

Mikko Himanka, Sakari Pieskä, Jouni Tervonen, Markus Liuska, Mika Pahkasalo



DATA SORVIN ÄÄREEN

– TILT-projektin loppuraportti



Centria. Raportteja ja selvityksiä, 35

Mikko Himanka, Sakari Pieskä, Jouni Tervonen, Markus Liuska, Mika Pahkasalo

DATA SORVIN ÄÄREEN

– TILT-projektin loppuraportti

Centria-ammattikorkeakoulu 2018

JULKAISIJA:

Centria-ammattikorkeakoulu
Talonpojankatu 2, 67100 Kokkola

JAKELU:

Centria kirjasto- ja tietopalvelu
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria-ammattikorkeakoulun markkinointi- ja viestintäpalvelut
Kannen kuva: Adobe Stock -kuvapalvelu

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 35
ISBN 978-952-7173-38-1 (PDF)
ISSN 2342-933X

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. MITÄ ON TEOLLINEN INTERNET?	6
2.1 Teollisen tehokkuuden uudet reseptit	6
2.2 TILT-projektin lähtökohtia	8
3. YRITYSNÄKÖKULMA TEOLLISUUDEN DIGITALISAATIOON	10
4. TEOLLISEN INTERNETIN TEKNOLOGIAT	11
4.1 Datan hallinta	11
4.2 Datan analysoinnin työkalut	14
4.3 Toiminnanohjaus	16
4.4 Turvallisuusnäkökohtia	18
5. TEOLLISEN INTERNETIN KÄYTÄNNÖN RATKAISUJA	20
5.1 Ennakoivan kunnossapidon demonstraatio	20
5.1.1 Taustaa	20
5.1.2 Purupuhaltimen kunnan seurannan toteutus	21
5.1.3 Johtopäätöksiä	23
5.2 Ilman laadun seurannan demonstraatio	26
5.2.1 Taustaa	26
5.2.2 Työympäristön ilman partikkeliseurannan demonstraatio	26
5.2.3 Johtopäätöksiä	29
5.3 Demonstraatio paikkatiedon hyödyntämisestä	29
5.3.1 Taustaa	29
5.3.2 Paikkatiedon demonstraation esittely	30
5.3.3 Johtopäätöksiä	31
5.4 Uuden sukupolven robotit hyötykäytössä	31
5.4.1 Taustaa	31
5.4.2 Oppivat ja joustavat Cobotit – TILT-robottien demonstraatio	31
5.4.3 Johtopäätöksiä	31
5.5 Demonstraatio tekoälyn ja robotiikan yhteissovelluksesta	32
5.5.1 Taustaa	32
5.5.2 Patterilajitteludemon toteutus	32
5.5.3 Johtopäätöksiä	33
5.6 Sensorialustan demonstraatio liikkuvassa laitteesta	33
5.6.1 Taustaa	33
5.6.2 Sensorialustan toteutus	33
5.6.3 Johtopäätöksiä	36
5.7 IoT-pohjaisen viljankuivausmittausjärjestelmän datojen analysointi	36
5.7.1 Taustaa	36
5.7.2 IoT data-analytiikan käyttötapaus	37
5.7.3 Johtopäätöksiä	38

6. MUUTOSPAINHEET ORGANISAATIOSSA	39
6.1 Teollista internetiä hyödyntävä palveluliiketoiminta	39
6.1.1 Taustaa	39
6.1.2 Toteutus	39
6.1.3 Johtopäätöksiä	40
7. TUTKIMUSVERKOSTON KEHITTÄMINEN	41
7.1 Tieteellisiä konferensseja	41
8. LOPPUSANAT	43

LÄHTEET

LIITTEET

1. JOHDANTO

Teollinen internet liiketoiminnan tukena (TILT) -projekti on tiukasti sidoksissa aikamme keskeiseen megatrendiin. Uusiutuva Internet, tekoäly ja sen mahdollistamat uudet teknologiat ovat tehneet projektin tutkimusalueesta vielä keskeisemmän kuin ehkä osattiin ajatella projektihakemusta kirjoitettaessa. Nämä teemat ovat nousseet nyt kaikkien huulille, ja edelläkävijyydessä on nostettu kansankunnan keskeiseksi menestysreseptiksi eurooppalaisella tasolla.

Tässä projektiraportissa rajataan aluksi TILT-projektin tutkimusalue lyhyesti, jonka jälkeen esitellään projektissa saavutettuja tuloksia. Loppuosassa raportissa keskittyy pohdintaan tulosten vaikuttavuudesta ja jatkokehitystarpeista.

TILT-projekti toteutettiin vuosina 2015-2018. Tutkimusosapuolina hankkeessa olivat Oulun yliopiston alainen Kerttu Saalasti -instituutti (KSI) sekä Centria tutkimus ja kehitys, joka myös toimi hankkeen koordinaattorina. Painopisteeksi muodostuivat toisaalta sensoriratkaisut sekä tiedonsiirron teknologia ja turvallisuus, toisaalta datan käsittely ja tietoon liittyvät turvallisuusriskit. Näiden kautta pyrittiin tuottamaan tietoa, miten yritykset pystyvät hyödyntämään teollista internetiä toiminnassaan sekä luoda edellytykset uusille liiketoimintaprosesseille ja -mahdollisuuksille. (TILT-projektisuunnitelma 2014, 5-6)

Tutkimusosapuolet ovat kirjoittaneet raportin kappaleet projektin työnjakoa seuraten. Käytännössä tämä tarkoittaa, että KSI vastaa data-analytiikan tutkimustyöstä ja Centria muusta toteutuksesta.

2. MITÄ ON TEOLLINEN INTERNET?

2.1 Teollisen tehokkuuden uudet reseptit

Teollisen toiminnan teknologista kehityskaarta kuvataan nykyisin ohjelmistoversioista tutulla numeroinnilla. Puhutaan sarjasta teollisia vallankumouksia, joista jokainen on lisännyt toiminnan tehokkuutta oleellisesti uudella teknologisella työkalupakilla. Teollisen vallankumouksen versio 1.0 oli se ensimmäinen 1800-luvun hyppäys, jossa siirryttiin käsityövaltaisuudesta koneavusteiseen toimintaan, jota ruokittiin ulkoisella energialla, kuten hiilellä ja vesivoimalla. Se loi sen teollisen toimintaympäristön, josta kaikki seuraavat vaiheet ovat ponnistaneet eteenpäin.

Toista teollista vallankumousta on kutsuttu myös teknologiseksi vallankumoukseksi, joka alkoi 1800-luvun loppupuolella. Tämä "Industry 2.0" toi mukanaan paitsi sähkön ja polttonesteet uusina energianlähteinä, myös uusia materiaaleja kuten teräksen, kumin ja myöhemmin muovin. Tätä kautta automaatio nousi tasolle, joka mahdollisti aidon liukuhihnamaisen massatuotannon. Markkinoille alkoi ilmestyä autoja, paperia, lannoitteita ja muita hyödykkeitä aivan uudella volyyymilla. Lentokoneet, panssarilaivat ja -vaunut, taistelukaasut ja sarjatuotannolla valmistetut uudet ampuma-aseet toimivat maailmansodissa vavahduttavana demonstraationa siitä, millaisen tehokkuuden toinen teollinen vallankumous jätti perinnökseen.

Kolmas teollinen vallankumous on käytännössä se aika, joka alkoi maailmansotien välisenä aikana ja jonka loppuvaiheita elämme juuri nyt. Sen aikana teollisuus automatisoitui laajassa määrin etenkin tietotekniikkaa hyödyntämällä. Tätä kautta prosesseihin saatiin lisää nopeutta, tarkkuutta ja tehoa. Samalla myös säätötekniikka kehittyi mekaanisista kytkennöistä ja analogisista sensoreista uudelle ohjelmalliselle ja digitaaliselle tasolle, joka mahdollisti keskitetyt valvomot ja prosessien reaaliaikaisen seurannan. Nimenomaan tietokoneet ja viime vuosikymmeninä myös internet ovat pitkälti määränneet kehityksen tahdin.

Tällainen numeroiva kuvaus johtaa helposti ajatuksen harhaan. Mikään näistä uusista kehitysvaiheista ei kehittynyt tyhjästä eikä vaihtunut mitenkään terävärajaisesti, vaan taustalla oleva teknologinen osaaminen on koko ajan kasvanut rinnalla omaa tahtiaan. Tärkeää on myös huomata, että seuraavat kehityksen aallot ovat aina isolta osalta hyödyntäneet edellisen aallon löytöjä, ja lopulta varsin vähän teknologioita on matkan varrella täysin hylätty – ehkä höyrykonetta lukuun ottamatta. Nämä peräkkäiset vallankumoukset ovat olleet myös paitsi pehmeärajaisia ja limittäisiä, globaalissa mittakaavassa myös hyvinkin eritahtisia. Tätä kautta voidaan tietysti kysyä, missä määrin koko askelmainen ryhmittely on vain illuusiota ja asioiden yksinkertaistamista. On kuitenkin selvää, että se havainnollistaa hyvin ne perusinnovaatiot, jotka ovat kulloinkin olleet pääasiallisina kehityksen moottoreina. On helppo huomata, että jos alkuvaiheessa ratkaisevaa oli uuden lisäenergian ja mekaanisten ratkaisujen valjastaminen hyötykäyttöön, nykypäivää lähestyttäessä prosessien tuottama tieto on hivuttautunut koko ajan keskeisemmäksi kehitystekijäksi.

Näin ajatellen neljäs teollinen vallankumous, "Industry 4.0" hahmottuu myös parhaiten. Datas- ta ja sen sisältämästä informaatiosta on tullut kultaa, jota louhitaan. Koko käsite lanseerattiin osana Saksan valtion korkean teknologian strategiaa, joka julkaistiin Hannoverin teollisuusmessuilla vuonna 2011. Alan toimijat rupesivat tunnistamaan sen avulla uuden vaiheen alkamista teollisessa toiminnassa. Siinä teolliset prosessit nousevat pääosin käsitteelliselle tasolle; niistä rakennetaan tieto- ja prosessimalleja, jolloin niiden ohjelmallinen käsittely on helpompaa. Sitä kautta niistä hahmotetaan vuorovaikutussuhteita ja keskinäisiä riippuvuuksia, tunnis-

tetaan poikkeamia ja kyetään ennustamaan tulevia trendejä. Vaikka itse tuotannolliset laitteet perustuvat mekaniikaltaan pitkälti 2.0- ja alatason ohjaukseltaan 3.0-aikakautteen, niiden yläpuolelle on rakentumassa uusi taso, jonka avulla laajempi syy-seuraussuhteiden verkosto hahmottuu paitsi teollisissa ydinprosesseissa, myös suhteessa tilaus-toimitusketjuihin, myyntiin ja markkinointiin, logistiikkaan ja niin edelleen. Asioiden ja prosessien yhdistely on helpompaa.

Neljäs teollisuuden vallankumous näkyy jo nyt erityisesti seuraavissa ilmiöissä:

- **Tietokeskeisyys**

Tiedon aktiivinen kerääminen, uudet sensorit ja kuvausmenetelmät ovat koko uuden prosessin ravinto ja elinehto. Datalle syntyy oma markkina ja hinnoittelu. Sitä tallennetaan pilveen ja jaetaan joustavasti eri suuntiin. Sille muotoutuu yhtä keskeinen rooli kuin energialle teollistumisen alkuaikoina. Datan omistajuuden merkitys korostuu. Se on noussut jo EU:n yhteisen ulkopoliittikan agendalle. Googlen ja Amazonin kaltaisten datajättäiläisten oikeuksia ja hallintavaltaa eurooppalaiseen dataan halutaan suitsia. Uusi GDPR-tietosuojalainsäädäntö on tämän kysymyksen eräs ilmeinen sivuhaara.

- **Älykkyys**

Tallennettua dataa louhitaan eli siitä uutetaan ulos merkityksellistä informaatiota hyötykäyttöön. Mitä suurempi on datamäärä, sitä laadukkaampaa tietoa saadaan ulos. Toisaalta heinäsuovan kasvaessa neulan etsiminen käy haastavammaksi. Tarvitaan raskaita tilastollisia prosesseja, joiden pyörittämiseen tarvitaan konealäisten apua. Kerättyä tietoa prosessoidaan koneoppimisen keinoin. Uudet algoritmit, konenäkö, neuroverkot ja sumea logiikka louhivat datasta merkityksellistä informaatiota; trendejä ja ennusteita, ohjeita ja suosituksia, poikkeamien tunnistamista ja ennakoitua. Näin informaatiolla tuotetaan toimijoille lisäarvoa monin tavoin.

- **Yhteistoiminnallisuus**

Tuotteet, ihmiset, ajoneuvot ja kiinteistöt toimivat vuorovaikutuksessa, ne saavat IP-osoitteen ja liittyvät internetiin. Digitaalisen ja fyysisen maailman välille syntyy yhä enemmän vuorovaikutteisia suhteita (Cyber-Physical Systems, CPS), kuten älykkäät työvaatteet, itseohjautuvat siltanosturit tai AR-näyttöihin varustetut suojalasit. Pitkälle viety verkottuminen mahdollistaa itseorganisoituvan tuotantoprosessin. Robotit siirtyvät häkityistä soluistaan työskentelemään ihmisen rinnalla ja seassa. Myös liiketoiminnan eri tasot verkottuvat, muodostavat ekosysteemejä ja kokoontuvat erilaisten alustojen ympärille. Tätä kautta syntyy monia yllättäviä yhteyksiä ja uusia liiketoiminnan ja yrittäjyyden muotoja.

- **Joustavuus**

Kaikki edellä lueteltu mahdollistaa uuden, nopeasti uusiin tilanteisiin sopeutuvan tuotannon. Massaräätälöinnistä, jossa samalla liukuhihnalla valmistetaan samasta tuotteesta lukuisia eri variantteja automaattisena prosessina, muuttuu arkipäiväksi. Näin vaikkapa yksi ja sama tuotantolinja voi valmistaa eri mallisia auton latureita peräkkäin adaptoituen reaaliaikaisesti yksittäisen tuotteen vaatimuksiin. Dynaamisesti säätyvällä nopeudella toimivat tuotantolinjat tuovat säästöä ja tehokkuutta valmistukseen. Tuotantoprosessin reaaliaikainen yhteys myynnin, tilaus-toimitusketjun ja logistiikan kanssa mahdollistaa uuden tason nopean sopeutumisen eri tilanteisiin ja asiakkaiden toiveisiin. Järjestelmä tarjoaa asiakkaalle suoran näkyvyyden tilausrajapinnasta tuotantolinjalle.

- **Palvelulähtöisyys**

Eri prosessien ja liiketoiminnan verkottuminen mahdollistaa uuden, palvelulähtöisen ajattelumallin. Huolto-yhtiö myi ennen varaosia ja työaikaa, sitten 24/7 huolto-palvelua ja lopuksi takuuta häiriöttömästä tuotantoprosessista. Näin teollisen toiminnan ympärille ja keskelle syntyy runsaasti uutta liiketoimintaa, joka tarjoaa mahdollisimman suoraan sitä,

mistä asiakas on pohjimmiltaan kiinnostunut maksamaan. Yhä harvemmin asiakkaalla on tarvetta omistaa fyysistä laitetta kuten autoa, hissiä tai työstökoneita. Sen sijaan hän maksaa yhä useammin kuukausimaksua tiettyyn lupaukseen sidotusta palvelusta.

Teollisen Internetin keskeinen idea on verkkojen kytkeytyminen fyysiseen toimintaympäristöön. Tässä rajapinnassa toimii kaksi eri suuntaista laitetyyppiä:

- *sensorit*, jotka keräävät fyysisestä ympäristöstä tietoa. Ne aistivat fyysisen maailman ilmiöitä, muuntavat ne digitaalseksi dataksi ja lähettävät eteenpäin. Yksinkertaisimmillaan tämä voi tarkoittaa lämpömittaria tai mikrofontia, monimutkaisimmillaan tuhansien eurojen tutkaa tai spektrometria.
- *aktuaattorit* eli toimilaitteet jotka taas vaikuttavat fyysiseen ympäristöön. Tyypillisiä toimilaitteita ovat erilaiset releet, venttiilit, servot ja pumput.

Sensorit ovat keskeisessä roolissa datan keräämisessä. Älykkäiden tietojärjestelmien suorituskyky taas riippuu keskeisesti datasta. Älykkäät päättelytoiminnot tarvitsevat tyypillisesti suuria määriä dataa louhiakseen. Siksi eräs teollisen internetin keskeinen ja ensimmäinen haaste on datan kerääminen. Tarvitaan oikean tyyppistä dataa oikeasta teollisesta prosessista ja riittävän paljon. Tämä taas vaatii usein paljon aikaa. Tämän vuoksi oikean sensoroinnin suunnittelu on toimista ensimmäisiä, kun älykkäisiin ratkaisuihin ruvetaan yrityksessä siirtymään.

Tässä yhteydessä tutkimus puhuu vakiintuneena terminä ”luupista” eli ympyrästä, jota pitkin päätöksenteko kulkee. Päätöksentekoketju alkaa sensorista ja sen tarjoamasta datasta, kulkee jonkinasteisen prosessoinnin kautta ja päättyy toimilaitteeseen, joka tekee korjaavan säädön. Perinteisesti ympyrää ei suljeta täysin (Open loop), vaan sen välissä on ihmisen harkinta ja päätös. Näin vaikkapa voimalaitoksen valvomotyöntekijä saa järjestelmältä suosituksen siitä, miten kattiloita kannattaa ajaa lähitunteina. Ilman ihmisen väliintuloa mitään ei tapahdu.

Päätöksentekoketju on myös mahdollista sulkea (closed loop), jolloin järjestelmä tekee omat ratkaisunsa kysymättä ihmiseltä mitään. Matalilla prosessin tasoilla tämä on ollut arkipäivää jo pitkään – ajatellaanpa vaikka tavallista omakotitalon lämmityspiirin säätöä. Mitä kriittisemmästä ja laaja-alaisemmasta säädöstä on kyse, sitä tarkemmin luupin sulkemista on yleensä harkittu. Erittäin vikasietoisten järjestelmien mahdollistamana tämäkin on silti ollut varsin pitkään mahdollista, esimerkkinä vaikkapa matkustajakoneen autopilotti.

On oletettavaa, että uusien älykkäiden järjestelmien yleistyessä myös säätöluupit sulkeutuvat itsenäisiksi yhä useammin. Kun tämä tapahtuu järjestelmän monilla tasoilla, syntyy luuppien luuppeja. Itsenäiset ohjelmistokomponentit tekevät älykkäitä ratkaisuja, mutta myös keskustelevat keskenään ja valvovat toisiaan. Ihmistä kutsutaan mukaan vain niissä asioissa, joissa lopullista vastuunkantajaa tarvitaan. Tätä kautta automaatioaste kasvaa, ja ihmisen työresurssi voidaan kohdentaa niihin asioihin, joita hänen taitonsa parhaiten tukee.

2.2 TILT-projektin lähtökohtia

Kaikki edellä mainittu muuttaa teollista liiketoimintaa merkittäväällä tavalla. Toisilla liiketoiminta-alueilla muutos on erityisen radikaalia. Sopeutuminen kaikkeen tähän ratkaisee pitkälti menestyksen tulevaisuudessa. Teollinen toiminta ilman näiden ilmiöiden ymmärtämistä ja hyödyntämiskykyä menettää hiljalleen kilpailukykynsä ja jää ketterämpien ja tehokkaampien kilpailijoiden varjoon. Erityisesti Pohjois-Suomen suurten kaupunkikeskusten välisillä alueilla

on merkittävästi teollista toimintaa, joka uhkaa jäädä tämän kuvatun kehityksen pyörteen ulkopuolelle.

Pohjois-Suomen yrityksistä yli 99 % on alle 10 työntekijää työllistäviä mikroyrityksiä tai alle 50 työntekijää työllistäviä pienyrityksiä (Jokela et al. 2016). Tilanne on samanlainen Pohjois-Pohjanmaan yrityskarttaa tarkasteltaessa. Alueemme mikro- ja pk-yrityksille on tyypillistä, että niillä on puutteita digitaalisuuden vaatimassa monialaisessa osaamisessa, verkostoissa ja tietoturvaosaamisessa. Alueen tyypillinen yritys on lähtenyt liikkeelle osaamisesta, joka sen perustajilla on ollut. Valtaosassa niistä ICT ei ole kuulunut tähän keskeiseen kompetenssiin, vaan digitaalisia ratkaisuja on rakennettu mukana välttämättömänä tukitoimintona, joka on useissa tapauksissa vielä ulkoistettu jollekin palveluyritykselle. Teollisessa internetissä on taas keskeistä, että perinteiset tuotannolliset prosessit kytkeytyvät tietoverkkoihin ja hyödyntävät digitalisaation tarjoamia mahdollisuuksia maksimaalisesti. Tämä vaatii merkittävää asennemuutosta perinteisen yrittämisen ajatusmalliin. Tarvitaan ennakkoluulottomuutta, kokeilukulttuurin omaksumista ja riskinottoa aivan uudessa toimintakentässä.

Toisaalta pk-yrityksillä on paremmat mahdollisuudet nopeaan etenemiseen uuden teknologian hyödyntämisessä. Pienempi organisaatio taipuu ketterämmin uudistuksiin, uusiin ohjelmistoihin ja järjestelmiin, päätöksenteko on nopeaa ja pienempi työntekijämäärä on vaivattomammin perehdytettävissä uusiin tehtäväkuvuihin. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat lehtien toimitukset, jotka siirtyivät 1980-luvun lopulta lähtien digitaaliseen taittoon. Pienet lehdet olivat ensimmäisiä uuden teknologian omaksujia, kun käytännössä tarvittiin vain yhden tietokoneen ja ohjelmistolisenssin hankinta ja yhden ihmisen koulutus uuden järjestelmän käyttöön. Toisessa päässä olivat suuret lehtitalot, joissa manuaalisesta ladonnasta luopuminen oli vuosikausien projekti, ja vanhasta työtavasta perityistä lukuisista rinnakkaisista järjestelmistä päästiin eroon vasta 2000-luvun puolella (Häkkinä 2008, 20).

On täysin perusteltua ajatella, että myös teollisten prosessien uudistamisen on mahdollista edetä nopeimmin pienissä yrityksissä, joita maakunnan eteläosassa on paljon. Uudistumisprosessi vaatii kuitenkin tiedon levitystä; ensi vaiheessa silmien avaamista uusiin mahdollisuuksiin, jatkossa myös rajattua henkilökunnan koulutusta uusien teknologioiden vaivattomaan omaksumiseen. Teollinen internet liiketoiminnan tukena (TILT) -projekti on esimerkki niistä toimituksista, joilla tähän haasteeseen on pyritty vastaamaan alueen korkeakoulujen toimesta. Teollinen internet on käsitteenä hyvin laaja, kuten on edellä todettu. Tavoitteenasettelu oli siksi hyvin oleellinen osa prosessia.

3. YRITYSNÄKÖKULMA TEOLLISUUDEN DIGITALISAATIOON

TILT-projektin tavoitteeksi asetettiin alueen yritysten teollisen internetin hyödyntämismahdollisuuksien vahvistaminen. Myös verkostoitumisen uhat ja riskit haluttiin hallintaan. Projektin keskeiset tutkimuskohteet muodostuivat yritysten tarpeiden ja tutkimustoimijoiden osaamisalueiden pohjalta. Tätä selvitettiin erityisesti työpaketissa 1.

TILT-projektia edeltäneissä esiselvityksissä havaittiin monia samankaltaisia tarpeita erilaisilla toimijoilla. Digitalisoinnille ja teollisen internetin ratkaisuille on tarvetta sekä yhteiskunnan kannalta kriittisissä rakentamisissa (esim. ydinvoimalarakentaminen, kaivostoiminta, radanrakennus) että digitalisoituvassa tuotannossa. Luotettavan ja turvallisen tiedonsiirron rooli on oleellinen teollisessa internetissä. Turvallisen tiedonsiirron vaatimukset kasvavat, kun toiminnot hajautuvat toimijoiden erikoistuen ja muodostaessa verkostoja. Tuotetilausten teko voi aiheuttaa riskin asiakas- tai tuotetietojen karkaamisesta tuotannonohjausjärjestelmien asiakkaille ja partnereille avattujen yhteyksien kautta. Myös teollisuuden prosessit vaativat tiedonsiirrolle luotettavuutta ja tietoturva. Julkisten tietoverkkojen kuten internetin liittäminen automaatiojärjestelmiin ja sensoriverkkoihin lisää tietoturvaongelmia. Anturi- ja toimilaitteverkoissa on tietoturvaseikoista usein tingitty rajallisten resurssien vuoksi.

Projektin aikana tehdyssä opinnäytetyössä haastateltiin pääosin tuotannollisia yrityksiä digitalisaation ja teollisen internetin mahdollisuuksista liiketoiminnassa (Eerola 2016). Haastattelut vahvistivat ja päivittivät esiselvitysten muodostamaa tilannekuvaa. Niistä ilmeni, että digitalisaation ja teollisen internetin hyödyntäminen näissä yrityksissä on vielä varsin vähäistä, vaikka sen tarpeellisuus hyvin tiedostetaan. Käsitteet digitalisaation ja teollisen internetin hyödyistä liittyivät pääosin teknologisiin ratkaisuihin oman tuotannon tehostamisessa eikä siihen miten sillä voitaisiin luoda uutta liiketoimintaa. Pääosalta yrityksiltä puuttuivat vielä selkeät digitalisoitumiseen ja teollisen internetin hyödyntämiseen liittyvät strategiat.

Opinnäytetyössä esiteltiin myös Suomen Yrittäjien pk-yritysbarometrin tietoja siitä, mitä digitalisoitumiseen liittyviä palveluita Pohjois-Pohjanmaan yritykset käyttivät tai aikovat ottaa käyttöön lähitulevaisuudessa. Suurimmalla osalla Pohjois-Pohjanmaan alueen pk-yrityksistä olivat omat Internet-kotisivut, seuraavaksi eniten pk-yritykset hyödynsivät digitalisaatiota liiketoiminnassaan sosiaalisen median ja pilvipalvelujen muodossa. Sosiaalinen media ja verkkokauppa yrityksen myynnissä olivat yleisimmät työkalut/palvelut, jotka pk-yrityksissä aiottiin ottaa käyttöön. Teollisen internetin käyttö vuonna 2016 oli pk-yrityksissä vähäistä eikä sen oli käyttöönottoa juurikaan suunniteltu yrityksissä. (Eerola 2016)

Tällä perusteella määrittyi TILT-projektin tehtäväkenttä. On huomattava, että vaikka teollinen internet ja digitalisaatio ulottavat vaikutuksensa laajaan kirjoon liiketoimintaa, tämän projektin keihään kärjet hahmottuivat melko selkeiksi. Yhtäältä oli selkeä tarve erilaisten teknologisten ratkaisujen konkretisoimiselle. Kouriintuntuvat esimerkit vakuuttavat tyypillisen ruohonjuuritason yrittäjän parhaiten. Toisaalta kävi selväksi, että myös uuteen teknologiaan perustuva liiketoiminta vaatii tukea. Tarvitaan lisätietoa uusiin ominaisuuksiin taipuvista toiminnanohjausjärjestelmistä, tietoturvariskeistä ja ratkaisumalleista sekä itse liiketoiminnan palvelulähtöisyyden kehittämisestä.

Näillä pääotsikoilla projektia lähdettiin toteuttamaan, ja seuraavissa kappaleissa esitellään niiden tuloksia.

4. TEOLLISEN INTERNETIN TEKNOLOGIAT

4.1 Datan hallinta

Data itsessään on aina passiivista. Se on erilaisten prosessien kohde ja käyttövoima. Data on joko poimittu reaali maailman ilmiöistä tarkoitukseen sopivan sensorin avulla, tai sitten se on jo jatkojaloste jonkinlaisen laskentaprosessin tuloksena. Jotta data säilyisi omaa luontihetkeänsä pidempään, se on tallennettava johonkin. Tallennettua dataa taas täytyy pystyä tarkastelemaan, käsittelemään, suodattamaan ja jakamaan joustavasti. Tähän tarkoitukseen tarvitaan kehittyneempi ratkaisu kuin pelkkä perinteinen kiintolevy. Asian merkitys korostuu siinä vaiheessa, kun puhutaan teratavujen kokoisesta Big Datasta. Miten ylipäänsä hallita järjestelmää, jossa dataa virtaa koko ajan sisään eri lähteistä, ja iso joukko ympäröiviä prosesseja on sen saatavuudesta riippuvaisia?

