE 3 - Services

SERVER(s)/SOFTWARE



LIITE 5: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 4 – DATA & SYSTEM INTEGRATION

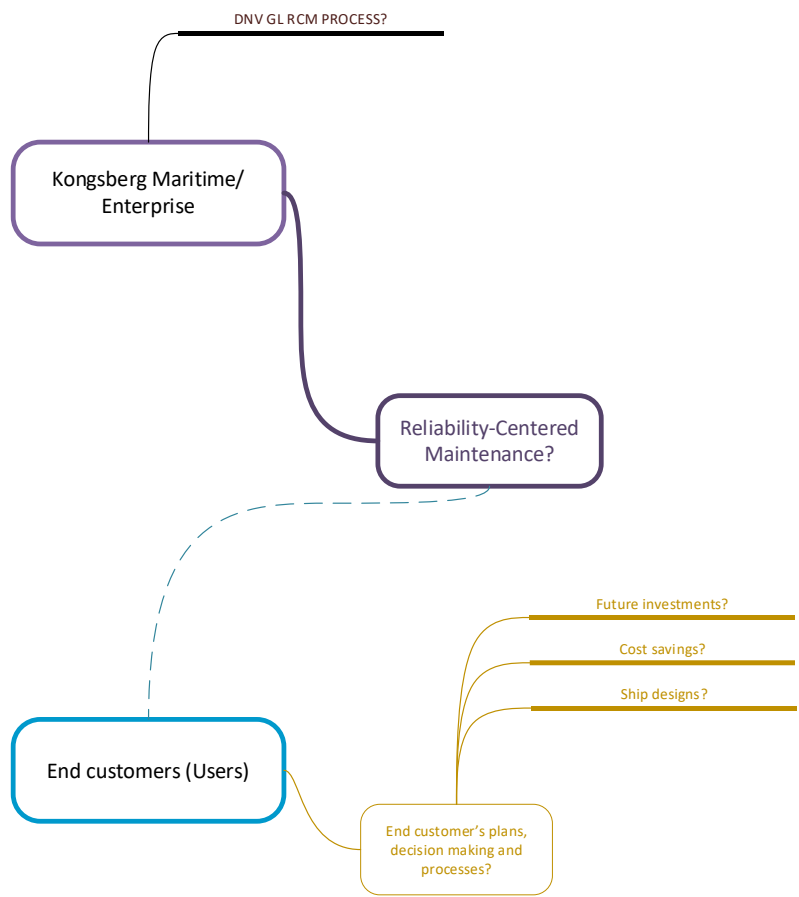
STAGE 4 - Data & system Integration



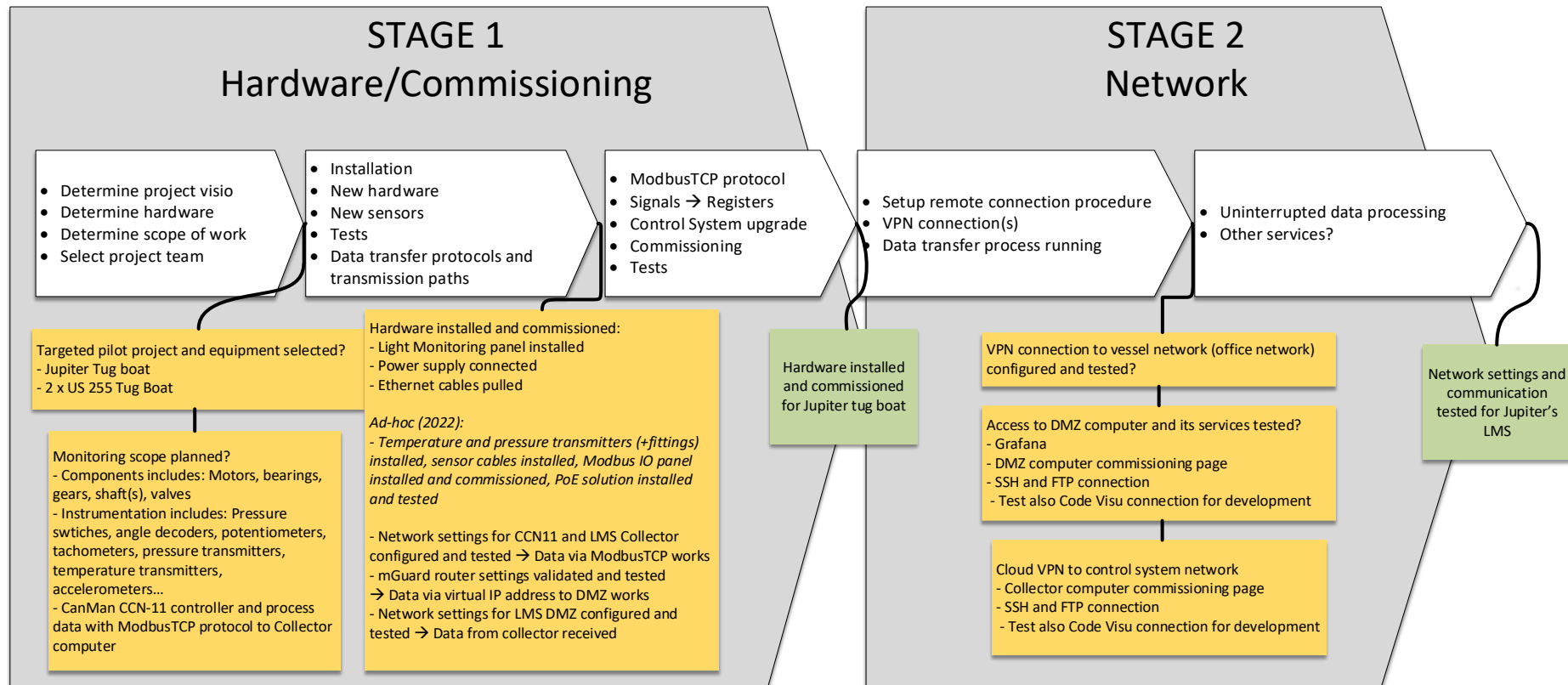
LIITE 6: LIGHT MONITORING PROJECT – STAGE 5 – BUSINESS MANAGEMENT

