



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MIKA TUOMOLA

Teollinen internet

Materiaalinkäsittelyjärjestelmät

AUTOMAATIOTEKNOLOGIA
2020

Tekijä Tuomola, Mika	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä Helmikuu 2020
	Sivumäärä 69	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Teollinen internet ja materiaalinkäsittelyjärjestelmät		
Tutkinto-ohjelma Automaatioteknologia		
<p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi raumalainen BMH Technology Oy. Yrityksellä on yli 90-vuotinen historia taustalla ja alkuaikojen ammuksista ja syyttimistä on tultu pitkä matka ja nykyään yrityksen toimiala on erilaiset materiaalinkäsittelyjärjestelmät ja näihin liittyvä huoltoliiketoiminta. Vuodenvaihteessa 2017 yritys päätti tehostaa toimintaansa tulevaisuudessa digitaalisilla ratkaisuille. Tämä päätös mahdollisti tämän opinnäytetyön tekemisen.</p> <p>Opinnäytetyön esiselvitysvaiheessa työlle asetettiin kolme tutkimuskysymystä, jotka liittyivät datan keräämiseen ja sen hyödyntämiseen. Työn edistyessä nämä tutkimuskysymykset pilkottiin pienempiin osakokonaisuuksiin joihin työn tuli vastata. Työn lopputuloksena oli löytää yrityksen tarpeisiin soveltuva teollisen internetin järjestelmä ja uusia mahdollisia liiketoimintamalleja tukemaan ja mahdollistamaan kannattava liiketoiminta teollisen internetin ympärille.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui tapaustutkimus eli case study. Työssä esiintyvät vaihtoehdot edustavat erilaisia tapauksia ja näiden pohjalta tehdään yleinen johtopäätös yrityksen tarpeen täyttävästä ratkaisusta.</p> <p>Opinnäytetyön ansiosta valittiin yrityksen tarpeisiin parhaiten soveltuva ratkaisu ja kehitettiin lukuisia yrityksen toimintaa ja liikevaihdon kasvua tukevaa ratkaisua. Opinnäytetyö toimii runkona yrityksen tulevaisuuden digitaalisille ratkaisuille.</p>		
Asiasanat: Industrial internet of things, internet of things, teollinen internet, materiaalinkäsittelyjärjestelmät, murskain, tiedonkeruutuote, proof of concept, digitalisaatio		

Author Tuomola, Mika	Type of Publication Master's thesis	Date February 2020
	Number of pages 69	Language of publication: Finnish
Title of publication Industrial internet and materials handling systems		
Degree programme Automation technology		
<p>This thesis was commissioned by BMH Technology Oy from Rauma. The company has more than 90 years of history in the background and has come a long way from the early days of ammunition and detonators and nowadays it specializes in various materials handling systems and related maintenance business. At the turn of the year 2017, the company decided to streamline its operations with digital solutions in the future. This decision made it possible to complete this master's thesis.</p> <p>During the pre-research phase of the master's thesis, three research questions were asked, which were related to the collection and utilization of data. As the work progressed, these research questions were broken down into smaller sections that the work had to answer. The result of this master's thesis was to find an industrial internet system suited to the needs of the company and new potential business models to support and enable profitable business around the industrial internet.</p> <p>The chosen research method was case study. The alternatives in the work represent a variety of cases and form the basis for the overall conclusion of a solution that meets the needs of the company.</p> <p>The master's thesis resulted in the selection of the solution best suited to the needs of the company and the development of numerous solutions supporting the company's operations and revenue growth. The master's thesis serves as a framework for the future digital solutions of the company.</p>		
Key words: Industrial internet of things, internet of things, industrial internet, materials handling systems, shredder, data collection product, proof of concept, digitalization		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Yritys	7
2 TEOLLISEN INTERNETIN KÄSITTEITÄ	10
2.1 IoT & IIoT	10
2.2 Big Data.....	12
2.3 Tekoäly	15
2.4 Koneoppiminen	17
2.5 Lisätty todellisuus.....	19
2.6 Virtuaalitodellisuus	20
2.7 Lohkoketju.....	20
2.8 Teollisuus 4.0	22
3 BMH: N LAITTEET	23
3.1 Esimerkkejä BMH:n laitteista ja niistä saatavissa olevasta datasta	23
4 TUTKIMUS- JA KEHITYSMENETELMÄT	29
4.1 Tutkimuskysymykset.....	29
4.2 Tutkimusmenetelmät	29
4.3 Opinnäytetyön vaiheet.....	31
5 PROJEKTIN LÄHTÖKOHTA	33
5.1 Tavoite.....	33
6 MÄÄRITTELYT	39
6.1 Datankeräystuotteen määrittely	39
6.2 Tekniset ominaisuudet ja määrittelyt	40
6.3 Aikataulu	41
6.4 Tilanne vuoden 2019 lopussa	42
7 TESTIT	43
7.1 Testatut tekniikat	43
7.2 Ensimmäiset testit.....	43
7.3 Testien toinen aalto	49
8 UUDET LIIKETOIMINTA-ALUEET	54
8.1 IoT workshop I-IV	54
8.2 Asiakashaastattelut ja IoT	57
9 VALINTA	58
9.1 BMH:n valinta teollisen internetin ratkaisuksi.....	58
9.2 BMH:n tiedonkeruutuote.....	58
10 YHTEENVETO	60

10.1 Tutkimustehtävä	60
10.2 Tulevaisuuden tehtävät.....	61
10.3 Työpajoissa ja haastatteluissa tunnistetut muutostarpeet BMH:lla.....	61
10.4 Tavoitteiden saavutus	62
LÄHTEET	64

Lyhenteet ja erikoissanasto

SRF	Solid recovered fuel, kierrätyspolttoaine
IoT	Internet of Things, esineiden internet
IIoT	Industrial Internet of Things, teollinen esineiden internet
PoC	Proof of Concept, ratkaisun todennus
PLM	Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
SIM	Subscriber Identity Module, älykortti matkapuhelinliittymään
Firmware	Laiteohjelmisto
VPN	Virtual Private Network, virtuaalinen erillisverkko
Datablock	Tiedon yksilöivä taulukko
Gateway	Tietoliikenteen yhdyskäytävä
AR	Augmented Reality, laajennettu todellisuus
VR	Virtual Reality, virtuaalitodellisuus
Block chain	Lohkoketju
Data buffer	Puskurimuisti

1 JOHDANTO

Teknologinen kehitys on ollut huimaa viime vuosina eri teollisuuden aloilla. Erilaisia digitaalisia palveluita kehitetään jatkuvasti enemmän ja enemmän. Näiden palveluiden tavoitteena on mm. parantaa yritysten tuottavuutta ja laatua sekä mahdollistaa uusia liiketoimintamalleja. Vain muutamia trendikkäitä muotitermejä mainitakseni; Internet of Things, teollinen internet, neljäs teollinen vallankumous ja kiertotalous ovat kaikkien huulilla tänä päivänä teollisuuden aloilla. Tämän sai myös vanha, perinteisiin arvoihin luottava, erilaisia materiaalinkäsittelyjärjestelmiä toimittava yritys huomata 2010-luvun loppupuolella.

Työn teettäjänä toimii Raumalainen BMH Technology Oy, joka on yli 90-vuotias yritys. Yrityksen historiaan mahtuu lukematon määrä erilaisia toimialoja ja tuotteita, joiden parissa on toimittu. Työn tekijä on työskennellyt yrityksessä yli 16 vuoden ajan, joten yhteistä taivalta on taitettu jo hetki.

2000-luvulle tultaessa yrityksen toimintakenttä on laajentunut merkittävästi vanhasta, joka lähinnä käsitti Pohjois-Euroopan. Nykyään projektitoimituksia on kaikissa maanosissa ja merkittävää liikevaihdon kasvupotentiaalia on mm. Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Tästä johtuen BMH:lla havahduttiin jatkuvasti kasvavaan asiantuntijatarpeeseen ja matkustusmäärien kasvamiseen erilaisissa ongelmanratkaisuisissa ja optimoinneissa asiakkaan tiloissa. Tätä toimintaa päätettiin tehostaa nykyaikaisilla digitaalisilla ratkaisuilla.

1.1 Yritys

Teollisen internetin projekti tehtiin BMH Technology Oy:lle ja josta jatkossa käytetään pääasiassa nimitystä BMH. Yrityksellä on yli 90-vuotinen historia taustalla ja alkuaikojen ammuksista ja sytyttimistä on tultu pitkä matka ja nykyään yrityksen toimiala on erilaiset materiaalinkäsittelyjärjestelmät ja näihin liittyvä huoltoliiketoiminta. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Raumalla ja lisäksi yrityksellä on muutamia tytäryhtiöitä ja myyntikonttoreita eri puolilla maailmaa mm. Ruotsi, Puola ja Kiina.

Materiaalinkäsittelyjärjestelmät jakaantuvat pääasiallisesti kahteen eri toimialaan eli kiinteiden biopolttoaineiden käsittely, joita on esimerkiksi hake ja turve, sekä kierrätyspolttoaineen valmistukseen käytettävät linjat. Biomassalla ja kierrätyspolttoaineella on tarkoitus korvata fossiilisia polttoaineita kuten öljyä ja kivihiiltä voimalaitoksilla ja sementtiteollisuudessa. BMH on toimittanut erilaisia materiaalinkäsittelyjärjestelmiä vuosien varrella yli 200 kappaletta maailmanlaajuisesti. Toimitettujen järjestelmien laskennallinen hiilidioksidipäästöjen vähennys on yhteensä luokkaa 500 miljoonaa tonnia vuodesta 1980 lähtien. Vertailun vuoksi tämä vastaa päästöjä, jotka syntyisivät 220 miljoonan ihmisen yksittäisistä lentomatkoista maailman ympäri.

Projektin alussa päätettiin ensimmäisessä vaiheessa keskittyä vain kierrätyspolttoaineen valmistukseen käytettäviä Tyrannosaurus-murskaimella varustettuja linjoja, sillä niissä on eniten erilaisia mitattavia suureita, antureita jne. teknologian monimutkaisuudesta johtuen verrattuna perinteisiin biopolttoaineen materiaalinkäsittelyjärjestelmiin. Käytettävä teknologia on tulevaisuudessa helppo siirtää myös näiden järjestelmien käyttöön, jos se ensin saadaan toimimaan Tyrannosaurus-linjoissa.

Tyrannosaurus-linjalla pystytään erilaisista raaka-aineista valmistamaan korkealaatuisia SRF-polttoainetta. Raaka-aineena voidaan käyttää esimerkiksi kiinteää yhdyskuntajätettä, kaupan ja teollisuuden erilaisia jätteitä kuten pakkaukset, tekstiilijätettä, kotitalousjätettä ja käytettyjä autonrenkaita. Tällä tavoin pystytään hävittämään jätteitä, joiden uusiokäyttö ei ole nykyteknologialla kannattavaa ja lopputuloksena saadaan energiaa hyvällä hyötysuhteella.

Taulukko 1.1: Vertailua erilaisista polttoaineista, niiden lämpöarvoista ja CO₂-päästöistä

POLTTO- AINE	LÄMPÖARVO	CO₂ PÄÄSTÖ
Hiili	25 MJ/KG	2.41 tonnia CO ₂ / tonni polttoainetta
Petrolikoksi	33 MJ/KG	3.34 tonnia CO ₂ / tonni polttoainetta
Polttoöljy	42 MJ/KG	3.16 tonnia CO ₂ / tonni polttoainetta
SRF	20 MJ/KG *	0.64 tonnia CO₂ / tonni polttoainetta

* Luokat 1 ja 2; CEN/TC343, EN15359

Jotta saadaan tasalaatuista energiatehokasta SRF eli kierrätyspolttoainetta tarvitaan useita erilaisia prosesseja ja niiden vaiheita sen jälkeen, kun raaka-aine on tullut käsittelylaitokselle. Ennen materiaalinkäsittelyjärjestelmään syöttöä raaka-ainetta voidaan lajitella erilaisten hyötyaineiden erottamiseksi käytettäväksi muualla ja raaka-aineista voidaan tehdä erilaisia sekoituksia, jotta saavutetaan materiaalille halutut ominaisuudet.

Kierrätyspolttoaineen valmistuslinjassa päävaihe on murskaus. Murskaus voidaan suorittaa useammassa vaiheessa riippuen syötettävästä raaka-aineesta ja halutusta valmiin polttoaineen palakoosta. Nämä vaiheet voivat olla esimurskaus, jossa syötettävä materiaali murskataan noin A4-kokoiseksi palaksi ja esimerkiksi pussit repeävät auki. Tämän jälkeen toisessa vaiheessa murskataan materiaali niin sanotussa päämurskaimessa ja jonka jälkeen palakoko on tavallisesti noin 75X75 millimetriä. Tämä polttoaine on erinomaista syötettä sellaisenaan leijupetikattiloihin käytyään prosessin muut vaiheet läpi. Linjassa voi olla lisäksi vielä kolmas murskausvaihe eli ns. jälkimurskaus, jossa haluttu palakoko on noin 30X30 millimetriä. Tätä palakokoa käytetään yleisimmin sementtiteollisuudessa.

Prosessin muita vaiheita ovat erilaiset seulonnat, joissa materiaalivirrasta poistetaan erilaiset ei-toivotut materiaalit. Tällaisia materiaaleja voivat olla esimerkiksi biojäte, josta pyritään pääsemään eroon esimurskauksen jälkeen rumpuseulalla ja hienojae-seula, jolla päämurskaimen jälkeisestä materiaalivirrasta seulotaan alle 15 millimetrinen partikkeli, sillä tämä on pääasiallisesti lasia ja hiekkaa, joka ei ole palavaa. Muita erottelutekniikoita, joita linjoissa käytetään, on erilaiset magneettierottimet, pyörrevirtaerottimet ja ilmaluokittimet. Magneettierottimilla erotellaan murskatusta materiaalivirrasta magneettisia metalleja. Pyörrevirtaerottimilla erotellaan erilaisia ei-magneettisia metalleja, kuten alumiinia ja kuparia. Ilmaluokittimella tai erottimella voidaan murskattu materiaali jakaa kahteen tai kolmeen eri jakeeseen painon perusteella. Yleisin on kahteen jakava ilmaerotus, jossa materiaalivirrasta erotellaan isot kolmiulotteiset partikkelit kuten kivet, puun palat ja vastaavat, lopun materiaalivirran jatkaessa valmiin polttoaineen varastointiin.

BMH:n toimittamat materiaalinkäsittelyjärjestelmät ovat erittäin pitkälle automatisoituja ja ne pystyvät operoimaan pitkiä aikoja hyvin itsenäisesti, kunhan raaka-aineen syötöstä huolehditaan.



Kuva 1.1: Tyrannosaurus-prosessi

2 TEOLLISEN INTERNETIN KÄSITTEITÄ

2.1 IoT & IIoT

Esineiden internetillä eli englanniksi Internet of Things, joka yleisesti lyhennetään muotoon IoT, tarkoitetaan järjestelmiä, jotka perustuvat laitteiden suorittamaan automaattiseen tiedonsiirtoon sekä kyseisten laitteiden etäseurantaan ja -ohjaukseen internet-yhteyden läpi. Tämän lisäksi puhutaan Teollisesta internetistä eli englanniksi Industrial Internet of Things, joka yleisesti lyhennetään muotoon IIoT. Teollisen internetin tuottama lisäarvo perustuu sen avulla kerättyyn ja tuotettuun tietoon. Tämä tieto on oikeanlaisilla prosesseilla jalostettavissa helposti hyödynnettävään muotoon. Tietoverkon avulla automaattinen, reaaliaikainen analytiikka saadaan järjestämään valtavaa tietomassaa käyttökelpoisiksi tunnusluvuiksi ja tilannekatsauksiksi. (Esineiden internet: Wikipedia, 2020)

2.1.1 Määritelmä

Gartnerin määritelmän mukaan teollisessa internetissä on kyse fyysisistä laitteista, jotka pystyvät aistimaan ympäristöään ja viestimään tai toimimaan aistimansa perusteella älykkäästi. Tähän tarvitaan antureita, ohjelmistoja sekä tietoliikenneyhteys, jolloin sensorit, koneet, prosessit ja palvelut tuottavat rutkasti tietoa, jota jalostamalla voidaan muun muassa ennakoida ja automatisoida työvaiheita. (Esineiden internet: Wikipedia, 2020)

2.1.2 Liiketoiminta

Teollisen internetin on ennustettu tavoittavan globaalisti 1,9 biljoonan dollarin markkinat vuonna 2020. On myös ennustettu, että mikäli suomalaiset yritykset lähtevät aktiivisesti rakentamaan roolia teollisen internetin alustojen ja ekosysteemien avaintoimijoina, voidaan Suomeen saavuttaa jopa 12 miljardin euron suuruiset investointien ja 48 000 työpaikan kasvunäkymät. (Esineiden internet: Wikipedia, 2020)

Statistan mukaan vuonna 2015 on ollut 15,41 miljardia internetiin kytkettyä laitetta ja vuonna 2020 näiden kytkettyjen laitteiden määrä on kaksinkertaistunut lukumäärän ollessa 30,73 miljardia kappaletta. Vuonna 2025 internetiin kytkettyjen laitteiden määrä on jo viisinkertainen vuoteen 2015 verrattuna ja yli kaksinkertainen vuoteen 2020 verrattuna sen ollessa kyseisen arvion mukaan jo 75,44 miljardia kappaletta. (Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025: Statista, 2020)

2.1.3 Uhkakuvat

Esineiden internet on nykymuodossaan suuri uhka kuluttajille kuten myös yrityksille, sillä sen tietoturvaa ja yksityisyyttä koskeva sääntely on puutteellista. Päivittäin internetiin yhdistetään miljoonia uusia laitteita ja näiden laitteiden tietoja ja dataa haluavat monet tahot käyttävät hyödyksi. Tästä seuraus tulevaisuudessa on se, että lähes kaikki laitteet ovat kytkeytyneet verkkoon, mutta niitä ei enää mielletä älylaitteiksi. Yhteis-

kunnan tullessa riippuvaiseksi näistä laitteista, niiden tietoturvaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta se olisi riittävä tulevaisuudessa.