Monissa yrityksillä suunnatuissa kyselyissä keskeiseksi digitaalisten ratkaisujen esteeksi nousee datan puute tai sen hyödyntämisen vaikeus. Voi olla, että data sijaitsee jonkun laitetoimitajan tai palveluntarjoajan palvelimella, johon on vaikea luoda yhteyksiä, vaikka toinen osapuoli sen sallisikin. Tai sitten dataa on kyllä tallennettu jonkinlaiseen raporttiserveriin tai lokiin, mutta sen aito hyödyntäminen vaatii merkittäviä muunnos- ja uudelleentulkintaprosesseja. Datasta saattaa puuttua tarkat mittausajankohdat eli aikaleimat, tai sitten ne ovat epätarkkoja ja keskenään yhteen sopimattomia. Datan rakenne saattaa olla vaikeasti avattava; se on ripoteltu sekavaan kansiorakenteeseen konekielisinä paketteina ilman tietoa mittapististä tai mittayksiköistä. Tai sitten data on väärässä muodossa; tekstinä tai jopa kuvatiedostona, josta sen hyödyntäminen vaatii mittavia muunnosrutiineja.

Tällaisten vaikeuksien väistämiseksi tarvitaan järjestelmä, joka hallinnoi datan tallennusta ja käsittelyä. Tiedot datan lähteestä, aikaleimasta ja muista metatiedoista tarkastetaan ja yhdenmukaistetaan. Dataa voidaan myös reaaliaikaisesti muuntaa, konvertoida ja laskea esimerkiksi keskiarvoja. Datan joustava jatkokäsittely on tällaisessa alustaratkaisussa mahdollista. Sääntöpohjaisilla ratkaisuilla tietyt kriteerit täyttävä data lähetetään automaattisesti eteenpäin toisille järjestelmille. Tai järjestelmä voi lähettää hälytysviestejä tiettyjen raja-arvojen ylityessä.

Kun TILT-hankkeen eräänä keskeisenä tavoitteena oli laboratoriokokonaisuuden kehittäminen, datan käsittely nousi tässä suunnitelmien keskiöön. Centriassa on monia laboratorioita, joita hyödyntää lukuisa joukko eri projekteja. Tarve keskitetylle sensoridatan hallinnoinnille oli ilmeinen. Projektin alkuvaiheessa testattiin amerikkalaisen PTC-yrityksen markkinoimaa Thingworx –nimistä IoT-alustaa. Korkeasta tuotteistusasteestaan huolimatta siitä puuttui tarvittava joustavuus. Thingworx ei taipunut kaikkiin Centriassa ilmenneisiin tarpeisiin. Samaan aikaan oli jo kuitenkin tutkittu toista ratkaisua.

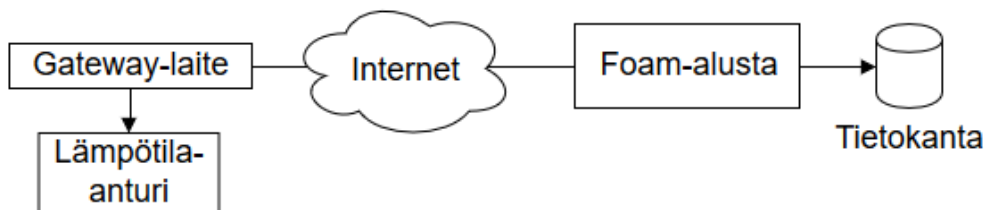
Vuosina 2012-2015 toteutettu e-GOTHAM oli ARTEMIS-rahoitteinen EU-hanke, jossa tutkittiin kaukolämmön datan hallintaa. Tässä yhteydessä kehitettiin middleware-ratkaisu, joka rakentui Enterprise System Bus (ESB) –arkkitehtuurin pohjalle avoimen lähdekoodin komponenteista. Se vastaanotti projektin aikana paljon dataa eri lähteistä, ja ratkaisu osoitti silloin toimivuutensa. Tältä pohjalta lähdettiinkin kehittämään uutta omaa ratkaisua.

Centriassa aloitettiin jo vuonna 2012 kehittämään ratkaisua, joka olisi perinteistä tiedostopalvelinta kehittyneempi. Eurooppalaisessa e-GOTHAM -hankkeessa kehitettiin silloin uusi middleware-ratkaisu erityisesti kaukolämpöverkon smart grid -tyyppiseen datanhallintaan. Kol-

men vuoden projektin tuloksena esiteltiin toimiva avoimeen lähdekoodiin perustuva Enterprise System Bus (ESB) -pohjainen palvelinratkaisu, joka takasi joustavan konfiguroinnin ja hyvin eri tyyppisten tietolähteiden dynaamisen hallinnan. Seuraavassa DEWI-nimisessä ECSEL/Tekes-hankkeessa palvelinkonseptin kehitystä päätettiin jatkaa eteenpäin, tällä kertaa nimenomaan sensoriverkkojen hallintaan. Alkuperäisten ohjelmistokomponenttien sijaan valittiin pohjaksi Zato (<https://zato.io/>), joka on myös avoin ja ilmainen, mutta perustuu Python-ohjelmointikielen, jolla erilaisten sovellusten teko on tehokasta ja nopeaa. Näin astuttiin käytännössä Internet of Things -maailman tuntumaan, ja oli oikeastaan määrittelykysymys, voisiko syntynyttä DEWI Bubble Gateway -palvelinta jo kutsua IoT-alustaksi.

TILT-hankkeessa päätettiin lopulta ottaa tämä oma tuote yhtenäisen laboratoriodien datanhallinnan ratkaisuksi. Tavoitteena oli rakentaa täysverinen IoT-platform, työkalu Centrian omien lukuisien hankkeiden ja laboratoriodien sensoridatan hallintaan, mutta niin, että se olisi helposti skaalattavissa hyvin monen tyyppisen käyttöön. Ratkaisulle annettiin nimeksi Foam.

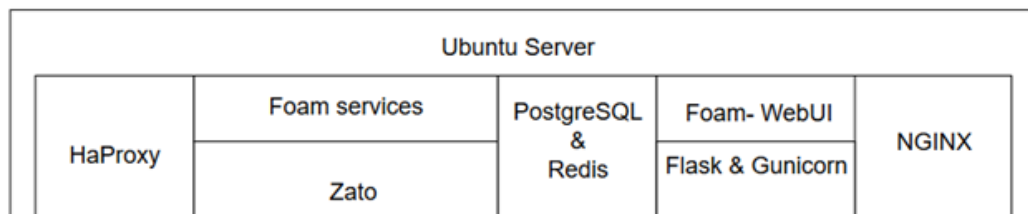
Foam-alustalla on mahdollista toteuttaa monenlaisia eri järjestelmiä, mutta suurin osa käytöstä kohdistuu tietojen tallentamiseen erilaisilta antureilta. Esimerkkinä seuraavassa kuviossa on gateway-laite, joka lukee lämpötilatietoa anturilta ja välittää sen Internet-yhteyden yli Foam-alustaan, joka tallentaa sen tietokantaan.



Kuvio 1. Tavanomainen Foam-alustan käyttötilanne

Tietokantaan tallennettua dataa voidaan hakea Foam-alustasta sen rajapinnan kautta. Rajapinta vaatii tunnistautumisen, joka voidaan tehdä järjestelmän käyttäjän tunnisteella tai erillisellä rajapinta-avaimella, minkä avulla voidaan määrittää tarkasti jaettava tieto. Hyvä esimerkki rajapinta-avaimen käytöstä voi olla infonäyttö, joka esittää kerätyn tiedon reaaliaikaisena käyttäjille.

Foam-alustan arkkitehtuuri rakentuu isoilta osin Zato-alustan päälle, mikä tarjoaa tietokantayhteydet ja pohjan muun muassa palveluiden väliselle kommunikaatiolle, ajastukselle ja niiden käynnistämiseksi. Ohjelmointikielenä Zatoissa käytetään Python-kieltä, mikä helpotti Foam-alustan palveluiden kehitystä ja mahdollistaa nopean kehityksen tilanteissa missä uusia palveluita tarvitaan.



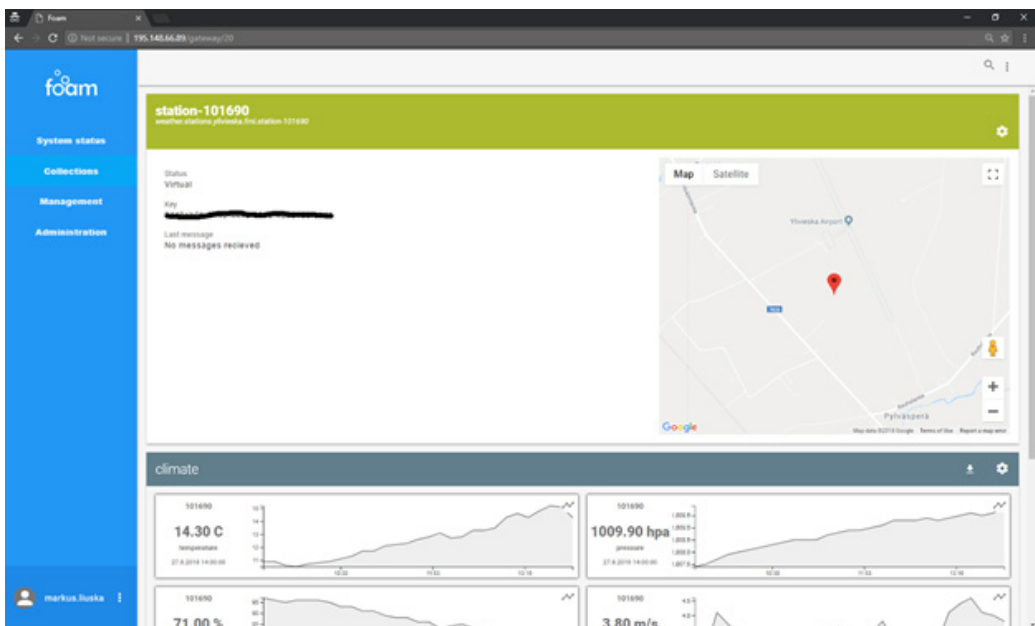
Kuvio 2. Korkean tason kuvaus Foam-alustan arkkitehtuurista

Foam-alusta voidaan asentaa yhdelle palvelimelle tilanteissa missä järjestelmällä on selvä yksinkertainen tarkoitus. Tässä tapauksessa kaikki gateway-laitteet keskustelevat yhden Foam-palvelun kanssa. Yhden palvelimen ratkaisumalli toimii hyvin tilanteissa, missä siirrettävän tiedon määrä on pienimuotoista ja gateway-laitteiden määrä on useissa kymmenissä. Gateway-laitteiden määrän kasvaessa on kuitenkin todennäköistä, että palvelimen rajat tulevat vastaan.

Tämän vuoksi Foam-alusta on kehitetty skaalautuvista komponenteista, mikä mahdollistaa järjestelmän laajentamisen useampaan eri palvelimeen. Tällöin useat Foam-palvelut käsittelevät Gateway-laitteiden liikennettä. Tämä tapahtuu Load-balancer komponentin avulla, joka jakaa gateway-laitteiden pyynnöt siten, että yksittäinen palvelin ei ylikuormitu. Tämä sama tekniikka on käytössä myös tietokannan osalta, mikä on jaettu näiden instanssien välillä. Foam tukee myös tilanteita, missä yksittäisellä Foam-palvelulla on erityistehtävä. Tällöin tätä tarkoitusta varten kehitetyt gateway-laitteet voivat kommunikoida suoraan erikoistuneen Foam-palvelun kanssa ja mahdollistaa järjestelmän muovaamisen halutulla tavalla.

TILT-hankkeessa on myös kehitetty web-sovellus, joka toimii Foam-alustan käyttöliittymänä. Tämän käyttöliittymän kautta voidaan tehdä järjestelmän ylläpitoa tietokoneen tai mobiililaitteen avulla. Se mahdollistaa mm. seuraavat asiat:

- Käyttäjien hallinnointi (lisäys, poisto, oikeudet)
- Gateway-laitteiden hallinnointi (lisäys, poisto, oikeudet ja asetukset)
- Gateway-laitteiden keräämien tietojen tarkastelu
- Viimeisten tietojen tarkastelu
- Halutun aikavälin säätäminen
- Tiedon lataaminen CSV-muodossa



Kuvio 3. Foam-alustan WebUI-käyttöliittymä

Tänä päivänä Foam hallitsee neljän eri projektin tuottamaa tietoa. Käyttötavat alustalla ovat olleet vaihtelevia. Asense-hankkeessa Foam-alustaa ja sen gateway-sovellusta on käytetty

eläinten paikantamiseen sisätiloissa niiden käyttäytymisen analysointia varten ja tätä tietoa on esitetty erillisessä web-sovelluksessa, joka hyödyntää Foam-alustan kirjastoja ja rajapintaa. Käyttäjinä ovat olleet myös projektin ulkomaalaiset partnerit. SCOTT-hankkeessa Foam-järjestelmää on käytetty korkearesoluutioisen ilmanpainetiedon tallentamiseen ja vertailuun sääasemien tietoihin, jotka lisättiin Foam-alustaan TILT-hankkeen aikana.

Sensoreita ja muita dataa tuottavia lähteitä on rekisteröity järjestelmään vajaat 800. Tyypillinen pieni tiedon murunen sisältää jonkin mittatiedon kuten lämpötilan, aikaleiman ja sensorin ID:n. Tällaisia datapaketteja on talletettu reilut 163 miljoonaa kappaletta. Kaiken kaikkiaan Foam on tuonut laboratorioden datan käsittelyyn yhtenäisen, joustavan ja helposti hallittavan ratkaisun. Kaikki tämä on vaatinut merkittävän työpanoksen, jonka TILT-hankkeen rahoitus mahdollisti.

4.2 Datan analysoinnin työkalut

Kerätyn datan analysointi on täysin keskeinen osa uuden teollisen digitalisaation toiminnassa. Ei riitä, että tiedostopalvelimet täyttyvät erilaisesta mittadatasta, vaan tarvitaan mittava tilastollis-matemaattinen keinovalikoima, jolla tästä datasta saadaan uutettua merkityksellistä informaatiota hyötykäyttöön. Kun puhutaan Big Datasta, on ymmärrettävä, että toisin kuin perinteisessä pienten aineistojen tarkastelussa, silmämääräisellä tarkastelulla ei ole mitään arvoa. Siinä vaiheessa kun mittausarvojen määrä lasketaan miljoonissa, ilman tilastollisia menetelmiä suuri datamäärä on käytännössä arvoton.

Datan analysointi on monivaiheinen prosessi, jossa tarvitaan eri työvaiheisiin erikoistuneita ohjelmistoja ja tekniikoita. Analysointiprosessi voidaan jakaa (Fayyad et al. 1996 & Tsai et al. 2014) neljään eri vaiheeseen: valmistelu, esikäsittely, analyysi ja jälkikäsittely.



Kuvio 4. Datan analysoinnin vaiheet

Ensimmäisenä vaiheena on valmistelu, joka huipentuu relevantin datan valintaan. Kaikkiaan valmistelu sisältää seuraavat kolme vaihetta:

- suunnittelu,
- datan kerääminen,
- datan valinta.

Dataa tarvitsee usein esikäsitellä ennen varsinaista analyysiä. Se voi sisältää puuttuvia havain-toja tai virheitä. Se voi vaatia myös skaalausta tai muunnoksia (esim. neliöjuuri tai logaritmi) muuttujille tai voi olla, että sitä täytyy kerätä useasta riippumattomasta lähteestä. Mahdollisia tarvittavia vaiheita esikäsitelyssä ovat:

- puhdistus,
- suodatus,
- täydentäminen,
- korjaus,
- standardointi,
- muuntaminen.

Datan visuaalinen tarkastelu on usein tehokasta analyysiä. Usein lähtökohtana tarkemmille analyyseille on esittää mittausdata aikasarjana. Aineiston kiinnostavista muuttujista saa hyvän kuvan myös piirtämällä hajontakuvion. Piirtämällä histogrammi voidaan tarkastella muuttujan jakaumaa. Usean muuttujan välisiä keskinäisiä riippuvuuksia voidaan tarkastella mm. korrelaatiolla ja regressiolla.

Analyysi voi sisältää monia vaihtoehtoja:

- korrelaatio,
- yleistetty lineaarinen malli (regressio) ,
- ennustaminen,
- luokittelu,
- klusterointi, (luokittelun ja klusteroinnin erona on, että luokittelussa käytetään ennalta määritettyjä luokkia, joihin data jaetaan, ja klusteroinnin yhteydessä määritellään myös klustereiden eli siis luokkien rajat)
- visualisointi.

Kiinteänä osana datan analysointia voidaan nähdä myös jälkikäsitely, johon kuuluu tulkinta, dokumentointi ja arviointi. Vain dokumentoidun tulkinnan ja arvioinnin tuloksena saavutetaan tietämys, jolla voidaan saada aikaan haluttu muutos prosessi-, tuote- tai palveluinnovaatioihin.

Kuten kuvioista 4 havaitaan, datan analysointi ei aina etene suoraviivaisesti vaiheesta toiseen, vaan joskus myöhemmän vaiheen havainnot edellyttävät muutoksia periaatteessa aiempien vaiheiden toimiin.

Datan tilastolliseen käsittelyyn on olemassa lukuisia lisensoituja ohjelmistoja, mm. Matlab, SPSS, MiniTab. Kaksi ensin mainittua ovat yleisiä tilastollisen analysoinnin ohjelmistoja, joihin Oulun yliopistolla on kampuslisenssit. Kyseiset ohjelmat ovat yleiskäyttöisiä, mutta niiden tehokas hyödyntäminen edellyttää käyttäjän tuntevan hyvin käytettävät funktiot ja etenkin

niiden tuottamien tulosten tulkinnat. Teollisuudessa on helpommin hyödynnettävissä mm. tilastollinen prosessinohjaukseen (Statistical Process Control, SPC) hyvin soveltuva MiniTab-ohjelmisto, jota myös on TILT-hankkeessa käytetty. Keskeisiä piirteitä SPC-menetelmässä ovat:

- Näytteiden perusteella laaditaan tilastoja ja kuvaajia, joiden avulla prosessista pystytään tunnistamaan sellaiset muutokset, jotka voivat vaikuttaa tuotoksen laatuun;
- Prosessia analysoidaan myös tunnistamalla juurisyitä, esimerkiksi erilaisia laatutyökaluja apuna käyttäen;
- Valvontakorteilla pyritään erottamaan erilaiset vaihtelutyyppit: prosessille ominaiset satunnaisvaihtelut, sekä erilaiset häiriöt;
- Tavoitteena tilanne, jossa saavutettuun tulokseen vaikuttaa ainoastaan satunnaisvaihtelu;
- Usean parametrin prosesseista voidaan suunnitella koejärjestely, jonka avulla selvitetään prosessin herkkyydet eri parametrien vaihteluille.

Lisensoitujen tilastollisten analysointityökalujen rinnalla on myös Open source –työkaluja, kuten R-kieli, Weka ja Rapid Miner.

Jotta voidaan tehdä datan analysoinnista relevantteja ja oikeita tulkintoja ja johtopäätöksiä, kannattaa siis kiinnittää erityistä huomiota oikean visualisointitavan valintaan. Web-sivustoja oikean visualisoinnin ja kaavion valintaan ovat esim.

- <http://www.labnol.org/software/find-right-chart-type-for-your-data/6523/>
- <http://blog.hubspot.com/marketing/data-visualization-choosing-chart>
- http://www.perceptualedge.com/articles/misc/Graph_Selection_Matrix.pdf

Yritysten omien tarpeiden lisäksi saatetaan tarvita visualisointeja myös ulkoiseen viestintään. Kokoelma karttojen, kaavioiden, datan hallinnan ja värien käytön työkaluja ja esimerkkejä websovelluksiin on saatavilla linkistä: <http://selection.datavisualization.ch/>.

Edellä mainittuja datan analysoinnin ja tiedon louhinnan menetelmien syvällisempiä laskennallisen älykkyyden menetelmiä ovat mm. geneettiset algoritmit, palauteoppiminen, parvi-älykkyys ja sumea logiikka. Hankkeessa laadittiin kirjallisuustutkimus (Tervonen et al. 2015) tiedon louhinnan ja laskennallisen älykkyyden menetelmien hyödyntämisestä teollisen internetin varhaisissa reaali maailman toteutuksissa ja testi ympäristöissä.

4.3 Toiminnanohjaus

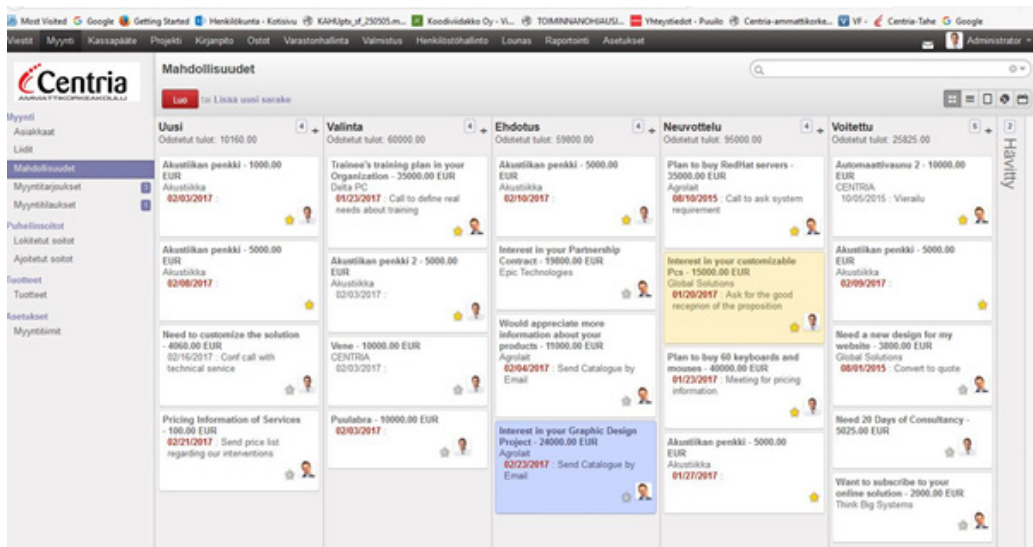
Samaan aikaan, kun digitalisaation haasteet työntyvät yritysten arkeen, toiminnanohjauksen saralla eletään kriittisiä aikoja erityisesti pk-yrityksissä. Monessa yrityksessä on käytetty perinteisiä ohjelmistoja, jotka ovat tulossa elinkaarensa päähän. Merkittävä päivitystyö on edessä monessa alueen yrityksessä. Uudet järjestelmät, jotka tarjoaisivat uuden teollisen digitalisaation tarvitseman toiminnallisuuden ovat monimutkaisia ja vaativat perusteellisen migraatioprosessin, joka pelottavan usein päättyy epäonnistumiseen. Pienemmätkin järjestelmät ovat kasvaneet niin monimutkaisiksi, että niiden hankintaan ja ylläpitoon tarvitaan paljon enemmän erikoistunutta osaamista kuin takavuosina. Samaan aikaan näitä palveluita tarjoavat kokeneet konsultit ovat eläköitymässä suurin joukoin (Jääskeläinen 2018).

Kun puhutaan teollisuuden digitaalisten ratkaisujen edistämisestä, yritysten toiminnanohjauksen on oltava keskeinen osa prosessia. Puhutaan paitsi liitynnöistä uusiin järjestelmiin ja da-

talähteisiin, mutta myös adaptoitumisesta uusiin palvelu- ja lean-pohjaisiin liiketoimintamalleihin, asiakkuudenhallintaan, verkostoitumiseen ja e-kauppaan. Siksi TILT-projektissa otettiin toiminnanohjaus eräksi painopisteeksi. Erityisen selvityksen alla olivat uudet, avoimemmat järjestelmät, jotka voisivat mahdollistaa pienille yrityksille toimivan ja kustannuksiltaan järkevän tavan päästä asiassa eteenpäin. Tavoitteena oli päivittää ERP-osaamista niin, että alueen yritysten auttamiselle uuteen liiketoimintaan olisi entistä paremmat edellytykset.

Esiselvityksen perusteella päädyttiin tutkimaan Odoo-ohjelmistoa, joka perustuu avoimen lähdekoodin Open ERP –ohjelmistoon. Se soveltuu erityisesti pien- ja mikroyrityksille, joissa käyttäjämäärät ovat pieniä. Tämän lisäksi ohjelmistosta on tarjolla edelleen ilmainen community-versio, jonka avulla on mahdollista tutustua ERP-ohjelmistojen uusiin mahdollisuuksiin, infonäyttöihin, kassapäätteisiin ja CRM-toimintoihin.

OpenERP /Odoo-toiminnanohjausjärjestelmä koostuu moduuleista, jotka ovat vapaasti asennettavissa ydinohjelmiston päälle. Erilaisia päämoduuleita on Odoo S.A.:n kehittämänä tarjolla noin 30 kappaletta. Näihin moduuleihin on saatavilla noin 4500 erilaista sovellusta, joiden avulla päämoduuleita voidaan personoida ja muokata erilaisten yritysten käyttöön sopiviksi. Moduuleita voidaan ottaa käyttöön lisää tarvittaessa.



Kuvio 5. KanBan-korttiajattelua käytännössä

Yritysten tarjoamalla aidoilla aineistoilla perehdyttiin Odoo-ohjelmiston eri toimintoihin. Erityisenä painopisteenä olivat uudet, digitalisaatioon liittyvät ominaisuudet. Projektin aikana käytiin läpi seuraavat päätoiminnallisuudet:

- **Tuotannonohjaus**, jonka tavoitteena on seurata ja hallinnoida työvaiheita yhdessä näkyvässä sekä siirtää töitä helposti resurssilta toiselle. Yrityksissä on testattu mahdollisuuksien hyödyntäminen, mm. kellokorttijärjestelmät. Toiminnanohjauksen iScala tuotannon ID-koodien hyödyntäminen on testattu varastohallinnassa.
- **Infonäytöt**; Yrityksen sisäisen viestinnän kehittäminen on testattu infonäytöillä. Erityisesti KanBan-korttinäytöt, joissa on vahva sidos lean-ajatteluun, ovat nousemassa tärkeään asemaan.

- **Tuoterakenne** –toiminto, joka kuvaa hierarkisesti tuotteen kokoonpanoa. Tuoterakenne syntyy nimikkeiden välisten liitosten avulla ja se pitää sisällään usein alirakenteita. Käytännössä tuoterakenne on nimike, joka tilaa alinimikkeitä, kunnes päästään yksittäisiin ostoosiin ja materiaaleihin.
- **Dokumenttien hallinta**, jolla hallinnoidaan eri tuotteisiin ja projekteihin liittyviä tiedostoja. Sen avulla dokumentit ovat kaikki keskitetysti yhdessä paikassa, niiden versionhallinta toimii sujuvasti, ja yhteydet mm. varaosapalveluihin toimivat.
- **Asiakkuudenhallinta**, joka on asiakkaan kanssa käytävän vuorovaikutuksen hallitsemista. Oleellista on ymmärtää asiakasta niin syvällisesti, että tiedetään ne ydintekijät asiakkuudessa, mitkä tuottavat asiakkaalle arvoa. Kaikki asiakkuuksiin liittyvä tieto pitäisi olla koko henkilöstön käytössä. On tärkeää, että kaikki asiakasrajapinnan kanssa tekemisissä olevat tietävät asiakkaasta samat asiat ja kohtaavat hänet samalla tavalla. Seuraavan tulee voida jatkaa työtä siitä, mihin edellinen jäi.
- **Varastokirjanpito**; Varasto on yrityksen materiaalihallinnon ja logistiikan keskipiste. Varastohallinnan avulla hallitaan tavaran siirtelyä varaston sisällä, vastaanottoa, hyllytystä, keräilyä, pakkausta ja toimitusta. Varastohallintajärjestelmän avulla pyritään optimoimaan ja tehostamaan kaikkia varaston sisällä tehtäviä prosesseja.
- **Toimitusketjun hallinta**; Toimitusketjun on huolehdittava tuotteiden parhaasta mahdollisesta saatavuudesta mahdollisimman pienillä logistiikkakustannuksilla. Toimitusketjua tulisi ohjata kokonaisuutena ja välttää osaoptimoitua eikä keskittyä vain tiettyyn tai muutamaasi toimintoihin. Tärkeimpiä periaatteita ovat mahdollisimman reaaliaikainen tiedonvälitys ja luotettavuus. Asiakkaan tarpeisiin on pystyttävä vastaamaan yhä lyhyemmillä toimitusajoilla. Samalla asiakkaat edellyttävät räätälöityjä ratkaisuja. Tämä vaatii toimitusketjun osapuolilta joustavuutta ja kykyä vastata tarpeisiin ja kysyntään nopeasti. Joustava yritys pystyy vastaamaan häiriöihin tai yllättäviin muutoksiin nopeasti ja hallitusti. Luotettavuutta voidaan parantaa ketjun toimijoiden välisellä avoimella yhteistyöllä, mihin uudet ohjelmistot tarjoavat parempia työkaluja

4.4 Turvallisuusnäkökohtia

Teollisen internetin teollisen hyödyntämisen toinen keskeinen jarru on tutkimusten mukaan epäluottamus tietojärjestelmien turvallisuuteen. Suoraan teolliseen tuotantoon kytkeytyvien laitteiden yhdistäminen verkkoon on puhdas kyberturvallisuuskysymys. Tarkoittaahan kyberetuliite juuri liityntää fyysisiin, inhimillisiin järjestelmiin. Onnistunut hyökkäys verkosta yrityksen tuotannollisiin laitteisiin voi pahimmillaan vaarantaa työntekijöiden hengen. Tavallisimmin tällainen murtautuminen tehdassaliin tapahtuu toimiston kautta hyödyntäen hallinnon tietokoneita. Siksi jokainen askel teollisen internetin saralla edellyttää perusteellista kyberturvallisuuden riskien hallintaa.