STAGE 5 - Business management & development

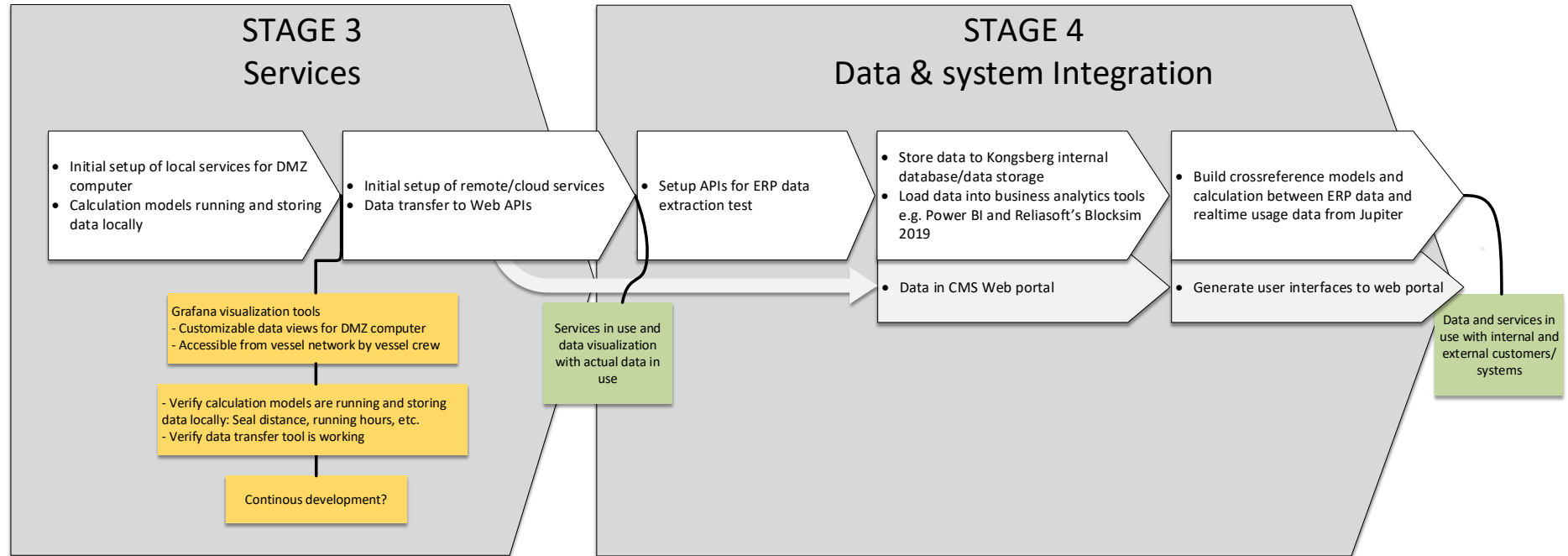
Kongsberg Maritime Finland Future?



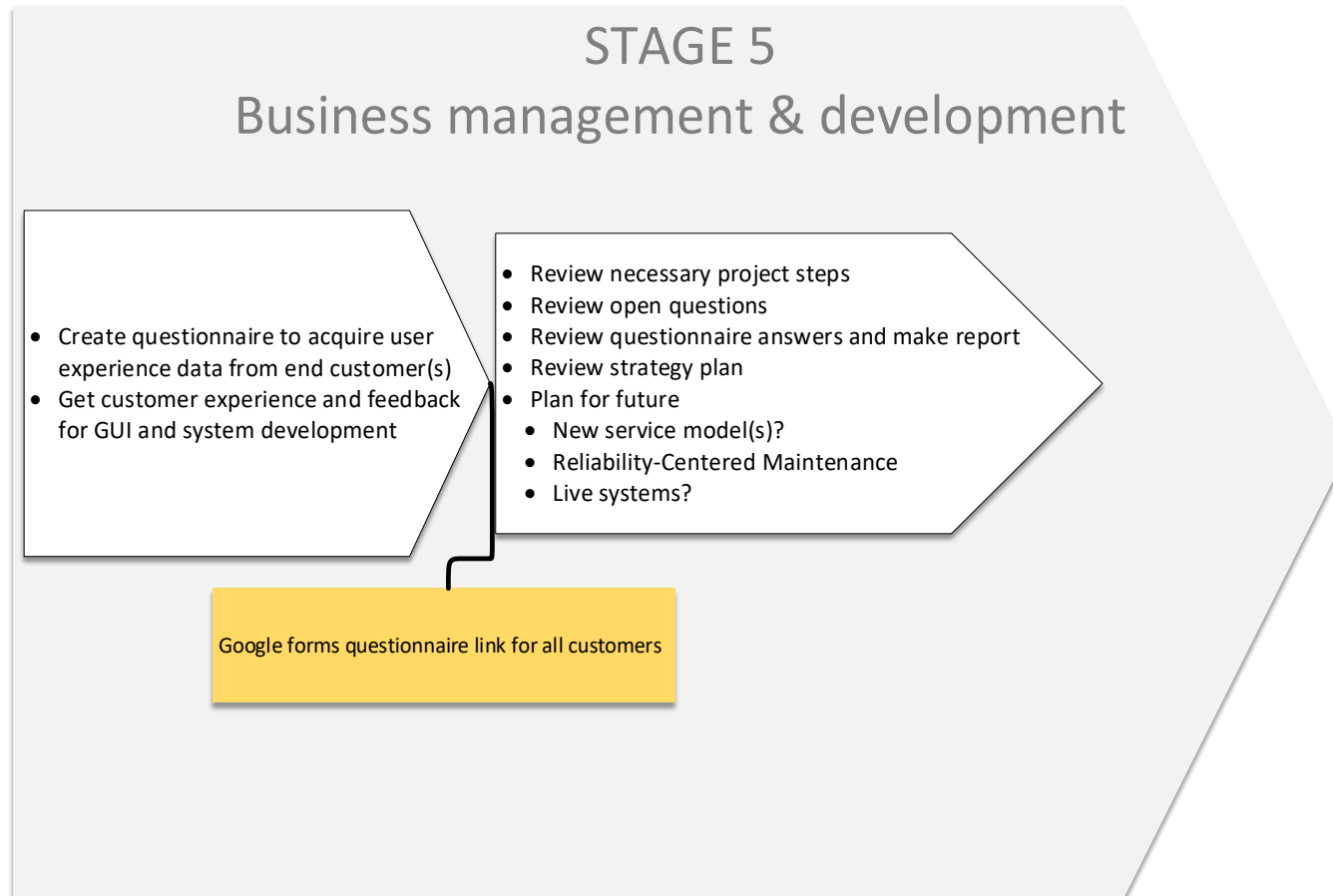
LIITE 7: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGES 1-2



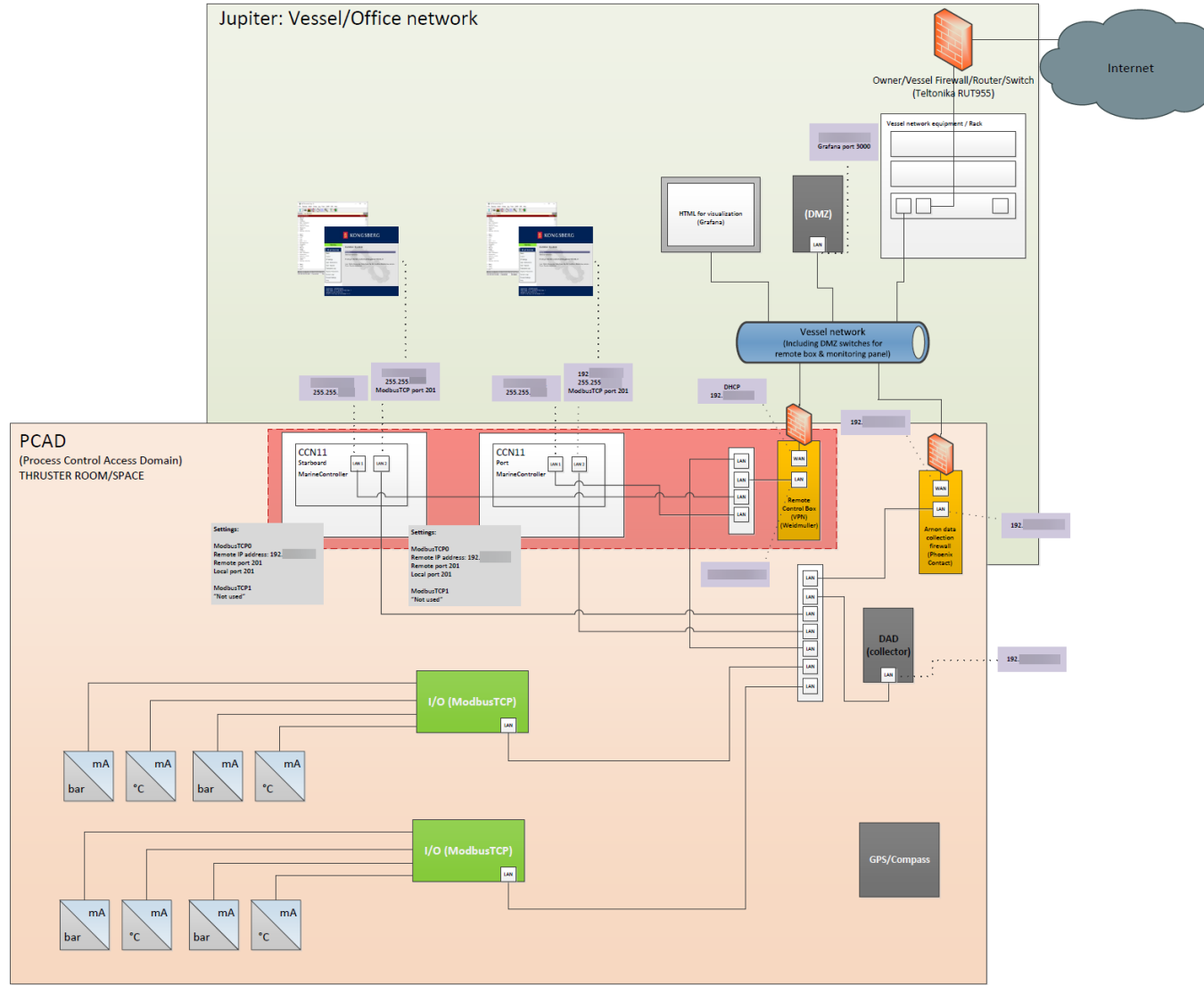
LIITE 8: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGES 3-4