Michael Barton on sanonut: ”Sääntelyä tarvitaan, mutta haluaisin välttää tässä tiukkaa sääntelyä. Leluja ei voi myydä, jos niissä on mahdollisesti lapsia sokeuttavia neuvoja. Autoja ei voi myydä, jos niiden jarrut toimivat vain ajoittain. Yhtä mahdotonta pitäisi olla myydä IoT-ratkaisuja, jotka mahdollistavat käyttäjän pankkitilin tyhjentämisen.” (Pinning down the IoT: F-Secure, 2020)

2.2 Big Data

Big Datalla tarkoitetaan niin suurta tietomassaa, että sen hallitseminen ja analysoiminen on erittäin vaikeaa tai mahdotonta perinteisillä tietokantatyökaluilla. Määritelmä on tarkoituksella jätetty joustavaksi sillä tietokantatyökalujen ja laitteiden kehittyessä pystytään suuria tietomääriä käsittelemään entistä tehokkaammin. Käsiteltävät tietomassat, menetelmät ja käytettävät työkalut vaihtelevat tämän lisäksi toimialoittain. (Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity: McKinsey Global Institute, 2020)

Monimuotoisuus/vaihtelevuus, määrä ja nopeus on tyypillisiä tunnusmerkkejä Big Datalle. Toisinaan sen tunnusmerkkeihin liitetään myös totuudenmukaisuus, vaihtelevuus ja monimutkaisuus. (Big data: What it is and why it matters: SAS Institute Inc., 2020)

2.2.1 Haasteet

Big Datan valtavan tietomäärän aiheuttamista haasteista voidaan pitää esimerkkeinä seuraavia tapauksia vuodelta 2016, joten voidaan olettaa tietomäärän edelleen kasvaneen. Facebook ottaa vastaan uutta dataa joka päivä 500 teratavua. Lennettäessä Yhdysvaltojen halki Boeing 737 lentokoneella, tuottaa se yhdellä lennolla 240 teratavua lentotietoja. Syntymisnopeuden esimerkkeinä voidaan pitää clickstreamia ja verkkomainoksia, jotka rekisteröivät käyttäjien toimintaa miljoonien tapahtumien sekunti

vauhdilla ja osakekauppaan liittyvät korkean taajuuden algoritmit, jotka raportoivat markkinoiden muutoksia mikrosekunneissa. (Big Data explained: MongoDB Inc., 2020)

Haasteita luo myös Big Datan monimuotoisuus, koska se voi koostua videoista, äänitiedostoista, strukturoitumattomasta tekstistä ja sosiaalisen median viesteistä. Perinteiset tietokantajärjestelmät eivät ole tehty käsittelemään strukturoimatonta dataa vaan strukturoituja rakenteita, jotka ovat tarkasti määritelty, sekä ne on suunniteltu toimimaan yhdellä palvelimella, jonka vuoksi kapasiteetin lisääminen on hankalaa ja kallista. (Big Data explained: MongoDB Inc., 2020)

Yhden määritelmän mukaan Big Datalla viitataan teknologioihin ja menetelmiin, joilla käsitellään tietomassoja, jotka ovat liian massiivisia, nopeasti muuttuvia tai liian monimuotoisia, jotta niitä voitaisiin käsitellä perinteisillä teknologioilla, taidoilla ja infrastruktuurilla. (Big Data explained: MongoDB Inc., 2020)

2.2.2 Operatiivinen ja analyttinen järjestelmä

Big Data jaetaan kahteen eri luokkaan MongoDB:n määritelmässä, jotka ovat operatiivinen ja analyttinen Big Data. Operatiivinen järjestelmä on pääasiassa tarkoitettu reaaliaikaisten ja interaktiivisten työtehtävien suorittamiseen, joissa yleensä dataa otetaan vastaan ja tallennetaan. Analyttinen järjestelmä on tarkoitettu ensisijaisesti monimutkaisten analyysien tekemiseen kerätystä datasta jälkikäteen. Nämä kaksi järjestelmää ovat toisiaan täydentäviä, jotka on suunniteltu vastaamaan täysin eri haasteisiin, mutta joita usein käytetään rinnakkain. Operatiivisessa järjestelmässä tärkeimpiä ominaisuuksia on matala vasteaika ja kyky käsitellä useita samanaikaisia pyyntöjä. Analyttisen järjestelmän tärkeimmät ominaisuudet ovat suoritusteho ja kyky käsitellä poikkeuksellisen monimutkaisia kyselyjä, joihin voi sisältyä jopa kaikki järjestelmän data. (Big Data explained: MongoDB Inc., 2020)

Taulukko 2.1: Operatiivisen ja analyttisen järjestelmän ominaisuudet (Big Data explained: MongoDB Inc., 2020)

	Operational	Analytical
Latency	1 ms - 100 ms	1 min - 100 min
Concurrency	1000 - 100,000	1 - 10
Access Pattern	Writes and Reads	Reads
Queries	Selective	Unselective
Data Scope	Operational	Retrospective
End User	Customer	Data Scientist
Technology	NoSQL	MapReduce, MPP Database

2.2.3 Taloudellinen merkitys

Big Datalla on valtava merkitys sekä julkisella, että yksityisellä sektorilla. Yhdysvaltain terveydenhuoltojärjestelmässä voitaisiin saavuttaa 300 miljardin dollarin vuosittaiset säästöt, jos Big Data hyödynnettäisiin tehokkaasti. Eurooppalaiset taloudet voisivat säästää valtion hallinnosta 100 miljardia euroa parantuneen tehokkuuden myötä. Kyseinen arvio ei sisällä Big Datan potentiaalisia etuja verotuksen aukkojen, petosten tai virheiden havaitsemisessa. (Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity: McKinsey Global Institute, 2020)











Yksityisellä sektorilla Big Datan avulla voidaan saavuttaa selkeä ero kilpailijoihin nähden, sillä hyödyntämällä Big Datan koko potentiaali liikevoittomarginaalia voidaan parantaa jopa 60%. Big Data pystyy myös tarjoamaan täysin uusia mahdollisuuksia kasvaa ja luo yrityksiä, jotka kokoavat ja analysoivat dataa. Big Datan kattavaan hyödyntämiseen tarvitaan huomattavaa analyttistä ja tietohallinnollista osaamista. Yhdysvalloissa tarvitaan lähes 200 000 henkilöä, joilla on vahva analyttinen osaaminen ja 1,5 miljoonaa henkilöä hallinnollisiin ja analyttisiin tehtäviin. Lisäksi Big Datan hyödyntämiseen tarvitaan oikeanlainen infrastruktuuri. (Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity: McKinsey Global Institute, 2020)

2.3 Tekoäly

Käsitteenä tekoäly on laaja ja moniulotteinen. Se ei ole yksittäinen teknologia vaan siihen kuuluu joukko erilaisia menetelmiä, teknologioita, sovelluksia ja tutkimussuuntia. Sitä voidaan myös pitää vain yhtenä osana digitalisaation laajemmassa viitekehyksessä. Tekoäly liittyy useisiin tieteenaloihin kuten filosofiaan, kognitio-, kieli-, ja neurotieteisiin, matematiikkaan, fysiikkaan sekä insinööritieteisiin. (Tekoälyn käsitekartta: VTT, 2020)

“Tekoälyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.” (Artificial Intelligence: A Modern Approach: Russell & Norvig, 2020)

Tekoälyyn voidaan liittää erilaisia keskeisiä osaamisalueita, joita on lueteltu alla. Muita osaamisalueita kuin koneoppiminen ei avata, sillä ne eivät suoraan liity tehtyyn työhön. Kirjoista ja internetistä on kuitenkin helposti löydettävissä lisää tietoa näistä asioista sitä tarvitseville.

-  Data-analyysi
-  Havainnointi ja tilannetietoisuus
-  Luonnollinen kieli ja kognitio
-  Vuorovaikutus ihmisen kanssa
-  Digitaidot työelämässä, ongelmanratkaisu ja laskennallinen luovuus
-  Koneoppiminen
-  Järjestelmätaso ja systeemivaikutukset
-  Tekoälyn laskentaympäristöt, alustat ja palvelut, ekosysteemit
-  Robotiikka ja koneautomaatio
-  Etiikka, moraalit, regulaatio ja lainsäädäntö

(Tekoälyn käsitekartta: VTT, 2020)

2.3.1 Määritelmä

Perinteisesti tekoäly määritellään tietokoneen ja ohjelmiston kyvyksi reagoida ihmisällyn kaltaisesti erilaisiin tilanteisiin. Tieteellisessä tulkinnassa tekoälynä pidetään tietokonetta, joka on saavuttanut itsetietoisuuden ja jonka tiedot ja taidot kasvavat, ilman ihmisen opetusta autonomisesti. Alalla toimimattomien ihmisten keskuudessa tekoälynä pidetään useimmiten tietoteknisiä kokonaisuuksia, jotka pystyvät tekemään muutakin kuin yksinkertaisia opetettuja päätelmiä. (Mikä ihmeen tekoäly, koneoppiminen ja ennakoiva analytiikka: Tivi, 2020)

2.3.2 Tekoälyn vaiheet

Tekoälyn kehitys voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Kehitys etenee eksponentiaalisesti näissä vaiheissa. Tekoäly on tällä hetkellä ensimmäisessä vaiheessa, jota kutsutaan kapeaksi tekoälyksi. Kapean tekoälyn vaiheessa tietokone suoriutuu yksinkertaisista tehtävistä tarkemmin ja nopeammin kuin ihminen. Seuraava vaihe on vahvan tekoälyn taso. Vahvan tekoälyn vaiheessa tietokone pystyy suoriutumaan lähes kaikesta päättelystä ihmistä paremmin ja sillä on laaja ymmärrys ja ihmisen kaltainen tietoisuus. Mitään tarkkaa ajankohtaa ei ole pystytty antamaan milloin tämä toinen tekoälyn vaihe tulee, mutta toistaiseksi sitä ei ole kehitetty vielä missään. (Tekoäly: Wikipedia, 2020)

Kolmannessa vaiheessa puhutaan singulariteetista. Tällöin tekoäly on ihmistä viisaampi ja se kiihdyttää ihmiskunnan teknologisen kehityksen ja sosiaalisen muutoksen niin nopeaksi, etteivät ihmiset pysty sitä ymmärtämään. Kehitystä tapahtuu ensimmäisten tuntien aikana saman verran kuin ihmisen evoluution aikana. Jollei tekoälylle luoda yhteisiä pelisääntöjä ja luoda ihmisystävällistä tekoälyä, on vaarana, ettei tämä supertekoäly koe ihmistä enää itselleen tarpeellisena, jos singulariteetti joskus saavutetaan. Nykyään arvioidaan, että tämä voi tapahtua 2030-luvulla tai sen jälkeen. (Teknologinen singulariteetti: Wikipedia, 2020)

2.3.3 Tekoälyn käyttökohteet yrityksissä

Muutamia esimerkkejä miten tekoälyä hyödynnetään suurissa yrityksissä erilaisissa käyttökohteissa.

- 🤖 Amazon: Tuotesuosittelua, asiakaskäyttäytymisen ennustusta ja palvelinkapasiteetin optimointia tekoälyn avulla
- 🤖 Apple: Siri – puheen tunnistava digitaalinen apulainen
- 🤖 Facebook: Tekoälyllä mm. parannetaan suorituskykyä ja käydään läpi sosiaalisessa mediassa jaettavaa dataa
- 🤖 Google: Hakukoneiden optimointi, puheen tunnistus ja sähköpostipalvelut. Googlella on jatkuvasti käynnissä lukuisia erilaisia tekoälyprojekteja. Keskittyy pääasiassa koneoppimiseen.
- 🤖 IBM: Watson – maailman suurimpia tekoälyprofilointiprojekteja. Etsii merkitystä/oivalluksia ja syvempää ymmärrystä suuresta määrästä järjestyksettömästä datasta koneoppimisen ja kielen prosessoinnin perusteella
- 🤖 Twitter: Algoritminen aikajana, joka arvioi twiittejä asiaankuuluvuuden mukaan, perinteiseen aikajärjestykseen verrattuna

(Mitä tekoäly on?: Tekoäly.info, 2020)

2.4 Koneoppiminen

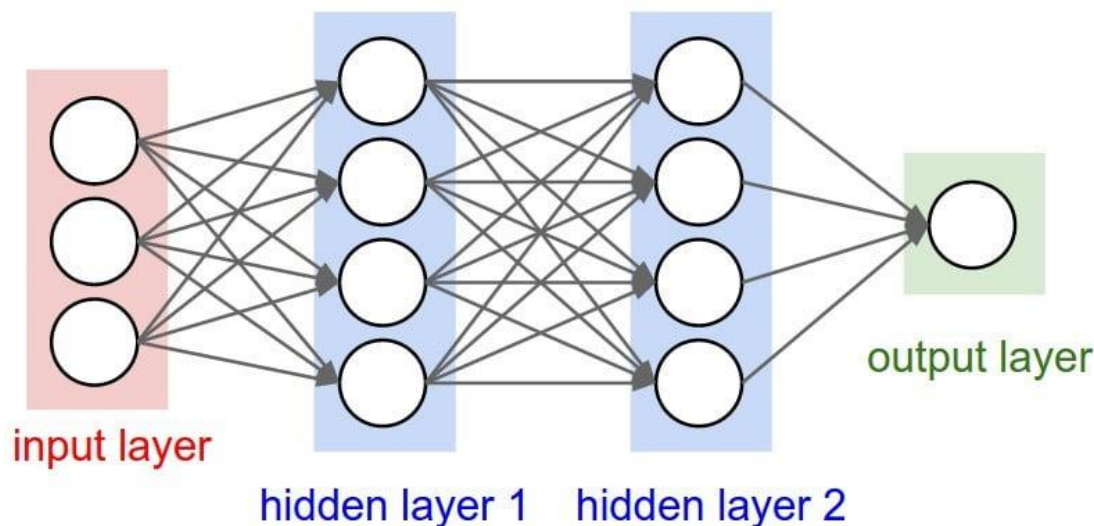
Tietokoneet voivat oppia koneoppimisessa ilman monimutkaista ohjelmointia. Koneoppimisessa tietojärjestelmiä opetetaan hyödyntämään algoritmeja, joiden avulla on tarkoitus tunnistaa ja havaita datassa toistuvasti esiintyviä kuvioita ja sen pohjalta toimimaan ennustettavasti. Tekoälystä, joka hyödyntää koneoppimista, voidaan antaa esimerkkeinä muun muassa puheentunnistus, hakusuositukset, sähköpostiensuodatus, kielen tunnistus ja konenäkö. Etsittäessä tietoa verkosta tai ostettaessa tuotteita, ehdotukset ja suositukset ovat tekoälyn valitsemia. Koneoppiminen mahdollistaa tekoälyn. (Tekoälyn perusteet: Microsoft, 2020)

2.4.1 Koneoppimismenetelmiä

Yleisimpiä koneoppimismenetelmiä on kolme, jotka ovat valvottu oppiminen, valvomaton oppiminen ja vahvistava oppiminen. Valvotussa oppimisessa dataan lisätään tunnistetietoja, joiden pohjalta käytetty algoritmi osaa tunnistaa nämä kohteet muun datan joukosta. Esimerkkinä voi olla sovellus, joka käsittelee kuvia. Kuviin on syötetty tunnistetietoa sisällöstä, jonka pohjalta kone oppii tunnistamaan samansisältöiset kuvat, kuvien joukosta. Tämä tunniste voi olla esimerkiksi koira ja tämän perusteella tunnistaa muut samankaltaiset kuvat. Valvomattomassa oppimisessa etsitään yhtäläisyyksiä ja kone pystyy tunnistamaan toistuvia kuvioita datasta. Tällöin ei ole koodattu algoritmeja havaitsemaan tiettyjä tunnisteita, kuten aiempi koira esimerkki. Tässä tavassa etsitään samankaltaisuuksia, joiden avulla ne voidaan ryhmitellä yhteen. Vahvistavasta oppimisesta puhuttaessa opitaan yrityksen ja erehdyksen kautta, jonka jälkeen kone päättää itsenäisesti parhaasta tavasta suorittaa joku toimenpide tai tehtävä. (Tekoälyn perusteet: Microsoft, 2020)

2.4.2 Syväoppiminen

Syväoppimisessa pyritään mallintamaan tapaa, jolla ihmisaivot prosessoivat dataa. Tässä koneoppimisen tavassa käytetään neuroverkkoja. Tällaisessa järjestelmässä dataa tuodaan kerroksittain lisää eli jokaisessa neuroverkon kerroksessa dataan lisätään informaatiota ja attribuutteja, jolloin se on joka kerroksen jälkeen monipuolisempaa. Näin toimimalla järjestelmä pystyy muodostamaan erittäin tarkan kuvan ja neuroverkot ovatkin lisänneet ja nopeuttaneet koneoppimisen kehitystä. (Microsoft – Tekoälyn perusteet)



Kuva 2.1: Esimerkki kahden piilotetun kerroksen neuroverkosta (What is an artificial neural network?: Digitaltrends.com, 2020)

2.5 Lisätty todellisuus

Lisätystä todellisuudesta puhuttaessa käytetään usein termiä AR, joka tulee englanninkielisistä sanoista Augmented Reality. Lisätyssä todellisuudessa aitoon näkymään tuodaan tietokoneella tehtyjä erilaisia elementtejä. Tällaista näkymää katsotaan tavallisesti läpikatseltavien näyttöjen läpi tai sitten jonkun mobiililaitteen kuten kännykän tai tabletin ruudulta sen kameraa hyväksikäyttäen. Tietokoneella tuotettu tieto voi olla esimerkiksi kuvaa, ääntä, videota, tekstiä tai paikkatietoa. (Lisätty todellisuus: Wikipedia, 2020)

Lisätyn todellisuuden sovelluksilla voidaan käyttäjälle tuoda huomattava määrä lisäinformaatiota ympäristöstään. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi sijaintitieto ja näkyvissä olevista kohteista saatava lisätieto. Huoltotoiminnassa järjestelmää tai laitetta tuntematon henkilö pystyy saamaan erittäin paljon informaatiota sovelluksen kautta. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi laitteen toiminta, suositellut parametrit käyttöön, käyttöohjeet, huolto-ohjeet, erilaisia videoita toiminnasta ja käytöstä. Järjestelmästä voidaan antaa myös näkymä ulkopuolelle verkkoyhteyden avulla, jolloin esimerkiksi eri maassa sijaitseva asiantuntija voi auttaa ja osallistua ongelman paikantamiseen. Tämän tyyppiset sovellukset ovat tavallisesti melko yksinkertaisia ja edullisia toteuttaa, sekä valmiiden järjestelmien tarjoajia on markkinoilla paljon.

2.6 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus on tietokoneella tuotettu simulaatio, jonka tuottamien aistimusten avulla on luotu keinotekoinen ympäristö. Virtuaalitodellisuudella pyritään simuloimaan todellista ympäristöä tai sillä voidaan luoda joku täysin kuvitteellinen ympäristö. Yleisimmin virtuaalitodellisuus perustuu visuaalisuuteen, joka luodaan jollekin näyttölaitteelle. Useimmiten virtuaalitodellisuuden luomiseen käytetään virtuaalitodellisuuslaseja, jotka tulevat silmille. Haluttaessa liikkua virtuaalitodellisuudessa, käytetään yleensä kameraa tunnistamaan käyttäjän liikkeitä ja halutut toiminnot aktivoidaan erityisillä virtuaalikäsineillä tai erillisillä ohjaimilla. (Virtuaalitodellisuus: Wikipedia, 2020)

Virtuaalitodellisuutta voidaan käyttää teollisuudessa esimerkiksi erilaisten tehtaiden tai laitosten esittelyyn, jolloin voidaan turvallisesti liikkua virtuaalisessa tehtaassa ja tarkastella erilaisia paikkoja ilman pelkoa loukkaantumisesta tai siitä, että häiritsee käynnissä olevaa prosessia. Lisäksi virtuaalisen tehtaan avulla olisi yksinkertaista kouluttaa ensin käyttö- ja huoltohenkilökuntaa.