Jo TILT-projektin alkuvaiheessa tämä haaste todettiin liian laajaksi yhdelle hankkeelle. Siksi TILT-budjetin mahdollistamana haettiin onnistuneesti Celtic Plus –hanketta nimeltä CyberWI. Tämän hankkeen teemaan kuuluu erityisesti langattomien sensoriverkkojen ja laitteiden turvallisuus teollisuudessa. Kansainvälisenä hankkeena se on vakiinnuttanut Centrian asemaa tietoturvan tutkimuksen saralla. CyberWI:n kautta perustettiin Centriaan tietoturvalaboratorio ja tehtiin osittain tarvittavat palvelininvestoinnit. Tietoturvalaboratorion kehittymistä on tukenut myös EAKR-rahoitteinen teollisen internetin investointihanke, jonka kautta osa tietoturvalaboratorion laitehankinnoista toteutettiin. TILT-projektin päättyessä tietoturvalaboratorion toiminta on muuttunut hyvin vakiintuneeksi. Yksi työntekijä tekee laboratoriossa täyttä työaikaan tietoturvatestauksen parissa. Tätä kautta myös muut kuin tietoturvaan keskittyvät tutkimus-

projektit voivat hyödyntää laboratorion tietoturvaosaamista. Yhteistyöverkoston on saatu mukaan monia keskeisiä tietoturvayrityksiä. Tietoturvalaboratorio isännöi tällä hetkellä kahta projektia, ja uusia hankkeita on vireillä useampi. On selvää, että ilman TILT-projektin tarjoamaa mahdollisuutta laboratorion aikaansaaminen olisi ollut vähintäänkin epävarmaa.

TILT-projektissa turvallisuushaasteet pyrittiin huomioimaan myös joka demonstraation toteutuksessa. Yhteenkään demonstraatiokohteeseen ei haluttu avata uutta hyökkäyspinta-alaa. Tästä syystä yrityksen omiin tietojärjestelmiin ei haluttu luoda mitään yhteyksiä. Demonstraatioiden luonteesta johtuen tähän ei ollut tarvettakaan. Robottiikan turvallisuus on oma merkittävä osa-alueensa. Ihmisen rinnalla toimivat co-botit ovat aito turvallisuusriski vihamielisen tahon käsissä. Tästä syystä laboratorioon uusiin KUKA-robotteihin hankittiin käyttöturvallisuusjärjestelmät, joilla robotti rajoittaa automaattisesti toimintaansa ja liikeratojaan ihmistä lähellä ollessaan. Näin robotin työntekijälle aiheuttamat vahingot pystyttiin poissulkemaan.

Projektin toteutusajankana realisoitui toinen, hallinnollisemman tason haaste yritysten verkottuneille järjestelmille. EU:n yleinen tietosuojasetus tuli suoraan sovellettavaksi myös Suomen kansallisessa käytännössä TILT-projektin päättyessä. Yrityskentän valmistautuminen sen tuomiin uusiin vaatimuksiin oli jäänyt tyypillisesti myöhäiseen. Siksi yritysten taholta tuli selvää viestiä siitä, että asian käsittelylle olisi tilausta.

Vuoden 2017 aikana hankkeen yhteydessä suunniteltiin kokonainen palvelukokonaisuus, joilla yritykset pystyisivät selviämään haasteestaan. Palvelua pilotoitiin muutamassa yrityksessä, ja tarvittavia korjauksia ja lisäyksiä toteutettiin sen pohjalta. Tarkempi kuvaus asiasta löytyy raportin liiteosasta (LIITE 1)

5. TEOLLISEN INTERNETIN KÄYTÄNNÖN RATKAISUJA

TILT-projektissa toteutettiin joukko teollisen Internetin demonstraatioita, jotka kuvataan seuraavissa alaluvuissa.

5.1 Ennakoivan kunnossapidon demonstraatio

5.1.1 Taustaa

Teollisten järjestelmien kunnossapito on eräs keskeisiä alueita, joissa uusilla teknologioilla nähdään selkeää lisäarvoa. Tässäkin datan kerääminen on ensisijainen ja keskeisin mahdollistaja uusille toimintamalleille. Ilman dataa ei ole älykkyyttäkään. Laitteista ja prosesseista kerätty data voi paljastaa piilossa olevia poikkeamia ja trendejä, joiden kautta kyetään jopa ennustamaan tulevia vikaantumisia. Tätä kautta keskeiseen asemaan nousee ensi vaiheessa toimiva sensoriratkaisu, joka kykenee tallentamaan juuri oikeita parametreja. Sellaisen järjestelmän käyttöön-otto sekä siihen liittyvän tiedonsiirto- ja datahallintapalvelun rakentaminen oli TILT-hankkeen painopisteessä. Tämän lisäksi pyrittiin analysoimaan kerättyä dataa sekä rakentamaan esimerkinomainen käyttöliittymä datan tarkastelua varten. Tämän pidemmälle kunnossapidon prosessiin ei haluttu edetä, koska siinä edettäisiin jo selkeästi syvemmälle kohdeyrityksen liiketoimintaan ja räätälöityihin ratkaisuihin, jotka eivät soveltuisi tällaisen projektin toimenkuvaan.

Ennakoivan teollisen kunnossapidon lähtökohtana on riittävän täsmällinen ja reaaliaikainen tietoisuus laitteiston tilasta. Tavoitteena on optimoida huoltotoimet optimaaliseen ajankohtaan. Ilman ennakoivaa kriittisen komponentin vikaantuminen ajaa koko prosessin alas, mikä voi aiheuttaa jopa miljoonien kustannukset. Käytännössä asia konkretisoituu mittatiedoksi eri tuotantolinjan eri komponenttien kunnosta. Perinteinen kunnossapito on nojannut aina vahvasti nk. hiljaiseen tietoon. Kokenut työntekijä on päättellyt moottorin äänestä tai laakeripesän lämmöstä, milloin on oikea aika huollolle. Se, miten tämä hiljainen tieto on siirtynyt työntekijältä toiselle, on vaihdellut suuresti riippuen tehtaan toimintamalleista. Lähtökohtaisesti hiljainen tieto on riskialtista, koska sitä ei nimensä mukaisesti ole olemassa muualla kuin ihmisten tietoisuudessa.

Älykkäässä järjestelmässä tämä hiljainen tieto pyritään muuttamaan konkretiaksi. Tuotantolinjaan asennetaan sensoreita, jotka seuraavat herkeämättä juuri samoja asioita kuin huoltomekaanikko. Tämän lisäksi uudet tekniikat mahdollistavat myös ihmiselle näkymättömien muuttujien seurannan (spektrianalysointorit, lämpökamerat, mikrofonit). Kun dataa on kertynyt riittävän paljon, älykäs järjestelmä kykenee oppimaan trendit ja jopa ennustamaan jo hyvin vähäisistä oireista, milloin ko. komponentti tulee vikaantumaan. Näin myös siihen kohdistuvat huoltotoimet voidaan sijoittaa ajankohtaan, joka aiheuttaa tuotantoprosessille vähiten haittaa. Edut tässä ovat kiistattomat. Kuten jo raportin johdannossa todettiin, isoilla yrityksillä on ollut parhaat resurssit vastata asiaan liittyviin kehitysvaatimuksiin. Avoimien ja edullisten järjestelmien sijaan tarjolla on etupäässä suurteollisuuden ehdoilla kehitettyjä raskaita palvelulähtöisiä kokonaisratkaisuja, joiden kustannukset kohoavat liian korkeiksi monelle yrittäjälle. Siksi TILT-projektin lähtökohdaksi otettiin ratkaisu, joka olisi edullinen rakentaa ja käyttää, ja sen tuotteistaminen jatkossa kaupalliseksi palveluksi olisi mahdollista.

5.1.2 Purupuhaltimen kunnan seurannan toteutus

Tutkimuksen kohteeksi valittiin sähkökäyttöinen puhallin, joka on erittäin tyypillinen tuotantokoneiston osa. Koska alueella on paljon puualan yrityksiä, valittiin käyttötapaukseksi puruimuri, jonka tehtävänä on puhalttaa prosessissa kertynyt lastu, puru ja pöly ulkotilassa oleviin varastosiiiloihin. Tällaisen moottorin kunnossapidon kannalta ovat keskeisiä toisaalta itse moottori, toisaalta puhallinosa pyörivine roottoreineen. Tavoitteena oli rakentaa mittauskokonaisuus, joka kerää puhaltimen kriittisiä suureita sopivilla sensoreilla ja lähettää mittatietoa internetin yli eteenpäin tietokantaan tallennettavaksi. Tämän jälkeen pyrittiin data-analytiikan keinoin löytämään riippuvuudet, joiden kautta laitteen kulumisen etenemistä voitaisiin indikoida luotettavasti.

Käytännön kautta tiedettiin, että puhallinosan kotelointi on nopeimmin kuluva komponentti. Ilmavirran mukana kulkee eri kokoisia puupalikoita, jotka hakkaavat kotelon ulkokehää venytäten ja ohentaen sen peltiä, kunnes se lopulta pettä. Toisaalta myös itse moottori ja siihen liittyvä laakerointi sisältää kuluvia osia. Tätä ilmiörypystä seuraamaan päädyttiin seuraaviin mittaustapoihin:

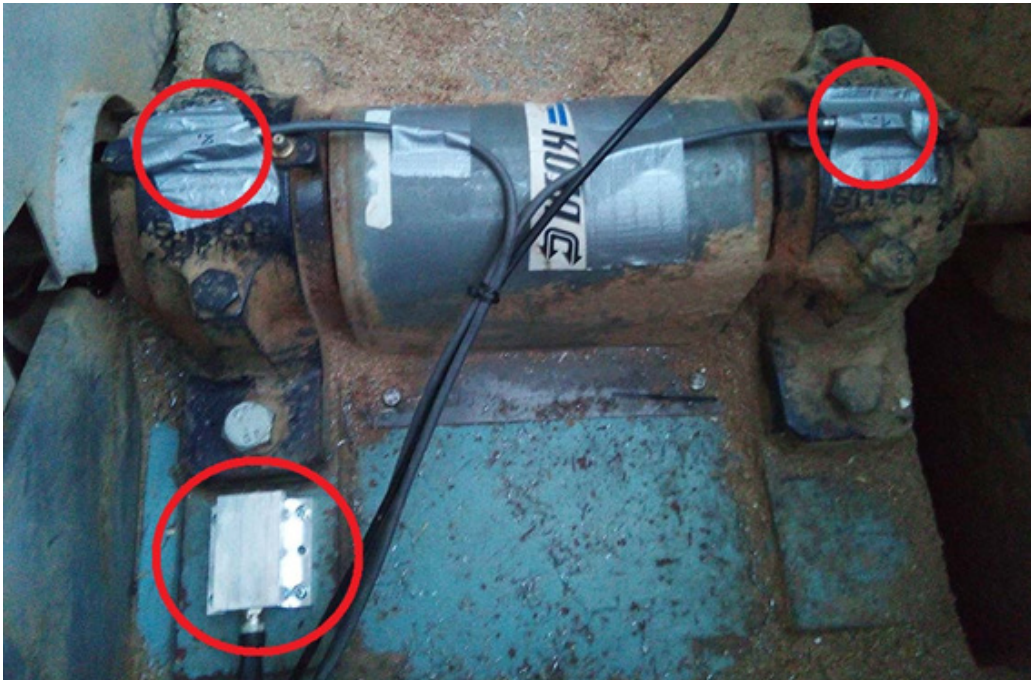
- Kiihtyvyyssanturi, joka mittaa moottorin alustan X-Y-Z –suuntaista liikettä. Käytännössä tämä tarkoittaa värinää, joka aiheutuu esimerkiksi akselien tai laakereiden vikaantumisesta tai roottorin muodonmuutoksista.
- Lämpötila-anturit mittaamaan moottorin kuoren sekä voimansiirron laakeripesän lämpötiloja. Vaikka useimmissa moottoreissa on lämpörele, erillisellä mittauksella päästään näkemään, miten lämpötila muuttuu ajan kuluessa. Samoin laakerin vikaantuminen on havaittavissa laakeripesän lämpötilassa. Lisäksi mitattiin erillisellä anturilla sijoituspaikan ilman lämpötilaa ympäristön vaikutuksen eliminoimiseksi.
- Paineanturinauhat, jotka mittaavat puhaltimen kuoren eheyttä ja muodon muutoksia. Nauha kiinnitettiin roottorikotelon kehälle omalla tarranauhallaan.
- Virtasilmukat moottorin vaihejohtimiin mittaamaan moottorin sähkönkulutusta ja siinä esiintyviä vaihteluita. Tätä kautta voidaan seurata moottorin kuntoa monella eri parametrimilla. Vinoutumat eri vaiheiden virroissa indikoivat moottorin ongelmista, hiilimoottorissa virtapiikit taas hiilien loppuun kulumisesta. Tämän lisäksi tätä kautta voidaan nähdä, millä teholla ja nopeudella moottoria on optimaalisinta ajaa. Näin laitteesta saadaan paras teho irti niin, että huoltoväli on riittävän pitkä.

Mittaustulokset kerättiin Raspberry Pi 3:n GPIO –liittimeen lisätyn ADC –muuntimen, itserkennettujen mittavahvistimien sekä ohjauselektronikan avulla. Raspberry Pi lähetti mittaustulokset Centrian testipalvelimelle USB-modeemin välityksellä, josta ne voitiin välittää graafisen web-liittymän kautta nähtäville. Historiankeruu tapahtui SQL-tietokantaan myöhempää tarkastelua ja analysointia varten. Järjestelmää voidaan hyödyntää ennakoivan huollon datankeruussa ja sitä voidaan helposti soveltaa muihinkin kohteisiin.

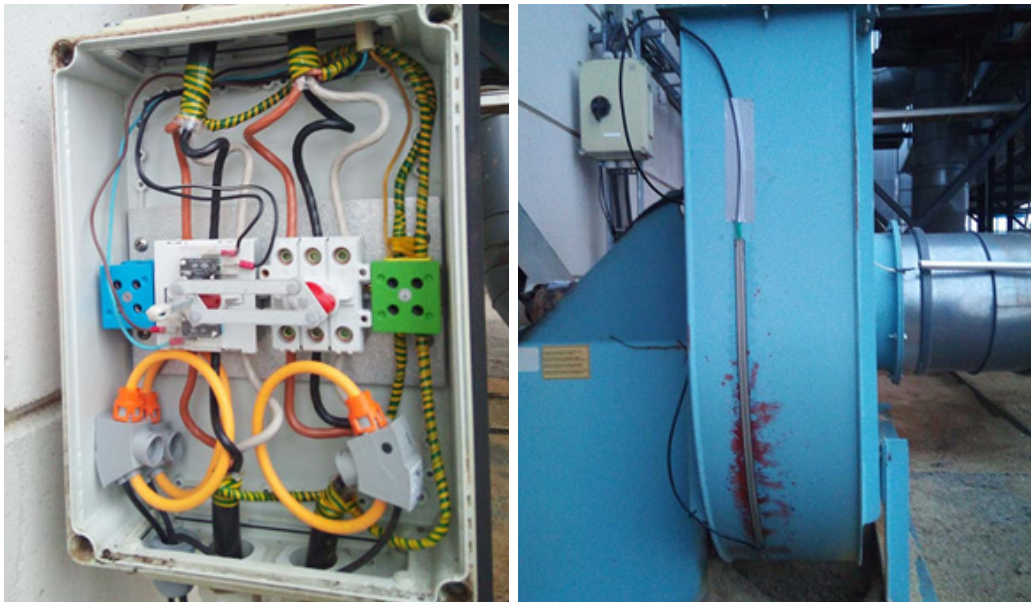
Laboratoriotestausta varten rakennettiin pieni prototyyppi, joka kierrättää purua ympäri suljettua rataa. Tätä kautta varmistettiin komponenttien toimivuus ja niistä saadun signaalin kelvollisuus. Laboratoriotestauksen jälkeen mittaustalaitteisto asennettiin aitoon teolliseen kohteeseen. Käyttökohteeksi valikoitui Topi-keittiöiden tuotantolaitos Kalajoella. Sensorit asennettiin purupuhaltimeen, jonka tehtävänä on puhalttaa puujäte pitkää putkea pitkin toisen rakennukseen, jossa sijaitsevat purusiilot. Asennuksen yksityiskohtia on esillä seuraavissa kuvissa.



Kuva 1. Puruimuri Topi-keittiöiden tuotantolaitoksella.



Kuva 2. Lämpötilasensorit liimattuina laakeripesiin ja värinäsenori puhaltimen telineosaan.



Kuva 3. Vasemmalla virtasilmukat moottorin sähköliitännässä, oikealla venymälista puhaltimen kehällä.

Topin puhaltimesta kerättiin dataa 10725 riviä 22.2.-17.7.2017 välisenä aikana. Tämän jälkeen sensorit irrotettiin puhaltimesta huoltotoimien takia. Koko laitteisto siirrettiin ET-listojen vastaavalle puhaltimelle, ja siitä kerättiin dataa vielä 32910 riviä 3.10. 2017 – 7.5. 2018. Siinä vaiheessa projekti oli jo päättynyt, jolloin laitteisto kerättiin pois. Yhteensä mittadataa kertyi yli 43 000 riviä, ja niiden analysoinnista vastasi Kerttu Saalasti –instituutti.

5.1.3 Johtopäätöksiä

Mittausjaksolla todettiin, että oikean sensorityypin ja mittaustavan valitseminen saattaa olla kriittistä. Miten kristallisoida jokin muutos numeeriseksi suureksi? Millä teknologialla tämä suure on parhaiten seurattavissa? Puruimurimme tapauksessa molemmissa sijoituskohteissa venymänauha antoi ensi alkuun laadukasta stabiilia mittasarjaa, kunnes äkilliset piikit ja kohinajaksot paljastivat nauhan kiinnitysmuodon antavan periksi. Näin sensorin kiinnitys kuluneeseen teollisuusalustaan osoittautui haastavaksi, mistä kieli myös alustasta pois hilseilyt maalikin.

Toisaalta todettiin, että varsinkin ulkotilassa ollessaan lämpölaajenemisen vaikutusmekanismi voi olla ylipäättään varsin haastava analysoitava. Tarkkaan ottaen mittadataa pitäisi pystyä jälkikäteen kalibroimaan niin, että sekä nauhan että mittauspinnan lämpölaajeneminen sekä näiden välinen lämpölaajenemiskertoimen ero otettaisiin huomioon. Tätä varten taas mittauskohdan lämpötila olisi tiedettävä tarkasti. Näiden kokemusten perusteella emme suosittele kyseisen venymänauhan käyttöä ko. mittaukseen. Sen sijaan voisi kokeilla pidempää ja hieman eri toimintaperiaatteeseen perustuvaa venymäliuskaa, jonka tyyppisiä käytetään esimerkiksi silloissa. Se vaatii hieman tarkempaa ohjauselektroniikkaa, mutta voisi antaa vakaampia arvoja.

Seuraavat tilastolliset kuviot antavat hyvän esimerkin niistä menetelmistä, joilla datan sisältöä usein lähdetään avaamaan. Datan analysoinnin esimerkkipaketti on mittauskampanjan lop-

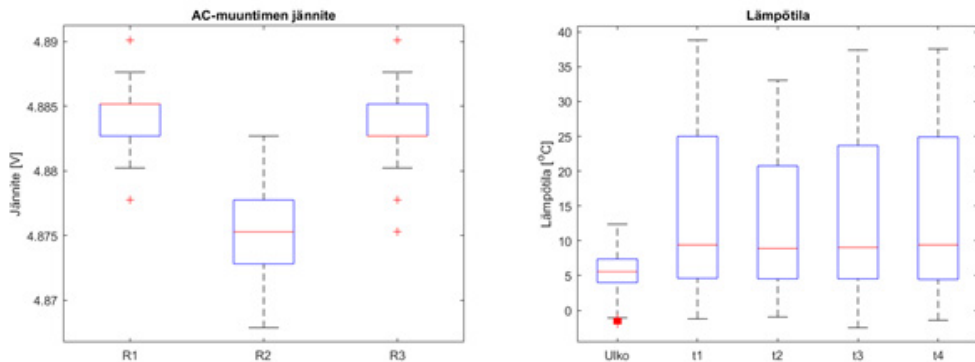
puvaiheesta ET-listojen puhaltimelta jaksolta 30.4.-4.5.2018. Seuraava kuvio esittää aikasarjat mitatuista anturijännitteistä, vaihevirroista ja lämpötiloista. Ulkolämpötilan luonnollinen vuorokausivaihtelu aiheuttaa myös purunpoistimen lämpötilojen vaihtelua, joka on näkyvissä myös niinä päivinä, jolloin purunpoisto ollut käytössä. Purunpoiston ollessa käytössä ovat lämpötilat selvästi suurempia, mutta kuitenkin korreloivat myös ulkoilman lämpötilojen muutoksiin. Anturijännitteissä on myös havaittavissa jonkin verran vuorokausivaihtelua, joskin vaihtelu on varsin pientä.



Kuvio 6. Mittaustulokset aikasarjoina: ylhäällä anturijännitteet, keskellä vaihevirrat, alhaalla lämpötilat.

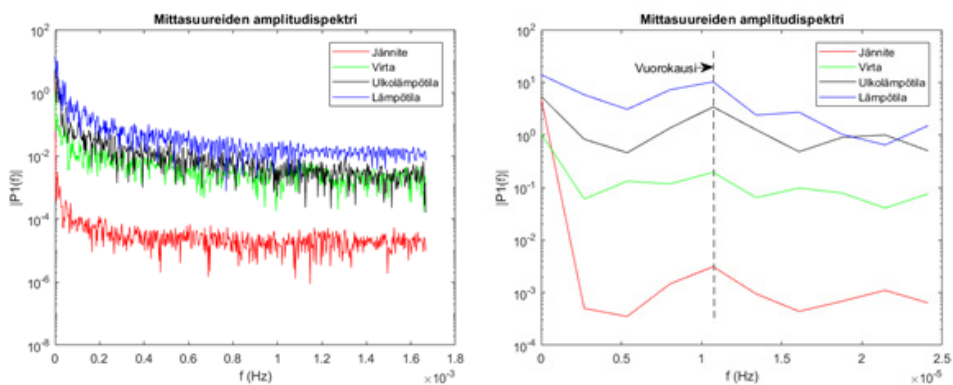
Anturijännitteiden varsin pieni vaihtelu tulee vielä selvemmin esille seuraavan kuvion laatikkona –kuvioissa, sillä mittauksissa oli niin paljon mediaanin lähellä olevia mittausarvoja, että

myös ylin tai alin kvartaali on käytännössä sama kuin mediaaniarvo. Lämpötilojen osalta puhaltimien lämpötilojen mediaanit ovat käytön ja käyttämättömyyden välissä, joten vaihtelu alimmissa kvartaaleissa on huomattavasti vähäisempää kuin käytön aiheuttamissa ylimmissä kvartaaleissa.



Kuvio 7. Mittaustulokset laatikko-jana –kuvioina: vasemmalla anturijännitteet, oikealla lämpötilat.

Viimeisessä kuviossa on esimerkin vuoksi nopealla Fourier’n muunnoksella (FFT, Fast Fourier Transform) laskettuna aikasarjoista vaihteluiden spektrit. Muuttumaton komponentti ja hitaat muutokset ovat vallitsevia tässä esimerkissä. Kuvion oikealla reunalla olevassa kuviossa on mukana vain matalimmat muutokset, jolloin myös lähimpänä vuorokausivaihtelua vastaava taajuus erottuu lievänä piikkinä. FFT:n varsinainen hyötykäyttö kunnon arvioinnissa edellyttäisi huomattavasti tiheämpää näytteenottoa, jotta myös puhaltimen moottorikäytön ominaistaajuus ja sen harmoniset taajuuden monikerrat saataisiin esille. Harmonisten taajuuksien voimakkuuden kasvu verrattuna ominaistaajuuteen indikoisi puhaltimen kunnon heikentymistä.



Kuvio 8. Mittasuureiden amplitudispektrit taajuustasossa, vasemmalla koko spektri, oikealla matalimmat taajuudet sisältäen lähinnä yhtä vuorokautta vastaavan taajuuden läheiset taajuuskomponentit.

Kuvatut analyysit antavat oivan esimerkin siitä, kuinka tärkeää on arvioida tarkkaan koeseittelyn parametreit, erityisesti sensoreiden mittaustaajuus ja mittausjakson pituus. Ihannetilanteessa sensorit voisivat kerätä mittadataa koko puhaltimen elinkaaren ajan asennuksesta useampaan rikkoutumiseen ja huoltoon. Tätä kautta opittaisiin tunnistamaan ne muutokset,

jotka ennustavat riittävällä varmuudella tulossa olevan rikkoutumisen. Isoissa tehtaissa, joissa samaa moottoria saattaa olla käytössä kymmeniä, tämän datan kerääminen tapahtuu nopeasti, ja mittausten hyötykin saadaan nopeasti käyttöön. Pienemmässä yrityksessä huoltosykli ovat hitaampia ja samoja moottoreita vähän, jolloin myös tulosten hyödyntämiseen vaadittava kokemuksen kypsyminen vie enemmän aikaa.

Monet laitevalmistajat ovat jo integroineet keskeisimmät sensorit omiin tuotteisiinsa ja keräävät niiden kautta datakirjastoa vikaantumista ja huoltosykleistä. Kun tätä dataa kerätään globaalissa laajuudessa, ennakoiva kunnossapito pääsee jo varsin nopeasti hyviin tuloksiin. Valmistajan tarjoama kunnossapitopalvelu saa tässä selkeän etulyöntiaseman. Lisäksi on huomattava, että yhä useampi uusi toimilaite kytketään jo muutenkin valmiiksi väyläohjaukseen ja älykkäisiin virtalähteisiin, jota kautta järjestelmä voidaan ohjelmoida tallettamaan esimerkiksi yllä mainittuja suureita.

Toisaalta on taas oletettavaa, että vanha laitekanta on aktiivikäytössä pienissä paikallisissa yrityksissä vielä pitkään, joten kustannustehokkaat ja helposti räätälöitävät kevyet ratkaisut ovat monessa tapauksessa ainoa tapa edetä asiassa.

Itse sensorointikononaisuus on jo tällä hetkellä hyötykäytössä Centrian toisessa laboratoriossa, ja siellä sen kehitys jatkuu uusien resurssein.

5.2 Ilman laadun seurannan demonstraatio

5.2.1 Taustaa

Monissa teollisuustiloissa käsitellään hienojakoisia aineita, joilla voi olla haitallisia terveysvaikutuksia. Pölyisyys on jo itsessään riittävinä pitoisuuksina hengityselimiä ärsyttävää. Toisaalta tietyt myrkylliset aineet saattavat olla haitallisia jo niin pieninä pitoisuuksina, ettei se aiheuta hengitystieoireita. Nämä riskit ovat näkymättömiä ja aistein vaikeasti havaittavissa. Aiemmin niiden seurantaan ei ole ollut juurikaan keinoja. Hengityssuojaimia on käytetty varmuuden vuoksi, jos asia on epäilyttänyt. Laboratoriomenetelmien kehittymisen myötä maassamme on sittemmin käynnistynyt viranomaisvalvonta niissä teollisuuslaitoksissa, joissa käsitellään riskialttiita aineita. Ilmasta kerätään hiukkasia mittausalustaan, joka analysoidaan spektrometrialla laboratoriossa. Toisaalta työntekijöiden virtsanäytteistä on etsitty ainejäämiä etenkin raskasmetallien osalta. Omavalvonta on näillä metodeilla käytännössä mahdotonta, eikä yrityksillä ole keinoja asian seuraamiseen virallisten valvontakäyntien välissä. Asia on kuitenkin kriittinen, koska työntekijöiden terveys on asia, jossa ei ole varaa kompromisseihin.