LIITE 9: LIGHT MONITORING PROJECT – PROJECT STAGE 5



LIITE 10: LIGHT MONITORING SYSTEM – PILOT PROJECT'S NETWORK INFRASTRUCTURE

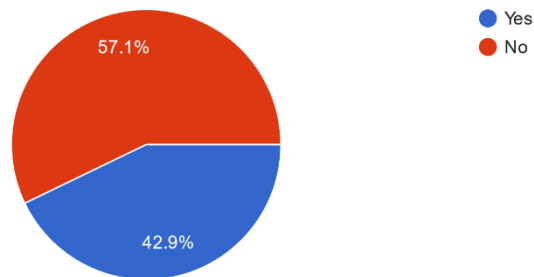


LIITE 12: KYSELYTUTKIMUKSEN VASTAUKSET

1. Onko asiakas tietoinen Kongsbergin web-portaaleista/-alusteoista ja onko niitä esitelty heille?

Are you familiar with Kongsberg's Web portals and platforms and/or have these services been introduced to you yet?

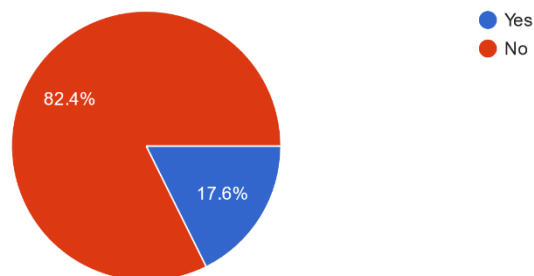
35 responses



2. Mikäli asiakas tuntee Kongsbergin web-portaalit/-alustat, niin onko heitä opastettu niiden käytössä?

If you are familiar with Kongsberg's web portal(s) or online platform(s), have you been trained to use them?

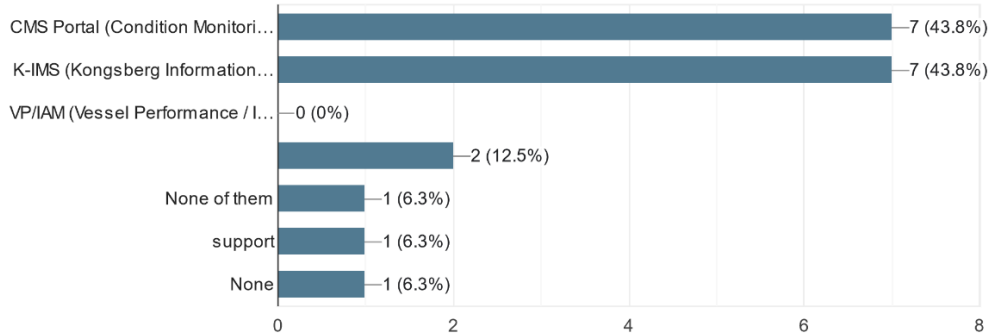
34 responses



3. Mikäli asiakkaalla on kokemusta Kongsbergin web-portaaleista/-alustoista, mitä kolmesta vaihtoehdosta he ovat käyttäneet?

If you are familiar with Kongsberg's web portals or similar platforms, which of these three platforms you have used before?

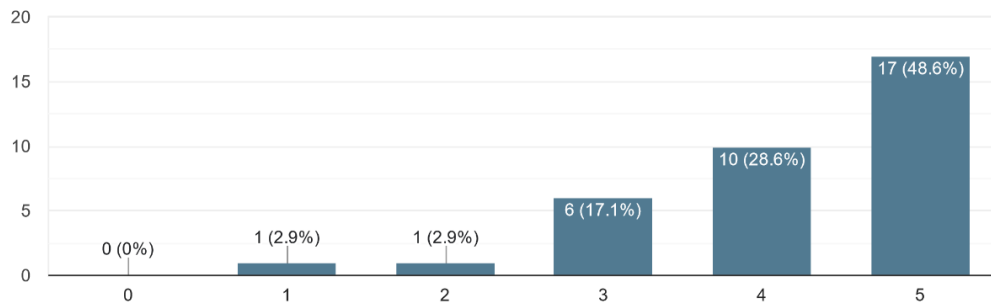
16 responses



4. Asteikolla nollasta viiteen, miten tärkeää asiakkaalle on pääsy heidän hyödykkeistä tallennettuun dataan

On scale 0-5 how important it is for you to access the data that's being recorded and analysed from your assets?

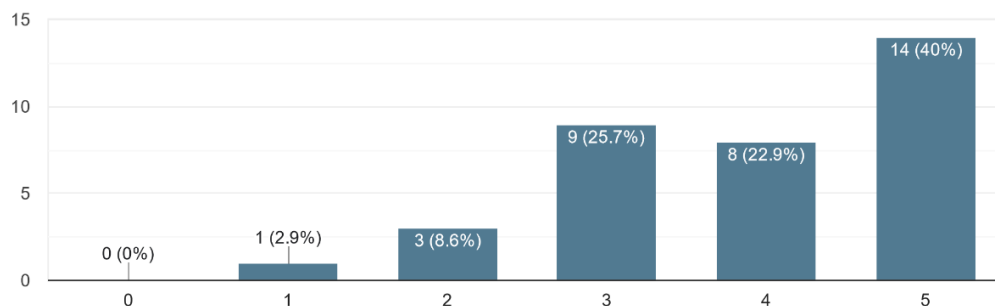
35 responses



5. Asteikolla nollasta viiteen, miten tärkeää asiakkaalle on pääsy kaikkeen heidän hyödykkeistensä tallennettuun dataan

On scale 0-5 how important it is for you to access ALL the data that's being recorded from your assets?