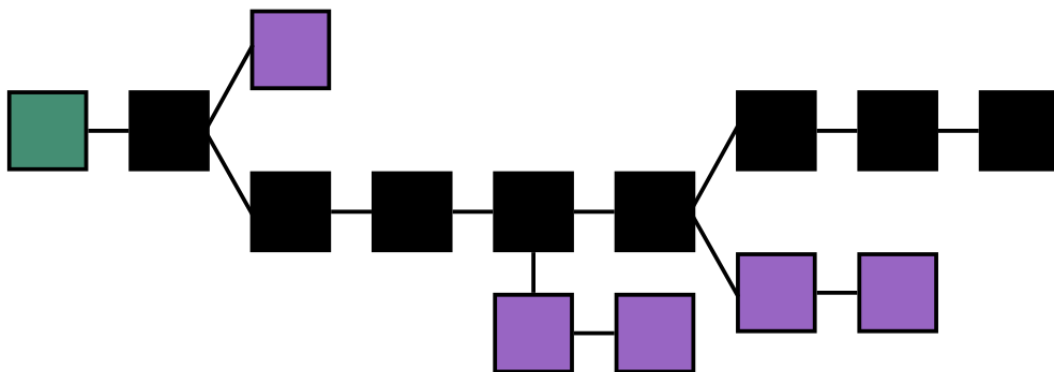
2.7 Lohkoketju

Lohkoketju tunnetaan myös sen englanninkielisellä nimellä block chain. Kyseessä on tekniikka, jota ensimmäisen kerran käytettiin kryptovaluutta Bitcoinin ja monelle se onkin lohkoketjun synonyymi. Lohkoketju nähdään suurimpana teknologisena mullistuksena internetin jälkeen monen mielestä, mutta toiset taas pitävät sitä liioitteluna. (Lohkoketju: Wikipedia, 2020)

Maailman talousfoorumi ennustaa raportissaan, että 10 prosenttia koko maailman bruttokansantuotteesta on sidoksissa vuonna 2027 lohkoketjuteknologioihin. (10% of total GDP to be stored on blockchain by 2027: Medium.com, 2020)

2.7.1 Toimintaperiaate


















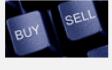

Toisilleen vieraat toimijat voivat yhdessä tuottaa ja ylläpitää hajautetusti tietokantoja käyttämällä lohkoketjutekniikkaa. Osallistujat jakavat keskenään listan tai lokin transaktioista, jonka ansiosta se voidaan todentaa monesta lähteestä ja sen perusteella koostaa tietokanta. Vaikka ketjun jäsenet eivät tuntisi toisiaan he voivat luottaa toisiinsa tämän tekniikan ansiosta. Uudet lohkot sisältävät aina aiemman lohkon tiivisteen. Haarautuneiden lohkoketjujen tapauksessa voimaan jää se haara, jonka lohkojen yhteenlaskettu vaikeustaso on suurin. Lohkoja ja niiden ketjuja, jotka eivät jää voimaan kutsutaan orpolohkoiksi. Lohko ja kaikki sen jälkeiset lohkot pitää luoda uudelleen, jos lohkoketjun historiaa halutaan muuttaa. (Lohkoketju: Wikipedia, 2020)



Kuva 2.2: Lohkoketjun rakenne, jossa vihreä on alkulohko, musta pääketju ja violetit ovat orpolohkoja

2.7.2 Hyödyt

Lohkoketjun avulla päästään eroon puolueettomista varmistajista ja välikärsistä. Luottamus lisääntyy, koska tietokantaa voidaan ylläpitää ilman hallinnoivaa tahoa. Lohkoketjun sisällön pääsee kaikki näkemään ja transaktiot tallentuvat turvallisesti ja todistetusti lohkoketjuun. Lohkoketjuun tallennettu tieto on jäljitettävissä. Tietokanta on hajautettuna useaan eri paikkaan ja tästä syystä sen väärentäminen on erittäin vaikeaa. (Lohkoketju: Wikipedia, 2020)

Non-Financial Use Cases					
Digital Content/Documents, Storage & Delivery	Authentication & Authorization	Digital Identity	Marketplace		
					
BitProof, Blockcai, Ascribe, ArtPlus, Chainy.Link, Stampery, Blocktech (Alexandria), Bisantyum, Blockparti, The Rudimental, BlockCDN	The Real McCoy, Degree of Trust, Everpass, BlockVerify,	Sho Card, Uniquid, Oname, Trustatom	Providing premium rights & brand based coins: MyPowers		
Smart Contracts	Real Estate	Diamonds	Gold & Silver	Reviews/Endorsement	
					
Otonomos, Mirror, Symbiont, New system Technologies	Factom	Everledger	BitShares, Real Asset Co., DigitalTangible (Serica), Bit Reserve	TRST.im, Asimov (recruitment services), The World Table	
Blockchain in IoT	App Development	Network Infrastructure & APIs		Other	
					
Filament, Chimera-inc.io, ken Code – ePlug	Proof of ownership for modules in app development: Assembly	Ethereum, Eris, Codius, NXT, Namecoin, Colored Coins, Hello Block, Counterparty, Mastercoin, Corona, Chromaway, BlockCypher		Prediction platform: Augur Election Voting: Follow My Vote Patient Records management: BitHealth	
Financial Use Cases					
Currency Exchange & Remittance	P2P Transfers	Ride Sharing	Data Storage	Trading Platforms	Gaming
					
Coinbase (Wallet), BitPesa, Billion, Ripple, Stellar, Kraken, Fundrs.org, MeXBT, CryptoSigma	BTC Jam, Codius, BitBond, BitnPlay (Donation), DeBuNe (SME's B2B transactions)	La'zooz	Storj.io, Peernova	equityBits, Spritzle, Secure Assets, Coins-e, DXMarkets, MUNA, Kraken, BitShares	PlayCoin, Play(on DACx platform), Deckbound

Kuva 2.3: Lohkoketjun käyttökohteita (The Blockchain Explained to Web Developers: Marmelab.com, 2020)

2.8 Teollisuus 4.0

Neljäs teollinen vallankumous tai muotitermein Teollisuus 4.0/Industry 4.0 käsittää menossa olevan vaiheen, jossa keskitytään voimakkaasti koneoppimiseen, reaaliaikaiseen dataan, automaatioon ja yhdistettävyyteen. Teollisuus 4.0: n on tarkoitus sitoa ja yhdistää tuotanto ja toiminnot älykkääseen digitaalitekniikkaan, koneoppimiseen ja massadataan, jotta voidaan luoda holistinen ja yhdistetty ekosysteemi sellaisille yrityksille, joiden toiminnot painottuvat valmistukseen ja toimitusketjun hallintaan. Teollisuus 4.0 ymmärretään toisinaan myös IIoT:nä eli teollisena esineiden internetinä. Teollisuus 4.0 pyrkii yrityksen parempaan hallittavuuteen ja toimintojensa ymmärtämisen aspektiin, sekä datan hyödyntämiseen, jotta tuottavuutta saadaan tehostettua, prosesseja parannettua ja kasvua ohjattua. (Mikä on Teollisuus 4.0 – Teollinen esineiden internet: Epicor.com, 2020)

3 BMH: N LAITTEET

3.1 Esimerkkejä BMH:n laitteista ja niistä saatavissa olevasta datasta

Alla muutamia esimerkkejä BMH:n toimittamista laitteista, niiden toiminnasta ja datasta, jota niistä voidaan kerätä. Tässä on vain hyvin kapea otanta BMH:n tarjoamasta ja yksityiskohtaiseen listaukseen menisi aivan liiaksi aikaa, eikä se palvelisi enää tämän työn tarkoitusta. Lisäksi jokaisesta laitteesta löytyy hyvin monta erilaista kokoa ja variaatioita ja tähän, kun lisätään vielä erilaiset käsiteltävät materiaalit, niin tuotteiden määrä lasketaan sadoissa, eikä kymmenissä.

3.1.1 Askelsyötin

Askelsyötintä käytetään materiaalin syöttämiseen esimerkiksi murskaimelle. Askelsyötin voidaan asentaa joko suoraan lattialle jalkojen varaan tai se voidaan asentaa betonisten seinien väliin, jotka voivat myös toimia samalla puskuseininä. Askelsyöttimen toiminta perustuu liikkuviin teräslamelleihin, jotka siirtävät materiaalia joko eteen- tai taaksepäin. Lamelleja liikutellaan hydraulikäyttöisillä sylintereillä. Yksi sylinteri liikuttaa tavallisesti kahta lamellia, jotka on kiinnitetty toisiinsa. Standardi askelsyöttimessä on 8 sylinteriä ja 16 lamellia. Sylinterien hydraulipumppu käyttöineen on tavallisesti integroitu murskaimen hydrauliyksikköön. Materiaali liikkuu haluttuun suuntaan ajettaessa kaikkia sylintereitä samaan aikaan ja suuntaan. Askelsyöttimen tehtyä työiskunsa ajetaan sylinterit yksi kerrallaan taka-asentoon, jolloin syöttimen päällä oleva materiaali pysyy paikallaan eikä siirry takaisin lähtöpisteeseen.

Askelsyöttimestä voidaan kerätä sylinterien tilatietoja eli mikä on sylinterin asema. Liikenopeutta ja työsykliä määrää voidaan seurata. Hydrauliyksiköstä voimme kerätä painetietoja, painepiikkien määrää sekä niiden suuruutta. Sähkönkulutusta pystytään myös seuraamaan.



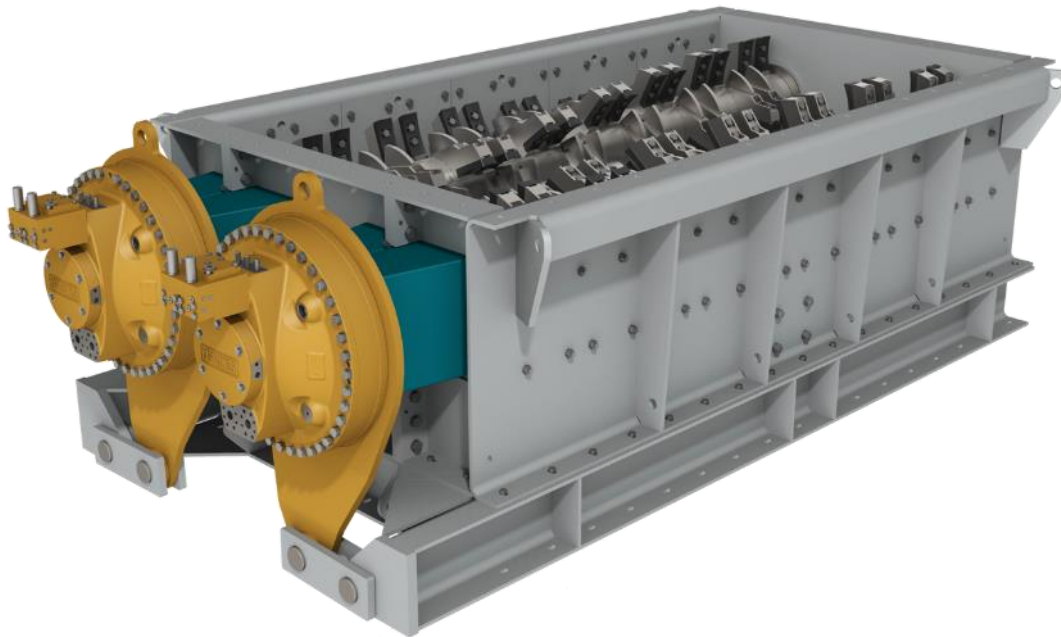
Kuva 3.1: BMH:n askelsyötin

3.1.2 Esimurskain Tyrannosaurus 660X

Esimurskainta käytetään tavallisesti kotitalousjätteelle, jossa kierrätyspolttoaineen raaka-aine on usein pakattu muovipusseihin orgaanisen materiaalin kanssa. Esimurskaimen tehtävä on avata pussit ja murskata isot partikkelit pienemmäksi, jolloin orgaanisten aineiden erottelu onnistuu ja muun jätteen palakoko on oikea päämurskaimelle. Esimurskaimessa on kaksi hydraulimoottoreiden avulla pyöritettävää roottoria, kiinteät vastaterät ja järeä runkorakenne. Esimurskaimessa ei ole seula-verkkoja eikä paininta. Roottoreita voidaan pyörittää kumpaankin suuntaan ja niiden pyörimisnopeus on säädettävissä helposti ohjauspaneelilta. Erillisessä hydraulihuoneessa tai -kontissa sijaitsee hydraulikkayksikkö, jossa on hydraulipumput, pumppujen sähkömoottorit, öljysäiliö, suodattimet yms.

Esimurskaimesta voidaan kerätä monia eri arvoja ja parametreja. Hydrauliikassa on paljon erilaista anturointia ja toimilaitetta, joista voidaan kerätä dataa halutussa laajuudessa. Tällaisia ovat esimerkiksi eri piirien paineet, painepiikit ja niiden kestot,

suodattimien tukosvahtien seuranta, käyttötunnit, öljyn lämpötila, öljyn pinnankorkeus, syöttöpaine, ohjauspaine. Muita asioita, joita voidaan seurata, on roottorien pyörimissuunnat, kuormitukset, jumien määrät, teholliset arvot, sähkönkulutus, käyttöaika ja erilaiset käyttäjien asettamat parametrit, joilla murskainta ohjataan.



Kuva 3.2: BMH:n Tyrannosaurus-esimurskain

3.1.3 Hihnakuljetin

Hihnakuljetinta käytetään materiaalin siirtämiseen esimerkiksi laitteiden välillä. Hihnakuljetin voi olla asennettu vaakasuoraan, kaltevasti ylöspäin nousevasti tai voidaan käyttää myös kuljetinta, jossa on ensin suora osuus ja joka tämän jälkeen nousee. Hihnakuljetin on erittäin vanhaa perinteistä materiaalin siirtoon käytettävää tekniikkaa ja samalla myös varmatoimista. Kuljetin koostuu rungosta, kuljetin hihnasta, hihnarullista, taitto- ja vetorummista. Tavallisesti hihnakuljetinta käytetään vaihdemoottorilla. Hihnakuljetinta voidaan tavallisesti pyörittää molempiin suuntiin. Hihnakuljetin voidaan tarvittaessa varustaa taajuusmuuttajalla, jos tarvitaan säädettävää hihnanopeutta. Kuljettimen hihna voi olla tyypiltään sileä, kuvioitu tai siihen voidaan esimerkiksi asentaa kolia/haittoja, jos siirrettävä materiaali on hankalaa.

Hihnakuljettimen yksinkertaisuudesta johtuen siitä ei ole mahdollista kerätä kovin montaa parametriä ja käytönaikaista dataa. Kerättäviä tietoja voi olla käytitieto, ajosuunta, hihnan nopeus, jos hihnakuljetin on varustettu taajuusmuuttajalla, sähkönkulutus, kuinka usein hihna on pysähtynyt sivusiirtorajaan, asetettujen parametrien valvonta ja moottorin ottama teho.



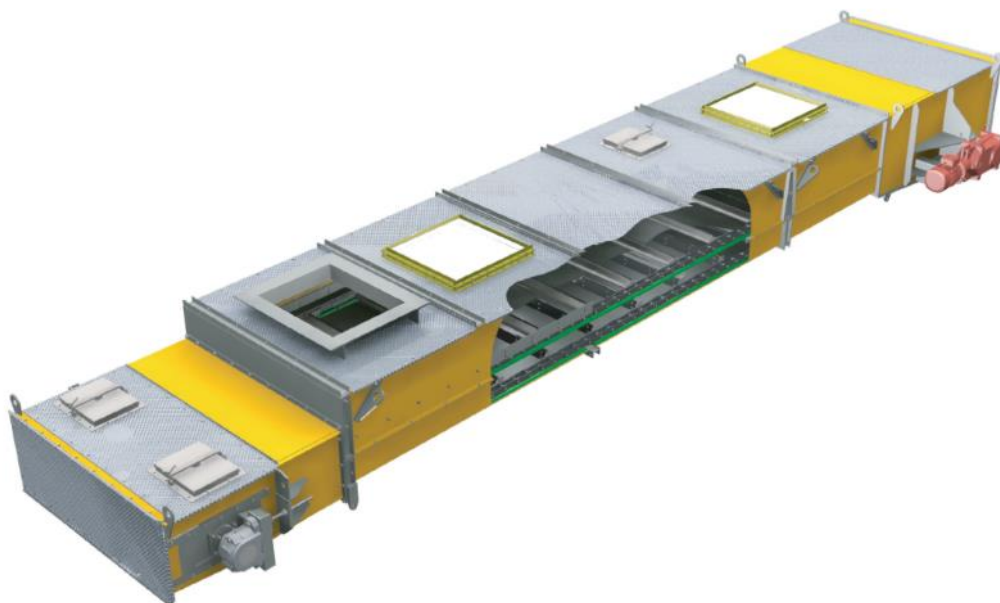
Kuva 3.3: BMH:n hihnakuljetin

3.1.4 Ketjukuljetin

Ketjukuljetinta käytetään materiaalin siirtämiseen esimerkiksi laitteiden välillä. Ketjukuljetin voi olla asennettu vaakasuoraan, kaltevasti ylöspäin nousevasti tai voidaan käyttää myös kuljetinta, jossa on ensin suora osuus ja joka tämän jälkeen nousee. Ketjukuljetin on erittäin vanhaa perinteistä materiaalin siirtoon käytettävää tekniikkaa ja samalla myös varmatoimista. Kuljetin koostuu rungosta, kuljetin ketjusta, liukukiskoista, kolista, sekä hammaspyöristä taitto- ja vetopäässä. Tavallisesti ketjukuljetinta käytetään vaihdemoottorilla. Ketjukuljetinta ei tavallisesti voida ajaa kuin yhteen suuntaan. Moniin kuljettimiin on asennettu ominaisuus, jolla kuljetinta voidaan pyöryttää vähän taaksepäin, jotta mahdolliset jumitilanteet saadaan purettua. Ketjukuljetin voidaan tarvittaessa varustaa taajuusmuuttajalla, jos tarvitaan säädettävää ketjunopeutta. Kuljettimen ketjun materiaalina on monia erilaisia vaihtoehtoja. Kuljettimen

ketjuun on liitetty kolat, jotka kuljettavat materiaalia eteenpäin. Ketjukuljettimia voi olla ala- tai välipohjalla kuljettavia.

Ketjukuljettimen yksinkertaisuudesta johtuen siitä ei ole mahdollista kerätä kovin montaa parametriä ja käytönaikaista dataa. Kerättäviä tietoja voi olla käyntitieto, ketjun nopeus, jos ketjukuljetin on varustettu taajuusmuuttajalla, sähkönkulutus, asetettujen parametrien valvonta ja moottorin ottama teho.



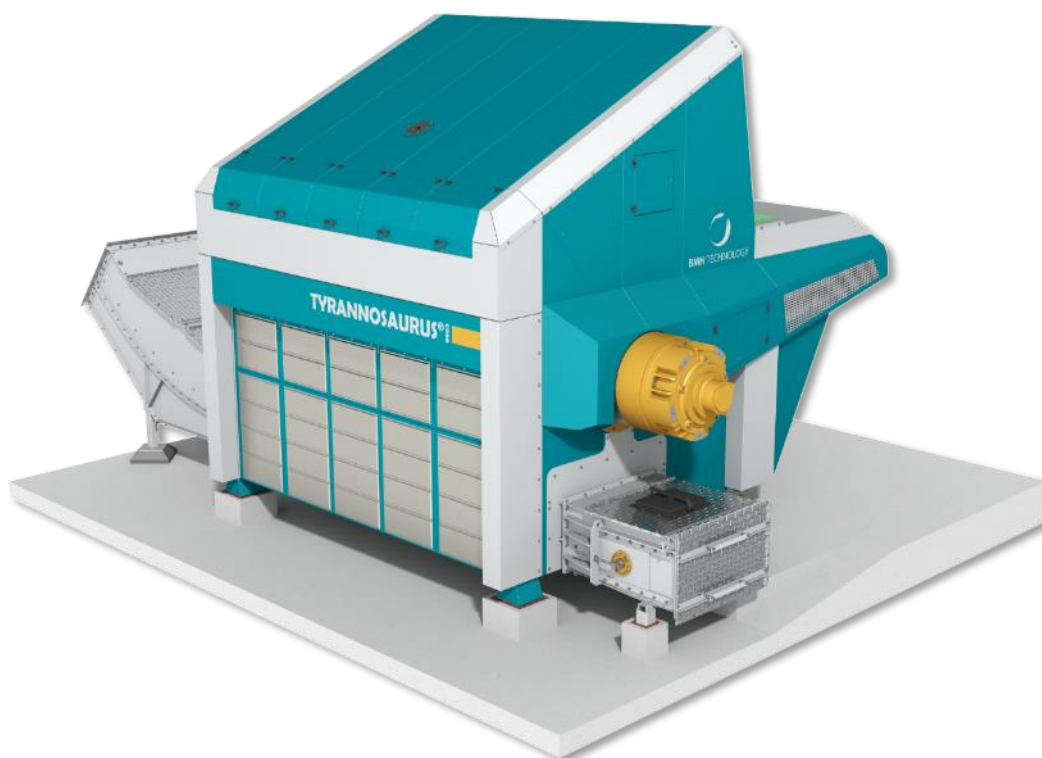
Kuva 3.4: BMH:n ketjukuljetin

3.1.5 Murskain Tyrannosaurus 990X

990X-sarjan murskainta voidaan käyttää joko murskaamaan kierrätyspolttoaineen raaka-aine hienomurskaimelle sopivaan palakokoon tai tuottamaan valmista kierrätyspolttoainetta halutussa palakoossa. Nämä murskaimet edustavat markkinoiden ehdotonta eliittiä ollen erittäin varmatoimisia ja suuri kapasiteettisia. Kierrätyspolttoaineen raaka-aineeksi 990X-sarjan murskaimille kelpaa lähes mikä tahansa esilajittelemattomasta kotitalousjätteestä autonrenkasiin. 990X-sarjan murskaimet ovat leikkaavia murskaimia säädettävällä terävällyksellä. Nämä murskaimet ovat yksiroottorisia, joiden käyttö tapahtuu hydraulimoottoreilla. Murskaimessa on aukeavat vastaterät ja seulaverkot, jotka mahdollistavat poikkeuksellisia toimintoja. Yksi näistä toiminnoista on

automaattinen rejektitoiminto, jossa murskain poistaa automaattisesti tunnistettuaan murskaamattomaksi kelpaamattoman materiaalin kuten esimerkiksi kaivon kannen.