5.2.2 Työympäristön ilman partikkeliseurannan demonstraatio

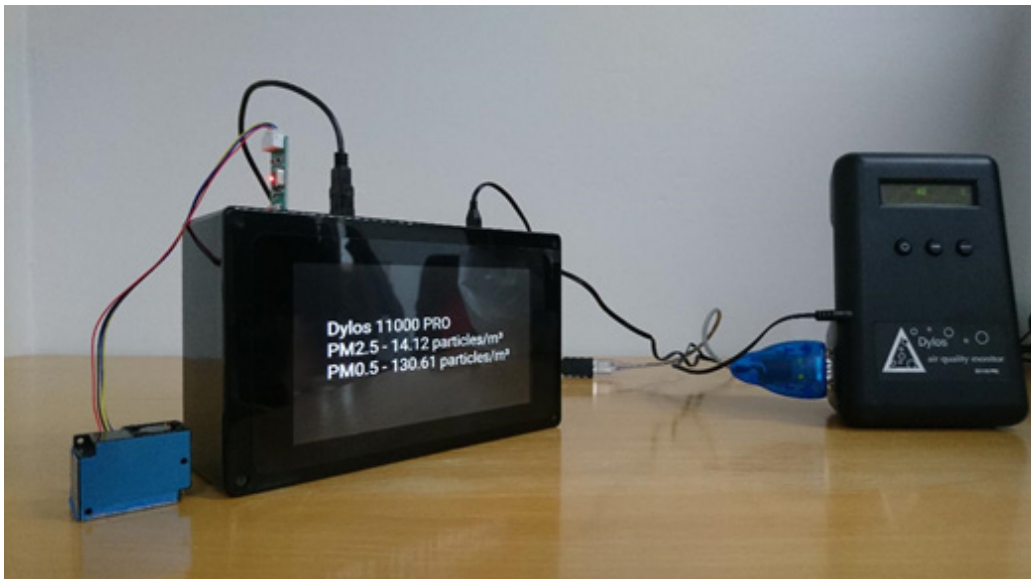
Kuvattu haaste nousi esille yritysten aloitteesta, ja TILT-projektissa sitä lähdettiin purkamaan esiselvityksellä, joka teetettiin opinnäytetyönä. Kävi ilmi, että uusi teknologia on tuonut tähänkin osittaista ratkaisua. Partikkelimäärän seurantaan tarvittavat sensorit ovat modernin lasertekniikan myötä halventuneet. Nämä valon sirontailmiöön perustuvat sensorit puhaltavat ilmaa lävitsensä määräajoin ja päättävät lasersäteen hajonnasta ilmassa leijuvien pienhiukkasten määrä- ja kokojakaumaa. Halvimmat sensorit maksavat jo joitakin kympejä, ja käytökelpoisen itsenäisen mittalaitteenkin saa muutamalla sadalla eurolla. Kalliimmat sensorit kykenevät erottamaan myös partikkelien geometriaa niin, että esimerkiksi pitkänomaisia kuitupartikkeleita voidaan tarkastella erikseen. Nekään eivät silti kykene kertomaan partikkelien

kemiallisesta koostumuksesta mitään. Sellaiseen kykenevät vain massaspektrometrialaitteet, joiden hinta nousee halvimmillankaan kymmeniin tuhansiin euroihin.

Sopivaksi tutkimuskohteeksi asialle valikoitui Nivalassa toimiva Akkuser, joka lajittelee ja murskaa käytettyjä pattereita ja akkuja kierrätykseen. Tästä syystä tuotantotilojen ilmassa on väistämättä haitallisia raskasmetalleja kuten kadmiumia ja nikkeliä. Laboratorioanalyysin perusteella vapaasti leijuvan pölyn koostumus tiedettiin riittävällä tarkkuudella. Tätä kautta muodostettiin tutkimushypoteesi, jossa päivittäiseen pitoisuuksien seurantaan riittää partikkelimittaus. Jos kerran voidaan riittävällä tarkkuudella tietää, mikä on pölyn kemiallinen koostumus, voidaan tarvittavat raja-arvot määrittää pelkän pitoisuuden perusteella.

Toteutukseen päätettiin ottaa sekä erillinen sensori, joka on kiinnitetty pieneen tietokoneeseen, että itsenäinen mittalaite, jossa on liitäntä datan lukemista varten. Pelkkien sensorien hankintaa varten teetettiin toinen opinnäytetyö, jossa rakennettiin ensimmäinen prototyyppi ja vertailtiin eri sensorityyppejä keskenään. Tämän perusteella valikoitui NOVA SDS021-partikkelisensori, joka asettui hinnaltaan ja laadultaan sopivaan luokkaan.

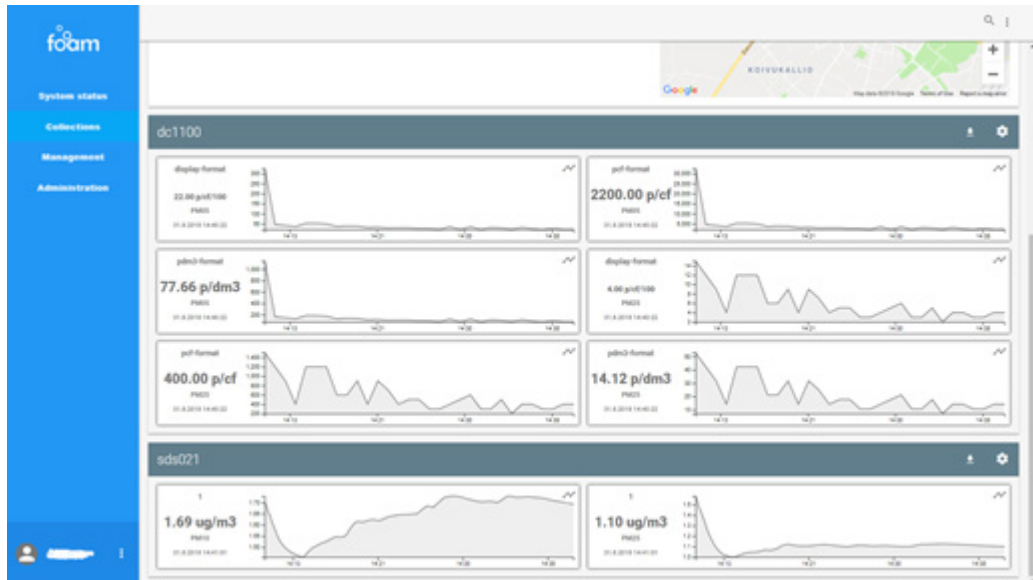
Samaan aikaan tutkittiin erilaisia itsenäisiä mittalaitteita. Projektille hankittiin Japanista bluetooth-yhteydellä toimiva partikkelimittari, jota luetaan mobiililaitteella. Tämän osalta törmättiin haasteisiin tiedonsiirron kanssa, ja se päätettiin pitää referenssilaitteena. Sen rinnalle ostettiin Dylos 1100 -partikkelimittari, jossa on sarjaportti ulkoista datan lukua varten. Tämä laite oli selvitystemme mukaan todettu käytännön testeissä hyvin tarkaksi ja hinta-laatusuhteeltaan erinomaiseksi. Itse tiedonkeruuta ja edelleenlähetystä varten tehtiin Raspberry Pi – pohjalle teollisuusympäristöä varten koteloitu laite, johon eri sensorit ja mittalaitteet voitaisiin kytkeä. Kokonaisuus on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 4. Ilman partikkelimäärän mittauskokonaisuus.

Vasemmassa reunassa on SDS021-sensori ja oikealla Dylos-partikkelimittari. Niiden välissä on koteloitu tietokone, johon molemmat laitteet on kytketty USB-liitännällä. Koteloon asennettiin myös näyttö, jonka avulla mittauksia pystyttiin esittämään suoraan paikan päällä.

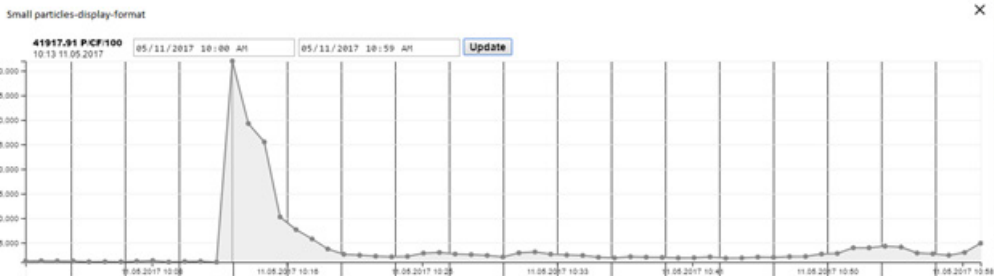
Tästä data siirtyi Foam-alustan kautta tietokantaan, jonka näytöllä mittaustulokset näytävät seuraavalta:



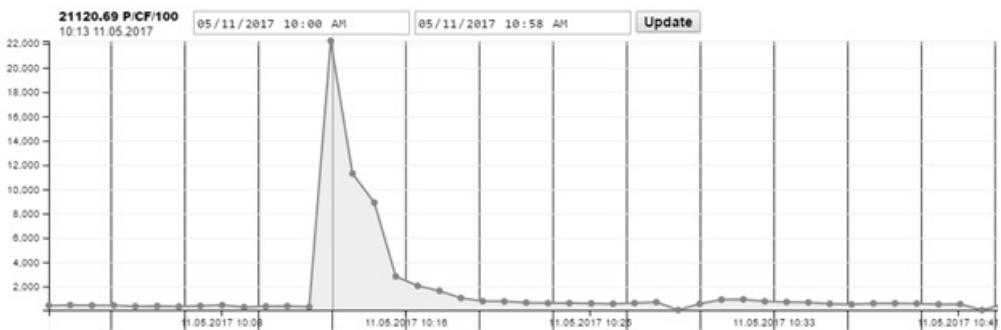
Kuva 5. Partikkelimitauksen aikasarjaa Foamin web-käyttöliittymässä.

Sensoreiden antamat arvot käyvät tyypiesimerkistä niistä haasteista, mihin sensoridatan kanssa ajaututaan. SDS-sensori esittää tuloksena mikrogrammoina / m³, kun taas Dylos käyttää partikkeleita / m³. On selvää, että tarkka muunnos näiden välillä ei ole kovin yksinkertaista. Toisaalta lienee tosiasia, ettei SDS kykene mittaamaan aidosti partikkeleiden painoa, vaan lukuarvo on jonkinlainen approksimaatio. Tästä seurasi kuitenkin se, ettei mittareiden antamia arvoja pystytty vertaamaan suoraan toisiinsa. Sen pystyi kuitenkin päättelemään, että laitteiden responsiivisuus on hyvin erityyppinen. Dylos reagoi välittömästi pieneenkin altistukseen (kankaan heilautus laitteen edessä), kun SDS jättää tällaisen huomiotta. Tämä saattaa antaa viitettä laitteiden erilaisiin resoluutioihin ja tarkkuuksiin.

Kuvattu laitekokonaisuus oli asennettuna Akkuser-yrityksen tuotantotilassa 6.2.-21.10.2017 pienin huoltokatkoin, ja dataa kertyi sinä aikana 1,2 miljoonaa riviä. Mittausajanjaksolla tunnistettiin tietyissä ajankohdissa merkittäviä pölyisyyspiikkejä, joista esimerkki 11.5.2017 klo 10:13 seuraavassa kuvassa, PM_{2.5} ja PM₁₀ erillisinä kuvaajina.



large-particles-display format



Kuvio 9. Sisäilman pölypiikki Foamin web-käyttöliittymän esittämänä.

Asiaa selvitettiin yhdessä yrityksen kanssa. Kun ko. ajankohtia verrattiin valvontakameran kuviin, tunnistettiin myös pölypiikin aiheuttaja. Noina hetkinä teollisuushallin iso ulko-ovi avattiin. Tämä aiheutti ilmeisesti pölyn nousemisen pinnoilta leijumaan. Tätä arvokasta tietoa voitiin käyttää nyt yrityksessä toiminnan suunnitteluun niin, että työntekijät välttyvät ylimääräiseltä altistukselta.

5.2.3 Johtopäätöksiä

Demonstraation kautta kävi selväksi se, että partikkeleiden mittaaminen ja laajankin langattoman mittaverkon rakentaminen edullisesti on tänä päivänä jo täysin mahdollista. Toisaalta huomattiin, että sensoreiden välillä on varsinkin halvemmassa hintaluokassa suuria laatueroja. Luotettavan mittauksen tarjoavan sensorin hinta-laatusuhde on harkittava tapauskohtaisesti. Lisäksi hyvin saman tyyppisiä sensoreita on markkinoilla kymmenittäin, ja parhaimman valitseminen edellyttää huolellista testausta tarkan referenssimittarin kanssa. Tähän on vain varattava riittävästi aikaa ja resursseja, mutta se varmasti palkitsee paremmalla luotettavuudella.

5.3 Demonstraatio paikkatiedon hyödyntämisestä

5.3.1 Taustaa

Paikkatieto on eräs tyypillinen metatieto, joka voi tuoda paljon lisäarvoa mittausdatalle. Metatieto eli kuvaileva liitännäistieto esimerkiksi mittausajankohdasta, paikasta ja mittayksiköstä on itse asiassa datan käyttökelpoisuuden kannalta kriittistä. Pelkkä numeroarvo on ilman metainformaatiota arvotonta. Paikkatieto kytkee saadun lukuarvon johonkin maantieteelliseen sijaintiin. Tätä tietoa voidaan käyttää mittalaitteen sijainnin määrittelyyn, mutta aikasarjana sen avulla voidaan piirtää reitti, mitä pitkin mittauspiste on liikkunut. Tämä taas avaa uusia mahdollisuuksia esimerkiksi erilaisten liikkuvien laitteiden ja työkoneneiden seurantaan, työajan dokumentointiin, työn laskutukseen.

Nykyään on markkinoilla paljon laitteita, jotka kykenevät tallentamaan myös sijaintitiedon varsinaisen datan mukaan, oli sitten kyseessä sykemittari tai digikamera. Toisaalta käytössä on paljon laitteita, joissa tätä optiota ei ole, vaan sitä varten on rakennettava oma tiedonkeruujärjestelmänsä. Paikkatiedon käyttökelpoisuus onkin arvioitava tapauskohtaisesti.

5.3.2 Paikkatiedon demonstraation esittely

Tässäkin demonstraatioissa impulssi tuli yrityksiltä. Ylivieskalaisen Vaman tavoitteena on tulevaisuudessa digitaalisten palveluiden yhä vahvempi hyödyntäminen osana tiehoitokoneita. Tähän liittyen TILT-hankkeessa demonstroitiin digitaalisen ohjauksen ja käyttöliittymän kehittämistä siten, että paikkatieto- ja etäohjauksratkaisut tuotaisiin osaksi tuotteita. Logiikkaohjausta demonstroitaessa tutustuttiin ensin CoDeSys-logiikkaohjelmointiin ja opiskelijan projektityön avulla demonstroitiin logiikkaohjauksen ja käyttöliittymän toteutusta. Käyttöliittymään kuuluvaan paikannussovellukseen laadittiin karttapohja sekä raportointityökalu, josta pystyy tulostamaan erilaisia raportteja. Näissä näkyy esimerkiksi ajon aloitus- ja lopetusajankohta, reitin aloitus- ja lopetuspaikan osoite, käytetty ajoaika sekä levitettyyn materiaaliin (hiekkä, suola jne.) liittyvä tunnistus. Seuraavassa kuvassa on esitetty yrityksen kehittämä hiekoituslaitteisto ja demonstraatioissa käytetty toteutusratkaisu.

VAMA GPS tracking and data reporting concept for mobile machines



Kuvio 10. Paikkatietoa hyödyntävän tienhoitokoneen demonstraatioissa käytetty toteutusratkaisu.

5.3.3 Johtopäätöksiä

Demonstraatio paikkatiedon hyödyntämisestä työkonteen käytössä oli kaiken kaikkiaan rohkaiseva. Tehty ratkaisu osoittautui toimivaksi ja antaa positiivisen signaalin yrityksille, jotka haluavat edetä kaupalliseen ratkaisuun asiassa. Demonstraation pohjalta käyttöliittymän ja ohjauksen kehittämistä jatkettiin Tekes-rahoitteisessa Fast Wow -projektissa, jossa tehtiin myös paikannus- ja raportointityökalujen käyttökokeita liikkuvassa ajoneuvossa. Lupaavien käyttökokeiden jälkeen yritys kehittää järjestelmää tarpeen mukaan eteenpäin.

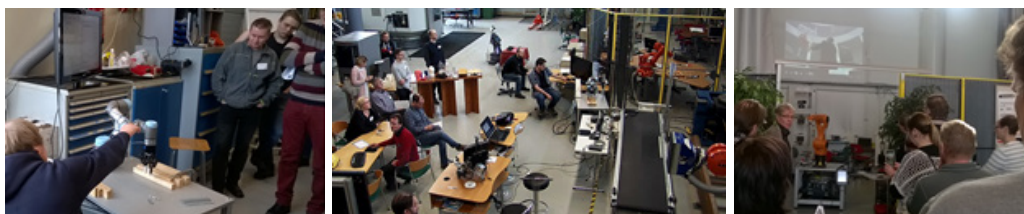
5.4 Uuden sukupolven robotit hyötykäytössä

5.4.1 Taustaa

Robottiikan uusi sukupolvi valtaa alaa teollisuudessa. Uuden sukupolven robotit voidaan vapauttaa häkeistään toimimaan ihmisen rinnalla. Ihminen voi opettaa robotille oikeat liikeradat ja kohdistukset vaikka omin käsin ohjaamalla. Tätä kautta uuden sukupolven robotin opettaminen uusiin tehtäviin sujuu nopeammin. Toisin kuin edellisen sukupolven robottia, tätä uutta ei tarvitse pelätä. Se aistii ympäristöään ja tunnistaa ihmisen läsnäolon. Tällöin se voidaan ohjelmoida hidastamaan vauhtia, ja riittävän lähellä ihmistä ollessaan se pysähtyy kokonaan tai jopa väistää. Näistä syistä uusia robotteja kutsutaan yhteistoiminnallisiksi eli kollaboratiivisiksi roboteiksi, lyhennettynä Cobot.

5.4.2 Oppivat ja joustavat Cobotit – TILT-robottien demonstraatio

TILT-hankkeessa toteutettiin uuden sukupolven robottien käyttöönottoa ja demonstrointeja yrityksille tyypillisissä kappaleenkäsittelytehtävissä. Universal Robotsin yhteistyörobotin (cobot) UR3-osalta demonstroitiin robotin ohjausta käskyttämällä sitä ohjaintabletin kautta, eri simulointityökalujen avulla sekä johdattamalla sitä käsin. Myös robotin turvajärjestelmää virtuaalisineen ja törmäyksen tunnistamisineen demonstroitiin Centrian järjestämissä työpajoissa. UR3-robottiin kytkettiin myös konenäköjärjestelmä ja voima-anturi sekä demonstroitiin niiden käyttöä.



Kuva 6. Työpajoissa esiteltiin UR3- ja KR6 –robottidemonstraatioita.

KUKA KR6 -robotin osalta toteutettiin ensin tarvittavat paineilma-, I/O- ja Ethernet-kytkennät. Robottiin on kytketty ohjelmoitava operointipaneeli, jolla voidaan monitoroida esimerkiksi robotin tulojen ja lähtöjen tilaa.

5.4.3 Johtopäätöksiä

Keskeisimpänä kehityskohteena oli KUKA:n simulointi-, etäohjelmointi- ja turvaympäristön käyttöönotto, jossa törmättiin sekä laitevikoihin ja ohjelmistoversioiden yhteensopivuusongelmiin. Ongelmakohdista keskusteltiin laitteiston toimittajan kanssa ja pitkällisten testausten

jälkeen simulointi-, etäohjelmointi- ja turvaympäristöillä voitiin tehdä suunniteltuja demonstraatioita. Tällä hetkellä molemmat robotit ovat hyötykäytössä uusissa hankkeissa. Niissä erilaiset yhteiskäyttö ja vuorovaikutteisuuskenaariot ovat tutkimuksen alla.

5.5 Demonstraatio tekoälyn ja robotiikan yhteissovelluksesta

5.5.1 Taustaa

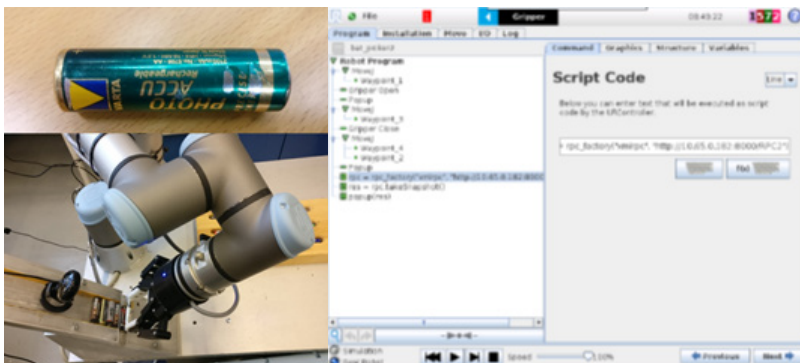
Tekoälyn (Artificial Intelligence, AI) käsitettä viljellään yleisessä keskustelussa varsin huolehtomasti. Tarkkaan ottaen sillä tarkoitetaan ratkaisua, jossa tietokoneohjelma oppii itsenäisesti tunnistamaan tiettyjä ilmiöitä annetusta datasta. Data-analytiikka voi olla yleisellä tasolla myös vahvasti ihmisen työskentelyä, mutta tekoälyssä järjestelmä oppii ilman apua, ja datan karttuessa järjestelmä kykenee yhä tarkempiin tuloksiin. Uutisotsikoissa on esitelty mm. tekoälyratkaisua, joka riittävän suuren määrän mammografiakuvia tutkittuaan tunnistaa syöpäpätsäkkeitä lääkäreitä luotettavammin.

Eräs tekoälyn perinteinen sovellusalue teollisuudessa on konenäkö. Ajatuksena on, että tietokoneohjelmisto oppii tunnistamaan kuvasta tiettyjä objekteja, esimerkiksi pinnoitevaurioita tai vioittuneita kappaleita liukuhihnalla. Aiemmin esiteltiin Centrian uudet cobot-järjestelmät, joihin yhdistettynä konenäkösovellukselle olisi paljon käyttöä.

5.5.2 Patterilajitteludemon toteutus

Demonstraation tavoitteena oli kokeilla tekoälyä paristojen lajittelutehtävässä. Yrityksellä on tavoitteena kehittää paristojen lajitteluratkaisua kierrätyslaitokseensa, jossa on kyky kierrättää ongelmajätteenä luokitellut paristot ja kuiva-akut ympäristöstävällisesti. Konenäkölle voisi olla sopiva tehtävä poimia AA-patterivirrasta ladattavat akut. Kartoituksessa oli havaittu tyyppillinen tilanne, jossa pienen kaliiperin ratkaisuja oli erittäin vaikea löytää. Sen sijaan massiivisia, satojen tuhansien järjestelmiä oli tarjolla, mutta ne eivät kalleudestaan huolimatta pystyneet tarjoamaan kokonaisratkaisua. Siksi TILT-projektissa lähdettiin tutkimaan, missä määrin pienen mittakaavan lajitteluratkaisulla olisi hyödynnettävyyttä.

Demonstraatiossa UR3-yhteistyörobotti siirtää paristot kameralle ja kameras antaman päätöksen perusteella ne lajitellaan opetettujen esimerkkien pohjalta. Demonstraatiossa ohjainena toiminut Raspberry Pi -ohjain hyödynsi TensorFlow:n (<https://www.tensorflow.org/>) Convolutional Neural Network (CNN) neuroverkkoa lajittelussa. Webbikameran kuvankaappauksessa käytettiin OpenCV -ohjelmistoa.



Kuva 7. Paristojen lajittelussa testattiin tekoälyä. (TensorFlow / CNN)

5.5.3 Johtopäätöksiä

Patterilajittelu oli konenäön käyttötapausena varsin sopiva toteutettavaksi. Kehitystyötä hidasti yhden työntekijän siirtyminen pois organisaatiosta, ja uusien henkilöiden järjestäminen tilalle vei paljon aikaa. Prosessissa päästiin kuitenkin vaiheeseen, jossa kone kykeni tunnistamaan sille opetetut patterit varsin hyvin. Seuraavassa vaiheessa olisi ollut edessä jonkinlaisen mittausaseman rakentaminen, jossa patterit olisivat pyörineet sopivaa vauhtia niin, että niistä olisi saatu täysi kuva ympäri asti. Samoin suunniteltiin mahdollista demonstraatiota yrityksen tiloissa, mutta sellaisenaan robottidemonstratio olisi ollut liian kömpelö ja tilaa vievä.

Tutkimusprojektista onkin näissä tilanteissa vielä varsin pitkä matka toimivaan kaupalliseen toteutukseen. Vaikka perusteknologia toimosikin tyydyttävästi, varsinaisen mittaustilanteen suunnittelu, fyysisten rakenteiden tekeminen, mittausten vakioiminen ja nopeuden säätäminen ovat jo itsessään varsin paljon työtä vaativia prosesseja. Kokematon tulee helposti aliarviointeeksi niiden viemän ajan.

Tällä hetkellä asian tiimoilla on vakavia suunnitelmia edetä järjestelmällisesti eteenpäin toisen hankkeen kautta. TILT-projektissa tehty työ antaa sille hyvät askelmerkit ja osoittaa joka tapauksessa alkuperäisen idean toimivuuden.

5.6 Sensorialustan demonstraatio liikkuvassa laitteessa

5.6.1 Taustaa

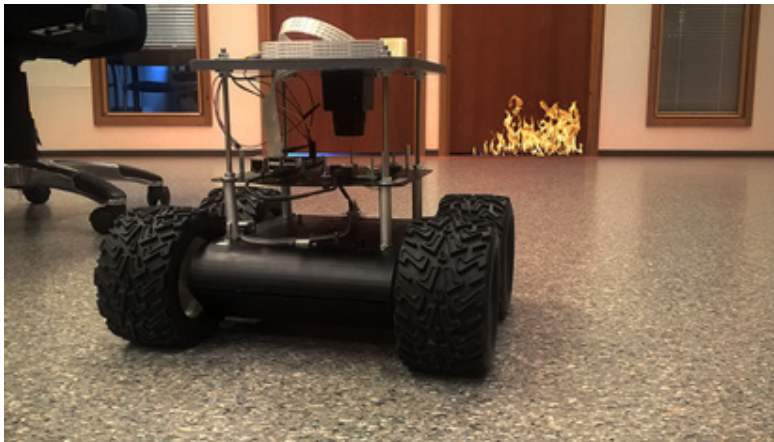
Datan keruuta suunniteltaessa on varsin tyypillistä, että sensoreiden tarve keskittyy tiettyihin paikkoihin. Prosessissa on tiettyjä nivelkohtia, joista tarvitaan useita parametreja seurantaan. Tai sitten tutkittava asia on luonteeltaan sellainen, että tarvitaan useampi eri mittaustapa, ja vasta niiden yhdistelmällä voidaan luotettavasti todentaa todellinen tilanne.

Joskus on kustannustehokkaampaa tehdä tästä liikkuva järjestelmä kuin kylvää sensoreita ympäri hallia. Näin tarvittavaa sensorivalikoimaa voidaan liikuttaa kiskoa tai vaijeria pitkin, laittaa se dronen kuljetettavaksi ilmaan tai pyörille liikkuvan robotin päälle. Näin voitaisiin ajatella vaikkapa yhtä kallista lämpökameraa, jota kuljetettaisiin pitkin tuotantolinjaa, ja se kuvaisi halettuja kohtia ja näin seuraisi lämpötilojen muutoksia kriittisissä kohdissa.

TILT-projektin ensivaiheissa käynnistettiinkin oma kehityshaaransa myös liikkuvalla sensorirobotille, jonka avulla voitaisiin tehdä automaattista valvontaa ympäri vuorokauden. Eryteisesti puualan yrityksissä on jatkuvana haasteena paloriskien hallinta. Tätä varten alettiin kehittää pyörillä kulkeva robotti, joka voitaisiin varustaa erilaisilla tulipalon tunnistavilla sensoreilla. Ajatus oli silti monikäyttöisestä laitteesta, joka voitaisiin räätälöidä myös moniin erilaisiin käyttökohteisiin.

5.6.2 Sensorialustan toteutus

Wifibot-robotin kehitystyö on alkanut jo useita vuosia sitten hyvin toisenlaisella laitealustalla. Sitä on kehitetty aikaisemmissa projekteissa monen henkilön toimesta. Laitteistoa ja sen ohjelmistoa ovat kehittäneet aiemmin myös ulkomailta työharjoittelussa olleita opiskelijoita. Viimeisimmän muotonsa robotti oli saanut TILT-projektissa vuonna 2016 kahden Hollannista työharjoittelujaksolle saapuneen elektroniikkainsinööriopiskelijan toimesta.