35 responses



6. Onko asiakkaalla mielipiteitä tai ajatuksia siitä, että Kongsberg hallitsisi datan siirtoa ja tallennusta, vaikka osa data menetettäisiin?

I understand the need to narrow down the data and with good algorithm this is not a problem. Was HMC do object to the ongoing cloud service of many vendors, for HMC storing data in the cloud is not done! It would be wise for vendors not only to follow this cloud hype.

Totally agree. BUT I need to have access to this RAW data if I need/Want it. (by poling the Edge equipment)

believe it is important for customer to be able to filter data.

I have no problem with above data handling.

As long as appropriate data is stored in case of future failures, I have no concerns.

I want to be notified when Kng thinks we have a problem and when we have a problem I want to see all date leading up to it.

OK

Stored data including trends is very important

importan so we can plan maint.

fine

Simplest data should be the goal for informing rigs on their CMS

that would be good and faster for most common issues, but 'one off' / 'complicated' or new issues would/could be detrimental, since you don't know what is needed until you narrow it down.

Narroeing vibration data is OK. Other data would need to be reviewed individually and rules determined for how much data can be removed/aggregated/deleted before.

If this is done onboard and reduces required Comms bandwidth then seems like a good idea.

This doesn't affect or relate to my job.

only on conditions changes.

Agree only meaningful date needs to be forwarded

For now we get CMS monthly report, works fine but interesting with CMS web portal as supplement to the physical report.

sounds reasonable to delete unnecessary data

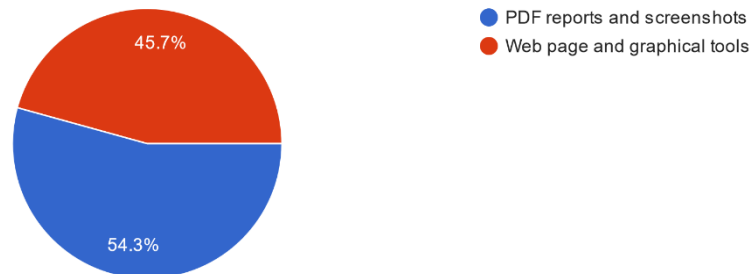
For vibration monitoring an average waveform is sufficient. To have stored data is helpful to see if the trend has changed.

Old data can be narrowed down, but it could be good to have back-up files in a hard copy or server. Usually we don't know the data we need to solve the future problems. For example new vessel data is very important, what can be compared even 30 years later.

7. Haluaako asiakas tarkastella kuvaajia ja grafiikkaa pdf-raporteista, vai seurata muutoksia liveinä nettisivujen kautta?

Regarding data presentation, would you like to read live/periodically updated gauges, tables, charts and other graphical elements on web page(s) or would you rather study screenshots in PDF reports?

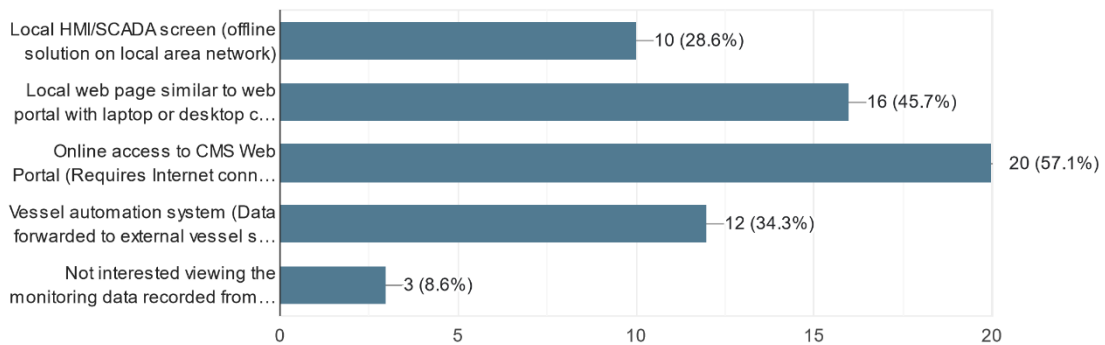
35 responses



8. Millainen pääsy dataan asiakasta kiinnostaa aluksella?

Which type of data access or viewer would you prefer for your assets onboard the vessel? ...for instance at ECR or at the Bridge.

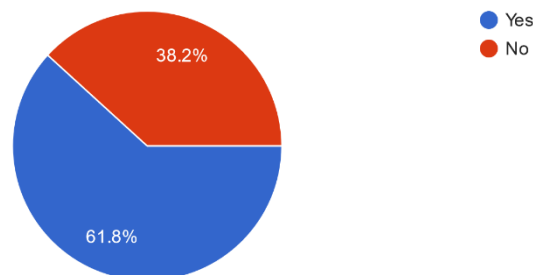
35 responses



9. Olisiko asiakas halukas siirtymään kokonaan pdf- ja paperiraporteista nettisivu-pohjaisiin vaihtoehtoihin?

Would you and your business be ready to completely change from PDF and paper reports to tailored web pages/dashboards, like the one's presented in CMS Web Portal?

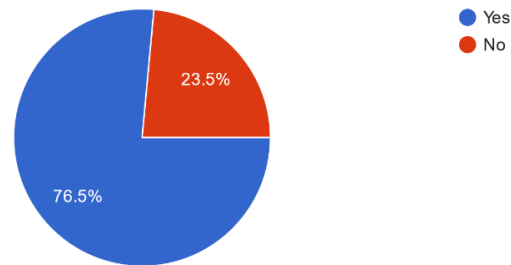
34 responses



10. Jos valvontaraportit, kuten värähtelymittausraportit voitaisiin tilata web-portaalin kautta, haluaisiko asiakas vaihtaa pdf-raportit nettisivupohjaisiin vaihtoehtoihin?

If reports like Condition Monitoring (vibration monitoring) reports could be ordered from web portal would you be willing to change from PDF reports to web page based report/views?

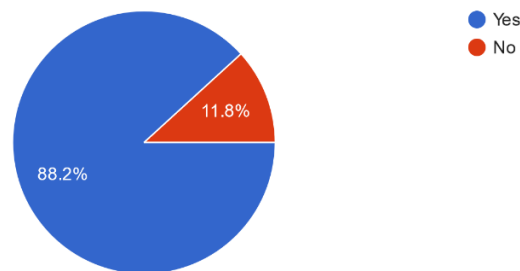
34 responses



11. Jos valvontaraportit, kuten värähtelymittauraportit voitaisiin kokonaan korvata web-portaalilla/-alustalla, haluaisiko asiakas silti saada erikseen laadittuja pdf-raportteja sähköpostiinsa?

If reports like Condition Monitoring (vibration monitoring) reports could be completely replaced with web portal/online platform would you still like to receive periodically composed PDF reports to your email?