Tämä murskain sisältää huomattavan määrän antureita, toimilaitteita, automatiikkaa ja erittäin kehittyneen hydrauliiikan, joten kerättävissä olevan datan määrä on ehdottomasti BMH:n laitteista suurin. Hydrauliiikassa on paljon erilaista anturointia ja toimilaitetta, joista voidaan kerätä dataa halutussa laajuudessa. Tällaisia ovat esimerkiksi eri piirien paineet, painepiikit ja niiden kestot, suodattimien tukosvahtien seuranta, käyttötunnit, öljyn lämpötila, öljyn pinnankorkeus, syöttöpaine, ohjauspaine. Muita asioita, joita voidaan seurata, on roottorin pyörimissuunta, kuormitukset, jumien määrät, teholliset arvot, sähkönkulutus, käyttöaika ja erilaiset käyttäjien asettamat parametrit, joilla murskainta ohjataan. Lisäksi murskaimesta voidaan seurata siinä olevien kehittyneiden toimintojen määriä ja suorituksia, terien käännöt ja välysten säädöt voidaan tunnistaa ja erilaiset häiriötilanteet ja hälytykset saadaan monitoroitua.



Kuva 3.5: BMH:n Tyrannosaurus 9905-murskain

4 TUTKIMUS- JA KEHITYSMENETELMÄT

4.1 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyö päädyttiin tekemään teollisen internetin ympärille, sillä BMH:lla oltiin havaittu selkeä tarve pystyä seuraamaan toimitettuja laitoksia etänä, huomattavasti aiempaa tarkemmin. Tähän syynä on ollut jatkuvasti kasvanut markkina-alue ja käytännössä mahdottomuus olla jokaisella toimitetulla laitoksella läsnä viikoittain.

Tutkimuskysymykset, jotka asetettiin työlle:

- 👤 Miten kerätä luotettavasti dataa maailman jokaisesta kolkasta Tyrannosaurus-laitoksista?
- 👤 Mitä erilaisia mahdollisuuksia teollinen internet antaa BMH:lle alkuvaiheessa ja mitkä niiden edut ovat?
- 👤 Onko ratkaisun laajentaminen biopolttoainepuolelle mahdollista?

4.2 Tutkimusmenetelmät

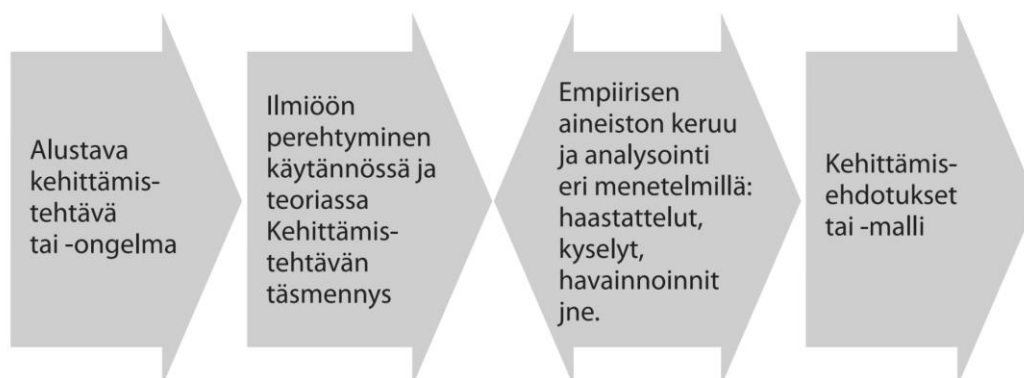
Opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui tapaustutkimus eli case study. Työssä esiintyvät vaihtoehdot A-G edustavat erilaisia tapauksia. Näiden vaihtoehtojen perusteella tehdään yleinen johtopäätös BMH:n tarpeen parhaiten täyttävästä ratkaisusta.

Tapaustutkimuksen tehtävänä on tuottaa kehittämisehdotuksia ja -ideoita, joten se soveltuu hyvin kehittämistyön lähestymistavaksi. Tutkimuksen kohde eli tapaus (case) voi olla esimerkiksi yrityksen tuote, palvelu, toiminta tai prosessi. Tapaustutkimus tuottaa tietoa nykyajassa tapahtuvasta ilmiöstä sen todellisessa tilanteessa ja toimintaympäristössä. Tapaustutkimus pyrkii tuottamaan syvällistä ja yksityiskohtaista tietoa tutkittavasta tapauksesta ja sen avulla pystytään ymmärtämään kehittämisen kohdetta kokonaisvaltaisesti realistisessa toimintaympäristössä. Näin kehitystyöhön saadaan syvällisyyttä ja moninaisuuden ymmärrystä ilman, että ilmiön monimuotoisuutta yksinkertaistetaan liikaa. Tärkeämpää on saada selville suppeasta kohteesta paljon kuin

laajasta vähän. Tapaustutkimus vastaa usein kysymyksiin ”miten?” ja ”miksi?”. (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2014)

Tutkimuskohteita tapaustutkimuksessa on vähän ja se voidaan kohdistaa myös useampaan kuin yhteen tapaukseen. Oleellista on, että kohde ymmärretään tietynä kokonaisuutena, tapauksena. Tutkimuksen kohde valitaan työelämän kehittämistyössä aina käytännön tarpeen ja kehittämistyölle asetettujen tavoitteiden ohjaamana. Se voidaan toteuttaa myös kahden tai useamman kohteen vertailuna. Tapaustutkimusta voidaan käyttää kehitystyössä tai tutkimuksessa, jos kohde voidaan rajata kategorisesti, funktionaalisesti tai situationaalisesti. (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2014)

Kehittämistyö nojautuu aina teorioihin, metodeihin ja aiempiin tutkimuksiin. Sen ei välttämättä pidä noudattaa vanhoja käytäntöjä orjallisesti, mutta niistä pitää olla tietoinen. Olemassa olevasta on tärkeintä löytää olennaiset asiat oman tehtävän kannalta. Tavallisesti kehittämisen kohteesta on jo olemassa kehittäjällä jotain tietoa, mutta aiheeseen joutuu tyypillisesti perehtymään lisää, ymmärtääkseen todellisen kehittämis-tehtävän. Kehittämistyön kohde tavallisesti tarkentuu työn edetessä ja joskus saattaa käydä myös niin, että alkuperäinen kehittämis-tehtävä ei olekaan tärkeä. Tällöin kehittämis-tehtävää tulee muuttaa ja se ei ole väärin vaan aivan luonnollista kehittämisprosessissa. (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2014)



Kuva 4.1 Tapaustutkimuksen vaiheet (Ojasalo, Moilanen, Ritalahti – Kehittämistyön menetelmät – Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Sanoma Pro, 2015)

Tapaustutkimuksella saavutetaan syvälinen, monipuolinen ja kokonaisvaltainen kuva tutkittavasta tapauksesta. Sitä voidaan tehdä määrällisin tai laadullisin menetelmin tai

niiden yhdistelmällä. Tavallisesti aineistot kerätään luonnollisissa tilanteissa. Myös erilaisia haastattelumenetelmiä käytetään tapaustutkimuksen tiedonkeruumenetelmänä. Myös aivoriihiöskentelyä, benchmarkingia ja erilaisia ennakkoinnin menetelmiä voidaan käyttää tapaustutkimuksessa. (Ojasalo;Moilanen;& Ritalahti, 2014)

Lisäksi toisena tutkimusmenetelmänä oli käytössä avoin haastattelu. Haastattelut tehtiin kahden eri konsulttiyrityksen toimesta. Konsulttiyritykset vastasivat kaikesta haastatteluun liittyvästä, eikä BMH:lta ollut ketään mukana haastatteluissa. BMH ainoastaan antoi tiedot asiakkaista, joita oli tarkoitus haastatella ja kävi läpi ennen haastatteluja konsulttiyritysten laatimat kysymykset, jotta pystyttiin varmistumaan, että asiat on ymmärretty molemmin puolin oikein.

Avoimessa haastattelussa kysymykset ovat avoimia. Haastateltavalle voidaan esittää syventäviä ja täydentäviä kysymyksiä. Haastattelu etenee tavallisesti keskustelumaisesti ja haastateltavan ehdoilla. Avoin haastattelu ei ole johdettua.

4.3 Opinnäytetyön vaiheet

Tämä opinnäytetyö mahdollistui tehtäväksi, kun selvisi, että BMH:lla ollaan panostamassa teolliseen internettiin tulevaisuudessa ja kyseiselle projektille etsittiin vetäjää talon sisältä. Päätös tehtävien muutoksesta tuli aika nopeasti, sillä aiemmassa erittäin mielenkiintoisessa toimessa olin ollut jo yli kymmenen vuotta ja tämä tuntui itseä kiinnostavalta haasteelta. Sovin uuden esimieheni kanssa, että tästä työstä voidaan tehdä kaipaamani opinnäytetyö.

Työ lähti käymään aiemmin mainituilla kolmella tutkimuskysymyksellä, joita alettiin pyörittämään ja pilkkomaan pienempiin osiin, jottei tutkimustyö olisi liian suuripiirteinen. Aiemmalla kokemuksella BMH:n laitteista oli aika helppoa tehdä alustava lista mitattavista suureista, mittauksien taajuuksista ja mitä muuta tietoa saadaan tarvittaessa talteen Tyrannosaurus-linjoista. Tyrannosaurus-linjat valikoituivat ensimmäiseksi kohteeksi niiden sisältämän automaation ja hydrauliiikan vuoksi. Lisäksi ase-

tettiin reunaehdoksi, ettei mitään antureita tai mittauksia lisätä alkuvaiheessa, vaan selvitetään ensin mitä kaikkea on saatavilla ilman. Alustavan kehittämistehtävän asettamisen ja tutkimuskysymyksien pilkkomisen jälkeen oli vuorossa tehtävään perehtymisen teoriassa ja käytännössä.

Vaikka IoT ja teollinen internet oli jossain määrin tuttu, niin tehtävässä eteenpäin pääseminen edellytti asiaan perehtymistä teoriassa ja käytännössä huomattavissa määrin. Teoriaan vahvistusta haettiin internetistä, kirjallisuudesta ja erilaisista aiheen ympärillä pyörivistä seminaareista ja tapahtumista sekä Suomesta että Euroopasta. Monesti kävi niin, että tieto lisäsi tuskaa ja mitä useammissa tapahtumissa tuli käytyä sen tiiviimmin puhelin soi ja sähköposti täyttyi asiaan liittyvistä ja liittymättömistä esittelypyynnöistä ja pyytämättömistä tarjouksista. Nopeasti kävi selväksi, että erilaisia ratkaisuja on markkinoilla todella paljon ja niiden hinnat olivat mitä moninaisempia. Tässä vaiheessa lisääntyneen tiedon johdosta kehittämistehtävään tuli tehtyä pieniä muutoksia ja tarkennuksia, muutaman kohdan osoittautuessa liian suuripiirteisiksi ja parin oleellisen kohdan lisäämistä tehtävään.

Aiheeseen perehtymisen yhteydessä tehtiin jatkuvasti työtä, jolla pyrittiin löytämään BMH:lle sopivia ratkaisuja testausta varten. Vaihtoehdot A ja B, joista myöhemmin lisää, olivat heti alusta alkaen mukana testattavien ratkaisujen joukossa. Näiden rinnalle oli tarkoitus löytää yksi tai kaksi muuta ratkaisua, joita testattaisiin. Lopulta kuitenkin kävi niin, että testattavien määrä oli kaksinkertainen ajateltuun verrattuna. Syynä tähän oli erinäiset sattumukset matkan varrella ja joka lopulta osoittautui hyväksi asiaksi.

Seuraavana vuorossa oli erilaisten ratkaisujen testaaminen käytännössä asiakkaan Tyrannosaurus-linjassa ja BMH:n testiajoissa, sekä niistä saatujen kokemusten kerääminen ja tämän tiedon analysointi. Erilaisiin testauksiin meni kaikkineen aikaa noin kaksi vuotta, jona aikana suunniteltujen testien määrä kasvoi ennakoimattomasti ja kohdatiin monenlaisia vastoinkäymisiä, joiden syyt olivat hyvin moninaisia eikä mitään yhtä tai kahta selvää syytä ollut osoitettavissa. Lisäksi koettiin myös monia onnistumisia ja kaiken kaikkiaan testausvaihe oli hyvin positiivinen. Saadut kokemukset niputettiin ja niitä analysoitiin ja käytiin läpi yrityksen sisällä useaan kertaan ja moni eri kokoonpanoin. Lopputuloksena löydettiin BMH:n tarpeisiin hyvin vastaava ratkaisu.






Käytännön testaamisen yhteydessä suoritettiin myös eri yhteistyökumppanien vetämänä ja avustamana erilaisia työpajoja, asiakashaastatteluja ja -tutkimuksia, joilla pyrittiin selvittämään asiakkaiden kiinnostusta teollisen internetin ja IoT:n tarjoamiin mahdollisuuksiin, sekä kartoitettiin mahdollisia uusia liiketoimintamalleja. Asiakkaat segmentoitiin alueittain ja toimialoittain, sekä tiedetyn teknologisen tason mukaan. Yhtenä ehkä merkittävimpänä löydöksenä voidaan pitää miten paljon teknologinen valmius kehittyneiden digitaalisten ratkaisujen ja palveluiden käyttöönottoon vaihtelee eri asiakkaiden kesken. Lisäksi toisille asiakkaille nykypäivän näkökulmasta hyvin yleiset ratkaisut edustivat suurta teknologista harppausta eteenpäin. Tästä hyvänä esimerkkinä voi pitää sähköisiä huolto- ja käyttöohjeita, joita BMH on toimittanut koko 2000-luvun, mutta joiden olemassaolosta ei kaikilla laitoksilla tiedetty ja sitä myöden niitä pidettiin suurena teknisenä harppauksena eteenpäin.

Valitun järjestelmän ja sitä edeltäneiden testauksien, työpajojen ja muun materiaalin pohjalta on myös luotu kehittämismalli tulevaisuuteen, jota avataan tässä työssä myöhemmin.

5 PROJEKTIN LÄHTÖKOHTA

5.1 Tavoite

Projektin tavoitteena on ollut BMH Technologyllä siirtyminen IoT:n ja teollisen internetin aikaan. Aloitusvaiheessa tunnistettiin lukuisia erilaisia tarpeita projektille ja niistä seuraavat asetettiin vaatimuksiksi ja teollisen internetin oikeutukseksi kustannusmielessä.

-  Takuuajakaisten kustannusten pienentäminen
-  Tiedon lisääntyminen BMH:n sisällä laitteiden toiminnasta
-  Tuotekehitystarpeiden tunnistus kerätyn datan pohjalta
-  Asiakkaan tarpeiden parempi ymmärtäminen
-  Uusien liiketoimintamallien luominen

- 🏠 Ennakoivan huoltoliiketoiminnan ja elinkaarimallien mahdollistaminen
- 🏠 Erilliset näkymät ja toiminnot BMH:lle ja asiakkaalle
- 🏠 Verkkokaupan mahdollistaminen
- 🏠 Käyttöönoton helpottaminen ja nopeuttaminen
- 🏠 Datan keruun etäkäyttöönotto
- 🏠 Kerättävä data

Tässä työssä ei keskitytä erilaisiin liiketoimintamalleihin, niistä saataviin rahavirtoihin, kustannuksiin eikä erilaisiin huoltoihin, kuten ennakoiva tai parantava kunnossapito. Myöskään saatuun dataan tai sen analysointiin ei tässä paneuduta. Nämä ovat mielenkiintoisia aiheita kaikki, mutta menevät hieman ohi tämän työn aiheesta ja niitä joutuisi käsittelemään vielä yleisemmällä tasolla, ettei turhaan paljasteta mitään kriittisiä asioita BMH:n liiketoiminnasta.

5.1.1 Takuuajakaisten kustannusten pienentäminen

BMH:n toimittamat projektit ovat tavallisesti melko kompleksisia ja niissä on paljon erilaisia laitteita, joiden toiminta on koko prosessin kannalta erittäin kriittistä. Lisäksi linjoille luvataan usein hyvin korkeita käytettävyyden arvoja, jotka yleensä ovat >99.2 prosenttia. Varsinkin linjoissa, joissa on murskaimia takuukustannukset voivat nousta erittäin korkeiksi niissä olevan hydrauliiikan vuoksi. Hydrauliiikka vaatii äärimmäistä puhtautta pysyäkseen toimintakuntoisena mahdollisimman pitkään. Järjestelmän rakenteesta johtuen hydrauliiikkavauriot ovat laajoja ja aiheuttavat mittavat huoltotyöt ja lisäksi koko järjestelmä joudutaan tyhjentämään ja puhdistamaan sekä huuhtelevaan, jolloin kokonaiskustannukset nousevat nopeasti yli 50 000 euron ja linjan seisonta-aika on vähintään viikon, mutta usein huomattavasti pidempi. Pahimmillaan hydrauliiikkakomponenteilla saattaa olla yli vuoden toimitusaika valmistajalta jollei niitä varastoida itse.

Tästä syytä takuukustannusten pienentäminen on äärimmäisen kannattavaa ja jo yhden laiminlyönnistä tai väärinkäytöstä johtuvan rikkoutumisen estäminen tuottaa suuret säästöt.

5.1.2 Tiedon lisääntyminen BMH:n sisällä laitteiden toiminnasta

Teollisen internetin avulla pystytään keräämään dataa eri laitoksista ja laitteista erittäin tehokkaasti. Data saadaan tallennettua halutussa laajuudessa analysointiin ja tulevaisuuden tarpeisiin. Datan avulla pystytään tekemään myös erilaisia vertailuja laitosten kesken, joka tällä hetkellä ei ole mahdollista kovin suuressa mittakaavassa.

BMH:lla on suuri määrä tietoa laitteiden ja laitosten toiminnasta, mutta tämä tieto on hyvin sirpaloitunutta eikä ole käytettävissä yhdestä paikasta. Tätä dataa on käsin kirjoitettuna ihmisten muistiinpanoissa, erilaisten raporttien ja Excel-taulukoiden muodossa, piirustuksissa, muissa dokumenteissa tietojärjestelmissä ja työntekijöiden kiintolevyillä. Suuri määrä tästä tiedosta on myös työntekijöiden omassa päässä muistinvaraisena. Tällaisen tietomäärän tuominen yhteen paikkaan, jossa se olisi helposti saatavilla ja käytettävissä on käytännössä mahdotonta jälkikäteen. Saadaksean riittävän kuvan jonkun tietyn laitteen toiminnasta tietyllä materiaalilla joudutaan tällä hetkellä tekemään suuri määrä töitä, jotta kaikki tarjolla oleva tieto saadaan hyödynnettyä ja pystytään verifioimaan sen oikeellisuus ja tarkoituksenmukaisuus.

5.1.3 Tuotekehitystarpeiden tunnistus kerätyn datan pohjalta

Tällä hetkellä tuotekehitystarpeet BMH:lla tulee asiakkailta, projekteilta tai myynniltä ja perustuvat pääosin suoraan asiakastarpeeseen. Koska emme aktiivisesti ole aiemmin seuranneet, miten asiakkaan laitteet ja linjat toimivat, niin tarpeiden ennakoiminen on ollut käytännössä mahdotonta, ennen kuin asiakas on reklamoinut puutteesta tai vääränlaisesta toiminnasta, tai vaihtoehtoisesti projektimyynä on kertonut vajavaisesta tuotemallistosta.

Teollisen internetin avulla pystymme olemaan läsnä etänä jatkuvasti asiakkaan linjaston toiminnassa ja havaitsemaan siinä mahdollisesti olevat puutteet ja korjaustarpeet ennakoivasti ja aloittamaan tuotekehityksen ajoissa. Lisäksi vertailemalla pitkän aikavälin dataa on mahdollista löytää pullonkaulat, jotka poistamalla on mahdollista nostaa linjan käytettävyyttä, kapasiteettia, huoltoväliä jne. Myös erilaisten hälytysten esiintymistiheyttä eri laitoksilla on helppo seurata ja löytää mahdolliset ongelman aiheuttajat helposti.

5.1.4 Asiakkaan tarpeiden parempi ymmärtäminen

Monesti on törmätty ongelmaan, joka asiakkaalla on ja jonka esiintyminen on hyvin satunnaista tai sen määrittäminen asiakkaan toimesta on tehty väärin. Tietyissä kulttuureissa työnteko on hyvin kerrostunutta ja operaattorien tai huoltohenkilökunnan välillä on monta tasoa, ennen kuin on laitoksen toiminnasta vastaava henkilö, jonka työnä on mm. raportoida häiriöt. Asian perimmäinen syy katoaa helposti viestin kiertäessä ensin suullisesti henkilöryhmältä toiselle ja lopulta sähköpostilla. BMH:lle ehtiessään viestiä on siis toimitettu useamman ihmisen toimesta ja viimeisessä portaassa saattaa olla henkilöitä, jotka eivät täysin ymmärrä laitoksen toimintaa laitetasolla. Lisäksi voi tulla mukaan vielä kielelliset ongelmat, joita käännettäessä viesti alkuperäiskielestä englanniksi tulee.