Kuva 8. WiFi-palovalvontarobotti kuvitteellisessa tositilanteessa.

Robotin laitealustalle on aiemmassa kehitysvaiheessa toteutettu ohjelmisto, joka sisälsi sensorialustan sensoreihin, tiedonsiirtoon ja robotin liikkumiseen liittyviä toimintoja. Robotin navigaatiota kokeiltiin monilla keinoilla laserkeilaimesta RFID-lattiatageihin. Koska tietoliikenne perustui WiFi-yhteyteen, konseptia alettiin kutsua WiFi-botiksi.

Ensimmäisessä versiossa sekä robotin navigointitoiminnot että sensoridatan käsittely oli toteutettu yhteen ja samaan ohjelmaan. Osittain siitä syystä robotin toiminnallisuuden toteutuksessa ei oltu vielä päästy halutulle tasolle. Samanaikainen sensorien käyttäminen ja robotin ohjaaminen aiheuttivat häiriöitä toiminnalle. Häiriöt ilmenivät sensorien tiedonsiirto-ongelmina ja robotin hallittavuuden ongelmina.

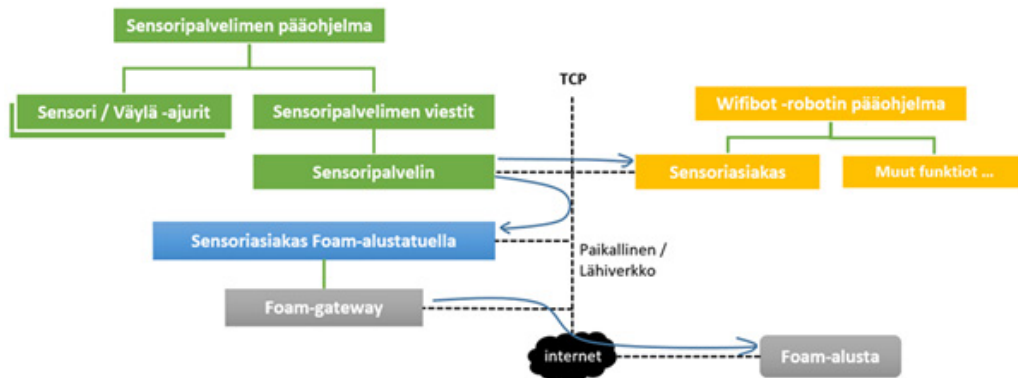
Vanhaan ohjelmistoon päätettiin tehdä muutoksia edellä mainittujen ongelmien lisäksi myös seuraavien kehitystarpeiden johdosta. Sensorialustan käyttäminen haluttiin tuoda omaksi ohjelmakseen, jotta sensoridatan kerääminen onnistuisi itsenäisesti ja erillään robotin muista toiminnoista. Lisäksi tarvittiin tuen lisäys Foam-alustalle. Näin saataisiin yleiskäyttöinen sensorialusta ja paikallinen gateway, jonka kautta sensorien asentaminen onnistuisi monein eriin paikkoihin, ei ainoastaan pyörien päälle.

Uuden kehitysvaiheen käynnistäminen edellytti ensimmäisenä vaiheena nykyiseen ohjelmistototeutukseen perehtymisen. Sitten ohjelmistosta kartoitettiin ne ongelmakohdat, jotka ajateltiin olevan kohdattujen ongelmien taustalla. Seuraavaksi ohjelmakoodista eriytettiin omaksi ohjelmakseen kaikki sensorialustan käyttämiseen liittyvät ohjelmiston osat. Tässä projektissa uutena lisäyksenä sensorialustalle toteutettiin tarvittava ohjelmisto valitulle pienhiukkasia ilmaisevalle sensorille.

Tämän jälkeen uudelleen suunniteltiin löydetty ongelmakohdat ottaen huomioon kaavailut uudet ominaisuudet. Sitten toteutettiin toiminnot ja tarvittavat rajapinnat sensoritiedon välittämiseksi sensoripalvelimen ohjelmistosta robotin ohjelmistolle sekä Foam-alustatuelle. Lopuksi uudesta toteutuksesta kirjoitettiin käyttöohje, jonka avulla uudet käyttäjät pääsevät nopeasti alkuun ohjelmiston käytössä tai jatkokehityksessä.

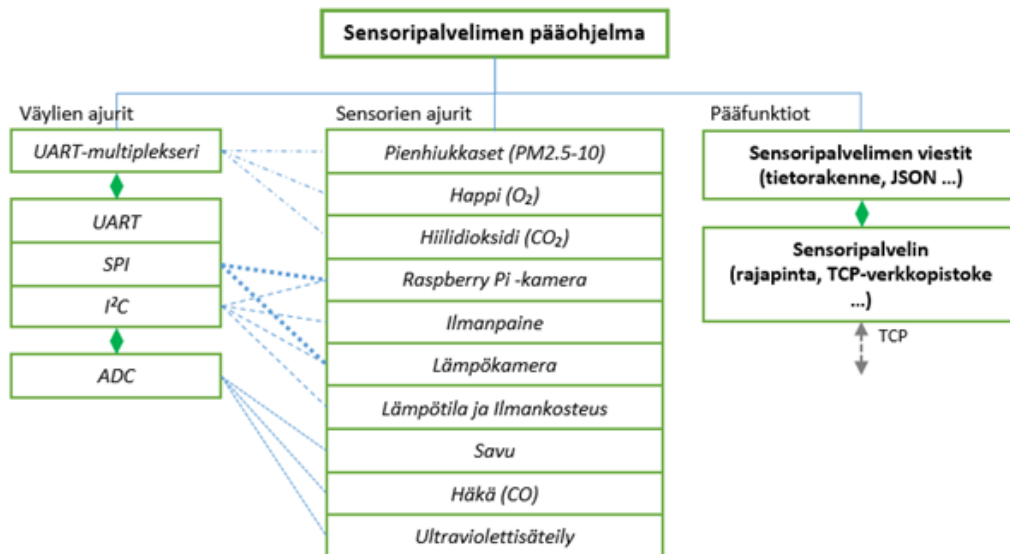
Kaksi sensorialustan ulkopuolelle jätettyä Wifibot-robotista löytyvää sensoria olivat infrapuna-etaisyys sensori ja laser-tutka. Nämä sensorit ovat ensisijaisia ja kriittisiä robotin turvallisen

hallittavuuden kannalta. Näitä sensoreita robotin täytyy autonomisesti liikkueessaan lukea viivettä jatkuvasti. Sensorialustan sensorit ovat toissijaisia, koska ne eivät vaikuta robotin hallittavuuteen. Ne ovat robotin varsinainen kuorma ja käyttötarkoitus.



Kuvio 11. Kehitetyt ohjelmistokomponentit ja liittyminen Foam-alustaan.

Edellisessä kuvassa on esitetty uudet kehitetyt ohjelmistokomponentit, ja se miten ne liittyvät kokonaisuuteen. Ohjelmistokehitystyö kohdistui kolmeen toiminnallisuuteen. Nämä olivat sensoripalvelin, sensoriasiakas Wifi-bot-robotille ja Foam-alustatuella sisältävä sensoriasiakas. Sensoripalvelinohjelma tarjoaa TCP-verkkorajapinnan mitatulle sensoridatalle. Wifi-bot-robotin käyttöön kehitetty sensoriasiakas on TCP-verkkorajapinnalla sensoridataa pyytävä ohjelmistokomponentti. Foam-alustatuellinen sensoriasiakas pyytää ja välittää sensoridatan TCP-yhteydellä Foam-alustaan.



Kuvio 12. Sensoripalvelimen ohjelmiston osat.

Edellä olevassa kuvassa on esitetty, mistä osista sensoripalvelimen ohjelma muodostuu. Tämä ohjelma kirjoitettiin C++ -kielellä käyttäen Eclipse-kehitysympäristöä Raspberry Pi -kortilla. Ohjelmakoodi pystyttiin siten kääntämään täysin ajettavaan muotoon Wifi-bot-robotin omalla

laitealustalla. Ohjelmakoodi toteutettiin hyödyntäen thread-standardikirjaston ominaisuuksia ohjelman säikeisyyden toteuttamiseksi.

Yhteys Foam-alustaan muodostetaan Foam-alustatuen avulla. Tämän muodostavat Foam-gateway ja Foam-service -nimiset python-ohjelmat yhdessä. Service-osa toteutetaan aina sovel-luskohtaisesti. Tuki Foam-alustalle toteutettiin tästä johtuen python-ohjelmistokomponent-tina. Toteutettu service-osa toimii sensoriasiakkaana sensoripalvelimen ja Foam-alustatuen gateway-osan välillä.

5.6.3 Johtopäätöksiä

Tässä projektissa aikaansaadun toteutuksen ansiosta Wifibot-robotin sensorialustalta saatava sensoridata ja kuadata ovat käytettävissä riippumattomasti. Wifibot-robotin muuta ohjelmis-toa ei enää tarvita sensorialustan käyttämisessä. Sensorialustan tiedot voidaan nyt välittää paikallisesti, lähiverkossa tai internetin ylitse. Tämä mahdollistaa erilaisiin järjestelmäkoon-panoihin mukautumisen, sekä uusiin sovellusalueisiin laajentumisen.

Foam-alustatuen toteuttamisen ansiosta sensorialustalta saatavat tiedot tallentuvat nyt verk-koyhteyden välityksellä Foam-alustaan. Samanaikaisesti nämä tiedot ovat myös Wifibot-robo-tin ohjelman käytettävissä, omalla tiedonsiirtoyhteydellään. Sensorialustan tietoja saa tarvit-taessa samanaikaisesti kymmenen sensoritietoja tarvitsevaa asiakasohjelmaa. Tallentaminen Foam-alustaan mahdollistaa tietojen hallitun säilömistä, myöhemmän analysoinnin ja inter-net tietoyhteyden.

Toteutetun ohjelmiston kuormittavuus Wifibot-robotin tietokoneelle testattiin. Testien tulok-sista voidaan todeta, että normaalikäytössä ohjelmisto kuormittaa tietokonetta vain vähäi-sesti. Ottamalla käyttöön useampia sensoriasiakkaita ja nostamalla palvelupyyntöjen tiheyttä kuormittavuus vastaavasti nousee. Yhden prosessoriytimen käyttöastetta vastaavaan kuormi-tukseen päästiin vasta, kun palvelupyyntöjen kokonaismäärä oli noin 130 minuutissa. Silloinkin oli vielä kolmen prosessoriytimen edestä suoritustehoa vapaana muuhun käyttöön. Näin ollen normaalikäytössä Wifibot-robotin hallintaan, autonomiaan ja hälytyksiin liittyviin toimintoihin on käytettävissä lähes kaikki tietokoneen suorituskyky.

Projektissa kehitetty ohjelmistokokonaisuus tarjoaa hyvän lähtökohdan uusille samankaltai-sille IoT-sensorialustaratkaisuille. Tällaisenaan sensorit voidaan asentaa periaatteessa mihin vain, ja alusta tarjoaa kaikki tarvittavat palvelut sensoridatan välittämiseen eteenpäin Foam-alustaan. Sensoriasiakasohjelmat toteutettiin Python- ja C++ -kielillä, nämä tarjoavat valmiit vaihtoehdot myös uusien sovelluksien tarpeisiin.

5.7 IoT-pohjaisen viljankuivausmittausjärjestelmän datojen analysointi

5.7.1 Taustaa

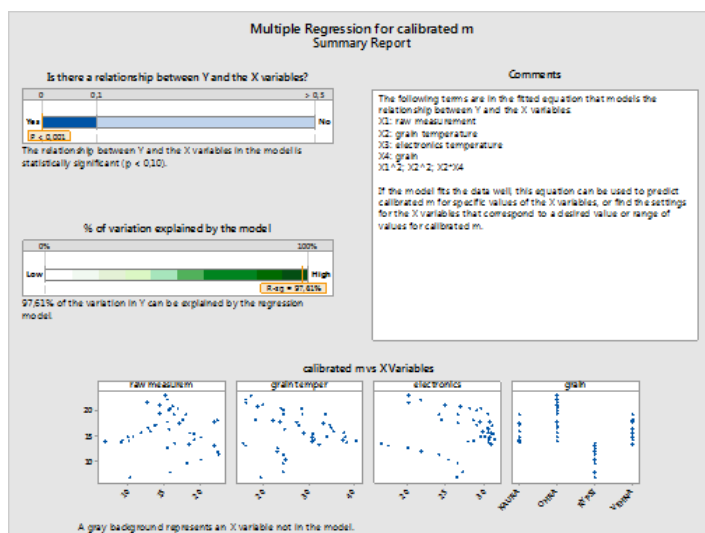
PehuTec Oy on kehittänyt IoT-ratkaisun helpottamaan viljelijän arkea. Wiljami viljankosteus-mittari on tarkoitettu viljan kosteuden mittaukseen. Laite mittaa viljan kosteuden ja viljan lämpötilan jatkuvasti kuivauksen aikana. Tulokset voidaan lukea joko näyttö-/ohjausyksiköstä tai etäkäyttöliittymästä internetin välityksellä. Laite voidaan liittää ohjaamaan kuivauksen lo-pettaminen halutussa viljan kosteudessa. Wiljamin asentaminen onnistuu helposti uuteen tai vanhempaan kuivuriin.

Wiljami mahdollistaa etäseurannan. Mittaustuloksia voidaan seurata ja kontrolloida etänä älypuhelimella tai tietokoneella. Ohjelmisto toimii nettiselaimella. Kuivausprosessi pysäytetään automaattisesti, kun haluttu kosteusprosentti on saavutettu. Järjestelmä lähettää tekstiviestit kuivauksen aikaisista tapahtumista ja hälytyksistä. Kuivauserien raportit ovat nähtävillä etäkäyttöliittymän kautta. Data-analyysin mahdollisuuksia kuvaavana ja hyödyntämisen käyttötauksena tehtiin Wiljami viljankuivausmittausjärjestelmän datojen analysointia.

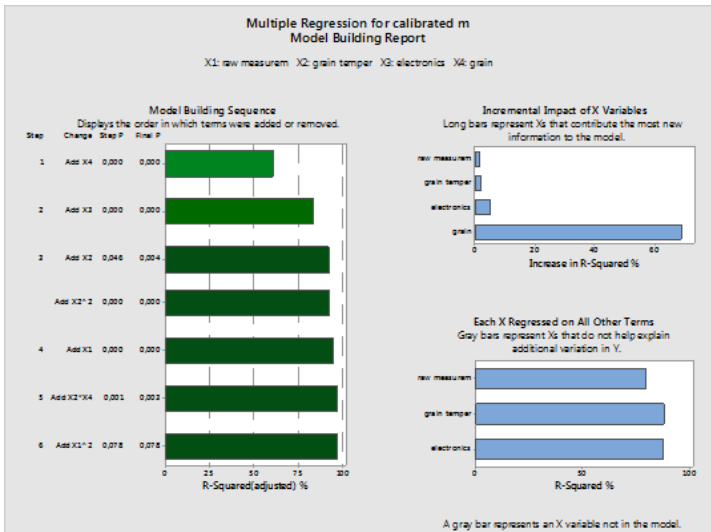
5.7.2 IoT data-analytiikan käyttötapaus

Jotta Wiljami toimii oikein eri viljalajeille, se sisältää muunnostaulukot kapasitiiviselta anturilta eri viljalajeille. Käytännössä kuivurissa kierrossa olevat viljat ovat märkiä kuivurin reunoilla, jolloin käsimittaus saattaa antaa liian kuivan kuvan. Syksyllä 2016 tehtiin muutamilla tiloilla myös käsimitaukset (calibrated moisture), joilla muunnostaulukoiden osuvuutta voidaan tarkastella. Data-analytiikalla kiinnostavia selvitettäviä asioita olivat: vaikuttako elektroniikan lämpötila tuloksiin ja ovatko eri viljalajikkeiden käyrästöt kohdallaan? Täten Wiljami viljankuivausmittausten analysointi keskittyi niihin mittauksiin, jotka sisälsivät myös tarkasti laboratorioissa analysoituja referenssimittauksia. Viljankuivauslaitteiston antamien kosteusarvojen ja referenssimittausten välillä on niin merkittäviä eroja, että eri viljalajeille käytettyjen kalibrointikäyrästöjen päivitystarve on ilmeinen. Haettiin lineaarisella regressiolla mahdollista mallia kosteusarvon määrittämiseksi. Tutkittiin usean muuttujan regressiomallilla eri muuttujien vaikutusta kosteuden määrittämiseen.

Käytettyjä muuttujia olivat viljalajike (grain), lämpötila kompensoimaton mittauservo (raw measurement), viljan lämpötila (grain temperature) ja elektroniikan lämpötila (electronics temperature) tuloksiin. Sallimalla mallin käyttää lineaarisen regressioon lisäksi myös neliöllisiä termejä ja kahden muuttujan vuorovaikutusta mallin antamat tulokset verrattuna referenssi käsimitauksiin paranivat. Seuraavissa kuvioissa ovat Minitab-ohjelmiston tuottama yhteenvedo raportti ja muuttujien vaikutuksen arvio ko. mallin rakentamisessa. Viljalajikkeella on odotetusti suurin vaikutus kosteuteen, mutta sekä viljan että elektroniikan lämpötilalla on samaa suuruusluokkaa oleva vaikutus kuin varsinaisilla kompensoimattomilla kosteuden mittauservoilla.



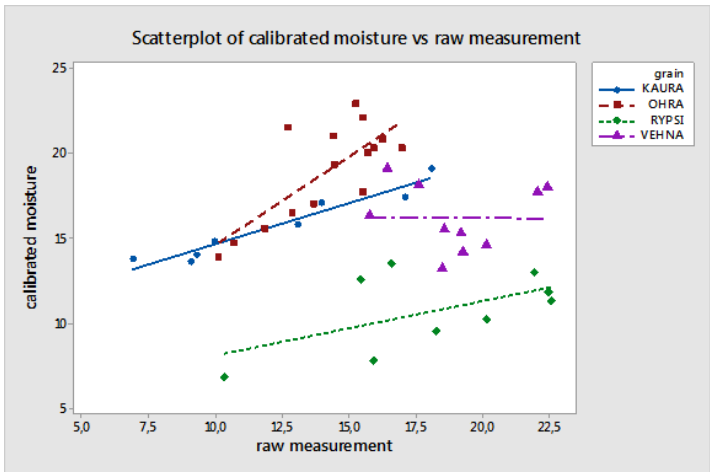
Kuvio 13. Regressiomallin yhteenvedo.



Kuvio 14. Muuttujien vaikutus regressiomallin rakentamisessa.

5.7.3 Johtopäätöksiä

Analyysi tehtiin käyttäen vain neljää mittausarjaa, eikä tuloksissa ole arvoja läheskään koko kalibrointikäyrästöjen koko skaalalta. Lisäksi hajonta oli varsin suurta mittausten alussa, kuten seuraavan kuvion hajontakuviosta nähdään. Näistä syistä kosteuden määrittystä ei ole syytä päivittää suoraan regressiomallin mukaisiksi. Sen sijaan tulokset kertovat minkä muiden parametrien (viljalajikkeen lisäksi) muuttuminen kannattaisi huomioida, mikäli tehdään jatkossa uusi referenssimittausten sarja.



Kuvio 15. Kompensoimattomien mittausarvojen ja referenssimittausten hajontakuvio.

6. MUUTOSPAINHEET ORGANISAATIOSSA

6.1 Teollista internetiä hyödyntävä palveluliiketoiminta

6.1.1 Taustaa

Digitalisaatio on mullistanut liiketoimintaa niin, että monilla aloilla liiketoimintamallit ovat muuttuneet hyvin radikaalistikin. Tunnettuja esimerkkejä on jo varsin paljon. Uber on maailman suurin taksifirma ilman, että se omistaa yhtään taksiautoa. Facebook on maailman suosituin median omistaja ilman, että se luo itse mitään sisältöä. Alibaba on maailman arvokkain vähittäismyöntiyritys, ilman että se omistaa yhtään kivijalkamyymälää. Airbnb on maailman suurin majoituksen tarjoaja, ilman että se omistaa yhtään kiinteistöä.

Digitalisaatio ja siihen kasvanut uusi sukupolvi muuttavat tulevaisuuden kuluttajaliiketoimintaa. Tavaratalouden uusi logiikka on, ettei tavaroihin enää haluta investoida kuten ennen. Nuoret koulutetut kaupunkilaiset vuokraavat ja lainaavat tavaroita suoraan toisiltaan ja yhteiskäyttävät niitä hyödyntäen erilaisia digitaalisia palvelualustoja.

Teollinen palveluliiketoiminta on ja tulee olemaan yhä kriittisempi osa teollisuuden kilpailukyvyn kehittämisessä. Teollinen palveluliiketoiminta on uudenlaista kehittyvää työnjakoa asiakkaan ja toimittajan välillä. Perinteisesti toimittaja on toimittanut tuotteen ja asiakas on ottanut tuotteen vastaan, ottanut käyttöön ja ylläpitänyt tuotetta elinkaaren ajan. Palvelujen myötä toimittaja osallistuu asiakkaan toimintaan eri tavoin tuotteen toimittamisen jälkeenkin, esimerkiksi käyttöönottoon, huoltoon ja kunnossapitoon. Toimittajan ja asiakkaan yhteistoimintaan tulee mukaan yhteisen korkeamman arvonmuodostuksen synnyttäminen, josta molemmat hyötyvät. Yhteistyön lisääntymisen myötä liikevaihdon ennustettavuus tulee paremmaksi.

Teollinen internet on valtava mahdollistaja teollisen palveluliiketoiminnan kehittämisessä. Se tuo datan keruuseen ja analysointiin oleellisen muutoksen. Dataa on tarjolla yhä edullisemmin ja yhä kattavammin kaikilta teollisen toiminnan tasoilta. Teollinen internet suo mahdollisuudet sähköistää palvelut. Se antaa mahdollisuuksia lisätä tuotteisiin erilaisia palveluja, mutta se luo myös mahdollisuuksia synnyttää kokonaan uusia palveluja. Teollinen internet muuttaa toimintatapoja, luo uusia toimintoja ja muuttaa liiketoiminnan malleja. Voidaan sanoa, että teollinen internet mullistaa toimialarakenteita.

6.1.2 Toteutus

Työpaketissa 4 kehitettiin teollista internetiä hyödyntävien teollisuuden palveluliiketoimintojen suunnitteluperiaatteita ja konkreettisia suunnittelumenetelmiä yhdessä yritysten kanssa.

Aluksi syvennettiin tietoa ja tutustuttiin esimerkkeihin teollisen internetin hyödyntämisen yritystoteutuksista liiketoiminta- ja palveluinnovaatioiden kehittämisessä. Netistä etsittiin sellaisia yrityscaseja, joissa eri alojen yritykset ovat menestyksellisesti onnistuneet kehittämään palveluja ja liiketoimintoja.

Tämän jälkeen suunniteltiin teollisuusyritysten palveluliiketoimintamallia, jota voitiin käyttää työskentelyssä kahden yrityspilotin kanssa. Pilottiyritysten kanssa pidettiin aluksi suunnittelu-palaveri. Näiden aloituspalavereiden jälkeen suunniteltiin palvelujen ideakartoituksen mallia, jota sitten kokeiltiin näiden yrityksen kanssa. Lopuksi suunniteltiin kehittämisprosessia, miten

esiin nousevista palveluideoista voidaan lähteä kehittämään palveluaihioita. Näissä kehittämisprosesseissa pilottiyrietykset perehtyivät teollisen internetin mahdollisuuksiin palvelujen kehittämisessä ja saivat konkreettisia eväitä oman palvelusuunnittelun käynnistämiseen.

Edellä kuvattu kehittämistyö koottiin suunnitteluoppaaksi, joka on tämän raportin liitteenä: **”Teollista internetiä hyödyntävän palveluliiketoiminnan suunnitteluopas ja Työkirja”** (LII-TE2). Oppaassa johdatellaan teollisuuden palveluajatteluun ja palvelusuunnittelun periaatteisiin. Loppuosassa on teollisen palveluliiketoiminnan suunnitteluun tarkoitettu työkirja, jonka avulla voi aloittaa oman yrityksen konkreettisen palvelusuunnittelun. Työkirja antaa virikkeitä ja työkaluja teollisten palvelujen innovoinnille. Tavoitteena on, että työkirjaa työstäessä syntyy oivalluksia, löytää ratkaisuideoita ja keksii keinoja toteuttaa ne, ja näin teollisuuden palvelujen innovaatioprosessi lähtee liikkeelle.

6.1.3 Johtopäätöksiä

Teollisuuden palvelutoiminnan kehittämisellä tähdätään lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle. Asiakasarvo on asiakkaan hyötyjen ja uhrauksien suhde. Toimittajan tulee ymmärtää, mitkä elementit muodostavat asiakkaalle asiakasarvon mukaisia hyötyjä ja mitkä tekijät aiheuttavat asiakkaalle uhrauksia. Lisäksi on oivallettava, että arvonluonti asiakkaalle ei tapahdu toimittajayrityksen sisällä vaan asiakassuhteissa. Toimittajayrityksen roolina on mahdollistaa omilla prosesseillaan arvonkokemuksen syntyminen.

Teollisen palvelutoiminnan kehittämisessä on perimmiltään kyse toimittajan ja asiakkaan yhteistyön syventämisestä. Toimittaja miettii, että jos tähän saakka on toimitettu asiakkaalle tuotetta, voisiko tuotteen tarjota palveluna tai tuote-palveluyhdistelmänä. Jos asiakas on teollisuusyritys, toimittaja miettii, olisiko asiakkaalla sellaisia toimintoja, jonka se pystyisi toteuttamaan paremmin kuin asiakas? Voisiko toimittaja tarjota asiakkaalle ko. toiminnon palveluna niin, että molemmat saavat osansa arvon lisäyksestä: toimittajalle uusi palvelu tuo lisää liike-toimintaa, asiakkaalle toiminnan tehostumista.

Kun suunnitellaan palvelutoiminnan kehittämistä, oleellista on lisätä syväymmärrystä asiakkaan toimintoista ja arvoista. Läheiset, luottamukselliset suhteet asiakasyrityksen johtoon ja henkilöstöön ovat oleellisia. Syväymmärryksen lisäämiseksi olisi tärkeä päästä vielä havainnoimaan yrityksen toimintaa. Tutkittaessa asiakasarvon muodostumista käyttökontekstissa saadaan enemmän tietoa asiakkaiden kulttuurista, arvoista, asenteista ja toimintatavoista, jotka muodostavat asiakasarvon perustan. Asiakasarvon muodostumisen tutkiminen käyttötilanteissa tuo usein esille sellaista tietoa, joka on palvelun kehittämisen kannalta oleellista mutta jota asiakkaat eivät itse välttämättä koe oleelliseksi. Usein käyttötilanteessa asiakkaat tuovat esille sellaisia asioita, joita he eivät olisi muistaneet esimerkiksi käyttötilanteen ulkopuolella suoritettavan kyselyn aikana.

Teollinen palveluliiketoiminta on kombinaatio toimittajina ja asiakkaina olevista ihmisistä, valtavasti kehittyvistä digitalisaation mahdollistamista uusista teknologioista ja menetelmistä sekä täysin uusista liiketoimintamalleista. Kun hahmottaa tämän kokonaiskuvan ja oivaltaa näiden osa-alueiden mahdollisuudet uudenlaisen palvelutoiminnan kehittämisessä, niin pohja uusille palveluinnovaatioille on luotu ja on aika tarttua toimeen.

7. TUTKIMUSVERKOSTON KEHITTÄMINEN

TILT-hankkeella on ollut elinkaarensa mittaan merkittävä rooli erilaisten verkostojen luomisessa. Se on mahdollistanut pääsemisen mukaan erilaisiin kansainvälisiin ja kansallisiin tilaisuuksiin, puhumattakaan niistä verkottumismahdollisuuksista mitä TILT-hankkeen järjestämät tilaisuudet ovat tuoneet. Merkittävimpänä yksittäisenä tapahtumana oli Teollisen internetin työpaja Ylivieskassa 14.3., jonka TILT-hanke järjesti. Työpaja avasi aiheen teoriaa ja taustoja sekä toi esiin konkreettisia esimerkkejä teollisen internetin ratkaisuista. TILT oli myös mukana osatoteuttajana myös aiempien vuosien digitalisaatiotapahtumissa Ylivieskassa ja Nivalassa. Jokaiseen hankkeen työpajaan osallistui yli sata henkilöä.