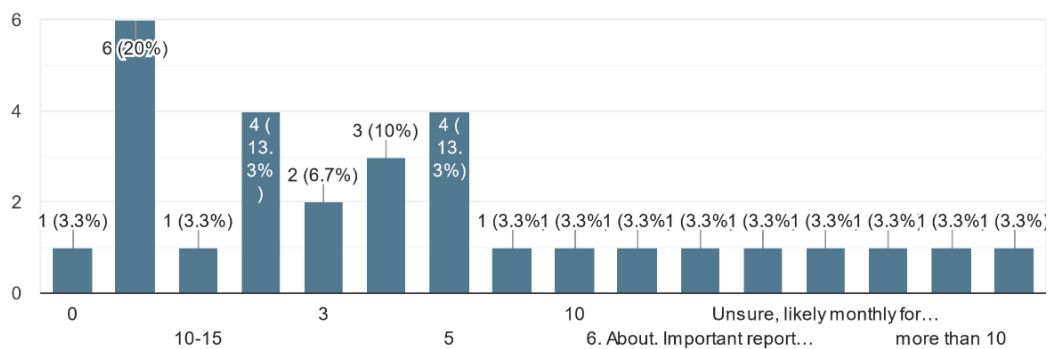
34 responses



12. Montako erilaista raportointi, ajanhallinta, toiminnanhallinta alustaa tms asiakkaalla on jo käytössään?

How many reporting, scheduling, management, etc. platforms your business is currently using
...Please write a number

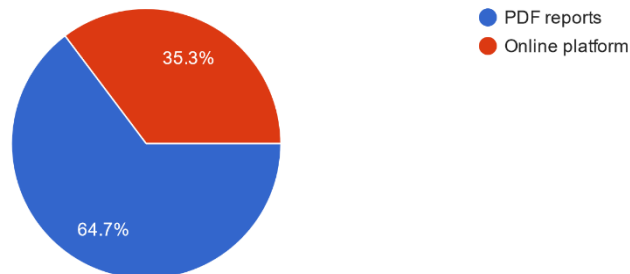
30 responses



13. Haluaako asiakas enemmän räätälöityjä pdf-raportteja vai online-alustan livedatalla ja päivittyvillä kuvaajilla?

Would you like to receive tailored PDF reports that summarize monthly/quarterly history or online platform with live data and updated graphs?

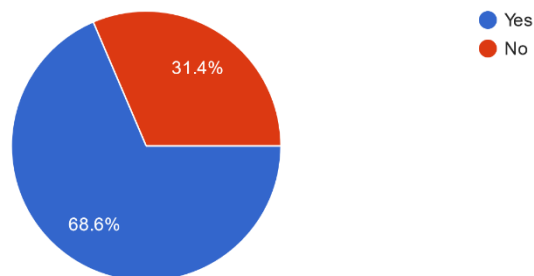
34 responses



14. Haluaisiko asiakas pyytää teknistä tukea tai saada tukea web-portaalin, chat-widgetin tai vastaavan alustan kautta?

Would you like to request technical support or connect with technical support team member through web portal, chat widget or similar online platform?

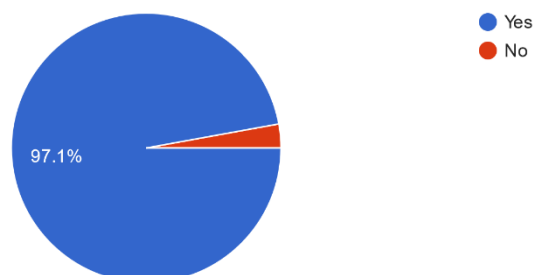
35 responses



15. Haluaisiko asiakas nähdä ladattavaa sisältöä, esim. tuotemanuaaleja, teknisiä kuvia web-portaalin/-alustan kautta?

Would you like to see downloadable content e.g. Product Manuals and Technical drawings shared through web portal(s) or similar platforms?

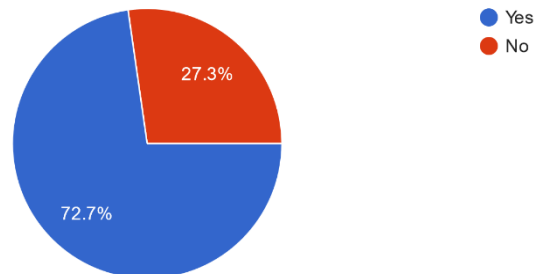
35 responses



16. Haluaisiko asiakas saada automaattisia ilmoituksia esimerkiksi huoltokirjeistä web-portaalin/-talustan kautta?

Would you like to receive automated notifications on new publications e.g. service letters through web portal(s) or similar platforms?

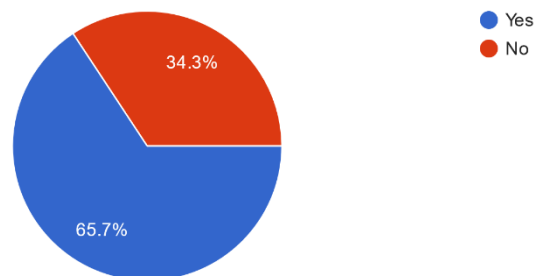
33 responses



17. Haluaisiko asiakas saada automaattisia ilmoituksia järjestelmien hälytyksistä web-portaalin/-alustan kautta?

Would you like to receive automated notifications on events e.g. system alarms through web portal(s) or similar platforms?

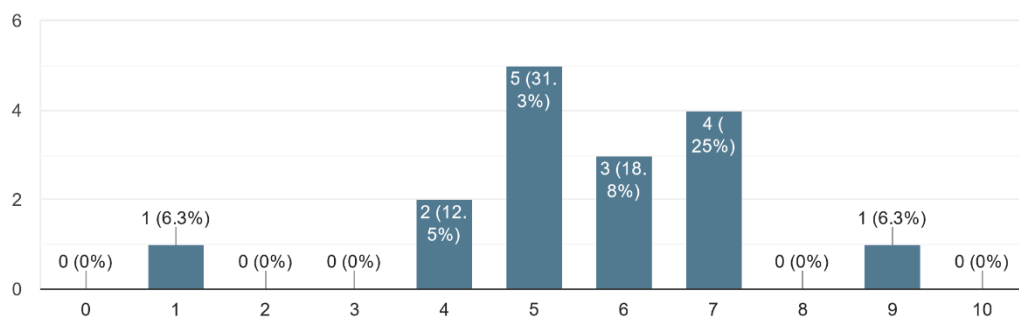
35 responses



18. Onko asiakkaalle entuudestaan tutuu cms webportal -niminen järjestelmä ja jos on niin miten käytettävä se on asteikolla 0-10?

If you are familiar with the CMS web portal, what's your rating on the look and feel and usability of the current version, on scale 0-10?

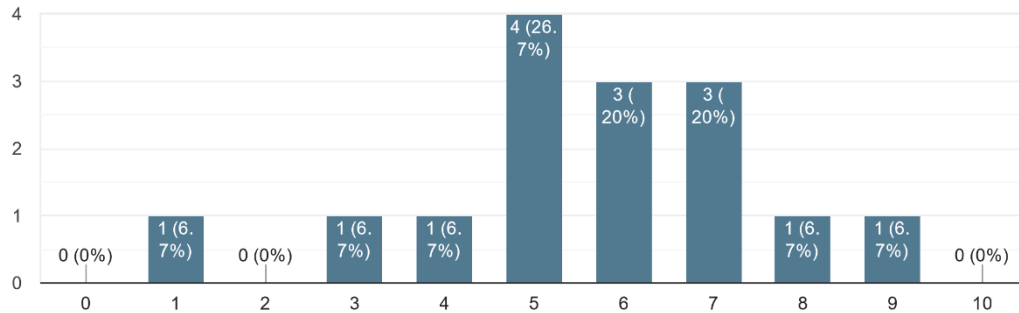
16 responses



19. Jos asiakas on aikaisemmin käyttänyt CMS web portal -palvelua, niin miten helppoa sivustolla on navigoida?

If you are familiar with the CMS web portal, how easy is it to navigate in the portal on scale 0-10?