Edellä kuvatussa tilanteessa on suureksi avuksi, kun käytettävissä on todellista laitospohtaista dataa, josta ongelmaa voi lähteä etsimään ilman, että pitää turvautua pelkästään asiakkaalta kuultuun selvitykseen. Lisäksi vastaava tai hyvin samantapainen ongelma on ollut aiemmin. Tällöin tietokannasta on helppo löytää valmis ratkaisu. Asiakkaalta säästyy paljon aikaa, kun ongelma pystytään ratkaisemaan ilman pitkää ja välillä vaativaa sähköpostikirjeenvaihtoa. Parhaassa tapauksessa pystytään välttämään kallis käynti asiantuntijan toimesta laitoksella. Tällöin asiantuntijalta jää huomattavasti aikaa keskittyä muihin tehtäviin aikaa vievän matkustamisen sijaan.

5.1.5 Uusien liiketoimintamallien luominen

Teollinen internet ja IoT mahdollistaa kokonaan uusia dataan pohjautuvia liiketoimintamalleja, jotka eivät ole olleet mahdollisia ennen datan keräystä. Tällaisia liiketoimintamalleja voivat olla esimerkiksi erilaiset optimointipalvelut ja etäkunnonvalvontaan liittyvät sovellukset. Ainoastaan mielikuvitus ja käytettävissä olevat resurssit asettavat niille rajan. Maailmalla on jo tarjolla mitä ihmeellisempiä pelkkään dataan ja sen omistajuuteen perustuvia yrityksiä, jotka myyvät erilaisia palveluita, raaka dataa tai esikäsiteltyä dataa.

Uusien liiketoimintamallien luomiseen päätettiin käyttää BMH:n työntekijöistä nimettyä ryhmää. Sitä vetämään otetaan ulkopuolinen konsulttiyritys, jotta työ etenee ja saadaan tuloksia aikaiseksi.

5.1.6 Ennakoivan huoltoliiketoiminnan ja elinkaarimallien mahdollistaminen

Dataa keräämällä pystytään mahdollistamaan ennakoiva huoltoliiketoiminta ja elinkaarimallit huomattavasti aiempaa tarkemmin ja nopeammin. Tällä hetkellä ennakoiva huoltoliiketoiminta ja elinkaarimallit eivät perustu mitattuun dataan eikä erilaisia kulumisasteita ja vastaavia dokumentoida järjestelmällisesti joka kohteesta. Ennakoi- vassa huollossa pääasiassa tällä hetkellä toimitaan erilaisten suositusten ja niiden määrittelemien aikojen mukaan. Erilaisia mittauksia tehdään vähän ja ne eivät ole jatkuvia vaan lähinnä huoltotarkastusten yhteydessä tehtyjä mittauksia kuten aineen vahvuus-/paksuusmittauksia ja silmämääräisiä tarkastuksia.

Nykyiseen malliin verrattuna saadaan huomattava parannus keräämällä mittausdataa automaattisesti ja täydentämällä sitä käsin syöttämällä. Yhdistelemällä dataa eri laitoksilta ja erilaisista materiaaleista pystytään luomaan tarkkoja laskelmia erilaisten osien ja laitteiden kestoiästä.

5.1.7 Erilliset näkymät ja toiminnot BMH:lle ja asiakkaalle

IoT:n avulla pystymme luomaan BMH:lle digitaalisen kaksosen ja tarvittaessa pystytään seuraamaan laitoksen tai laitteen toimintaa niin reaaliaikaisesti kuin on mahdollista tällä hetkellä. Digitaalisen kaksosen avulla pystymme helposti tarkastamaan vi- katilanteessa esimerkiksi asetusarvot, jotta niissä ei ole mitään poikkeavaa tavalliseen tilanteeseen nähden.

Voimme myös helposti luoda erilaiset näkymät BMH:lle ja asiakkaalle, sillä asiakkaalla voi olla hyvin erilaiset kiinnostuksen kohteet linjastaan ja sen toiminnasta. Tästä esimerkkinä voi olla yksittäisten laitteiden ja koko laitoksen sähkönkulutus, jolla ei välttämättä ole BMH:lle jatkuvassa seurannassa isoa painoarvoa vaan ainoastaan suoritettaessa energiankulutuksen optimointia kertaluonteisena toimenä.

Erilaisten näkymien luonti tulee olla helppoa ja niitä pitää pystyä tekemään jopa ihan käyttäjätasolla. Henkilöillä on niin erilaiset näkemykset moniin asioihin, jonka johdosta yksi valmis näkymä ei riitä tyydyttämään käyttäjien tarpeita. Omaan makuun itse räätälöidyt ratkaisut herättävät nyky maailmassa huomattavasti suurempaa intohimoa käyttää, kuin joku valmiiksi määritelty yhden alan erikoisasantuntijalle luotu näkymä.

5.1.8 Verkkokaupan mahdollistaminen

Sähköiset palvelut ja teollinen internet tulevat myös mahdollistamaan sen, että tulevaisuudessa pystymme luomaan helposti PLM:n tuella verkkokaupan, josta asiakas voi ostaa laitokseensa sopivat vara- ja kulutusosat, vaikka asennettuna tiettyinä ajankohtana. Lisäksi kehittyneet digitaaliset palvelut voivat suositella asiakkaalle vara- ja kulutusosia, jotka ovat esimerkiksi loppumassa asiakkaan varastosta sillä hetkellä tai seuraavan suunnitellun huollon jälkeen.

5.1.9 Käyttöönoton helpottaminen ja nopeuttaminen

IoT:n ja teollisen internetin odotetaan myös helpottavan ja nopeuttavan käyttöönottoa tulevaisuudessa. Asioihin reagointi tulee nopeammaksi ja monia asioita pystytään hoitamaan etänä toimistolta käsin tai jostain muusta työkohteesta. Lisäksi toimintaa ja dataa on helpompi verrata toisiin laitoksiin käyttöönoton aikana ja etsiä eteen tulleisiin ongelmiin ratkaisua valmiista toimituksista. Koeajojen aikana asiantuntijat pystyvät toimistolta käsin seuraamaan ajoja tarvittaessa ja antaa ratkaisuehdotuksia mahdollisiin esiin nouseviin ongelmiin.

5.1.10 Datan keruun etäkäyttöönotto

Datan keruulle asetettiin myös vaatimus, että se pitää pystyä käynnistämään valmiiksi toimituksen PLC-kaappiin asennetulla PC:llä ilman, että joku menee paikalle konfiguroimaan laitteiston tiedonkeruuta varten teollisen internetin tuotannollisessa vaiheessa.

Etäkäyttönotolla saadaan kustannuksia huomattavasti alaspäin, sillä BMH:n projektien asennuskanta kattaa lähes koko maapallon. Pohjoismaissa toimittaessa tämän tyyppisten matkojen hinta ei ole vielä kohtuuttoman suuri, mutta niiden suuntautuessa esimerkiksi Aasiaan tai Australiaan jo pelkästään matkaan käytetty aika on todella suuri verrattuna tarvittavaan työmäärään kohteessa.

5.1.11 Kerättävä data

Yhtenä merkittävänä päätöksenä voidaan pitää myös sitä, että projektissa on tarkoitus kerätä ainoastaan jo löytyvistä antureista, moottoreista, taajuusmuuttajista jne. dataa. Mitään uusia antureita tai laitteita ei lisätä järjestelmiin. Tämän puolesta puhuu se, että ensin on opittava asiat jo nykyisellään järjestelmien ohjaukseen käytettävästä datasta. Tämän pohjalta on tehtävä arviointia projektin edetessä, tarvitaanko jotain muuta dataa tai puuttuuko järjestelmästä jotain elintärkeää tietoa, jota on mahdollista saada lisäämällä antureita.

Lisäämällä heti aluksi laitteet täyteen erilaisia antureita ja mittalaitteita tulemme vain aiheuttamaan itsellemme lisää ongelmia datan määrän kasvaessa räjähdysmäisesti, joten tarkoitus on selvittää mahdollisimman pitkälle ilman niitä.

6 MÄÄRITTELYT



6.1 Datankeräystuotteen määrittely

Ennen siirtymistä varsinaiseen testiin tuli vielä määritellä tekniset ominaisuudet, johon testattavien järjestelmien tulee pystyä testien aikana. Tämä määritelmä tehtiin tarkoituksella aika löyhästi, jotteimme rajaisi jo ennen varsinaisia testejä huomattavaa osaa markkinoilla olevista järjestelmistä pois. Tosin tämä löyhäkin määritelmä alkoi näyttää nopeasti siltä, että se sisälsi teknisiä arvoja, jotka eivät kaikkien testattujen kanssa toteutuneet edes teoriassa. Lisäksi selvisi, ettei kaikista markkinoilla olevista datanke-

ruutuotteista ollut saatavilla mitään tarkkoja teknisiä spesifikaatioita. Testeissä huomattiin melko nopeasti, että tuotteita pyrittiin myymään kaikilla mahdollisilla ylisanoilla ja superlatiiveilla, joilla ei aina ole oikean tuotannollisen käytön kanssa mitään tekemistä ja joka testissä huomattiin melko nopeasti.

6.2 Tekniset ominaisuudet ja määrittelyt




- 👤 Toimittajan tulee olla tunnettu ja alalla pidempään toiminut
 - 🚦 Tällä haluttiin rajata pienet ja uudet startupit pois, sillä BMH ei halua joutua tulevaisuudessa tilanteeseen, jossa järjestelmän toimittaja lopettaa toimintansa, se myydään tai tuotteelle ei enää anneta tukea
- 👤 Järjestelmän tulee pystyä kytkeytymään ongelmitta yleisimpiin BMH:n käyttämiin ohjausjärjestelmiin
- 👤 Järjestelmä tulee pystyä ottamaan käyttöön tuotantovaiheessa ilman, että joku käy sen erikseen asentamassa ja parametroidussa laitoksella
- 👤 Kyettävä kytkeytymään verkkoon Ethernetilla ja wlanilla sekä mobiilidatan mahdollistavasta korttipaikasta saa plussaa
- 👤 Oltava mahdollisuus datan puskurointiin paikallisesti vähintään 7 päiväksi, jos internet-yhteys menetetään
- 👤 Datan varastointi pilvipalveluun
- 👤 Mahdollisuus tallentaa data BMH:n servereille tarvittaessa joko raaka data tai haluttaessa analysoitu data
- 👤 Kerättäviä datapisteitä tulee olla yli 500 kappaletta tai sen määrä on oltava helposti ja kustannustehokkaasti laajennettavissa haluttuun arvoon
- 👤 Datan keruunopeuden tulee olla 100 ms tai nopeampi
- 👤 Mahdollisuus toteuttaa helposti erilaisia näkymiä ilman laajaa ohjelmointia luetaan plussaksi
- 👤 Laajat ja käyttökelpoiset työkalut datan analysointiin luetaan plussaksi

-  Ohjausjärjestelmään on päästävä kiinni samalla internet-yhteydellä, millä dataa kerätään
-  Helppo luoda erilaisia näkymiä ja sovelluksia BMH:lle, asiakkaalle, yhteistyökumppaneille jne.




6.3 Aikataulu

Alkuperäinen ensimmäisen vaiheen aikataulu oli luotu vuosille 2017-2019. Matkan varrella tuli erilaisia mutkia matkaan ja viivästyksiä. Tekniikka ja teknologiat eivät aiheuttaneet aikatauluun viivästyksiä. Pääasiassa kaikki mutkat ja viivästykset olivat aikataulullisia ongelmia, jotka aiheutuivat vaikeudesta sovittaa monen ihmisen kalentereita useista yrityksistä yhteen välillä melko nopeallakin aikataululla. Toinen suuri viivästymisen aiheuttaja oli yhteistyökumppanin valinnan jälkeen esiin tulleet ongelmat sopimuksissa. Alkuun sopimukset näyttivät syntyvän varsin mallikkaasti, mutta sitten kuvioihin astui epäilykset riskeistä jne. ja työ muuttui vaikeaksi ja aikaa vieväksi. Ongelmat ja riskit saatiin kuopattua ja lopulta pääsimme yhteistyökumppaniemme kanssa sopimukseen, joka tyydyttää kaikkia osapuolia. Alkuperäinen aikataulu on alla.



2017

-  Teollisen internetin ja IoT:n mahdollisuuksien ja toimijoiden kartoitusta
-  Ensimmäisten tiedonkeruulaitteiden asennus ja tiedon tallennus
-  Yhteistyökumppanien kartoitusta

2018

-  Suorittaa 2-3 PoC:ia eri toimijoiden kanssa
-  Valita PoCien perusteella yhteistyökumppani, jonka kanssa BMH:n IoT-alustaa aletaan kehittämään
-  BMH IoT-alustan kehitystyön aloitus

2019

-  BMH IoT-alusta kehitystyön loppuunsaattaminen
-  Varustaa kaikki uudet Tyrannosaurus-toimitukset BMH IoT:llä

- 🐾 IoT-alustan mahdollisuuksien kartoitus Tyrannosaurus-linjojen ulkopuolelle
- 🐾 Ensimmäisen perinteisen energialinjan varustaminen BMH IoT-alustalla

6.4 Tilanne vuoden 2019 lopussa

Teollisen internetin tilanne vuoden 2019 lopussa on hieman erilainen mitä alustava aikataulu vuoden 2017 alussa. Kyseisellä hetkellä ollaan noin puoli vuotta tavoitteesta jäljessä. Suurin syy tälle aikataulun jättämälle on aiemmin kerrottu aikatauluongelma eri toimijoiden välillä ja sopimusten tekovaiheen murheet. Lisäksi aikataulu on vuoden 2019 lopussa hiukan venynyt lisää tiedonkeruutietokoneiden toimitusvaikeuksien vuoksi. Tietokoneen valmistaja päätti päivittää koneen emolevyä samaan aikaan, kun tilasimme niitä ja tästä syystä toimitus viivästyi noin 6 viikkoa alun perin vahvistetusta.

Vuoden 2019 lopussa oltiin saattamassa BMH:n IoT-alustan kehitystyötä loppuun ja suunnitelmat ensimmäisten energialinjojen varustamisesta teollisella internetillä on tehty.



Kuva 6.1: *If you don't know where you are going, any road can take you there. -Cheshire Cat*

7 TESTIT

7.1 Testatut tekniikat

Ensimmäisissä ajatuksissa oli erilaisten tekniikoiden ja laitteiden testaaminen pienessä mittakaavassa. Tällöin oli ajatus suorittaa kaksi tai kolme PoCia ja valita niiden pohjalta BMH:n käyttöön sopiva tekniikka. Tämä ajatus olikin alkuun varsin toimivan oloinen kaikkien projektiin osallistuneiden mielestä, sillä kyseessä oli jo ennestään BMH:lle osittain tuttua tekniikkaa.

Aika nopeasti kävi ilmi, että maailmalla riittää erilaisia IoT ratkaisujen tarjoajia ja enemmistö niistä on vielä kehitysasteella. BMH:n parin tekniikan ja järjestelmän testaussuunnitelma muuttui nopeasti huomattavasti laajemmaksi lopulta käsittäen seitsemän eri toteutusta, joista kahdessa oli sama toimittaja, mutta raudassa ja ohjelmistoissa oli eroa.

Eri testit on nimetty Vaihtoehto A, B, C, D, E, F ja G, sillä toimijoiden ja testattuja tekniikoita ei haluttu kertoa liian yksityiskohtaisesti. Asiat ovat varmasti kaikilla testatuilla vaihtoehtoilla kehittyneet tässä ajassa eteenpäin ja paremmiksi, joten nimien mainitseminen voisi turhaan tahrata niitä tarjoavien yritysten mainetta ja tuotteita.

7.2 Ensimmäiset testit

Vaihtoehto A ja Vaihtoehto B olivat testissä ensimmäisessä vaiheessa keväällä 2017. Vaihtoehto A asennettiin Ruotsiin Tyrannosaurus-linjaan asiakkaan luokse. Kyseessä on muutaman vuoden käytössä ollut murskalinjasto, jolla valmistetaan kierrätyspolttoainetta. Vaihtoehto B asennettiin Kiinaan asiakkaalla vuoden verran käytössä olleeseen murskalinjaan, jolla valmistetaan kierrätyspolttoainetta.

7.2.1 Vaihtoehto A

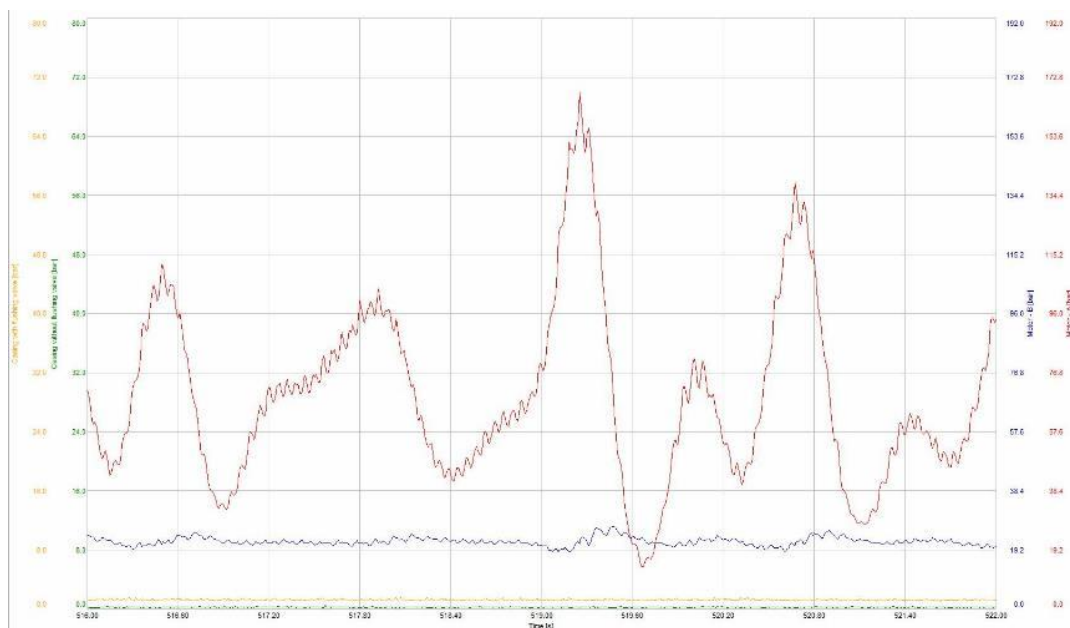
Asennus tehtiin PLC-kaappiin ja kytkettiin logiikan väylään. PLC-kaapista löytyi sopiva tila tiedonkeruutietokoneelle, mutta tietokoneessa ei ollut mukana C-kiskoon sopivaa kiinnitintä, joten asennus jouduttiin tekemään laitokselta löytyvillä tarvikkeilla. Tiedonkeruu-PC oli valmiiksi konfiguroitu toimistolla valmistajan ohjeiden mukaan BMH:n parametreilla, joten datan keruu lähti toimimaan välittömästi asennuksen jälkeen virtojen kytkemisen jälkeen.

Ohjelmoitavaan logiikkaan piti tehdä pieniä muutoksia sekä ohjelmaan että laitteistoon sillä samalla kertaa logiikkaan kytketty modeemi vaihdettiin uuteen 4G-yhteydellä toimivaan. Tämän rinnalle asennettiin vielä kytkin, jotta Ethernet-liitännät riittävät. Nämä muutokset onnistuivat helposti ilman taistelua ja data saatiin kulkemaan datankeruulaitteiston toimittajan pilveen eikä aiheutettu asiakkaalle ylimääräistä seisakkia tuotantoon.