Kansainvälisistä verkostoista nostettakoon esiin CyberWI-hankkeen kansainvälinen verkoston syntyminen. Hanke lähti TILT-hankkeen tarpeista saada enemmän osaamista tietoturvaan liittyen. Tietoturva oli TILT-hankkeen yhtenä teemana, mutta hankkeen heti hankkeen alkumetreillä havaittiin, että aihealue vaatii enemmän paneutumista. CyberWI-on kansainvälinen hanke, johon kuuluu niin tutkimuslaitoksia kuin yrityksiä Suomesta, Ruotsista ja Luxemburgista, mutta yhteistyöverkosto ulottuu laajemminkin Eurooppaan ja maailmalle, kuten Turkkiin, Espanjaan ja Japaniin.

Toisena esimerkkinä on syytä mainita AFarCloud-projekti, joka alkoi syyskuussa 2018, mutta jota haettiin kahtena vuonna ennen lopullista onnistumista. Tätä kautta saatiin Pohjois-Pohjanmaalle satojen tuhansien EU-tutkimustuki maatalouden digitalisaation kehittämiseen. Alueella on paljon maatalousalan laite- ja ohjelmistotoimittajia, jotka tullaan pitämään mukana prosessissa. Ylivieskassa tullaan järjestämään kansainvälinen maatalousteknologian demonstraatio kesällä 2019, johon aiotaan sisällyttää myös yleisölle avoin osuus. Pitkällä tähtäimellä maatalouden digitalisaatoratkaisut on tarkoitus nostaa pysyväksi osaksi projektiportfoliota. Tällä pyritään tukemaan alueen pieniä ja erikoistuneita yrityksiä nopeasti kehittyvän alan kärjessä.

7.1 Tieteellisiä konferensseja

Seuraavassa on lueteltu joukko teollisen internetin tutkimustapahtumia ja tieteellisiä artikkeleita, joihin tutkijaorganisaatioiden puolesta on osallistuttu osana TILT-projektia.

- Cognitive Infocommunication 2015 – konferenssi, 19-21 October, 2015, Győr, Hungary
 - o Marjo Heikkilä, Sakari Pieskä, Sikke de Jong, Christiaan Elsinga, "Experimenting Industrial Internet with a Mobile Robot -Expanding Human Cognitive Functions"
 - o Jouni Tervonen, Ville Isoherranen, Marjo Heikkilä, "A Review of the Cognitive Capabilities and Data Analysis Issues of the Future Industrial Internet-of-Things"
 - o Konferenssiartikkelin laajennuksen korjattu versio uudelleen arvioinnissa
 - Jouni K. Tervonen, Johanna Hautamäki, Marjo Heikkilä, and Ville Isoherranen, "Survey of business excellence by knowledge gathering for industrial Internet-of-Things applications", Int. J. of Management and Enterprise Development
- SIMS – International Symposium on Small-scale Intelligent Manufacturing Systems, 21-24 June 2016, UiT – The Arctic University of Norway, Narvik, Norway
 - o M. Heikkilä, A. Rättyä, S. Pieskä & J. Jämsä, Security Challenges in Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises

- 2016 8th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), Larnaca, Cyprus, 2016
 - o J. Tervonen, M. Hartikainen, M. Heikkilä and M. Koskela, "Applying and Comparing Two Measurement Approaches for the Estimation of Indoor WiFi Coverage".
Saataavilla: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe201701191195>
- 2017 IEEE International Workshop on Measurements and Networking (M&N), Naples, Italy, September 27-29, 2017
 - o Heikkilä, Marjo; Erkkilä, Juha; Koskela, Marjut; Heikkilä, Joni; Kupiainen, Tuomo; Tervonen, Jouni; Migliore, Marco, "Development of the measurement method for challenging NLOS conditions in mobile networks.
Saataavilla: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2017111450692>
 - o Konferenssiartikkelin laajennuksena
 - M. Heikkilä et al., "Field Measurement for Antenna Configuration Comparison in Challenging NLOS Locations," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. doi: 10.1109/TIM.2018.2857900.
Saataavilla: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2018082934259>
- 2018 Journal of Applied Sciences Hungary
 - o Pieskä, S.; Luimula, M.; Suominen, .T: Fast Experimentations with Virtual Technologies Pave the Way for Experience Economy, ISSN 1785-8860
- ANT-2018 - The 9th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies, May 8-11, 2018, Porto, Portugal
 - o Jouni Tervonen, "Experiment of the quality control of vegetable storage based on the Internet-of-Things", Procedia Computer Science, Volume 130, 2018, Pages 440-447, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.065>

8. LOPPUSANAT

Tässä raportissa on kuvattu yhden hankkeen aikaansaannoksia. Tulokset ovat monilta osin rohkaisevia, ja näillä mittareilla voidaan todeta TILT-projektin olleen menestyksekkäs. Katseen ei tule kuitenkaan antaa pysähtyä näihin välittömiin vaikutuksiin. TILT-hankkeen tyyppinen malli toimii näet onnistuessaan siemenenä useille uusille avauksille. Joukolla rajattuja demonstraatioita pystyttiin nytkin kattamaan laaja valikoima erilaisia käytännön käyttötapauksia, joilla on kiinteä yhteys pienteollisuuden päivittäisiin haasteisiin. Näiden pohjalta osaamista ja ratkaisujen kypsyttä voidaan syventää eteenpäin joko uusien hankkeiden tai palvelutoiminnan projektien kautta. Näin ollaan jo osan TILT-demonstraatioiden kanssa toimittukin, mikä kertoo oikeista valinnoista projektia suunniteltaessa.

On lisäksi tärkeä muistaa, että TILT-hankkeen rinnalla toteutettiin investointihanke, joka on ollut tärkeä työkalu tukilaboratorioiden kehittämisessä. Tämä yhdistelmä tutkimus- ja investointihankkeen yhteistyöstä on avannut omalta osaltaan uusia mahdollisuuksia mm. tietoturvatutkimuksen, tekoälytutkimuksen osalta. Hyvä hanke saa aikaan lumipalloefektin, jossa alkuperäinen taloudellinen tuki toimii vipuvartena monelle uudelle laajemmalle kokonaisuudelle. Tätä kautta osaaminen ja laitteistojen käyttötaito ohjautuu myös opetukseen ja uusien alan ammattilaisten koulutukseen.

Robottiikan osalta todettakoon hyvä esimerkki tiedon ja osaamisen hyödyntämisestä uudelle tieteen saralle: Centria on tehnyt pitkään matkapuhelinverkkoihin liittyvää tutkimusta. Centrian erityisosaaminen on matkapuhelinverkkojen testaamiseen ja mittaamiseen liittyvää. TILT-hankkeen ja investointihankkeen investointien ja kehittyneen osaamisen myötä robotiikkaa ja droneja hyödynnetään tällä hetkellä jo matkapuhelinverkkojen testaamisessa. Tämä osaaminen on nähty hyvin kiinnostavaksi yrityksissä ja kansainvälisestikin.

Teollinen internet on alueemme yrityksille kohtalon kysymys. Monen työntekijän leipä on tulevina vuosina kiinni siitä, kuinka hyvin uuden teknologian hyödyntämisessä päästään eteenpäin. Kun takavuosikymmenien aikana digitalisaatio mullisti pienimmässäkin yrityksessä ensin yrityksen talous- ja hallintohenkilöstön arjen ja sitten suunnittelu- ja markkinointiprosessit, nyt on aika siirtyä tuotantotiloihin.

TILT-projektin tyyppisiä perehdytys- ja demonstraatioprojekteja tarvitaan lisää, ja yrittäjät pitää saada niihin entistä vahvemmin ja laajemmalla rintamalla mukaan. Tähän olisi syytä nivoa yhteen erilaisia koulutuspaketteja eri henkilöstöryhmille, tutustumismatkoja alan messuille ja seminaareihin. Yrittäjät on rohkaistava ottamaan asiassa ratkaisevat ensimmäiset askeleet. Mitä alueen tutkimusorganisaatioihin tulee, olemme valmiit ottamaan haasteen vastaan.

LÄHTEET

Eerola, A., Digitalisoitumisen ja teollisen internetin hyödyntäminen liiketoiminnassa: Ylivieskan seutukunnan alueen metalli- ja konepaja-alan yrityksiä näkökulma. Centria-ammattikorkeakoulu. 2016. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016060712307>

Fayyad, U. G. Piatetsky-Shapiro & Smyth, P. 1996. From data mining to knowledge discovery in databases, *AI Magazine*, vol. 17, pp. 37-53, 1996.

Heikkilä, M., Rättyä, A., Pieskä, S., Jämsä, J. 2016. Security Challenges in Small- and Medium-Sized Manufacturing Enterprises, *IEEE SIMS2016*, Narvik

Heikkilä, M., Pieskä, S., de Jong, S. & Elsinga, C. 2015. Experimenting Industrial Internet with a Mobile Robot. Expanding Human Cognitive Functions. *CogInfoCom 2015*, 6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, October 19-21, 2015, Győr, Hungary, pp. 51-56, DOI: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390563

Häkkilä, S. 2008. Taitto ja miten sen tehdään, Tampereen yliopisto, tiedotusopin laitos. . luettu 23.4.2018

Jokela, H., Niinikoski, E-R. & Muhos, M. Pohjois-Suomen mikroyritykset – tilastokatsaus, Oulun yliopiston tuotantotalouden työpapereita 2/2016, <http://jultika.oulu.fi/Record/isbn978-952-62-1364-4>

Jääskeläinen, M. 2018. Onko ERP-osaaminen lähitulevaisuudessa vaakalaudalla? *Kauppalehti* 23.8.2018, luettu 30.8.2018. <https://blog.kauppalehti.fi/escape-it/attido-onko-erp-osaaminen-lahitulevaisuudessa-vaakalaudalla>

Luimula, M., Suominen, T., Roslöf, J., Pieskä, S., Lehtiniemi A., Innovation Generation Model – From Innovation Projects towards RDI Project Consortiums and Business Ecosystems. 2016. 12th International CDIO Conference, Turku

Pieskä S., Luimula, M., Suominen, T. 2016. Generating Wow Experiences with Small and Medium-sized Enterprises, *IEEE SIMS2016*, Narvik

Pieskä S., Qvist, P., Tuusvuori, O., Luimula, M., Suominen, T. & Kaartinen, H. 2016. Multidisciplinary Wow Experiences Boosting SMEs, 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, October 16-18, 2016, Wroclaw, Poland.

Tervonen J., M. Heikkilä, M. & V. Isoherranen V. 2015. A Review of the Cognitive Capabilities and Data Analysis Issues of the Future Industrial Internet-of-Things”, *Proceedings of 6th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom'15)*, October 19-21, 2015, Győr, Hungary, pp. 127-132.

Tsai C., Lai C. & Vasilakos A.V. 2014. Future Internet of Things: open issues and challenges,” *Wireless Networks*, vol. 20, pp. 2201-2217, 2014.

LIITTEET

LIITE 1: Raportti tietosuojapilotoinnista

LIITE 2: Teollista internetiä hyödyntävän palveluliiketoiminnan suunnitteluopas ja Työkirja



Raportti tietosuojapiloteista

ANITA RÄTTYÄ

Contents

1. Johdanto	2
2. Henkilötietojen käsittelyn haasteita.....	2
3. EU:n tietosuojauudistus pähkinänkuoressa	2
3.1. Ketä asetus koskee	2
3.2. Tietosuojakäsitteitä	3
3.3. Tietosuoja-asetuksen soveltamisen maantieteellinen alue.....	3
3.4. Sanktiot.....	4
3.5. Henkilötietojen käsittelyn suostumus.....	4
3.6. Yksilön oikeudet	4
3.7. Oletusarvoinen tietosuoja (Privacy by Design)	4
4. Yksityisyyttä suojaavat lait ja valvontaviranomaiset.....	5
5. Tietosuojauudistus Pk-yrityksen näkökulmasta	5
6. TILT tietosuoja-pilotit.....	5
6.1. Pilottien eteneminen.....	6
6.2. Havainnot pilotoinnista	6
6.3. Käytännön toimenpiteet PK-yrityksissä tietosuojauudistuksen vaatimusten toteuttamiseksi	7
7. Johtopäätökset	7
Lähteet	9

1. Johdanto

EU:n tietosuojalakea vuodelta 1995 on uusittu. Uusi tietosuoja-asetus (GDPR, General Data Protection Regulation) astui voimaan toukokuussa 2016 ja se korvaa tietosuojadirektiivin (Data Protection Directive 95/46/EC). Siirtymäaikaa asetuksen vaatimien muutosten tekemiseen yrityksissä on 25.5.2018 saakka. Tämän raportin kirjoittamisen aikana aikaa on alle vuosi eli 253 päivää [1]. Henkilötietojen käsittelyyn liittyvistä laiminlyönneistä voi joutua oikeudelliseen vastuuseen ja rangaistukset voivat nousta miljooniin euroihin. Kaikkien oikeudellisten henkilöiden, kuten yritysten ja rekisteröityjen yhdistysten, on syytä huolehtia henkilötietojen käsittelyn lainmukaisuudesta ja varmistaa, että henkilötietolain mukaisia määräyksiä noudatetaan. Yritysten tulee korjata mahdolliset puutteet henkilötietojen käsittelyssä ja kyetä osoittamaan, että lakia noudatetaan.

Tässä raportissa käydään ensin läpi EU:n tietosuoja-asetuksen keskeisiä kohtia, jotka turvaavat yksilön oikeuksia ja täsmentävät rekisterinpitäjien, henkilötietojen käsittelijöiden sekä henkilötietojen keräämisestä ja käsittelystä päättävien vastuuta. Sen jälkeen kuvataan tietosuojapilottien eteneminen sekä havainnot ja johtopäätökset.

2. Henkilötietojen käsittelyn haasteita

Uutiset kertovat yhä useammin henkilötietojen vuotamiseen liittyvistä hyökkäyksistä ja identiteettivarkauksista. Lisäksi monikansalliset suuret yhtiöt keräävät EU-kansalaisten tietoja internet-palvelujen tietoturvasta ja tietosuojasta ei välttämättä olla niin hyvin perillä kuin tulisi olla. Henkilötietoja kerätään valtavasti netin kautta, kun asiakkaat kirjautuvat erilaisiin palveluihin tai osallistuvat kilpailuihin. Yritykset keräävät asiakastietoja edelleen myös messuilla ja erilaisissa tapahtumissa. Nämä eri tavoin kerätyt henkilötiedot muodostavat ns. loogisen rekisterin, jonka henkilötietoja tulee käsitellä samalla huolellisuudella riippumatta siitä, millä tavalla henkilötiedot on kerätty.

3. EU:n tietosuojauudistus pähkinänkuoressa

25.5.2018 alkaen tietosuoja-asetusta aletaan noudattaa sellaisenaan kaikkialla Euroopan maissa. Vaikka suomalaisissa yrityksissä ja rekisteröidyissä yhdistyksissä tietosuoja- ja tietoturva-asiat ovat suhteellisen hyvin hoidettu, nostaa EU:n tietosuoja-asetus esiin sellaisia vastuita, joita yrityksissä ja järjestöissä ei ehkä välttämättä tulla ajatelleeksi. Tietosuoja-asetus haastaa myös suomalaisia yrityksiä. Digitaaliset järjestelmät, palvelujen integraatio ja ulkoistukset voivat tuoda yllätyksiä henkilötietojen käsittelyn vastuukysymyksiin. Uudistuvien toimintaympäristöjen takia henkilötietojen käsittelyn vastuut ja tietovuot sekä muut henkilötietojen käsittelyyn liittyvät toimenpiteet on syytä käydä läpi ja dokumentoida. Lisäksi henkilötietojen vastuukysymyksistä ja tietoturvasta on syytä keskustella silloin, kun tehdään sopimuksia palveluntarjoajien kanssa.

3.1. Ketä asetus koskee

Tietosuoja-asetus suojaa luonnollisten henkilöiden henkilötietoja, joiden tietoja on kerätty tai tullaan keräämään erilaisiin rekistereihin. Tietosuoja-asetusta tulee noudattaa kaikkien

oikeudellisten henkilöiden, jotka keräävät ja käsittelevät EU-kansalaisten henkilötietoja. Näitä oikeudellisia henkilöitä ovat mm. erilaiset yritykset ja rekisteröityneet yhdistykset.

On huomioitava, että luonnollisen henkilön tietosuoja ei ole absoluuttinen. Tämä tarkoittaa sitä, että tietosuoja-asetuksen vaatimuksia sovelletaan siten, että myös muussa lainsäädännössä käsiteltävät henkilötietoon liittyvät seikat otetaan huomioon. Siksi eri toimialoilla henkilötietojen käsittelyyn liittyvät tietosuoja-asetuksen tulkinnat voivat olla erilaisia. Tietosuoja-asetukseen liittyvä tulkinnanvaraisuus on otettava huomioon, kun yritys arvioi omia tietosuojakäytäntöjään.

3.2. Tietosuojakäsitteitä

Rekisteröity:

Luonnollinen henkilö, jonka henkilötietoja on kerätty rekisteriin. Rekisteröidyn oikeuksia:

- Tiedonsaantioikeus; kuka kerää tietoja, miksi, mihin luovutetaan ja mitä oikeuksia rekisteröidyllä on
- Tarkistusoikeus; mitä tietoja on kerätty, mistä tiedot on hankittu ja luovutetaanko niitä kolmansille osapuolille ja jos luovutetaan, niin mihin
- Oikeus saada hänestä kirjattu tieto korjatuksi
- Oikeus kieltää henkilötietojen käyttö
 - suoramainontaan, etämyyntiin tai muuhun suoramarkkinointiin
 - markkina- ja mielipidetutkimuksiin
 - henkilömatrikkeleihin ja sukututkimuksiin

Rekisterinpitäjä:

- vastuussa henkilötietojen käsittelystä ja vastaa asetuksen rikkomisesta aiheutuvista vahingoista
- Rekisterinpitäjä on vastuussa myös henkilötietojen käsittelijän aiheuttamista vahingoista
- Rekisterinpitäjän tulee huolehtia, että henkilötietojen käsittelijä on tietoinen vaatimuksenmukaisuudesta ja että henkilötietojen käsittelijä toimii huolellisesti annettujen ohjeiden mukaisesti. Rekisterinpitäjän tulee valvoa ja tarkastaa, että asiat hoidetaan sopimusten mukaisesti.
- Rekisterinpitäjän on tehtävä henkilötietojen käsittelijän kanssa *sopimus*, jossa eritellään käsittelijän velvollisuudet.

Henkilötietojen käsittelijä

- käsittelee henkilötiedot rekisterinpitäjän ohjeiden mukaan ja toteuttaa suojaustoimenpiteet ohjeiden mukaisesti. Käsittelijä on vastuussa vahingoista, jotka ovat seurausta ohjeiden laiminlyönneistä.

3.3. Tietosuoja-asetuksen soveltamisen maantieteellinen alue

Tietosuoja-asetus koskee kaikkia EU:n kansalaisia. Vaikka rekisteri fyysisesti sijaitsee EU:n ulkopuolella, lainsäädäntö suojaa kansalaisen henkilötietojen käsittelyä. Pilvipalveluja käytettäessä tämä kannattaa huomioida, sillä lainsäädännössä ei ole vielä ennakkotapauksia tilanteista, jossa EU:n kansalaisen henkilötietoja on rekisterissä, joka sijaitsee EU:n ulkopuolella eikä maassa, jossa

rekisteri sijaitsee noudateta samaa lainsäädäntöä. Vastuu rekisteristä on kuitenkin rekisterinpitäjällä.

3.4. Sanktiot

Kun lakimuutoksia aletaan soveltamaan 25.5.2018, voidaan mahdollisista laiminlyönneistä asettaa sanktioita, jotka enimmillään ovat

- 4% globaalista liikevaihdosta tai enintään 20 miljoonaa euroa
- 2% globaalista liikevaihdosta.

Suomen tietosuojavaltuutettu Reijo Aarnio kuitenkin painottaa rehellisten yritysten kohdalla ohjauksellista otetta eikä sanktioiden suuruutta. Tietosuoja-asetuksen päätavoitteena on turvata kansalaisten tietoturva ja pyrkiä tukemaan EU:n alueellista kilpailukykyä digitaalisilla markkinoilla. Vakavien tietosuojarikkomusten sanktiot ovat suuret. Maaliskuussa 2017 Italiassa annettiin viidelle yritykselle yhteensä 11 miljoonan sanktiot, jotka ovat suurimmat koskaan EU:n alueella [2].

3.5. Henkilötietojen käsittelyn suostumus

Henkilötietojen käsittelyyn tarvittavan suostumuksen kieliasu tulee olla selkeä ja ymmärrettävä. Tietosuojalausekkeen tulee olla myös helposti saatavilla, jotta rekisteröidyt tai rekisteröitävät ymmärtävät, mihin suostuvat.

3.6. Yksilön oikeudet

Tietomurtotapauksessa

Mikäli yrityksessä on havaittu tietomurto, joka vaarantaa yksilön oikeuksia, tietomurrosta tulee ilmoittaa asianomaisille. Luonnollisella henkilöllä eli yksilöllä on oikeus saada tietää tietomurrosta 72 tunnin sisällä siitä, kun tietomurto on havaittu. Myös tietojen käsittelijän tulee ilmoittaa asiakkailleen viipymättä, mikäli tietomurto on havaittu.

Oikeus omiin tietoihinsa

Yksilöllä on oikeus omiin tietoihinsa ja rekisteröidyllä on erityisoikeuksia, jotka nyt ovat samanlaiset kaikissa EU:n maissa. Näitä ovat mm.

- saada ilmoitus tietojenkäsittelystä
- antaa suostumus tai vastustaa käsittelyä
- oikeus siirtää tiedot järjestelmästä toiseen (saada tietonsa jäsennellyssä muodossa tietojen siirtämiseksi)
- olla joutumatta täysin automaattisen tietojenkäsittelyn tai profiloinnin kohteeksi
- tiedonsaantioikeus, tietojen oikaisu ja täydennys
- poistaa tiedot (oikeus tulla unohdetuksi)
- tehdä valitus valvontaviranomaiselle ja saada korvaus vahingoista

3.7. Oletusarvoinen tietosuoja (Privacy by Design)

Sen lisäksi, että yrityksen nykyiset henkilötietojen käsittelyjen menettelytavat tarkistetaan, tulisi yritysten varautua myös tulevaisuudessa tietosuoja-asetuksen vaatimuksiin. Henkilötietosuojaan liittyvät asiat tuleekin ottaa yrityksen jokapäiväiseen toimintaprosessiin mukaan. EU:n tietosuoja

asetus vaatii oletusarvoista tietosuojaa, mikä tarkoittaa sitä, että tietosuoja otetaan huomioon tuotteissa ja palveluissa jo suunnitteluvaiheessa, ja yksityisyydensuojaa edistävät oletusarvot ja sovelluksen asetukset ovat automaattisesti käytössä esimerkiksi sosiaalisen median palveluissa ja mobiilisovelluksissa.

4. Yksityisyyttä suojaavat lait ja valvontaviranomaiset

Muita tietosuojaa koskevia lakeja ovat mm. laki yksityisyyden suojasta työelämässä (759/2004) sekä tietoyhteiskuntakaari (917/2014). Kun viranomaisen rekisteristä luovutetaan henkilötietoja, sovelletaan silloin lakia Viranomaisten toiminnan julkisuudesta. Myös useissa muissa laissa säädellään henkilötietojen käsittelyä ja näitä sovelletaan ensisijaisina henkilötietolakiin nähden. Muutoin sovelletaan henkilötietolain yleisvelvoitetta. Henkilötietolain vastaisen toiminnan sanktiomenettelyistä kerrotaan sekä henkilötietolaissa että rikoslaissa.

Suomen *tietosuojavaltuutettu* ohjaa ja valvoo henkilötietolainsäädännön täytäntöönpanoa. Tässä roolissa toimii tällä hetkellä Reijo Aarnio. Päätösvaltaa käyttää *tietosuojalautakunta*. Yritys voi nimetä organisaatioonsa tietosuojavastaavan. Tietosuojavastaava ei ole viranomainen, eikä rooli ei ole organisaatiossa pakollinen. Tietosuojavastaavan tehtävänä on tuoda erityisasiantuntemusta tietosuojalainsäädännön noudattamiseksi, mutta tietosuojavastaava ei voi ottaa vastuuta tietosuojan noudattamisesta, vaan vastuu on yritysjohdolla. Tietosuojavastaava kannattaa nimetä, mikäli rekisterinpitäjän tai henkilötietojen käsittelijän ydinliiketoimintaan liittyy esimerkiksi arkaluontoisten henkilötietojen käsittelyä, tai henkilötietojen käsittely on laajamittaista, tai kyseessä on viranomainen.

5. Tietosuojauudistus pk-yrityksen näkökulmasta

Pk-yritykset ovat nykyään yhä useammin kansainvälisiä ja verkottuneita. Yritykset pyrkivät keskittymään ydintoimintansa ja ulkoistamaan toimintoja. Yritykset tarjoavat asiakkailleen digitaalisia palveluja ja keräävät tietoja asiakkaistaan eri tavoilla. Toimintatapojen ja -ympäristön muuttuessa kannattaa yrityksissä pohtia tietosuoja- ja tietoturva-asioita aivan uudella pietteillä. Tietoturva- ja tietosuojapalveluja voi ja kannattaa hankkia ostopalveluina, mutta tällöinkin lopullinen vastuu on yrityksellä. Tietosuojavaltuutettu painottaa, että tietämättömyys ei vapauta vastuusta. Siksi yritysten kannattaa panostaa tietoturva- ja tietosuojatietoisuuden kasvattamiseen sekä johdon että henkilökunnan keskuudessa.

Tietosuojaan liittyvistä velvollisuuksista säädetään yrityksen koon ja/tai käsiteltävien tietojen perusteella. PK-yrityksille on kirjattu joitakin lievennyksiä. Esimerkiksi jos havaitaan tietoturvaloukkaus, jossa kohteena on henkilötiedot, pk-yrityksellä on ilmoitusvelvollisuus yksityishenkilöille vain siinä tapauksessa, jos rekisteröidyn oikeudet ovat vaarantuneet.

6. TILT tietosuoja-pilotit

Centria teki TILT-projektissa kaksi tietosuojaan liittyvää palvelutoiminnan pilottia, joiden tavoitteena oli kehittää toimiva malli yritysten tietojen käsittelyn päivittämiseksi EU:n uuden tietosuoja-asetuksen mukaisiksi. Yritysten tavoitteena oli saada tietoa tietosuoja-asetuksen vaatimuksista ja siitä, kuinka vaatimukset voitaisiin täyttää.

6.1. Pilottien eteneminen

Pilotoinnin alkuun suunniteltiin n. 2 tunnin mittainen aloituspalaveri, jossa käytiin läpi tietosuojasetuksen keskeiset vaatimukset. Tätä kautta testattiin toimialan ja sen lainsäädännön sekä yritykseen ja organisaatioon liittyvän perustiedon keruuprosessia. Tähän liittyen käytiin läpi mitä verkostoja ja palvelusopimuksia yrityksillä on ja onko näillä vaikutusta henkilötietojen käsittelyyn. Palaverissa selvitettiin yrityksen loogiset rekisterit ja kuinka rekistereihin kerätään tietoa sekä kuinka tietoa käsitellään. Tietosuoja käsittää sekä digitaalisen että manuaalisen aineiston keräämisen, käsittelyn ja tuhoamisen. Palaverissa käytiin läpi myös tietojärjestelmät ja tietojenkäsittelyn rutiinit sekä tietoturvaan liittyviä asioita.

Näiden perustietojen pohjalta tehtiin karkea arvio siitä, kuinka EU:n tietosuojasetusta tulisi yrityksessä soveltaa ja sovittiin tavat, joilla vaatimukset käytännössä toteutetaan. Osana prosessia yrityksen verkkosivut ja rekisteriselosteet tarkistettiin. Näiden pohjalta laadittiin koeversio ehdotukseksi, jolla verkkosivut voitaisiin päivittää tietosuojauudistuksen vaatimusten mukaisiksi. Sähköisen asioinnin tietosuojasta keskusteltiin ja ehdotusten toteuttaminen jäi pilottiyritysten vastuulle.

Tietosuojaperiaatteiden kirjaamista varten laadittiin tietosuojatilinpäätös-dokumentti. Koska kyse oli vain prosessia testaavasta pilotoinnista, tietosuojaan liittyvien periaatteiden käytäntöön siirtäminen jää yrityksen vastuulle.