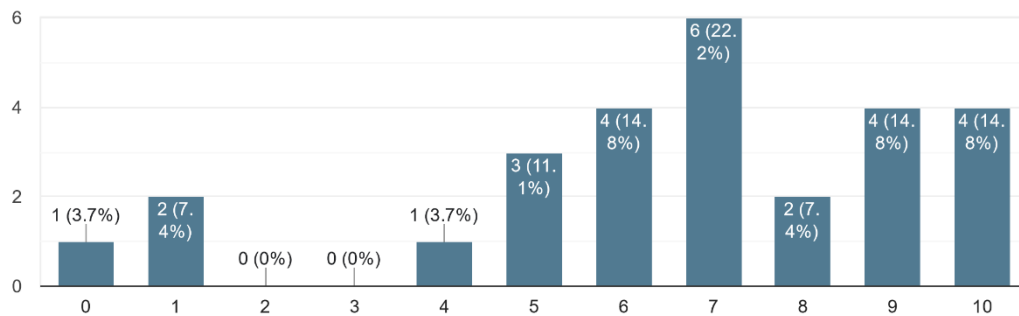
15 responses



20. Miten tärkeää asiakkaan liiketoiminnalle on voida tallentaa heidän laitteidensa dataa web-portaaliin/-alustalle?

On scale 0-10 how important a web portal or online platform with records of data from your assets is to your business?

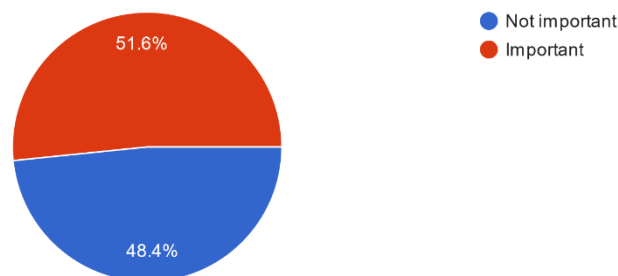
27 responses



21. Jos asiakas voisi itse vaikuttaa web-portaalin/-alustan ulkoasuun tai käyttöliittymään, niin miten tärkeää se on?

If you could modify the specific views and dashboards of your fleet/vessel in the web portal, how important service/feature this would be for you?

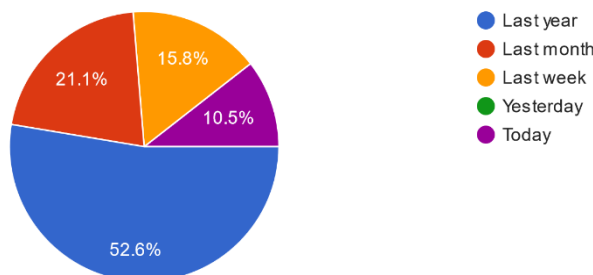
31 responses



22. Milloin viimeksi asiakas on vierailut CMS Web Portal -sivustolla (<https://cmsportal.remion.com/>)?

When was the last time you visited CMS Web portal (<https://cmsportal.remion.com/>) to view your fleet/vessel data?

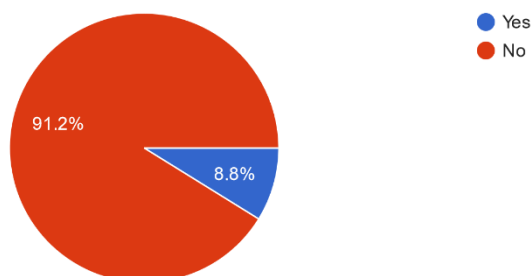
19 responses



23. Datansiirtoprotokollin liittyen, onko REST API -protokolla tuttu asiakkaille?

Regarding data transfer methods, are you familiar with REST API protocol?

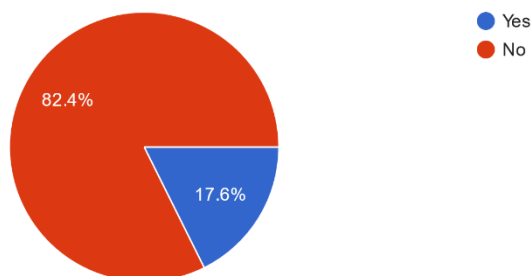
34 responses



24. Onko asiakas tietoinen, että onlinealustojen kautta heidän yrityksensä voi pyytää dataa REST API -protokollan avulla, muihin liiketoiminnalle tärkeisiin ohjelmistoihin?

Are you aware that its plausible that you can request data from online platforms (APIs) and services to your company/business using automated software tools?

34 responses



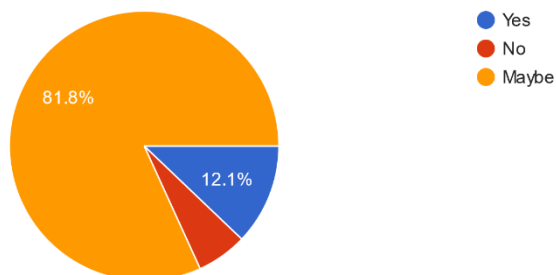
25. Jos asiakas voisi hakea tiettyä dataa REST API -protokollaa käyttämällä, mitä dataa se olisi ja miten usein he hakisivat sitä?

everything, every minutes
weekly data updates.
Not aware of what the tool can deliver.
N/A, not familiar with protocol.
Monthly except when this is a problem
I don't know
Trends of oil temp and pressures every month
not sure
I am not interested in this product
General Thruster health indicators weekly
None
need to ask in house data specialist
Not sure how this REST API works
Some kind of summary of most relevant running data, quarterly.

26. Olisiko asiakas itse halukas tarjoamaan dataa API:n avulla, jos se auttaisi Kongsbergia toimittamaan asiakkailleen entistä parempia ja nopeampia dataohjattuja palveluita asiakkaan liiketoiminnalle?

Would your company be willing to provide data access/share data via APIs (database interface) with Kongsberg if it could help Kongsberg to provid...ifter, more data driven services for your business?

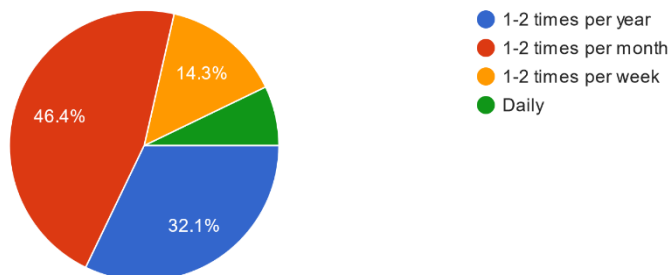
33 responses



27. Miten usein asiakas aikoo vierailla jatkossa CMS Web Portaalissa?

How often do you plan to visit CMS Web portal in the future?

28 responses



28. Mikäli asiakas tietää entuudestaan CMS Web Portal -sivuston, mitä näkymiä tai työkaluja asiakas on viimeksi käyttänyt tarkastaakseen alustensa dataa?

Not familiar

Not familiar with CMS Web Portal

export data

No.

Thruster CMS portal and Kognifai

have not

Our CMS Web portal not ready yet.

na

not familiar

Have not used

last month

NO

None

no

Not familiar

Never seen our vessel data since May 2021 when it was agreed to put in use.

29. Mitä detaileja tai tietoa asiakas haluaisi nähdä CMS Web Porta -sivustolla?

everything

Vib level in our Thrusters.