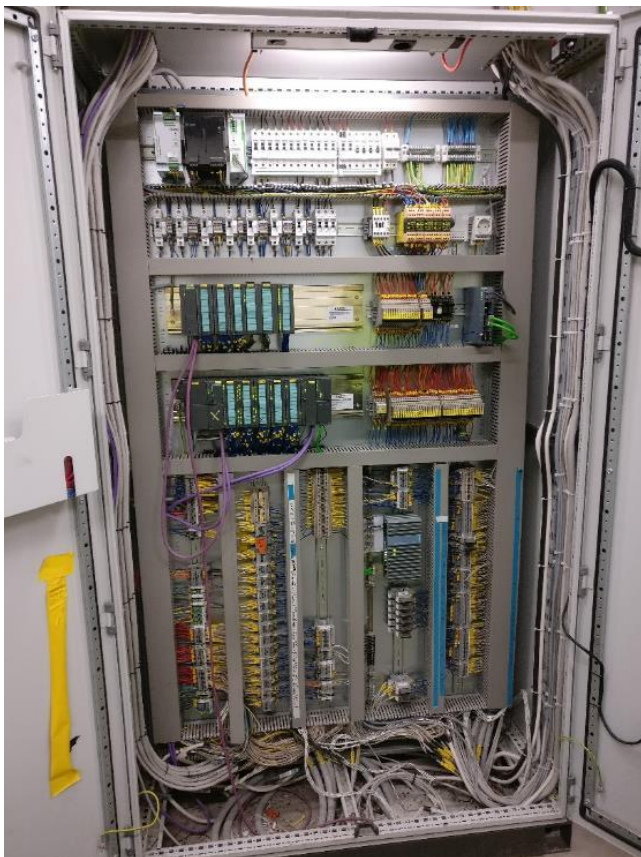
Asennuksen jälkeen seurattiin linjan tavanomaista tuotantoajoa ohjauspaneelilta, silmä määräisesti ja tiedonkeruun läpi niiden parametrien osalta, jotka alkuvaiheessa laitteistoon oli määritetty. Tällä tavalla pystyttiin verifioimaan, että sekä linjan ohjausjärjestelmät ja datan keruu näyttävät samoja arvoja eikä niiden välillä ole vaihtelua. Datan keruulle suoritettiin myös muutamia vikasietotestejä, jotta pystyimme varmistumaan laitteen selviävän myös häiriötilanteiden jälkeen jatkamaan datan keruuta ja lähetystä. Tiedonkeruu-PC irrotettiin muutamaa otteeseen logiikan väylästä ja internetistä sekä katkaistiin virrat ”lennosta” irrottamalla virtajohto sekä vuoronvaihdon aikana kytkettiin koko PLC-kaappi pois virroista. Tiedonkeruu selvisi kaikista testeistä ilman ongelmia ja jatkoi tiedonkeruuta ja sen lähettämistä eteenpäin pilveen välittömästi häiriöstä toivuttuaan. PC:ssä oli myös sisäinen tallennustila, johon data tallennetaan, jos internet on syystä tai toisesta pois pelistä. PC:n liittyessä uudelleen verkkoon paikallisesti tallennettu data lähetetään pilvipalveluun.

Toimistolla testattiin Vaihtoehto A:n etäkonfigurointia ja erilaisia ominaisuuksia. Konfiguroitavuus oli helppoa ja yksinkertaista etänä ja kirjautuminen järjestelmään onnistui myös hitaalla yhteydellä. Nopeasti kävi selväksi, että Vaihtoehto A:n suori-

tuskyky ei ole riittävä. Tämän järjestelmän datapisteitä oli testin aikaan erittäin rajallinen määrä ja ne eivät riittäisi kompleksisissa isoissa projekteissa yhdellä laitteella vaan niitä tarvittaisiin useampi. Danan lukunopeus ei myöskään ollut riittävällä tasolla, sillä järjestelmä pystyi tallentamaan nopeimmilla asetuksilla datapisteet sekunnin välein. Murskaimissa käytettävässä hydraulikassa painepiikkien kesto on millisekunteja ja aikaisempien mittausten pohjalta tarvitsimme 50-100 ms:n tiedonkeruunopeutta, jotta tarkkuus olisi riittävä. Yhden sekunnin välein tehtäviä datapisteiden tallennuksia voi olla maksimissaan 110 kappaletta. Mistään ei käynyt ilmi, että oliko nämä sekunnin mittausarvot keskiarvoja sinä aikana saaduista signaaleista vai luettiin data sekunnin välein. Asiaa järjestelmän toimittajalta tiedusteltaessa, ei siihen saatu varmaa vastausta useista yrityksistä huolimatta. Lisäksi datankeruun hinta kasvoi mitä enemmän pisteitä kerätään ja mikä on tallennusnopeus, jolloin hinta kasvaa erittäin suureksi ja lisättäessä laitoksia järjestelmän pariin hinta kasvaa joka kerran eikä tarjolla ole muita hinnoitteluvaihtoehtoja.



Kuva 7.1: Tyrannosaurus-murskaimen roottoriipiirin hydraulipaineen mittausdataa Hydac HMG3010-dataloggerilla



Kuva 7.2: BMH:n tyypillinen PLC-kaappi

7.2.2 Vaihtoehto B

Asennus tehtiin PLC-kaappiin kuten aiemmassakin vaihtoehdossa, mutta tämä oli helppo asentaa suoraan c-kiskoon, sillä tiedonkeruulaite oli suunniteltu kyseiseen asennustapaan. Asennuksessa ei tarvittu muuta kuin väyläkaapeli keruulaitteen ja PLC:n välille sekä virtajohdot, jotka oli helppo tuoda vapaana olleelta automaattisulakkeelta. Erillistä modeemia tai internet-yhteyttä ei tarvittu, sillä laitteessa itsessään on SIM-kortti paikka, johon esimerkiksi 4G-liittymäkortti voidaan asentaa. Laitteella voidaan käyttää myös Ethernetin kautta tuotua nettiliityntää, sillä laitteessa on portti myös tähän tarkoitukseen. Laitteessa on myös muistikorttipaikka, jota voi käyttää uusimmilla firmware versioilla tiedon tallennukseen, jos nettiyhteys katkeaa.

Logiikkaohjelma ei vaatinut suuria muutoksia tiedonkeruun aloittamiseen. Käytetyn laitteen aiemmat versiot ovat BMH:lle tuttuja, sillä niitä on käytetty etäyhteyteen jo pitkään, joten sen konfigurointi oli helppoa automaatio-ohjelmoijalle, joka oli laitoksella tekemässä hienosäätöä linjan toimintaan samalla kertaa.

Tällä vaihtoehdolla ei ollut valmistajan omaa pilvipalvelua käytettävissä, joten datan siirto laitteen muistista ja laitokselta eteenpäin täytyy itse hoitaa. BMH:lla on toimisto Kiinassa, joten parhaaksi vaihtoehdoksi katsottiin käyttää tämän konttorin palvelimia teollisen internetin testin suorittamiseen. Kiinan toimiston palvelimilta datan luku ja siirto Suomesta onnistuisi VPN:llä. Kiinan toimiston palvelimeen asennettiin tunnettu laajasti käytössä oleva tietokanta, johon laitokselta tuleva datavirta tallennettiin. Tietokannan asennus ja konfigurointia tähän tarkoitukseen ei aiheuttanut BMH:n kokeelle ICT-asiantuntijalle ongelmia ja data alkoi kulkemaan ongelmitta laitoksen ja Kiinan konttorin väliä.

VPN-yhteyden luominen Suomen ja Kiinan välille aiheutti murheita yllättävän paljon sillä mitään virhettä asetuksissa ja osoitteissa ei ollut. Asiaan toi oman vaikeutensa se tosiasia, ettei yhtään BMH:n automaatioasiantuntijaa Kiinassa ollut käytettävissä ongelman ratkaisuun siellä päässä. Testin aikataulu venyi noin kuukaudella ennen kuin laitokselle saatiin asiantuntija tarkastamaan siellä kytkennät ja datan liikkuvuus. Yllätys oli suuri, sillä kaikki näytti olevan kunnossa laitoksella. Lopulta vika löytyi laitteen asetuksista, jotka olivat jostain tuntemattomasta syystä resetoitunut osittain ja IP-osoite, johon data oli tarkoitus lähettää, sekä muutama muu parametri olivat muuttuneet tehdasarvoiksi, joten data ei ollut liikkunut tänä aikana edes palvelimelle asti. Asetusten tultua kuntoon data liikkui jälleen palvelimelle ja VPN-yhteyden luominen onnistui tyydyttävästi Suomen ja Kiinan välillä. Yhteys pätki välillä ja tahmaili tai sitten ei yksinkertaisesti päässyt läpi ollenkaan. Syitä tähän ongelmiin voidaan vain arvata, ja osasyynä saattaa olla Kiinan tiukat säädökset näissä asioissa.

Yhteyden toimiessa selvisi, että tiedonkeruu oli konfiguroitu ottamaan vain osa halutuista arvoista talteen ja tämän muuttaminen etänä Suomesta ei onnistunut ilman suurta riskiä saada sotkettua laitoksen toiminta, joten muutosten tekemiseen tarvittaisiin aina henkilö laitoksella, joka voisi kytkeytyä logiikkaan ja tehdä tarpeelliset muutokset. Tämä ei tue yhtä kriteeriä, joka oli keruun käyttöönotto etänä.

Vaihtoehto B:n tiedonkeruunopeus ei myöskään ollut halutunlainen ja tuloksissa oli havaittavissa selvää heittoa mitä nopeammasta mittausyyklistä oli kyse. Käytännön toimiva mittausnopeus oli luokka yksi sekunti kuten Vaihtoehto A:lla.

Lisäksi vaihtoehto B:n miinuksena voidaan pitää sitä, ettei sen valmistajalla ole tarjota mitään pilvipalvelua tai vastaavaa, vaan kaikki datan käsittely joudutaan tekemään käyttäjän omille palvelimille ja kaikki joudutaan tekemään räätälöitynä yhteen tarpeeseen. Hyvinä puolina voidaan pitää edullisuutta, mutta haluttaessa jotain muuta kuin viedä muutamia arvoja Excelliin tai vastaavaan alkaa hinta ja työmäärä kasvamaan väijäämättömästi.

7.2.3 Lomittainen testi Vaihtoehtojen A ja B aikaan

Testatessa Vaihtoehto B:tä päätettiin mukaan ottaa BMH:n ulkopuolinen toimija visualisoimaan dataa ja tekemään siihen helposti käytettävää tallennus-alustaa testimielessä. Projektin alkuaikana jo oli lukemattomat pienet ja suuret yritykset ottaneet yhteyttä ja tarjonneet erilaisia vaihtoehtoja teollisen internetin ja IoT ratkaisuiksi. Näiden yritysten joukosta mukaan valikoitui pieni innokas yritys, joka koki tämänkaltaisen haasteen omakseen. Sovimme, että Kiinasta tuotetusta ja datasta luodaan visualisointeja ja erilaisia näkymiä raakadataan, joten tämä testi valikoitui Vaihtoehto C:ksi.

7.2.4 Vaihtoehto C

Pidimme palaverin Vaihtoehto C:n tarjoajan kanssa ja sovimme reunaehdot, mitä haluamme, ja he laskivat meille tarjouksen. Seuraavassa palaverissa tarkensimme muutamia kohtia ja annoimme luvan lähteä toteuttamaan annettua tehtävää. Työ ei ollutkaan niin helppo, miltä se oli saatu kuulostamaan. Yhteydet, jotka toimivat omia aikojaa aiheuttivat vielä lisää murheita.

Päädymme ratkaisuun, jossa tarjoaja lataa riittävän pätkän olemassa olevaa dataa ja tekee työn sen pohjalta. Tällä tavalla toimimalla saimme poistettu yhden ongelman, vaikei data olisikaan reaaliaikaista suoraan laitokselta. Näkisimme, miten työ onnistuu ja olisiko Vaihtoehto B:n ja C:n yhdistäminen toimiva ratkaisu.

Sovitun määräajan jälkeen tarkastelimme tuotettua materiaalia ja totesimme, ettei kyseessä ole vielä määrittelyjemme mukainen työ. Toimittaja lupasi työstää kiireidensä

ohella edelleen myös meidän työtämme ja samalla antaa arvion mitä työn seuraava vaihe maksaisi.

Seuraavan palaverin aikana työ ei ollut juuri edennyt ja annettu tarjous seuraavasta vaiheesta oli huomattavan kallis. Asiasta sisäisesti järjestetyn palaverin jälkeen tulimme lopputulokseen, että tästä vaihtoehdosta syntyy aivan liian kallis järjestelmä ja se ottaa huomattavasti enemmän aikaa mitä olimme ajatelleet.

7.3 Testien toinen aalto

Ensimmäisten testien lievän pettymyksen jälkeen BMH:lla päätettiin suorittaa muutama PoC lisää. Tällä kertaa päätettiin valita testiin tuotteita, joilla olisi tarjoaja Suomessa. Yrityksen tulisi olla toiminut alalla jo hetken ja se ei saisi olla mikään yhden tai kahden henkilön firma. Riittävän kokoinen tunnettu yritys olisi turvallisempi vaihtoehto eikä todennäköisesti toiminta loppuisi yllättäen.

Testiin valikoitui kaksi toisistaan poikkeavaa järjestelmää kahdelta eri yritykseltä. Lisäksi PoCin aikana BMH:lle tarjoutui mahdollisuus testata toisen yrityksen kanssa osittain samoihin ohjelmistoihin perustuvaa järjestelmää. Erona oli se, että tiettyjä osia oli korvattu vapaan lähdekoodin ohjelmistoilla, joilla kustannukset olisivat olleet halvemmat.

Testikohteiksi valikoitui tällä kertaa meidän oma testimme Tyrannosaurus-murskaimella Vaihtoehdolla D ja F, joka oli BMH:n toimesta asennettu testiä varten eräälle jätteenkäsittelylaitokselle. Vaihtoehto E meni Ruotsiin samalle laitokselle, jossa aiemmin oli testattu Vaihtoehtoa A ja jonka se korvasi.

7.3.1 Vaihtoehto D

BMH:n testit oli alun perin tarkoitus suorittaa syksyllä 2017, mutta erinäisten sattumuksien kautta niiden alku siirtyi vuoden 2018 helmikuuhun. Testien aloittamishetkellä pakkasen kiristyi -10 asteen paremmalle puolelle tehden suunniteltujen testien

aloittamisesta hankalia. Testeissä oli yhtenä tarkoituksena testata uutta logiikkaohjelmaa. Kävi kuitenkin ilmi, että uusi ohjelma oli vielä sen verran puutteellinen, ettei sitä kannattanut tehdä testipaikalla valmiiksi. Tänä aikana oli kuitenkin saatu asennettua Vaihtoehto D kiinni logiikkaan kuten aiemmatkin vaihtoehdot ja saatu todettua toimivaksi sekä tiedonkeruu että datan eteenpäin lähetys.

Jatkoimme testiä uudelleen toukokuussa 2018, kun isoimmat puutteet ohjelmassa oli saatu korjattua. Vaihtoehto D:n toimittajaan oltiin yhteydessä testien uudesta aloittamisesta hyvissä ajoin kuten oli oltiin sovittu aiemmin.

Testit käynnistyivät ja kaikki paitsi tiedonkeruu toimi kuten oli suunniteltu. Aikaa meni viikkoja ilman, että toimittajan edustaja saatiin kiinni. Vielä pari viikkoa yritettiin ongelmaa ratkoa tekstiviesteillä ennen kuin ketään saatiin tulemaan katsomaan järjestelmää. Syynä toimimattomuuteen olivat kadonneet asetukset. Toimittajalle kerrottiin, että olemme saaneet testit pian tehtyä, josta seurasi lupaus laittaa kaikki loppu kerätty data talteen. Lopputulema oli se, että mitään dataa ei saatu kerättyä.

Myöhemmin syksyllä 2018 olisi vielä ollut mahdollisuus todistaa järjestelmän toiminta, kun BMH suoritti toisen murskaimen koeajoja samassa paikassa. Lopputulos oli jälleen kerran sama. Sanomattakin lienee selvää, ettei tämä kokemus ollut kovin vakuuttava.

7.3.2 Vaihtoehto E

Asennus suoritettiin Ruotsissa 12/2017. Asennus sujui helposti ja ohjelmaan tehdyt pienet muutokset koskien datankeruuta eivät aiheuttaneet ongelmia. Tiedonkeruu-PC oli varustettu omalla SIM-kortilla, jolloin datan lähettämiseen pilveen ei käytetty aiemmin asennettua 4G-modeemia. Järjestelmän toimittajan henkilöitä oli mukana varmistamassa, että PoC saataisiin käyntiin ilman ongelmia. Tiedonkeruu PC konfiguroitiin valmiiksi laitoksella, jonka jälkeen data saatiin kulkemaan toimittajan pilveen. Järjestelmän konfiguroitavuus testattiin vielä hotellilta etänä, jotta voitiin varmistua sen toiminnasta ja käydä korjaamassa asetukset tarvittaessa ennen paluuta. Asetusten

muuttamiselle ei ollut tarvetta etäyhteyden toimiessa halutulla tavalla ja datan virratessa pilveen.

PC oli varustettu riittävällä levytilalla, joka mahdollisti datan tallentamisen yli vuoden ajalta kireimmillä datankeruuasetuksilla, jos nettiyhteydessä olisi ongelmaa. Tämän toimivuus tuli testattua tahattomasti, sillä SIM-kortin operaattori oli tilausvaiheessa unohtanut rastia rajattoman datan, vaikka se tilauksella oli määritettynä. PC hävisi yllättäen online-tilasta 1/2018 ja syytä tähän etsittiin kiivaasti toimittajan kanssa. Laitoksella käytiin jopa paikan päällä toteamassa, että PC on hengissä ja toimii oletetulla tavalla. Käynnin aikana vikaa selvitettyä ilmeni, että SIM-kortin datan siirto oli tullut täyteen ja tästä syystä PC katosi offline-tilaan. Tämä asia saatiin korjattua soittamalla operaattorille ja data alkoi jälleen virtaamaan. PC lähetti lähes kolmen viikon datan kerralla toimittajan pilveen ilman katkoksia tallennetussa datassa, jota oli useita gigatavuja.

Asetukset oli PoCin ajaksi sovittu, että luetaan kaikki kerättävät arvot sekunnin välein ja lähetetään ne eteenpäin ilman esikäsitteilyä tai pakkaamista, jotta näemme, miten järjestelmä suoriutuu tästä. Aika valittiin aluksi sillä perusteella, mihin muut testatut vaihtoehdot ovat pystyneet, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Teoriassa tämä järjestelmä pystyy lukemaan vaihtuvaa dataa kerran millisekunnissa, mutta se vaatii erittäin paljon myös dataa lähettävältä raudalta.

Jottei PoC olisi pelkkää datan keräämistä pilven nurkalle, oli toimittajan kanssa sovittu, että kerätystä datasta luodaan käyttöliittymä, joka päivittyy reaaliaikaisesti. Tämä käyttöliittymä hahmoteltiin eräänä iltana kahvikupin äärellä tyhjälle paperille. Tämä hahmotelma sai hyväksynnän myös toimittajan puolelta, joten tämä tehtiin demonstroimaan järjestelmän kykyä visualisoida dataa. Jälkeenpäin käyttöliittymään lisättiin vielä toinen välilehti, jossa pystyi seuraamaan tiettyjen arvojen käyriä graafeina. Molemmat toimivat hyvin ja näyttivät halutut asiat.

PoCin alkuperäinen kesto piti olla kolme kuukautta, mutta sitä jatkettiin, sillä toimittaja halusi testata lisää erilaisia asioita yhteistyössä BMH:n kanssa kesän murskaintestissä.

7.3.3 Vaihtoehto F

Vaihtoehto F oli samalta toimittajalta kuin Vaihtoehto E, mutta erona oli ilmaiseen lähdekoodiin perustuvia ohjelmistoja pari kappaletta ja käyttöjärjestelmänä toimi Linux Windowsin sijaan. Käyttöjärjestelmän ja ilmaisen lähdekoodin ohjelmistojen pienemmän resurssi tarpeen vuoksi tiedonkeruu-PC:ksi valikoitui halvempi ja tehottomampi vaihtoehto. Lisäksi BMH:n yllätykseksi toimittaja halusi asentaa F:n rinnalle täysin samanlaisen järjestelmän kuin Vaihtoehto E. Tämä mahdollisti järjestelmien vertailun keskenään.

Tämä testi tapahtui samaan aikaan kuin Vaihtoehto D ja kaikki kolme tiedonkeruujärjestelmää olivat sulassa sovussa rinta rinnan PLC-kaapissa. Ainoa käytännön ero oli, että kaksi keräsi ja lähetti dataa yhden tiedonkeruujärjestelmän ollessa toimintakyvyttöm.

Tässä testissä haluttiin testata myös suorituskykyä, jolla todettaisiin, minkälaiseen mitausnopeuteen Vaihtoehto E ja F kykenisivät BMH:n perinteisesti käyttämän logiikan kanssa. Samalla kytkettiin päälle toiminto, jolla luetaan vain muuttuneet datapisteet eikä kaikkia datapisteitä esimerkiksi kerran sekunnissa. Lisäksi testin aikana kytkettiin päälle vielä yksi toiminto, joka pakkaa datan PC:llä ennen pilveen lähetystä. Mikään näistä muutoksista ei aiheuttanut järjestelmän toimintaan mitään sitä heikentävää.