6.2. Havainnot pilotoinnista

Tietosuoja-analyysiin ja riskianalyysiin on olemassa hyviä työkaluja. Ajatuksena oli, että tietojenkäsittelyprosessit dokumentoitaisiin huolella, mutta pilottiyrityksissä tuli esille toiveita siitä, että asetuksen asettamiin vaatimuksiin pyrittäisiin vastaamaan minimivasteella. Tavoitteena oli tehdä se, mitä vaaditaan, mutta suurempaa henkilötietojen käsittelyyn liittyvää analysointia tai prosessidokumentointia ei tehtäisi. Yritykset tahtovat noudattaa lakia ja minimoida tietosuojariskejä, mutta resursseja tulee käyttää järkevästi. Koska tietosuojaan ja tietoturvaan liittyvät asiat tulee ottaa päivittäisiin nopeampiin prosesseihin mukaan, massiivinen dokumentointi ei ole pk-yrityksissä millään tavalla tarkoituksenmukaista.

Siksi piloteissa päädyttiin suunnittelemaan kevyempiä ratkaisuja, joilla tietosuojauudistuksen vaatimukset ja tietosuoja-asetuksen noudattamisen osoittamisvelvollisuus tulisi täytettyä. Todettiin, että kattavalla tietotilinpäätöksellä ja sen säännöllisellä katselmoinnilla varmistetaan myös, että yritys tulee toteuttamaan sisäänrakennettua ja oletusarvoista tietosuoja. Piloteissa ei kuitenkaan edetty täysimittaisten tietosuojaan liittyvien riski- ja vaikutusanalyysien asteelle, koska tavoitteena oli ainoastaan testata kevyemmän dokumentaation toimivuutta paikallisen yritystoiminnan tarpeisiin.

Yrityksissä havaittiin joitakin kehittämiskohteita päivittäisessä toiminnassa. Niinkin jokapäiväinen työkalu kuin sähköposti aiheuttaa monia kysymyksiä tietosuojaan liittyen. Sähköpostin välityksellä lähetetään paljon arkaluontoista materiaalia, vaikka sähköpostin haavoittuvuudet tiedetään. Lisäksi sähköpostin arkistointiprosessit aiheuttivat keskustelua. Tietosuojaan liittyä sekä manuaaliset että digitaaliset aineistot ja niiden käsittely tietojärjestelmillä. Tietoturvanäkökulmat nousivat esille usein ja tietoturvassa koettiin olevan jonkin verran kehittämistarpeita.

6.3. Käytännön toimenpiteet pk-yrityksissä tietosuojauudistuksen vaatimusten toteuttamiseksi

Yksinkertaistettuna tietosuojauudistukseen liittyvän päivityksen voi tehdä seuraavalla tavalla:

- Kartoita tietojen käsittelyn nykytila
- Listaa henkilötietorekisterit ja mistä tietoja kerätään
- Ota huomioon myös mahdolliset henkilötietojen käsittelyn ulkoistukset
- Päivitä prosessit EU:n tietosuoja-asetuksen mukaisiksi
- Hanki henkilöiltä lupa tietojen keräämiseen
- Nimeä tarvittaessa organisaatioon tietosuojavastaava
- Tarkista sopimustilanne asiakkaiden, palveluntuottajien, alihankkijoiden sekä toimittajien kanssa
- Dokumentoi tietoturvakäytännöt
- Laadi tietotilinpäätös
- Varmista, että annettuja ohjeita noudatetaan

7. Johtopäätökset

Yrityksissä halutaan keskittyä ydintoimintaan. Alati muuttuvat vaatimukset saattavat tuntua ylimääräiseltä rasitteelta. Isossa kuvassa EU:n tietosuoja-asetus tuo kuitenkin mukanaan myös etuja, joita kannattaa hyödyntää liiketoiminnassa kilpailuvalttina. EU:n uusi tietosuoja-asetus suojaaa EU:n kansalaisten henkilötietoja ja yhdenmukaistaa henkilötietojen käsittelyn vastuita. Suomessa tietosuoja-asiat ovat perinteisesti olleet hyvin hallinnassa, sillä yksilön vapaus ja tietosuoja ovat kirjattuina jo Suomen perustuslakiin. Tietosuoja-asetus kuitenkin terävöittää rekisterinpitäjien vastuita ja edellyttää entistä huolellisempaa suhtautumista henkilötietojen käsittelyyn. Yritysten verkottuminen sekä ketjuuntuneet tuote- ja palvelukonseptit tuovat uusia haasteita vastuukysymyksiin. Se mikä näkyy asiakkaalle yhtenä palveluna, voi olla yrityksen näkökulmasta monen palveluntuottajan muodostama kokonaisuus, jossa vastuut ja velvollisuudet tulisi viimeistään nyt miettiä huolellisesti myös tietosuoja ja tietoturvan näkökulmasta. Digitalisointiin liittyvät uudet toimintamallit ja prosessit voivat aiheuttaa yllätyksiä tietosuojan ja –turvan näkökulmasta, ellei niihin kiinnitetä riittävästi huomiota riskianalyseissa.

Rekisterinpitäjälle asetettu osoittamisvelvollisuus edellyttää sitä, että rekisterinpitäjän pitää pystyä näyttämään toteen se, että tietosuojasta huolehditaan asetusten mukaisesti. Tietosuojaan liittyvä dokumentointi ja sen säännöllinen päivittäminen osana yrityksen laatujärjestelmää on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi pk-yrityksissä.

Tietosuoja-asetus suojaaa rekisteröityjä ja täsmentää rekisterinpitäjien ja henkilötietojen käsittelijöiden sekä yrityksen tietojen käsittelystä päättävien velvollisuuksia ja vastuita. Se tukee myös Euroopan unionin kyberturvallisuusstrategiaa, joka on ”Avoin, turvallinen ja vakaa verkkoympäristö” (6225/13). Tietosuoja-asetus on tehty suojaamaan meitä kaikkia. Se elää ja muuttuu saatujen kokemusten, ympäristön ja toimintamallien kehittyessä. Asiantuntija-apu nopeuttaa tiedonhankkimista ja auttaa rekisterinpitäjää suodattamaan lakimuutoksesta ne kohdat, jotka ovat oman toiminnan kannalta relevantteja. Rekisterinpitäjän ja henkilötietojen

käsittelyyn liittyviä vastuita ei voi kuitenkaan ulkoistaa. On myös hyvä muistaa, että vahingon sattuessa tietämättömyys ei lievennä vastuita.

Lähteet

[1] GDPR Portal. Haettu 13.9.2017 sivulta <http://www.eugdpr.org>

[2] Italy issues highest ever fines in EU for a DP breach. Haettu 13.9.2017 sivulta:

<https://www.privacylaws.com/Publications/enews/International-E-news/Dates/2017/3/Italy-issues-highest-ever-fines-in-EU-for-a-DP-breach/>

LIITE 2

Esko Säaskilahti

**Teollista internetiä hyödyntävän
palveluliiketoiminnan
suunnitteluopas
ja
Työkirja**

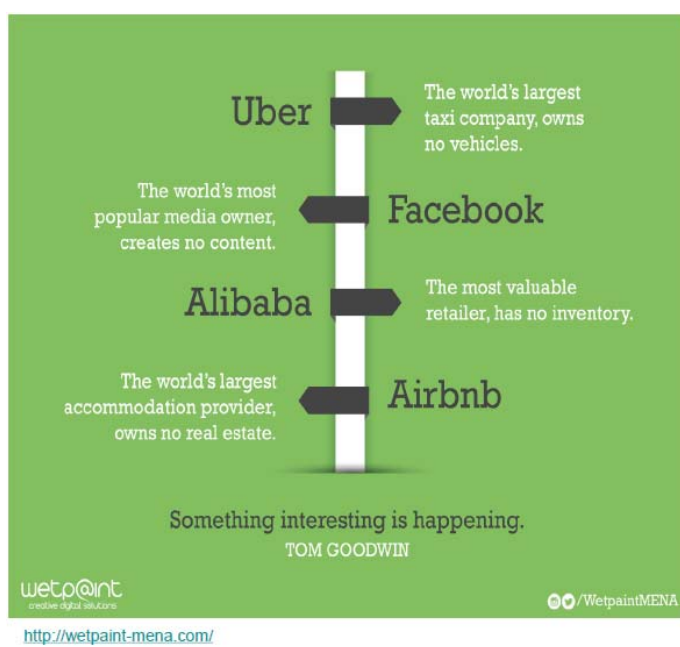
Sisällys

1. MITÄ MAHDOLLISUUKSIA TEOLLINEN INTERNET JA SEN MAHDOLLISTAMAT PALVELUT TUOVAT LIIKETOIMINNAN KEHITTÄMISEEN?.....	3
1.1. Johdanto	3
1.2. Teollinen palveluliiketoiminta on kriittinen osa teollisuuden kilpailukyvyn kehittämisessä	4
1.3. Mitä uutta teollinen internet tuo liiketoiminnassa hyödyllisen tiedon saantiin ja käyttöön?	5
1.4. Teollista internetiä hyödyntävän liiketoiminnan ajattelumalli.....	7
1.5. Mistä teollisen palvelutoiminnan kehittämisessä on kyse?	8
1.6. Palveluliiketoimintaa tuoteprosessiin.....	9
1.7. Palveluilla parempi asiakaskokemus, se ”INHIMILLINEN TEKIJÄ”	11
1.8. Palvelujen tuomat mahdollisuudet hinnoitteluun.....	13
1.9. Miten palvelut voivat parantaa liiketoimintaa?.....	15
2. TUOTE – PALVELU –YHDISTELMÄN SUUNNITTELU	17
2.1. Tuote-palvelu-yhdistelmän suunnittelun perusajatuksia	17
2.2. Tuote-palvelu –yhdistelmien suunnittelustrategioita	18
2.3. Tuote-palvelu-yhdistelmän suunnittelu	20
3. TEOLLISEN PALVELULIIKETOIMINNAN SUUNNITTELUN TYÖKIRJA	22
3.1. Teollista internetiä ja palveluja hyödyntävän liiketoiminnan uusia ajattelumalleja	23
3.2. Teollisuuden palvelumahdollisuudet	24
3.3. Palveluja tuoteliiketoiminnan eri elinkaaren vaiheisiin	25
3.4. Palveluilla parempi asiakaskokemus, se ”INHIMILLINEN TEKIJÄ”	26
3.5. Palvelujen tuomat mahdollisuudet hinnoittelun ja kassavirran tasaisuuden kehittämiseksi	27
3.6. Miten palvelut voisivat parantaa yrityksemme liiketoimintaa?	28

1. MITÄ MAHDOLLISUUKSIA TEOLLINEN INTERNET JA SEN MAHDOLLISTAMAT PALVELUT TUOVAT LIIKETOIMINNAN KEHITTÄMISEEN?

1.1. Johdanto

Digitalisaatio on mullistanut liiketoimintaa niin, että monilla aloilla liiketoimintamallit ovat muuttuneet hyvin radikaalistikin. Tunnettuja esimerkkejä on esitetty kuvassa 1. Uber on maailman suurin taksifirma ilman, että se omistaa yhtään taksiautoa. Facebook on maailman suosituin median omistaja ilman, että se luo itse mitään sisältöä. Alibaba on maailman arvokkain vähittäismyyntiyriety, ilman että se omistaa yhtään kivijalkamyymälää. Airbnb on maailman suurin majoituksen tarjoaja, ilman että se omistaa yhtään kiinteistöä. Kuten kuvassa sanotaan, jotain mielenkiintoista on tapahtumassa.



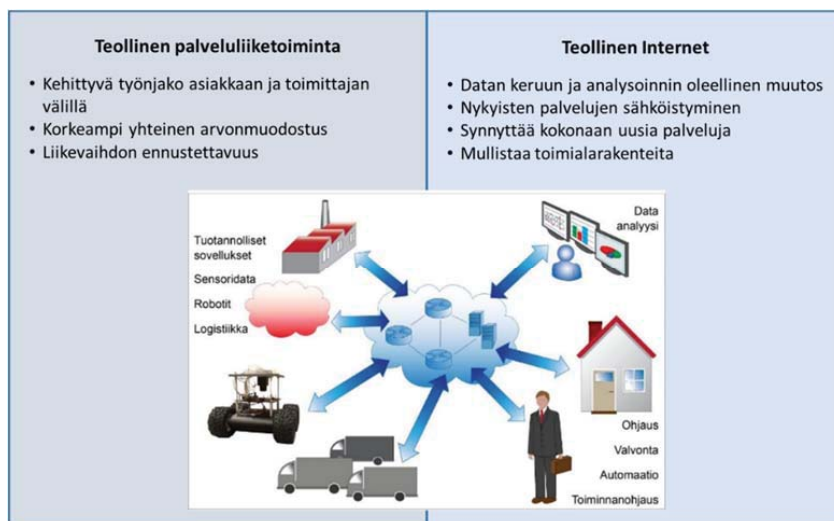
Kuva 1. Täysin uudenlaisia liiketoimintamalleja

Digitalisaatio ja siihen kasvanut uusi sukupolvi muuttavat tulevaisuuden kuluttajaliiketoimintaa. Tavaratalouden uusi logiikka on, ettei tavaroihin enää haluta investoida kuten ennen. Nuoret koulutetut kaupunkilaiset vuokraavat ja lainaavat tavaroita suoraan toisiltaan ja yhteiskäyttävät niitä hyödyntäen erilaisia digitaalisia palvelualustoja.

Yhteisöllinen omistaminen ja kiertotalous luovat uusia mahdollisuuksia, kun tavaroiden tuottamisen ja myymisen lisäksi aletaan ottamaan huomioon tuotteiden koko elinkaari. Ikea lanseerasi digitaalisen markkinapaikan käytetyille huonekaluille, millä se auttaa asiakkaitaan pääsemään eroon vanhoista huonekaluistaan ja toisaalta raivaa koteista tilaa uusille hankinnoille.

Yhteisöllisestä kuluttamisesta hyötyvät ennen kaikkea ne yritykset, jotka osaavat tuoda ihmisiä yhteen ja edistää tuotteiden ja palvelujen jakamista.

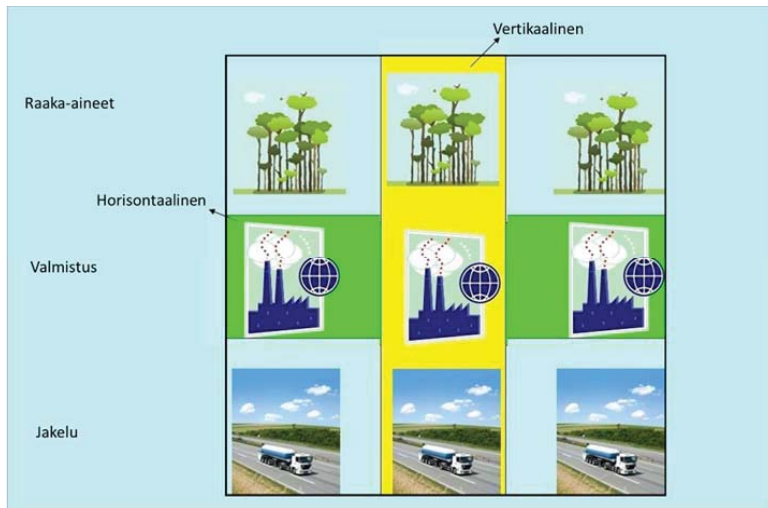
1.2. Teollinen palveluliiketoiminta on kriittinen osa teollisuuden kilpailukyvyyn kehittämisessä



Teollinen palveluliiketoiminta on tullut ja tulee olemaan yhä kriittisempi osa teollisuuden kilpailukyvyyn kehittämisessä. Teollinen palveluliiketoiminta on uudenlaista kehittyvää työnjakoa asiakkaan ja toimittajan välillä. Perinteisesti toimittaja on toimittanut tuotteen ja asiakas on ottanut tuotteen vastaan, ottanut käyttöön ja ylläpitänyt tuotetta elinkaaren ajan. Palvelujen myötä toimittaja osallistuu asiakkaan toimintaan eri tavoin tuotteen toimittamisen jälkeenkin, esim. käyttöönottoon, huoltoon, kunnossapitoon jne. Toimittajan ja asiakkaan yhteistoiminnan näkökulmaksi tulee yhteisen korkeamman arvonmuodostuksen synnyttäminen, josta molemmat hyötyvät. Yhteistyön lisääntymisen myötä liikevaihdon ennustettavuus tulee paremmaksi.

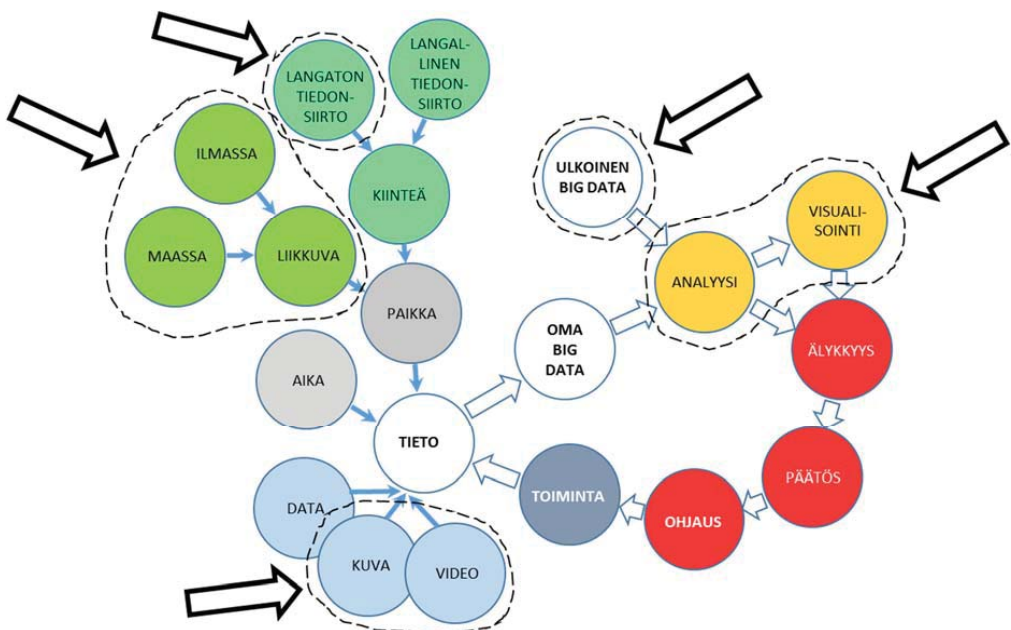
Teollinen internet on valtava mahdollistaja teollisen palveluliiketoiminnan kehittämisessä. Se tuo datan keruuseen ja analysointiin oleellisen muutoksen. Dataa on tarjolla yhä edullisemmin ja yhä kattavammin kaikilta teollisen toiminnan tasoilta. Teollinen internet suo mahdollisuudet sähköistää palvelut. Se antaa mahdollisuuksia lisätä tuotteisiin erilaisia palveluja, mutta se luo myös mahdollisuuksia synnyttää kokonaan uusia palveluja. Teollinen internet muuttaa toimintatapoja, luo uusia toimintoja ja muuttaa liiketoiminnan malleja. Voidaan sanoa, että teollinen internet mullistaa toimialarakenteita.

Teollinen internet tuo teolliseen palvelutoimintaan etäyhteistyön eri muodoissaan tarjoten uusia palvelumahdollisuuksia ja syvempää yhteistyötä sekä yrityksen sisällä että yhteistyökumppaneiden kanssa. Puhutaan tietojärjestelmien integraatiosta. Tietojärjestelmät yhdyntävät yrityksen sisällä ylimmän johdon järjestelmistä aina kenttätason koneisiin, laitteisiin ja jopa antureihin ja toimilaitteisiin saakka. Sitä kutsutaan tietojärjestelmien vertikaaliseksi integraatioksi. Asiakkaiden, toimitusketjujen ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa yhteistyö syvenyy, jolloin tietojärjestelmät pystyvät keskustelemaan keskenään. Tällöin puhutaan horisontaalisesta integraatiosta.



Oheisessa kuvassa on yksinkertaisesti kuvattu, miten liiketoiminnan osa-alueet kytkeytyvät toisiinsa vertikaalisesti (keltainen väri) ja miten eri liiketoiminnot kytkeytyvät toisiinsa horisontaalisesti (vihreä väri).

1.3. Mitä uutta teollinen internet tuo liiketoiminnassa hyödyllisen tiedon saantiin ja käyttöön?



Tieto → älykkyyks → viisaat päätökset → oikeat ja tehokkaat ohjaukset → tehokas, kannattava, kilpailukyinen ja innovatiivinen liiketoiminta

Teollisen internetin keskeinen elementti on tieto ja sen analysointi. Tiedon saatavuus on suorastaan räjähtänyt ja hinta radikaalisti laskenut. Tiedon keskeinen merkitys puolestaan on siinä, että sen avulla voidaan tuottaa älykkyyttä. Älykkyyttä voidaan tuottaa liiketoiminnan kaikille tasoille, ylimmästä johdosta läpi organisaation aivan kone-, laite- ja jopa antureiden ja toimilaitteiden tasolle saakka. Kaikilla tasoilla ja käyttökohteissa älykkyyden tuottaminen on viisaampia päätöksiä ja niistä seuraavia oikeita ja tehokkaita ohjaustoimenpiteitä. Tuloksena on tehokas, kannattava, kilpailukykyinen, ja todennäköisesti myös innovatiivinen liiketoiminta.

Oheisessa kuvassa on katkoviivoilla ja nuolilla osoitettu ne tietoon liittyvät asiat, jotka teollinen internet on mahdollistanut tai muuttanut oleellisesti. Aikaisemmin tieto oli dataa, jota oli rajoitettu määrä ja sitä tuotettiin ja siirrettiin enemmän tai vähemmän kiinteitä menetelmiä käyttäen. Nyt datan lisäksi on helposti saatavissa kuva- ja videomateriaalia. Kun tieto tuotetaan digitaalisesti, siihen saadaan liitetyksi mukaan aika- ja paikkatieto. Aikaisemmin tietoa on kerätty kiinteästä paikasta langallista tiedonsiirtoa käyttäen. Nyt langaton tiedonsiirto on yleistynyt valtavasti ja lisännyt tiedon saatavuutta oleellisesti sekä laskenut hintaa. Nykyisin tiedon kerääminen voi tapahtua myös liikkuvasti. Robotit tai muut liikkuvat tiedonkeruulaitteet voivat liikkua haluttuja reittejä keräämässä tietoa. Ja uusimpana teknologiana lentävät pienlaitteet dronit (drone) voivat kerätä dataa, kuvaa ja videoita varsin vapaasti missä vain, kun korkeammalla ei ole liikkumisesiteitä.

Kaikesta edellä kerrotusta seuraa, että yrityksen omaa big dataa (massadataa) on saatavissa lähes rajattomasti ja kohtuulliseen hintaan. Kun lisäksi internetin vaikutuksesta ja tiedon jakamisen vapautumisesta johtuen yrityksen ulkopuolisen big datan saanti on helppoa ja halpaa, niin yrityksen käytettävissä olevan tiedon määrä on valtava, suorastaan rajaton. Tiedosta on kuitenkin hyötyä vain, jos sitä halutaan ja osataan käyttää. Tiedon analysointi ja visualisointimenetelmät ovat kehittyneet ja kehittyvät nopeasti, joten tiedon hyödyntämiselle ovat kaikki elementit olemassa. Tiedon keräämisen ja analysoinnin ydintavoite on älykkyyden lisääminen kaikilla yrityksen toimintojen tasolla, josta sitten seuraa viisaita päätöksiä ja edelleen oikeita ja tehokkaita ohjaustoimenpiteitä, jotka sitten tuottavat tehokasta, kannattavaa, kilpailukykyistä, ja todennäköisesti myös innovatiivista liiketoimintaa.

1.4. Teollista internetiä hyödyntävän liiketoiminnan ajattelumalli

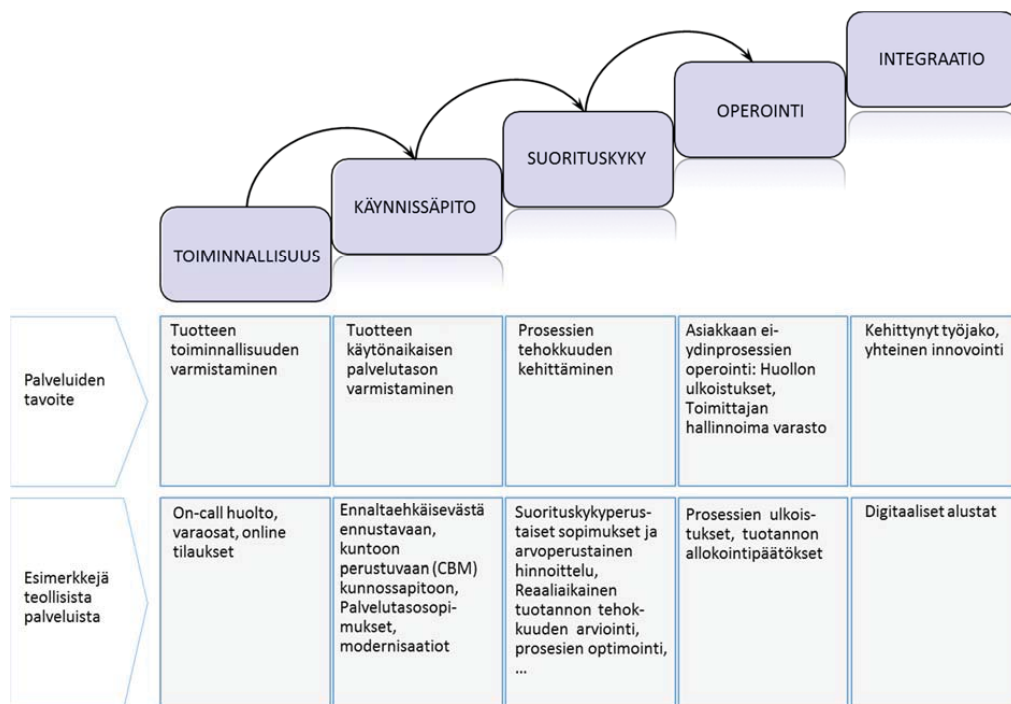
Teollisen internetin vaikutus liiketoimintamallien muuttumiseen tulee olemaan valtava. Vanhojen hyvin tunnettujen mallien täydentäminen ja olemassa olevien hienosäätö ei riitä. Tarvitaan mullistavia liiketoimintamallien innovaatioita. Oheisessa taulukossa on tuotu esiin, minkälaisille uusille liiketoiminnan ajattelutavoille teollinen internet luo mahdollisuuksia, suorastaan vaatii, jotta yritys pysyy muutoksessa mukana. Osa kilpailijoista joka tapauksessa muuttaa liiketoimintaansa hyödyntääkseen uudet mahdollisuudet. Lisäksi tulee täysin uusia kilpailijoita, joiden lähtökohtana on täysin uudet toimintamallit. Monilla teollisuuden aloilla on jo nähty, kuinka uusien teknologioiden pohjalta rakentuvat liiketoimintamallit ovat mullistaneet toimialarakenteita. Uudet yritykset ovat vallanneet markkinat, vanhat ovat poistuneet tai niiden on täytyntä muuttua radikaalisti.

		Perinteinen tuotelähtöinen ajattelumalli	Teollista internetiä ja palveluja hyödyntävän liiketoiminnan ajattelumalli
Arvon luonti	Asiakastarpeet	Ratkaisuja olemassa oleviin tarpeisiin ja elämäntyyliin reaktiivisesti	Tartutaan reaaliaikaisiin ja nouseviin tarpeisiin ennustavalla tavalla
	Tarjonta asiakkaille	Yksittäisiä tuotteita, jotka poistuvat käytöstä ajan mittaan	Tuote uusiutuu etäpäivityksillä ja sillä on synergia-arvoa
	Datatiedon rooli	Yksittäistä tietoa, jota käytetään tulevien tuotteiden tuotemääritykseen	Informaation yhdyminen luo käyttökokemuksen nykyisiin tuotteisiin ja mahdollistaa palveluja
Ansaintalogiikka	Tuloksenteko	Myydään lisää tuotteita tai laitteita	Mahdollistaa toistuvan tulovirran
	Markkinan hallinta	On mahdollisesti tuote-etuja, IP-oikeuksia ja hyvä brändi	Lisää personoimista ja tilansidonnaisuutta; verkostoitumisvaikutuksia tuotteiden välillä
	Suorituskyvyn kehittäminen	Kehitetään ydinosaamisia, olemassa olevia resursseja ja prosesseja	Ymmärretään miten muut ekosysteemiä partnerit tekevät rahaa

Lähde: Smart Design

HBR.ORG

1.5. Mistä teollisen palvelutoiminnan kehittämässä on kyse?



Lähde: Pekka Töytäri, Aalto-yliopisto

Teollisen palvelutoiminnan kehittämässä on perimmiltään kyse toimittajan ja asiakkaan yhteistyön syventämisestä. Tuoteliiketoiminnassa perinteisesti toimittaja on toimittanut tuotteen, jonka asiakas on ottanut vastaan ja ottanut sen käyttöön. Toimittaja on antanut takuut tuotteen ominaisuuksille ja suorituskyvyille. Oheinen kuva antaa virikkeitä ajattelulle, miten toimittaja voisi toimia asiakkaan kanssa enemmän kuin pelkästään toimittaa tuotteen perille.