All, details and information of components for CMS or Digital twin under a BoM tab, the format of the actual web portal is not fully known to me.

Thruster performance data

Alerts, trends, manuals, service updates.

I don't know

Data of oil temp and pressure. Service letters, reports. Manuals of current unit(s).

bearing replacemt

pdf reports

I prefer the PDF reports

Machine condition

Sensor errors and practical analyze trend to see if developing. The data must be trustworthy

Thruster health and condition

Trends and charts

I have no idea

don't know

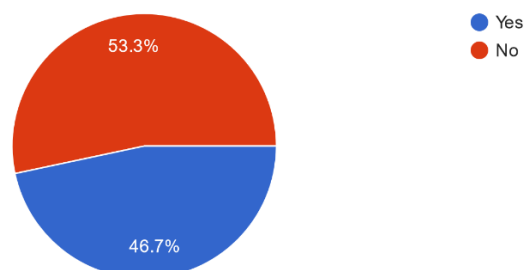
Operational trends, one time incidences (alarms) follow-up

All the history of the vessel, including reports what are reported from the vessel, work reports, vessel visit reports, manuals, service letters. Vessel basic information, thurster models etc. included. Maintenance requests, open and ready with the reports. Spare parts order history. Contact information.

30. Onko asiakkaan yrityksen liiketoiminta dataohjautuvaa?

Does your company and business have a data driven intelligent business model(s)?

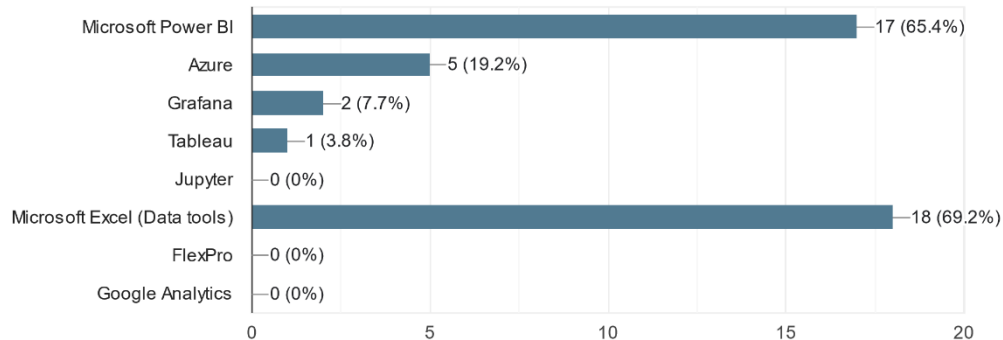
30 responses



31. Minkälaista data-analytiikka, visualisointi, raportointityökaluja ja ohjelmistoja asiakas on käyttänyt?

What kind of data analysis, visualization, reporting tools and software has your business used before? Select items from your list that you're familiar with.

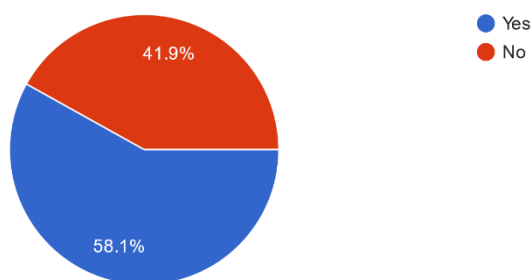
26 responses



32. Käytetäänkö asiakkaan liiketoiminnassa, yrityksessä tai osastolla jo tilaajapalveluita?

Is your business and company or department already using subscription based online services? ...Subscription based services can for instance con...add-on services increasing the subscription price.

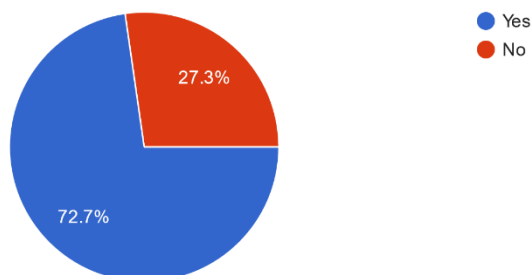
31 responses



33. Haluaisiko asiakas saada automaattisia varaosasuosituksia web-portaali-/alustan kautta?

Would you like to receive automated spare part recommendations through a web portal or similar online platform?

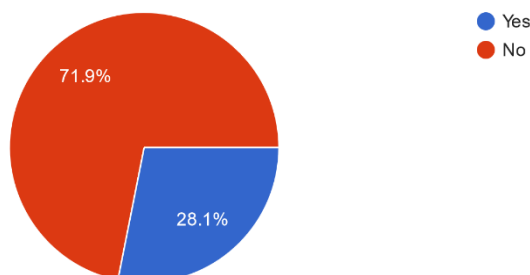
33 responses



34. Jos erilaiset graafiset widgetit ja työkalut nettisivustolla nähtäisiin asiakkaan toiveiden mukaan räätälöityinä työkaluina, olisiko asiakas halukas maksamaan palvelusta?

Seeing different graphical widgets and tools in an online portal as different analytical tools of which contents could be specifically tailored for you, would you...ave only automatically generated default content).

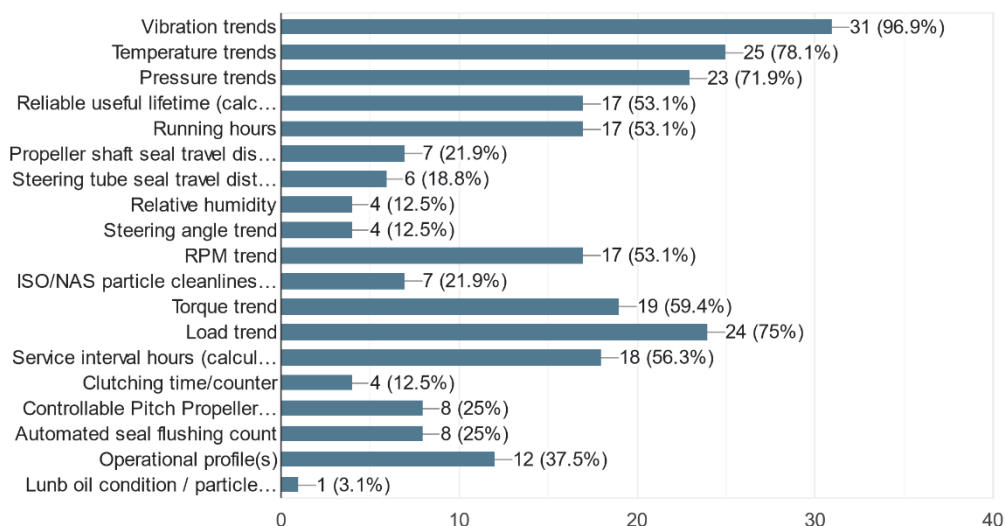
32 responses



35. Asiakasta eniten kiinnostavat asiat?

Select the items that interest you most?