Lukunopeustestissä lähdettiin hakemaan nopeinta mahdollista aikaa, jolla järjestelmä toimii ilman ongelmia. Tietysti ensin yritettiin logiikalla kirjoittaa datablock:iin tiedonkeruujärjestelmän nopeimmalla mahdollisella lukunopeudella eli yhdellä millisekunnilla. Muutamien erilaisten testien jälkeen päätettiin yrittää hieman realistisempia nopeuksia, sillä millisekunnin päivitysnopeudella logiikka meni vikatilaan. Logiikan kiertoaikaa tutkittiin ennen uusien testien tekemistä normaalissa murskauksessa, jossa se keskeytysjaksoilla nousi 70 millisekunnin tietämille. Tämän pohjalta teimme päätöksen testata 100 millisekunnin lukunopeutta, sillä käytännössä nopeammalla syklillä ei ole saavutettavissa juuri hyötyä logiikan toimintatavasta johtuen. Tällä lukunopeusarvolla kaikki toimi moitteettomasti. Kaikki arvoja ei tietenkään luettu tällä nopeudella, sillä esimerkiksi öljyn lämpötilan mittaus tuolla vauhdilla olisi aivan turhaa.

Kaikille luetuille datapisteille oli määritelty sen hetkisen tietämyksen valossa sopivat lukuajat.

Vaihtoehdot E ja F toimivat moitteettomasti koko testijakson ajan eivätkä ne hävittäneet asetuksiaan tai dataa, vaikka kaikki sähköt tulivat suurelta generaattorilta, jota sammuteltiin ja käynnisteltiin lukemattomia kertoja joka päivä erilaisista syistä.

7.3.4 Musta hevonen Vaihtoehto G

Testattavien järjestelmien joukkoon ilmaantui yllättäen myös yksi tuote, jota ei ollut alun perin ajateltu testata ollenkaan, sillä kyseistä tuotetta ei ollut vielä lanseerattu markkinoille. Tuotetta oli kyllä esitelty BMH:lle ja siitä oltiin luvattu lisätietoa, mitä ei koskaan tullut.

Erään tuote-esittelyn aikana jossain päin Eurooppaa asia tuli sattumalta puheeksi ja kovan painostuksen jälkeen tuli tilanne, jossa piti kertoa, miksei BMH ollut kiinnostunut tuotteesta. Lyhyen kertauksen jälkeen toimittaja ymmärsi, miksei heidän tuotetaan ei haluttu mukaan testeihin. Päivän päätteeksi kerrottiin, että BMH pääsee ensi tilassa mukaan tuotteen testiryhmään ennen tuotteen virallista Suomen julkaisua.

Järjestelmää käytiin vielä tarkemmin läpi toimittajan kanssa myöhemmin Suomessa ja tämän pohjalta todettiin, että se saataisiin toimimaan ilman isoa työtä tai kalliita komponentteja BMH:n linjassa.

Tämän lupauksen pohjalta tuotetta päätettiin testata BMH:lla heti, kun tarvittavat asiantuntijat olisivat käytettävissä ja järjestelmän vaatimat koulutukset ja konfiguroinnit olisi saatu päätökseen Suomessa. Muutaman kuukauden kärsivällisen odotuksen jälkeen, lukuisien sähköpostien ja puheluiden jälkeen selvisi, että BMH:n tulisi asentaa toinen logiikka olemassa olevan rinnalle ja lähettää haluttu data tähän logiikkaan, joka siirtäisi sen toimittajan pilveen. Tämä ratkaisu tuntui hieman oudolta ja monimutkaiselta aiemmin sovittuun nähden ollen hieman kuin vyö ja henkselit, joten jouduimme toteamaan, ettei tämä ratkaisu palvelisi ajatellussa käyttötarkoituksessa BMH:lla.

8 UUDET LIKETOIMINTA-ALUEET

8.1 IoT workshop I-IV

Projektin lähtötiedoissa määriteltiin, että uusia liiketoimintamalleja kehitetään BMH:n työntekijöistä nimetyllä ryhmällä ja työtä ohjaamaan, valvomaan ja kirjaamaan otetaan ulkopuolinen konsulttiryitys. Liiketoimintamallien kartoitus suoritettiin vuoden 2018 aikana workshoppeina, joita järjestettiin yhteensä neljä, sekä erillinen esittelytilaisuus, johon kutsuttiin myös BMH:n johtoryhmä mukaan.

Tehtävät jakautuivat niin, että BMH järjestää paikan, jossa workshopit pidetään, ja nimeää yrityksen sisältä ryhmän työntekijöitä, jotka osallistuvat tähän työhön. Workshopien rakenteesta, aihealueista, jaosta ja aikataulusta vastasi konsulttiryityksen tiimi, johon kuului eri alojen osaajia. BMH:lta workshoppeihin osallistui 12 ihmistä organisaation eri osastoilta.

Taulukko 8.1: Henkilömäärät osastoittain workshoppeissa

Osasto	Henkilömäärä (kpl)
Tuotekehitys	3
Customer service	2
ICT	1
Projektimyynti	3
Lakiasiat	1
Sähkö-automaatio	1
Hankinta	1
Yhteensä	12

8.1.1 Workshop I – Kickoff ja tavoitteiden hahmottaminen

Workshop aloitettiin käymällä läpi teolliseen internetiin ja digitalisaatioon liittyvää teoriaa, sekä esittelemällä erilaisia esimerkkejä eri teollisuuden aloilta. Varsinainen työ aloitettiin antamalla osallistujille teolliseen internetiin liittyvä viitekehys. Tätä viitekehystä alettiin työstämään BMH:n näkökulmasta ryhmissä konsulttiryityksen tiimin neuvoessa ja ohjaillessa työtä tarvittaessa. Skenaariot, jotka saatiin muodostettua, jaettiin kahteen eri osa-alueeseen, jotka olivat projekti- ja huoltoliiketoiminta. Tässä

workshopissa aiheena oli teollisen internetin mahdollistamat ansaintamallit, joko täysin uudet tai jo olemassa olevat ansaintamallit, joihin teollisella internetillä pystyttäisiin tuomaan lisäarvoa.

Erilaisia ansaintamalleja tunnistettiin kaksitoista kappaletta. Ansaintamallit jakautuivat puoliksi projekti- ja huoltoliiketoiminnan kesken eli molempiin niitä syntyi kuusi kappaletta. Huoltoliiketoiminnan mahdollisiksi ansaintamalleiksi tunnistettiin operoinnin tukipalvelut, linjojen operointi, varaosa- ja huoltomyynnin tehostuminen, analysoidun datan myynti, operatiivinen tehokkuus ja logistinen tehokkuus. Projektiliiketoiminnan mahdollisiksi ansaintamalleiksi tunnistettiin tuotekehityksen parantaminen ja tehostaminen, liiketoimintamallin muutos lisäarvomyyntiin, myynnin kasvattaminen, muut lisätuottomahdollisuudet, takuukustannusten hallinta ja alentaminen, sekä myynnin tehostaminen.

Tunnistettuja ansaintamalleja työstettiin ryhmissä pienempiin skenaarioihin. Näihin syntyneisiin skenaarioihin tunnistettiin ja etsittiin myös erilaisia mahdollisia riskejä, sekä esiteltiin keinoja näiden riskien hallintaan. Lisäksi nämä skenaariot arvioitiin workshopiin osallistuneiden toimesta ja niiden merkitystä, sekä elinkelpoisuutta BMH:n näkökulmasta arvioitiin.

8.1.2 Workshop II – Liiketoiminnallisten tavoitteiden operationalisointi ja riskit

Toisessa workshopissa liiketoimintamalleja ja niiden ansaintalogiikkaa käsittelyä jatkettiin. Käytiin myös läpi sen hetkisiä sopimusmalleja ja toimintamalleja huoltoliiketoiminnassa. Workshopissa työstettiin riskianalyysiä tavoitteisiin liittyvistä riskeistä ja pyrittiin löytämään kolme riskiä ja kolme hallintakeinoja kullekin kohteelle. Käsiteltiin lisäksi teolliseen internetiin yleisesti liittyviä riskejä niiltä osin, kuin ne eivät olleet nousseet esille muussa työskentelyssä. Näitä olivat järjestelmän ylläpitoon ja kustannukseen liittyvät riskit, tietoturvariskit, johtamisriskit ja sopimukselliset riskit.

8.1.3 Workshop III – Asiakaspalvelupolkujen tunnistaminen ja skenaariot

Tämän workshopin aiheena oli asiakaspolkujen tunnistaminen ja skenaariot. Työ lähti käymään optimaalisen asiakasprofiilin tunnistamisella teollisen internetin kannalta. Tälle asiakasprofiilille pyrittiin myös luomaan oikein tuotteistettu palvelumalli. Samassa yhteydessä pohdittiin myös asiakasarvon tärkeyttä. Lisäksi pyrittiin selvittämään kustannusten jakautumista palvelun tarjoajan ja sitä ostavan yrityksen välillä. Yhtenä tärkeänä aiheena oli erilaisten must-win-battlejen tunnistaminen ja näiden priorisointi. Näitä must-win-battleja tunnistettiin muutamia erilaisia. Viimeisenä listattiin BMH:n liiketoiminnan kilpailuetuja ja pyrittiin arvioimaan teollisen internetin sekä digitalisaation vaikutusta tähän kilpailuetuun viiden vuoden päästä. Pyrittiin myös samalla arvioimaan tämän hetkisten merkittävien muutostrendien vaikutusta BMH:n liiketoimintaan tulevaisuudessa.

8.1.4 Workshop IV – Resurssointi, tuotteistus ja koordinointimalli

Viimeisessä eli neljännessä workshopissa vedettiin aikaisemmat tulokset yhteen ja liiketoiminnan tunnistetut kehitysskenaariot jaettiin uudelleen. Tällä kertaa kategorioita oli kolme, jotka olivat huolto- ja varaosaliiketoiminta, laitteiden kehittäminen ja palveluliiketoiminnan kehittäminen. Jokaiselle skenaariorolle määriteltiin tarvittavat edellytykset, jotta ne voitaisiin kehittää uusiksi innovatiivisiksi liiketoiminnoiksi.

Huolto- ja varaosaliiketoiminnan kannalta edellytyksiksi määriteltiin asiantuntijaosaamisen kehittäminen, huoltoverkostojen rakentaminen sekä varaosatilausten automaatio datan perusteella. Laitteiden kehittämisen edellytyksiksi määriteltiin oikeiden datalähteiden tunnistaminen, laitteiden automaatioasteen nostaminen sekä AR- ja VR-kyvykkyyden eli laajennetun- ja virtuaalitodellisuuden rakentaminen. Palveluliiketoiminnan edellytyksiksi määriteltiin analytiikka- ja optimointiosaamisen kehitys sekä palveluiden tuotteistaminen asiakkaille.

8.2 Asiakashaastattelut ja IoT

Sisäisten workshoppien lisäksi muutamille valituille BMH:n asiakkaille suoritettiin haastattelututkimus. Asiakkaat valikoituivat haastatteluun oletetun kyvykkyyden ja heidän operoimansa BMH:n toimittaman laitoksen sijainnilla, jotta saatiin kattava kuva ympäri maailman. Haastattelututkimuksia tehtiin kahden eri konsulttiyrityksen toimesta. Molemmilla konsulttiyrityksille valikoitui eri asiakkaat eli samoja asiakkaita ei haastateltu kahteen kertaan. Haastatteluilla pyrittiin selvittämään erilaisten teollisen internetin ja IoT:n ratkaisujen kiinnostavuutta asiakkaan silmissä, minkälaisista palveluista asiakas on kiinnostunut ja mistä palveluista ei olla ollenkaan kiinnostuneita tai valmiita maksamaan.

Haastatteluista selvisi, että lähtökohdat asiakkailla on hyvin erilaiset ja asiakkaiden valmiudet ottaa käyttöön teollisen internetin ratkaisuja ovat huomattavan erilaiset. Tämän perusteella tuli selväksi, että yhden kaikkiin tarpeisiin vastaavan ratkaisun kehittäminen on lähes mahdotonta lyhyellä aikavälillä. Kaikki asiakkaat kokivat teollisen internetin ratkaisut erittäin mielenkiintoisiksi ja monet odottivat näiden ratkaisujen tulevaisuudessa tuovan apua päivittäiseen operointiin ja ongelmanratkaisuun, sekä saada optimoitua tuotantoa. Asiakkaiden valmiuksien tason heittälyä kuvaa selkeästi se, että oli asiakkaita, joille sähköiset käyttöohjeet olivat teollisen internetin ratkaisu. Toisessa ääripäässä nähtiin ratkaisuna vastaavasti syötettävän materiaalin tunnistava ja sen pohjalta toimintaansa optimaalisesti säätävä linja.

Konsulttiyritykset laativat yhteenvedot haastattelujen perusteella BMH:n teollisen internetin ja IoT:n mahdollisuuksista tulevaisuudessa sekä listasivat tärkeimmät kehityskohteet. Molemmat yhteenvedot olivat keskenään hyvin yhtenevät. Liiketoiminnan keskeiset kehityskohteet olivat molempien raporttien mukaan huolto- ja varaosaliiketoiminta, laitteiden kehittäminen sekä palveluliiketoiminnan kehittäminen. Teollisen internetin ratkaisulla tunnistettiin olevan myös mahdollisia positiivisia vaikutuksia myyntiin ja markkinointiin, organisoitumiseen, laatukustannusten seurantaan sekä takuuvuorojen seurantaan. Lisäksi todettiin hyvä mahdollisuus laatu- ja takuukustannusten alentamiseen.

9 VALINTA

9.1 BMH:n valinta teollisen internetin ratkaisuksi

Syksyllä 2018 BMH:lla oltiin valinnan edessä, mikä Vaihtoehtoista valittaisiin, pitäisikö testejä tehdä vielä jollain muulla järjestelmällä testattujen lisäksi vai unohtaa koko kehitysprojekti toistaiseksi. Lopulta valinta ei ollut kovin vaikea, sillä sekä BMH:n johdolla, että hallituksella oli asiassa vahva tahtotila ja halu toteuttaa BMH:lle teollisen internetin ratkaisu.

Projektin alkuvaiheessa oli selkeä näkemys, että Vaihtoehto A on erittäin todennäköisesti paras testatuista eikä sen lisäksi juuri tarvitse muita testata. Todellisuus oli tässä asiassa hieman erilainen. Myös Vaihtoehto D:lle oli asetettu paljon odotuksia, testin toisen vaiheen alkaessa. Kuitenkin näiden edelle selkeästi kiilasivat Vaihtoehdot E ja F.

Näistä kahdesta vaihtoehdosta BMH:n valinta oli Vaihtoehto E. Syinä tähän oli tuotteen kaupallisuus ja sen myötä tarjolla oleva hyvä tekninen tuki. Vaihtoehto F olisi ollut houkutteleva kilpailukykyisemmän hinnan takia, mutta suoran teknisen tuen puute ilmaisen lähdekoodin ohjelmistoille ratkaisi sen, että tästä ryhmästä Vaihtoehto E oli ainoastaan kaupalliseen ja teolliseen käyttöön sopiva ilman merkittävää ohjelmistokehitystä tiedonkeruuohjelmistoihin.

9.2 BMH:n tiedonkeruuotuote

Teollisen internetin tiedonkeruuotuote, jonka BMH valitsi järjestelmäkseen, koostuu teollisuus-PC:stä, PC:hen asennetuista ohjelmistoista, internet-yhteydestä, pilvipalvelusta ja käyttöliittymästä, joka toimii monissa erilaisissa päätelaitteissa.

IoT-alusta on avoin palvelu- ja kehitysalusta, joka tarjoaa nopean ja helpon tavan luoda ja kehittää uusia IoT- tai teollisen internetin palveluita. IoT -alustan palvelu pohjautuu yhteistyökumppanin täysin paketoituun ja testattuun pilvipalvelumalliin ja on siten käynnistettävissä nopeasti ja tehokkaasti.

IoT-alusta tarjoaa valmiiksi määritellyn arkkitehtuurin, jolle voi kehittää ja toteuttaa ratkaisuja turvallisesti. Keskitetty IoT-ympäristö kerää, varastoi, käsittelee sekä visualisoi dataa ja mahdollistaa reaaliaikaisen sekä ennakoivan analytiikan.

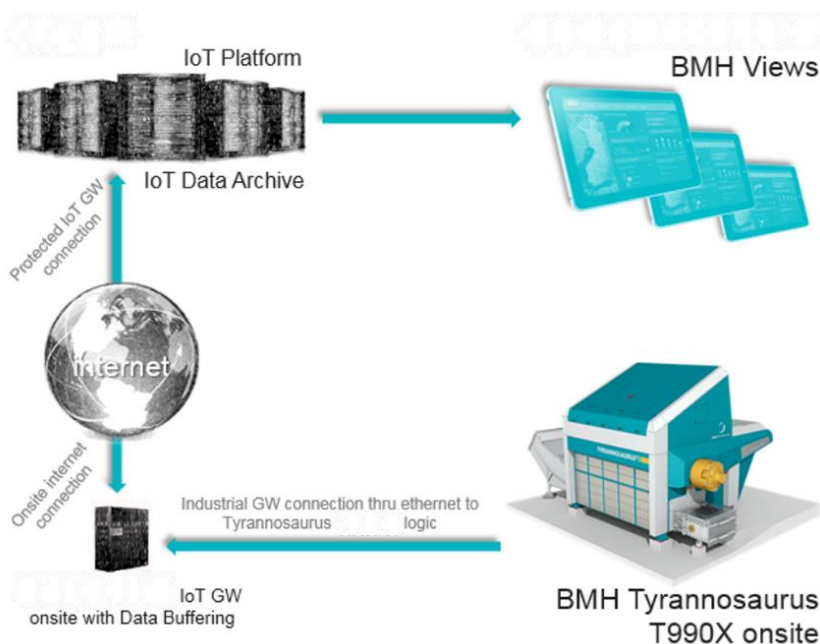
Etähallinnoitavat Industrial Gateway -ohjelmistot ovat teollisuus-PC:ssä asennettuna ja kytkettyinä ohjelmoitavaan logiikkaan, jossa on minimissään 7 päivän (offline) data buffering. 7 päivää voidaan pitää miniminä, jottei dataa kadoteta internet yhteyden katketessa. Todellisuudessa tämä aika on huomattavasti pidempi johtuen teollisuus-PC:n suurehkosta levytilasta verrattuna datan määrään.

Suojattu datasiirto tapahtuu olemassa olevan internet yhteyden yli IoT Data Archiveen, jonne tieto tallennetaan ja arkistoidaan yhteistyökumppanin IoT-konesalissa.

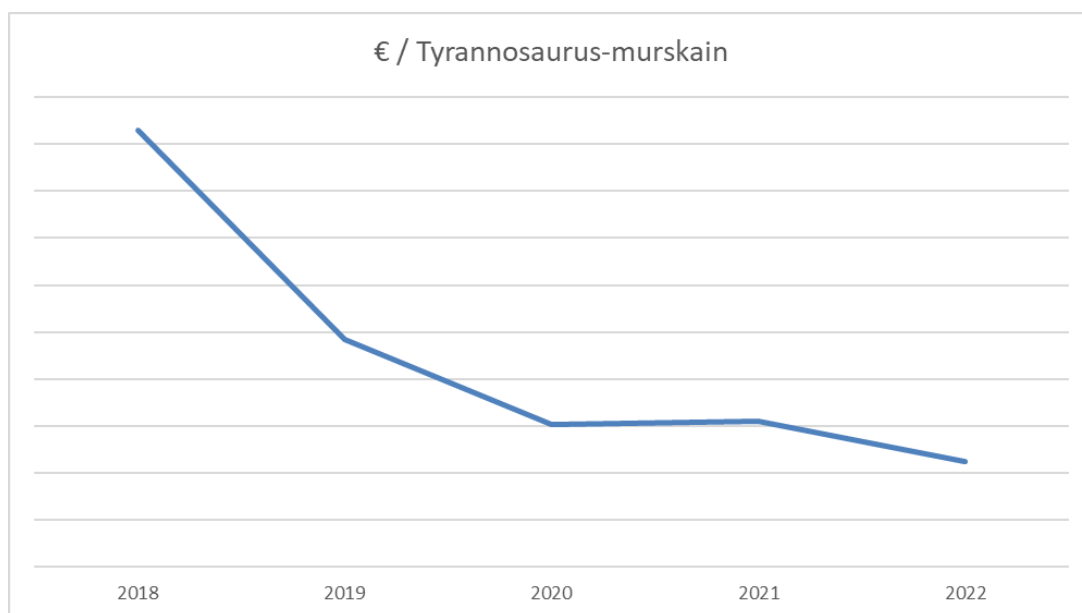
BMH:lle on nimetty oma IoT -palvelualusta, jossa yhteistyökumppani kehittää ja operoi BMH-applikaatioita.