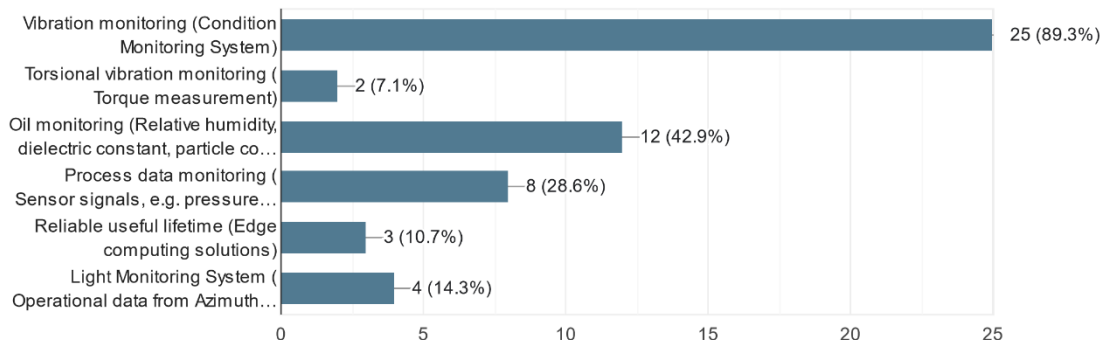
32 responses



36. Onko asiakkaalle entuudestaan tuttuja monitorointiratkaisuja Kongsbergilta tai muilta toimittajilta?

Are you familiar or have you got any of the following monitoring solutions from Kongsberg or other suppliers?

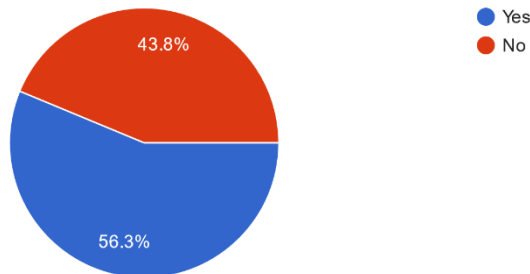
28 responses



37. Haluaisiko asiakas käyttää yhteistyössä Kongsbergin kanssa ylläpidettävää huoltolokia web-portaalin/-alustan kautta?

Would you like to use a collaborative maintenance log or logbook for your assets in an online service portal or platform like the CMS web portal?

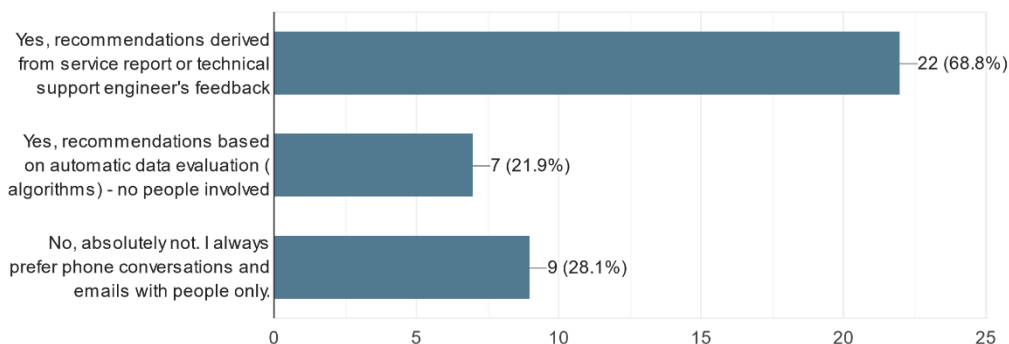
32 responses



38. Haluaisiko asiakas tarkastella tai saada ilmoituksia huoltosuosituksista web-portaalin/-alustan kautta?

Would you like to review and/or get alerted upon some of the service recommendations through a web portal or similar online platform?

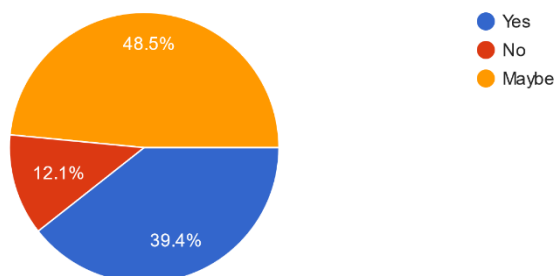
32 responses



39. Haluaisiko asiakas tietää enemmän Kongsbergin tarjoamista online-valvontaratkaisuksista ja web-portaaleista/-alustoista seuraavan 3 kk aikana?

Would you like to know more about Kongsberg's online monitoring services and web portal and how Kongsberg could offer you and your business new data driven solutions within the next 3 months?

33 responses



40. Asiakkaan vapaa palaute

I would like to have access to raw data on a specified by me MQTT broker.

No further!

.

For get the CMS running with tug Selene and Helios;)

We are just operators here on board the vessels. Most of these things asked here are completely not in our hands. We have not recieved any training in these afore mentioned systems and we know only how to start and stop the monitoring computer.

Nice survey ;-)

We have ETC and LMS. Service reports etc. in the portal is important from the new (2021, Selene). Now we have waited for 2 years, portal is still not working. LMS is now going forward and looking good.

LIITE 13: KYSELYTUTKIMUKSEN ANALYYSI

Vastaaja	Yritys	7	8	10	11	12	13	16	17	19	20	25	26	Yhteistulos
		1	1	1	3	3	2	2	2	2	1	4	3	Painoarvo
Vastaaja 26	Yritys 10	5	5	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	37
Vastaaja 32	Yritys 7	5	5	1	1	1	1	1	1	1	7	1	0	36
Vastaaja 14	Yritys 25	4	4	2	1	1	1	1	1	1	6	0	1	33
Vastaaja 28	Yritys 9	5	5	1	1	0	1	1	1	1	7	0	1	32
Vastaaja 4	Yritys 3	4	5	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	32
Vastaaja 9	Yritys 23	5	5	1	1	1	1	0	1	1	6	0	0	29
Vastaaja 10	Yritys 22	5	5	2	1	1	1	0	1	0	7	0	0	29
Vastaaja 17	Yritys 17	4	4	2	1	1	1	1	1	1	5	0	0	29
Vastaaja 20	Yritys 15	4	4	1	1	1	1	1	1	1	6	0	0	29
Vastaaja 22	Yritys 14	3	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1	0	29
Vastaaja 16	Yritys 17	4	4	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	28
Vastaaja 11	Yritys 21	4	3	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	27
Vastaaja 33	Yritys 6	4	4	2	1	1	1	1	1	0	5	0	0	27
Vastaaja 12	Yritys 20	5	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	26
Vastaaja 25	Yritys 11	5	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	26
Vastaaja 30	Yritys 8	5	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	26
Vastaaja 18	Yritys 16	5	5	2	1	1	0	0	1	1	0	0	1	25
Vastaaja 21	Yritys 14	5	5	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	23
Vastaaja 31	Yritys 7	4	3	2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	23
Vastaaja 34	Yritys 5	5	4	1	0	0	1	0	1	0	7	0	0	21
Vastaaja 35	Yritys 5	3	3	1	1	1	1	0	1	0	4	0	0	21
Vastaaja 3	Yritys 2	2	2	2	1	1	0	1	1	0	5	0	0	21
Vastaaja 6	Yritys 4	5	3	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	21
Vastaaja 7	Yritys 26	5	4	2	0	1	1	0	1	1	0	0	0	20
Vastaaja 24	Yritys 12	5	5	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	20
Vastaaja 1	Yritys 1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	19
Vastaaja 29	Yritys 9	5	5	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	17
Vastaaja 13	Yritys 19	4	3	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	16
Vastaaja 8	Yritys 24	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	15
Vastaaja 27	Yritys 10	5	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	15
Vastaaja 2	Yritys 1	3	3	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	15
Vastaaja 15	Yritys 18	4	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	14
Vastaaja 19	Yritys 15	3	3	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	13
Vastaaja 5	Yritys 3	3	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	12
Vastaaja 23	Yritys 13	3	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9