Applikaatioiden julkaisu tehdään BMH:lle suoraan IoT -alustalta.

IoT-palveluita voi skaalata tarpeen mukaan tarvittavilla lisäpalveluilla. Myös data kannetaan voidaan haluttaessa antaa erillinen luku/kirjoitusyhteys muille BMH:n järjestelmille.



Kuva 9.1: BMH:n tiedonkeruutuotteen arkkitehtuuri



Kuva 9.2: Teollisen internetin hinnan kehitys asennettua laitosta kohden

Teollisen internetin kustannus pysyy tasaisena aloituskustannusten jälkeen. Kiinteät kustannukset kasvavat portaittain suuremmaksi, mitä suurempi määrä laitoksia on kytketty tiedonkeruutuotteen piiriin. Hintojen nousu tulee lähinnä kasvaneista palvelintarpeista ja tarvittavan levytilan kasvattamisesta. Yhden kytkettävän laitoksen kustannus on vakio, sillä tarvittava tiedonkeruu-PC voidaan asentaa PLC-kaappiin kokoonpanon yhteydessä ja käyttöönotto pystytään suorittamaan etänä mistä tahansa paikasta, jossa on käytettävissä internet-yhteys. Hinta per laitos laskee ensimmäisten laitosten kytkemisen jälkeen hyvin nopeasti siedettävälle tasolle, jossa palvelupakettien ostaminen on asiakkaalle erittäin kannattavaa saataviin hyötyihin verrattuna.

10 YHTEENVETO

10.1 Tutkimustehtävä

Opinnäytetyön aiheena oli kehittää monipuolinen ja helposti laajennettavissa oleva teollinen internet / IoT-ratkaisu BMH Technology Oy:lle. Ratkaisun tuli olla toimintavarma ja sen tuli olla käytettävissä missä tahansa maailmassa. Lisäksi helppo ja nopea

käyttöönotto oli toivottavien ominaisuuksien joukossa. Tiedonkeruunopeuden tuli pystyä tallentamaan luotettavasti erittäin nopeita hydrauliiikan painevaihteluita ja tavoitteeksi asetettiin 100 ms: a. Uusien liiketoimintamallien kartoittamista tuli suorittaa rinnan erilaisten ratkaisujen testaamisen yhteydessä. Ratkaisulle tuli myös löytää sen kerryttävien kustannusten oikeutus eli ratkaisulle asetettiin tavoitteeksi tuottaa tulevaisuudessa kannattavaa liiketoimintaa.

10.2 Tulevaisuuden tehtävät

Työlle asetettiin selkeä lopetuspiste, joka oli BMH:lle sopivan ratkaisun valinta. Tästä eteenpäin täytyy kerättävästä datasta pystyä poimimaan data-analytiikan avulla merkittävät havainnot ja ilmiöt. Data-analytiikasta on BMH:lla aloitettu diplomityö, joka käsittelee ratkaisun keräämän datan käsittelyä hyödynnettävään muotoon. Erilaisten raporttien kehitystyö on aloitettu ja niitä luodaan yhdessä asiakkaiden kanssa. Näin pystymme keskittymään ainoastaan tärkeisiin raportointikohteisiin. Liiketoimintamallien tarkempi tarkastelu, tuotteistaminen ja niiden jalkauttaminen on edessä, jotta ratkaisulla pystytään toteuttamaan kannattavaa liiketoimintaa. Kaikkien tulevien uusien laitosten ja linjojen varustelu teollista internetiä varten on aloitettu ja niitä on tarkoitus ottaa käyttöön laitosten ja linjojen käyttöönoton yhteydessä. Vanhojen toimitusten varustamista teollisen internetin ratkaisulla kartoitetaan halukkaiden osalta. Muokattavien käyttöliittymiä tehdään ja suunnitellaan parhaillaan. Linjakohtaista optimointia ja keskinäistä ”benchmarkkausta” pyritään aloittamaan ensi vuoden aikana, kunhan liitettyjen laitosten ja linjojen määrä on riittävä. Erilaisten kunnonvalvontatuotteiden suunnittelu, jotka teollinen internet mahdollistaa, on suunnittelussa.

10.3 Työpajoissa ja haastatteluissa tunnistetut muutostarpeet BMH:lla

Workshopit vetänyt konsulttiyritys kartoitti myös BMH:n sisäistä johtamisen ja resurssoinnin muutostarvetta. Tämän kartoituksen pohjalta teollisen internetin ratkaisujen muuttaminen kannattavaksi liiketoiminnaksi vaatii pitkäaikaista ja kärsivällistä työtä sekä läheistä yhteistyötä asiakkaiden kanssa. IoT aiheuttaa BMH:lle uusia resurssitarpeita sen mukanaan tuomiin digitalisaation haasteisiin, joiden kuntoon saatta-

minen vaatii erilaisia resursseja mitä BMH:lla on tavallisesti käytetty. Lisäksi kattavampi huoltopalveluiden verkosto vaaditaan, jotta teollisen internetin ratkaisuja voidaan hyödyntää täysimääräisesti. Analytiikka- ja operointiosaamista tulee kehittää huomattavasti, sillä kilpailuetu keskittyy tulevaisuudessa merkittävästi näiden alueiden tehokkaaseen hallintaan. BMH:n koko organisaatio on saatava sitoutettua kehittämään ja tukemaan teollista internetiä sekä sen myötä myös henkilökunnan IoT-ymmärryksen lisääminen on tarpeen. Toiminnan tueksi on hyvä ottaa mukaan strateginen mittaaminen, jolloin asetettujen tavoitteiden saavuttaminen helpottuu.

10.4 Tavoitteiden saavutus

Tutkimustehtävä vaati paljon asiaan perehtymistä ja sen opiskelua sekä teoriassa että käytännössä. Aina kaikki ei sujunut suunnitelmien mukaan, mutta mitään ylitsepääsemättömän suuria tai vaikeita ongelmia ei kohdattu. Ongelmat yleensä ratkesivat perehtymällä aiheeseen lisää ja erilaisia tapoja kokeilemalla.

Työssä saavutettiin kaikki sille asetetut tavoitteet. Aikataulu oli ainoa asia, joka vaati useampaan otteeseen hienosäätöä. Tämä johtui pääsääntöisesti siitä, että kehityksen eri vaiheissa mukana oli jatkuvasti useita eri yhteistyökumppaneita ja näiden lisäksi myös BMH:n työntekijöitä. Kaikkien aikataulujen yhteensovittaminen oli yksi suurimmista aikataulullisista haasteista. Ratkaisu, johon työssä päädyttiin, on helposti laajennettavissa ja on ominaisuuksiltaan todella monipuolinen. Se osoittautui erittäin toimintavarmaksi välillä äärimmäisen haasteellisissa testiympäristöissä, joista ei puuttunut sen paremmin lämpöä ja kosteutta kuin kovia pakkasia ja tuiskuja. Helppo ja nopea käyttöönotto tuli todistettua useammassa testikohteessa, eikä se aiheuttanut kertaakaan ongelmia vaan oli todellinen plug and play-ratkaisu. Tiedonkeruunopeudelle asetetut vaatimukset täyttyivät ilman ongelmia.

Ratkaisun kerryttämille kustannuksille löydettiin oikeutus useammasta osa-alueesta. Yksi tällainen oikeutus on takuu- reklamaatiokustannusten alentaminen. BMH säästää kertyneet ja kertyvät kustannukset usean vuoden ajalta, jos ratkaisulla esimerkiksi saa-

LÄHTEET

- 10% of total GDP to be stored on blockchain by 2027: Medium.com.* (2020, 1 15). Retrieved from Medium.com: <https://medium.com/@trustbar/10-of-total-gdp-to-be-stored-on-blockchain-by-2027-wef-report-49181ceada71>
- Artificial Intelligence: A Modern Approach: Russell & Norvig.* (2020, 1 15). Retrieved from Russell & Norvig: <http://aima.cs.berkeley.edu/>
- Big Data explained: MongoDB Inc.* (2020, 1 15). Retrieved from MongoDB Inc.: <https://www.mongodb.com/big-data-explained>
- Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity: McKinsey Global Institute.* (2020, 1 15). Retrieved from McKinsey Global Institute: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.ashx
- Big data: What it is and why it matters: SAS Institute Inc.* (2020, 1 15). Retrieved from SAS Institute Inc.: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Esineiden internet: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Esineiden_internet
- Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025: Statista.* (2020, 1 15). Retrieved from Statista: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
- Lisätty todellisuus: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Lis%C3%A4tty_todellisuus
- Lohkoketju: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Lohkoketju#cite_note-2
- Mikä ihmeen tekoäly, koneoppiminen ja ennakoiva analytiikka: Tivi.* (2020, 1 15). Retrieved from Tivi: https://www.tivi.fi/kumppaniblogit/hewlett_packard_enterprise/mika-ihmeen-tekoaly-koneoppiminen-ja-ennakoiva-analytiikka/2a0453e1-43d6-3532-b206-274741d258ea

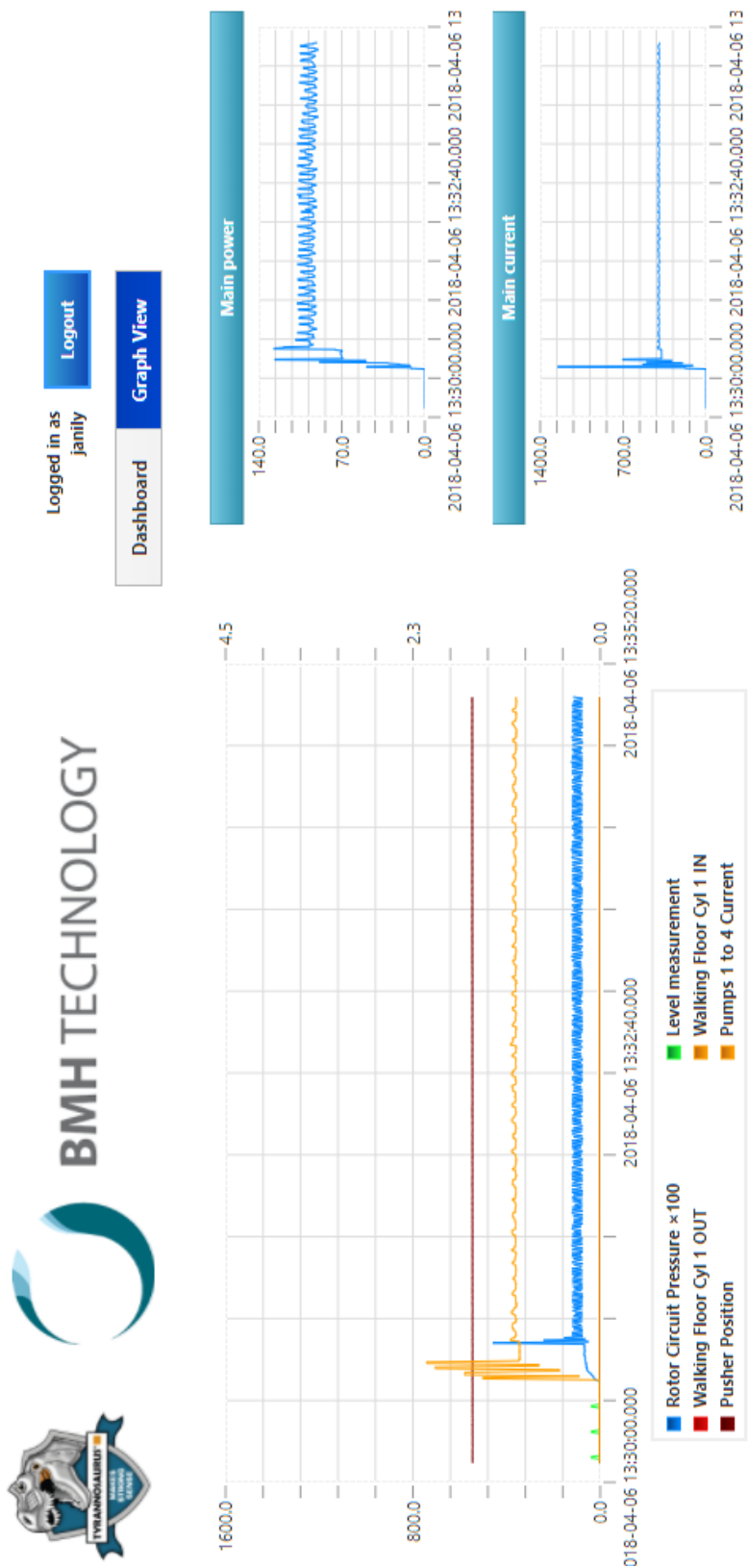
- Mikä on Teollisuus 4.0 – Teollinen esineiden internet: Epicor.com.* (2020, 1 15). Retrieved from Epicor.com: <https://www.epicor.com/fi-fi/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>
- Mitä tekoäly on?: Tekoäly.info.* (2020, 1 15). Retrieved from Tekoäly.info: https://xn--tekoly-eua.info/mita_tekoaly_on/
- Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. (2014). *Kehittämistyön menetelmät*. Sanoma Pro.
- Pinning down the IoT: F-Secure.* (2020, 1 15). Retrieved from F-Secure: https://fsecurepressglobal.files.wordpress.com/2018/01/f-secure_pinning-down-the-iot.pdf
- Teknologinen singulariteetti: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Teknologinen_singulariteetti
- Tekoäly: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Teko%C3%A4ly>
- Tekoälyn käsitekartta: VTT.* (2020, 1 15). Retrieved from VTT: <https://www.vtt.fi/Documents/uutiset/DataK%C3%A4sitekartta%20AI.pdf>
- Tekoälyn perusteet: Microsoft.* (2020, 1 15). Retrieved from Microsoft: <https://news.microsoft.com/fi-fi/2018/07/25/tekoalyn-perusteet-koneoppiminen-tyon-tulevaisuus-ja-hyva-vai-paha-tekoaly/>
- The Blockchain Explained to Web Developers: Marmelab.com.* (2020, 1 15). Retrieved from Marmelab.com: <https://marmelab.com/blog/2016/04/28/blockchain-for-web-developers-the-theory.html>
- What is an artificial neural network?: Digitaltrends.com.* (2020, 1 15). Retrieved from Digitaltrends.com: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/what-is-an-artificial-neural-network/>
- Virtuaalitodellisuus: Wikipedia.* (2020, 1 15). Retrieved from Wikipedia: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Virtuaalitodellisuus>

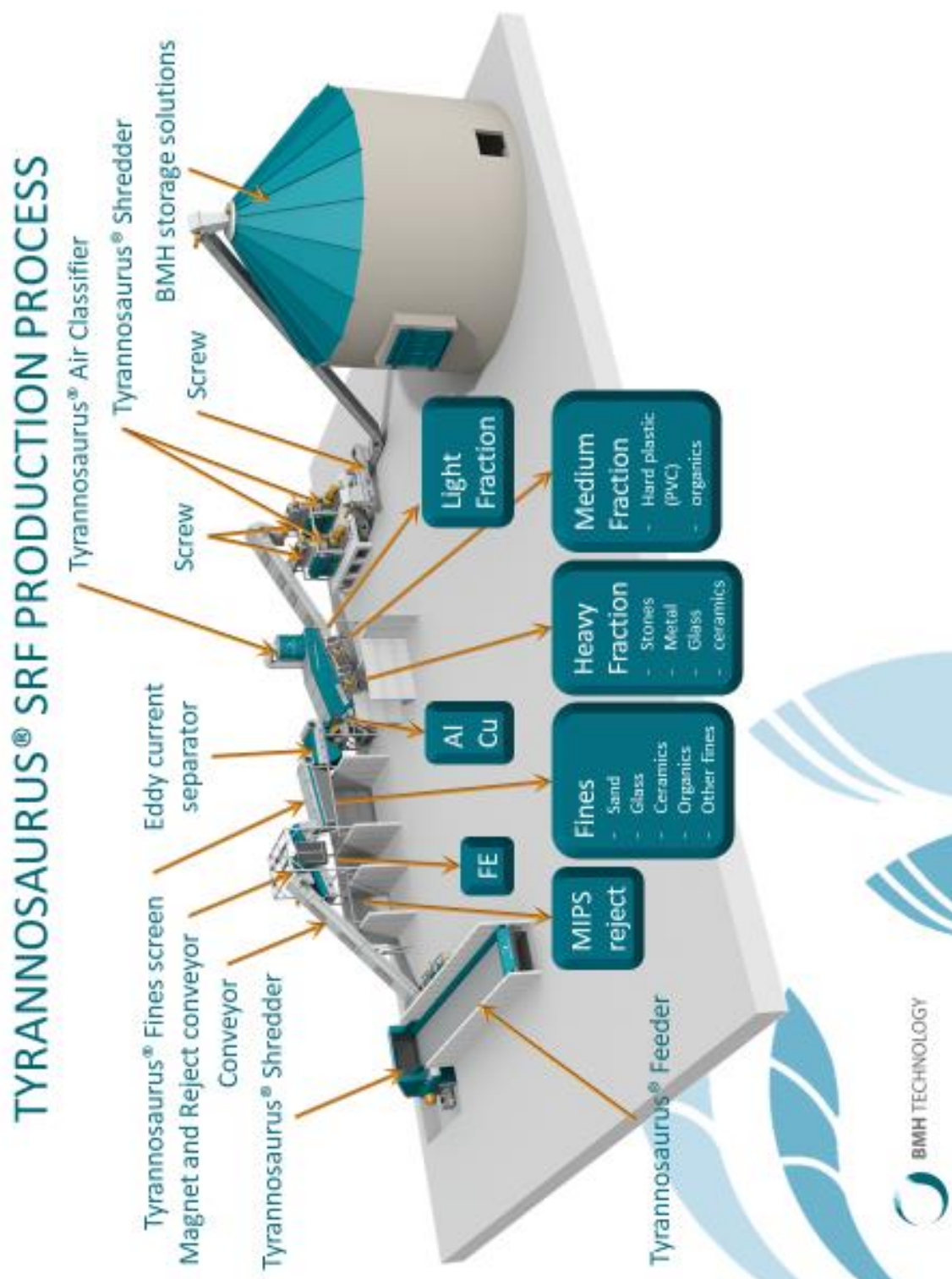
LIITE 1



Esimerkki testausvaiheen käyttöliittymästä

Esimerkki testausvaiheen käyttöliittymästä





3D-layout BMH:n Tyrannosaurus-linjasta

LIITE 4

new address	address	Variable name	type	comment	Range	Update cycle
DB301.dbd196	DB301.dbd196	CapacityCumulative	dint	M ³		5min
DB301.dbd200	DB301.dbd200	Capacity5MinAVG	REAL	M ³ /5min		5min
DB301.dbd204	DB301.dbd204	CapacityMomentary	REAL			5min
DB301.dbd208	DB301.dbd208	ShredderLevelMeasurement	REAL	[m]	0..2,0	5 sec
DB301.dbw212	DB301.dbw212	Knife_adjust_count_1	int	[pieces]	0..32000	10min
DB301.dbw214	DB301.dbw214	Knife_adjust_count_2	int	[pieces]	0..32000	10min
DB301.dbw216	DB301.dbw216	Knife_adjust_count_3	int	[pieces]	0..32000	10min
DB301.dbw218	DB301.dbw218	Knife_adjust_count_4	int	[pieces]	0..32000	10min
DB301.dbw220	DB301.dbw220	Knife_adjust_count_5	int	[pieces]	0..32000	10min
DB301.dbd222	DB301.dbx222.0	alarm[0]	bool	ALARM0:620-GA 111 - LÄGESFEL MATARBORD CYLINDER 1		100ms
	DB301.dbx222.1	alarm[1]	bool	ALARM1:620-GA 112 - LÄGESFEL MATARBORD CYLINDER 2		

Esimerkki datablockin sisällöstä