Toimittajan kannattaa miettiä, olisiko asiakkaalla sellaisia toimintoja, jonka toimittaja pystyisi toteuttamaan paremmin kuin asiakas. Sen toteuttamiseksi asiakkaalle tarjotaan ko. toiminto palveluna ja molemmat saavat osansa arvon lisäyksestä: toimittajalle uusi palvelu tuo lisää liiketoimintaa, asiakkaalle toiminnan tehostumista. Hinnoittelu voidaan tehdä arvoperustaisesti. Molemmat saavat itseään tyydyttävän osuuden lisääntyneestä kokonaisarvosta.

Ensimmäinen askel kohti syvempää yhteistyötä voisi olla, että toimittaja ottaa laajemmin vastuuta tuotteen toiminnallisuudesta asiakkaan käytössä. Toimittaja voisi huolehtia enemmän tuotteen huollosta, esim. kehittämällä huollon, varaosien ja tilausten reaaliaikaisuutta tarjoamalla asiakkaalle niitä online-palveluina.

Seuraavana askeleena voisi olla pääsy syvemmälle mukaan asiakkaan toimintaan ottamalla vastuuta tuotteen kunnossapidosta (käynnissäpidosta). Tarvittaessa vastuuta voisi ottaa laajemmin asiakkaan käynnissäpidosta kuin vain toimittajan oman tuotteen osalta. Teolliseen internetiin pohjautuvat kunnossapidon uusimmat teknologiat antavat siihen hyvän mahdollisuuden, esim. etenemällä ennaltaehkäisevästä kunnossapidosta ennustavaan kunnossapitoon. Tällöin tulevat

kyseeseen käynnissäpidon palvelusopimukset. Tuotteelle ei enää annettaisikaan pelkästään tuotetakuu, vaan taattaisiin tuotteen toiminta asiakkaan prosessissa keskeytymättä koko tuotteen elinkaaren ajan. Ja samalla voitaisiin tarjota palveluna taata käynnissäpito myös muiden yhdessä sovitujen tuotteiden osalta. Pisimmälle vietynä asiakkaalle voidaan tarjota palveluna koko asiakkaan kunnossapito.

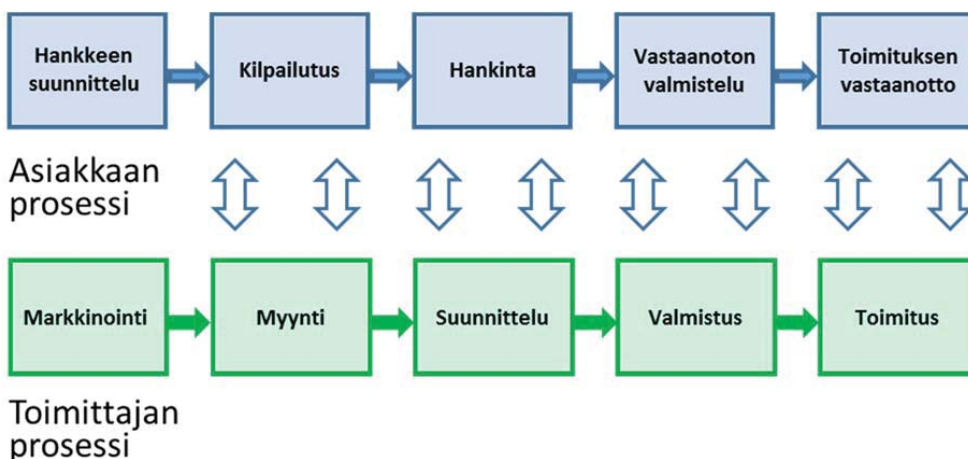
Seuraavana askeleena syvemmälle asiakkaan liiketoimintaan olisi prosessien tehokkuudesta vastaaminen. Silloin otetaan vastuuta osaprosessien tai kokonaisten prosessien suorituskyvystä. Asiakkaan kanssa tehdään suorituskykyperustaiset sopimukset ja hinnoittelu toteutetaan arvoperusteisesti. Tällöin toimintaan tulee mukaan reaaliaikainen tuotannon tehokkuuden arviointi, prosessien optimointi jne.

Neljäntenän tasona on siirtyminen operointitasolle. Toimittaja ottaa vastuulleen asiakkaan ei-ydinprosessien operoinnin: esim. ottaa koko huoltotoiminnan hoitaakseen ulkoistuksena tai asiakkaan varaston hallinnoitavakseen. Kyseeseen voi tulla prosessien tai osaprosessien ulkoistukset, tuotannon allokointipäätökset jne.

Viides eli syvin yhteistyön taso on integraatio. Tuotetoimittajasta ja asiakkaasta tulee liiketoimintakumppaneita, joilla on kehittynyt työjako, yhteinen innovointi jne.

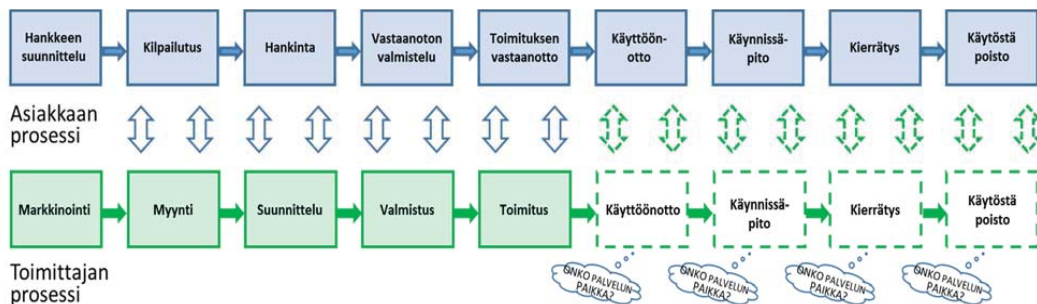
1.6. Palveluliiketoimintaa tuoteprosessiin

Kun tuoteliiiketoimintaa harjoittava yritys alkaa harkitsemaan palveluliiketoiminnan käynnistämistä tai lisäystä, aluksi voi avata tilaus-/ toimitusprosesseja. Yksi varsin normaali tuotteen tilaus-/ toimitusprosessi on kuvattu oheisessa kuvassa.

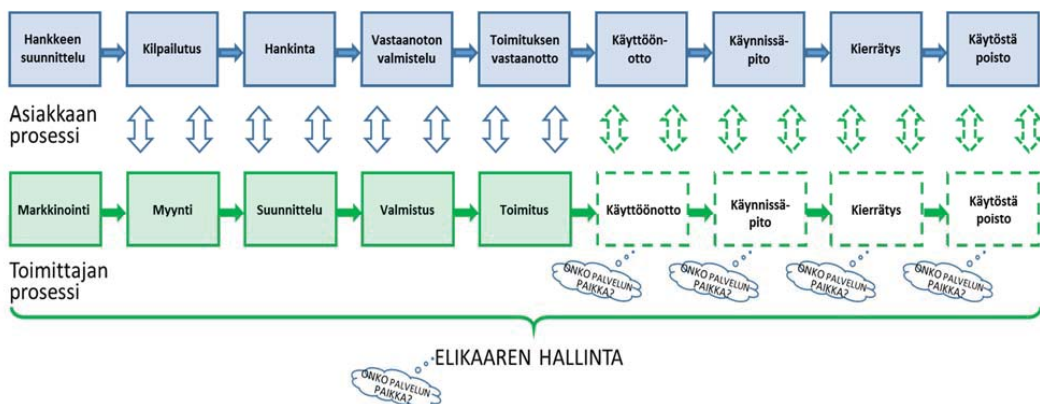


Kun tilannetta ajatellaan asiakasyrityksessä, tuotteen kulku ei pääty sen vastaanottamiseen, vaan tuotteen vaikutus asiakkaan toimintoihin vasta alkaa. Kun tuote on tullut asiakkaalle, se asennetaan ja otetaan käyttöön. Käytön aikana tarvitaan huoltoa ja kunnossa- (käynnissä-) pitoa. Sitten aikanaan tuote tulee elinkaarensa päähän asiakkaan käytössä. Tuote voidaan mahdollisesti kierrättää siirtämällä se johonkin toiseen käyttötarkoitukseen. Lopulta tulee kuitenkin aika, jolloin tuote poistetaan käytöstä kokonaan.

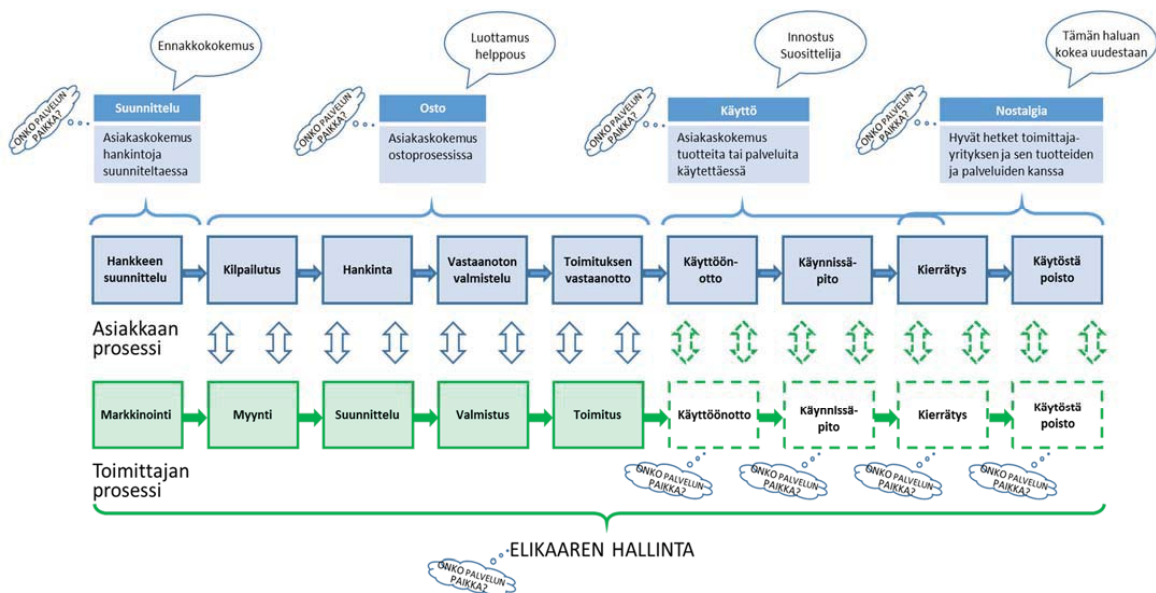
Jos tuotteen toimittaja haluaa lisätä palveluliiketoimintaa, oheisessa kuvassa on viritelty ajatuksia siitä, miten voisi synnyttää palveluja, joilla toimittaja voisi elää tuotteensa rinnalla pidemmälle asiakkaan prosesseissa.



Vielä pidemmälle vietyinä tuotteen toimittaja voisi alkaa miettiä palvelukokonaisuutta tuotteen koko elinkaaren näkökulmasta katsottuna oheisen kuvan mukaisesti.



Edellä on kuvattu ajattelutapaa, miten palveluliiketoimintaa voi kehittää seuraamalla tuotetta pidemmälle sen elinkaarella. Tämän rinnalla palvelutoiminnan mahdollisuuksia on tuoda tuotteen elinkaaren eri vaiheissa sellaisia palveluja, jotka parantavat asiakaskokemusta ja tyytyväisyyttä. Eli palveluilla palvelee asiakkaan inhimillistä puolta. Miten asiakas kokee toimittajan toiminnan, tuotteen hankinnan ja käytön sekä lopulta kierrätyksen ja käytöstä poiston eli koko elinkaaren. Jos asiakaskokemus saadaan palveluilla paremmaksi, asiakas on tyytyväisempi, ostaa todennäköisesti uudelleen asiakkaan tuotteita, on valmis syvenevään yhteistyöhön ja toimii suosittelijana mahdollisille toisille asiakkaille, jotka ovat hankkimassa samanlaista tuotetta käyttöönsä. Seuraavassa kuvassa asiaa on havainnollisesti ja annettu vinkkejä, mihin tuotteen elinkaaren vaiheisiin palveluja voisi suunnitella. Seuraavassa kappaleessa näitä asiakaskokemuksen parantamiseen tähtäävien palvelujen sisältöjä käsitellään tarkemmin.



1.7. Palveluilla parempi asiakaskokemus, se ”INHIMILLINEN TEKIJÄ”

Suunnitteluvaihe	Ostovaihe	Käyttövaihe	Nostalgiaivaihe
Asiakaskokemus hankintoja suunniteltaessa	Asiakaskokemus ostoprosessissa	Asiakaskokemus tuotteita tai palveluita käytettäessä	Hyvät hetket toimittaja-yrityksen ja sen tuotteiden ja palveluiden kanssa
Sosiaalisen arvostuksen kokemus hankintoja suunniteltaessa	Sosiaalisen arvostuksen kokemus ostoprosessissa	Sosiaalisen arvostuksen kokemus tuotteita tai palveluita aktiivisesti kuluttaessa	Muistot hyvistä hetkistä toimittaja-yrityksen tai sen tuotteiden ja palveluiden kanssa
ENNAKKOKOKEMUS <ul style="list-style-type: none"> Suunnitteluvaihe <ul style="list-style-type: none"> Tiedon haun ja suunnittelun helppous ja elämyksellisyys Ennakkoon rakennettu kokemus <ul style="list-style-type: none"> Esim. unelmatkan, -kodin, -keittiön yms. suunnittelu 	OSTOKOKEMUS <ul style="list-style-type: none"> Varsinainen ostoprosessi / -kokemus <ul style="list-style-type: none"> Luottamus Tee ostaminen helpoksi Ostoprosessin selkeys Liikepaikka Maksutavat 	KÄYTTÖKOKEMUS <ul style="list-style-type: none"> Kulutus- tai käyttökokemus <ul style="list-style-type: none"> Luottamus Laatu Käyttökokemus Palvelu 	JÄLKIKOKEMUS <ul style="list-style-type: none"> Nostalgiaivaihe <ul style="list-style-type: none"> Hyvät kokemukset, ”hyvät hetket” Muistuttaminen hyvistä kokemuksista

Lähde: Henri Hakala, Vaasan yliopisto

Oheisessa taulukossa on ajatusvirikkeitä, miten tuotteen elinkaaren eri vaiheissa voidaan palveluilla parantaa asiakaskokemusta ja lisätä asiakastyytyväisyyttä. Asiakkaat ovat inhimillisiä ihmisiä, jotka kaipaavat sosiaalisen arvostuksen kokemuksia. Jos toimittaja voi tuottaa asiakkaalleen sosiaalisen arvostuksen kokemuksia, asiakassuhde syvenee ja tuottaa menestystä sekä toimittajan että asiakkaan liiketoiminnalle.

ENNAKKOKOKEMUS

Suunnitteluvaiheessa voida tuottaa asiakkaalle hyvä ennakkokokemus. Siihen digitalisaatio suo paljon mahdollisuuksia. Toimittaja voi esimerkiksi luoda sellaiset verkkosivut, mistä asiakas löytää parhaiten suunnittelutyössään tarvitsevana materiaalin helposti ja innostavasti. Esimerkiksi ikkunatoimittaja voi luoda sellaisen web-ympäristön, mistä asiakas voi löytää kaikki ikkunoihin liittyvän tiedon, suunnitteluohjeet, standardit, säännökset jne. Aina kun asiakas tai asiakkaan suunnittelija alkaa suunnittelemaan, se menee toimittajan sivustolle, koska tietää saavansa sieltä parhaan tiedon ja avun suunnittelutyölleen. Ja silloinhan toimittaja on saavuttanut paljon, kun saa potentiaalisen asiakkaan tulemaan omille sivuilleen ja voi tuottaa hyvän asiakaskokemuksen. Se on parasta pohjaa kaupanteolle.

Muita mahdollisuuksia ennakkokokemuksen saavuttamiseksi on esim. virtuaalitodellisuus, jolla matkatoimisto voi tarjota unelmamatkoja etukäteen tai keittiövalmistaja tai sisustussuunnittelija esitellä unelmakeittiön /-kodin suunnitelman hyvin todentuntuisesti. Teollisuudessa simuloinnilla voidaan enemmän ja enemmän toteuttaa ja testata virtuaalisesti ennen kuin tehdään fyysisiä investointeja tuotteen tai tuotannon kehittämiseen. Kun ennakkokokemus on vakuuttava ja innostava, on kauppaakin jo lähellä.

OSTOKOKEMUS

Teollisuuden asiakkaita pidetään yleensä rationaalisina ostajina, jotka arvioivat objektiivisesti hankkimiensa hyödykkeiden laatua, hintaa ja kokonaiskustannuksia. Todellisuudessa kuitenkin yhteinen kanssakäyminen toimittajan kanssa, jota usein nimitetään toimittajan asiakassuhdekyvykkyudeksi, vaikuttaa ostajan valintoihin. Tutkimuksiin pohjautuen tiedetään hyvin, että niin yritysjohtajat kuin ammattiohjatjat tekevät päätöksiä vahvasti intuitioon nojaten. Sosiaalinen arvostus vaikuttaa yritysasiakkaiden, niin kuin muidenkin asiakkaiden ostokäyttäytymiseen. Toimittajan on syytä kehittää sellaisia fyysisiä ja digitaalisia palveluja ja toimia henkilötasolla siten, että ostaja kokee ostoprosessin aikana sosiaalista arvostusta asiantuntemukselleen, ajatuksilleen ja ehdotuksilleen.

Ostajan sosiaaliseen kokemukseen vaikuttaa oleellisesti luottamus ja helppous. Myyntityön menestyksellisyys ydin asia on: ”Tee ostaminen helpoksi”. Jos tuote- ja palveluinfo on selkeää ja helppo ymmärtää, tuotteen/palvelun argumentointi yksinkertaista ja uskottavaa ja luottamus toimittajaan ja myyntihenkilöön on täydellinen, silloin asiakas voi perustella ostoalinnan helposti itselleen ja kollegoilleen. Helppouteen vaikuttaa ostoprosessin aikaisten tapaamisten ajankohdat ja paikat. Kaupan syntyä edesauttavat myös yksinkertaiset ja helpot maksu- ja rahoitustavat.

Kaikkien edellä mainittujen luottamusta synnyttävien ja oston helppoutta lisäävien asioiden kohdalla kannattaa miettiä, minkälaiset palvelut voisivat auttaa niiden syntymisessä. Yhteyden pidon voi tehdä vaivattomaksi etäneuvotteluilla ja muilla digitaalisilla menetelmillä, suunnitteluvaiheessa käytetyt simulaatiot ja virtuaalitekniset ratkaisut palvelevat myös varsinaisen ostoprosessin aikana jne. Palvelujen avulla ostokokemus voi muodostua miellyttäväksi, asiakkaan epävarmuus häviää ja hän saa riittävän luottamuksen siihen, että on tekemässä oikean ostopäätöksen. Ostajalle syntyy vapaa ja luottamuksellinen tunne. Silloin kauppa syntyy.

KÄYTTÖKOKEMUS

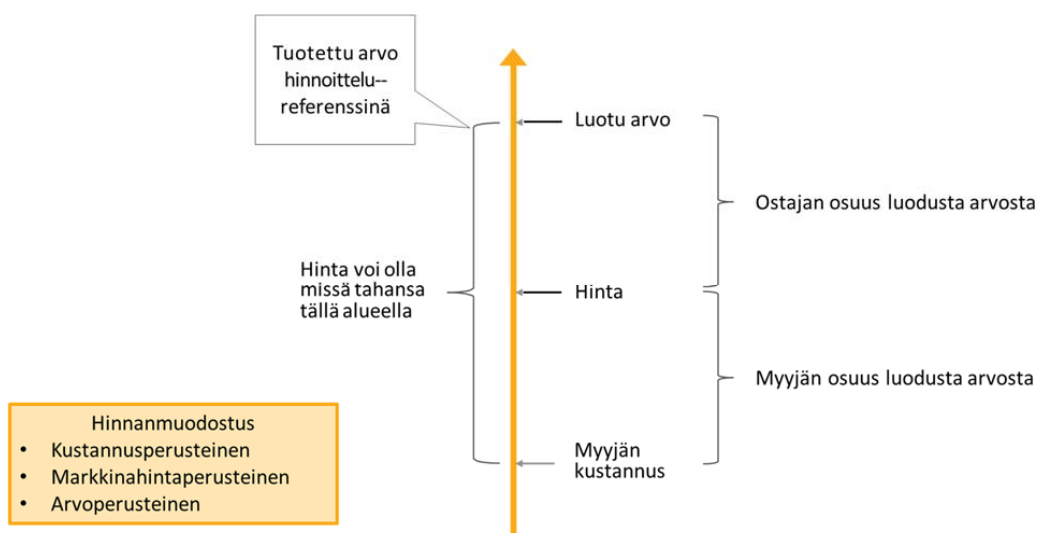
Itse tuotteen ja/tai palvelun käyttöön liittyvä kokemus on tietysti keskeisin osa asiakkaan kokemaa arvonmuodostusta. Luottamus ja laatu ovat peruselementtejä. Palvelukokemukseen liittyvät ihmiset, teknologiat, koneet /järjestelmät, prosessit, tilat jne muodostavat kokonaisuuden, jossa tarjotaan palveluja ja saadaan palvelukokemuksia usein pitkälläkin aikavälillä. Sosiaalisen arvostuksen näkökulma kannattaa huomioida kaikissa näissä käytönaikaisissa palveluissa. Tavoitteeksi kannattaa asettaa se, että käytön aikainen kokemus saadaan niin miellyttäväksi ja arvostavaksi, että asiakas kokee suorastaan innostusta ja hänestä tulee tuote-palvelu –yhdistelmän suosittelija muillekin, mahdollisille tuleville asiakkaille.

JÄLKIKOKEMUS

Tuote ja palvelukokonaisuuksiin liittyvät kokemukset ja niiden muistot unohdetaan usein asiakassuhteita hallittaessa. Asiakastytyvyydestä, positiivista elämyksistä ja yrityksen tuottaman palvelun synnyttämästä sosiaalisesta arvostuksesta kannatta aktiivisesti muistuttaa asiakkaita. Palvelukokemuksen aikana syntyneet hyvät ”hetket” unohtuvat helposti, tai toisaalta epäonnistuminen jollakin palveluprosessin osa-alueella saattaa nousta hallitsevaksi kokemukseksi, vaikka suurin osa asiakkaan kokemuksesta olisi ollut positiivinen. Pienillä viesteillä, arvostuksen kokemuksiin viittamalla ja yhteisiä pieniä tapaamisia ja tilaisuuksia järjestämällä voidaan asiakkaan mieleen kuitenkin pyrkiä palauttamaan niitä hyviä kokemuksia, joita heillä yrityksen kanssa tapahtuneesta yhteistyöstä on, ja siten vaikuttaa tulevaisuuden ostopäätöksiin. Digitaalisia palveluja voi hyödyntää eri tavoin, esim. tekemällä yhteisiä esitteitä tai videoklippejä yhteisistä onnistumista ja julkaista niitä siten, että ne muistuttavat näistä hyvistä hetkistä paitsi toimittajaa ja asiakasta, mutta myös potentiaalisia tulevia asiakkaita. Tavoitteeksi voi asettaa sen, että asiakkaalle jää mieleen ajatus: ”Tämän haluan kokea uudestaan.”

1.8. Palvelujen tuomat mahdollisuudet hinnoitteluun

ARVOPERUSTAINEN HINNOITTELU



Toiminnan perustana yrityksissä on arvon tuottaminen heidän asiakkailleen. Tämä tapahtuu tuottamalla vaihdantaa asiakassuhteissa vastaanottamalla hyötyjä sekä vastaavasti tekemällä hyötyjä vastaavia uhrauksia. Tämän vaihdannan edellytyksenä on kuitenkin se, että molemmat osapuolet tuntevat hyötyvänsä vaihdannasta.

Keskeinen syntyneen arvon jakamisen mekanismi on tuotteen hinta. Vaihdannan osapuolilla on luonnollisestikin erilaiset intressit asian suhteen. Ostaja haluaa ostaa mahdollisimman alhaisella hinnalla ja myyjä haluaa myydä mahdollisimman korkealla hinnalla. Hintojen määräytymiseen markkinoilla liittyviä mekanismeja on kolme. Näitä ovat toimittajan kustannuksiin perustuva hinnoittelu, markkinahintaan perustuva hinnoittelu sekä asiakkaan kokemaan arvoon perustuva hinnoittelu.

Toimittajan kustannuksiin perustuvassa hinnoittelussa yrityksen toiminnan kustannukset kohdennetaan tuotteisiin ja palveluihin, joka määrää sitten tuotteelle myyntihinnan. Ostajan kokemalla arvolla ei ole mitään vaikutusta hintaan. Tässä hinnoittelutavassa myyjän on vain toivottava, että ostaja kokee tuotteen vaihdannan arvoiseksi.

Markkinahintaan perustuvassa hinnoittelussa hinta määräytyy markkinoiden mukaan, eikä yksittäisellä toimijalla ole siihen paljoa päätäntävaltaa. Kilpailun vaikutuksesta hinnat alenevat kustannusperusteisen hinnan lähelle.

Asiakkaan kokemaan arvoon perustuva hinnoittelu on myyjälle hyvä vaihtoehto koska se on keskeisen kilpailuedun lähde sekä kannattavuuden maksimoinnin väline. Asiakkaan kokema arvo on kuitenkin hankala hinnoitteluperuste, koska se on subjektiivisesti koettu, tilannesidonnainen, suhteellinen sekä moniulotteinen. Asiakkaan kokeman arvon keskeiset ulottuvuudet ovat toiminnallinen arvo, strateginen arvo, sosiaalinen arvo sekä symbolinen arvo.

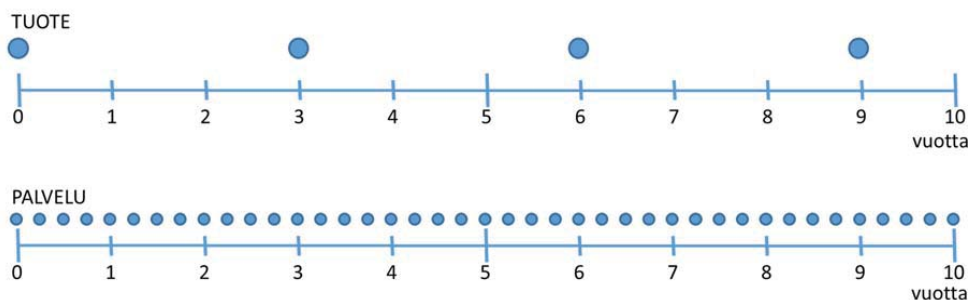
Toiminnallisen arvon esimerkkejä ovat prosessien tehostuminen tai tuotteiden käyttöiän pidentyminen. Strategisen arvon esimerkkejä ovat kyky hyödyntää resursseja tai kyvykkyyksiä paremmin. Sosiaalisen arvon esimerkkejä ovat kuuluminen arvostettuun viiteryhmään tai verkostoon. Symbolisen arvon esimerkkejä ovat ostajan identifioituminen laadukkaan tuotteen käyttäjäksi tai sosiaalinen status.

Arvoperustaisen hinnoittelun perusta on ymmärrys asiakkaan kokemasta/näkemästä arvosta, pyrkimys vaikuttaa asiakkaan kokemaan arvoon konkreettisia mittareita tuottamalla, asiakkaan kokeman hinnan käyttäminen asetannan referenssipisteenä sekä arvon jakaminen sopivassa suhteessa osapuolten kesken.

Arvoperustaisen hinnoittelun soveltaminen alkaa arvon määrittelystä myyjän ja asiakkaan välillä. Myyjällä ja asiakkaalla on usein erilaiset näkemykset arvon ulottuvuuksien merkityksestä ja painoarvoista. Näihin erilaisiin näkemyksiin myyjän ja asiakkaan välillä löytyy useita erilaisia syitä. Keinoja yhteisen näkemyksen saavuttamiseksi ovat asiakkaan liiketoiminnan, prosessien sekä preferenssien analyysi. Asiakkaan näkemyksiin taas voidaan vaikuttaa markkinointiviestinnällä, aloitteellisella myynnillä sekä palveluilla.

Arvoperustaisessa liiketoiminnassa sekä arvoperustaisella myynnillä tavoitteena on arvoperusteisen hinnoittelun kautta saatava parempi kannattavuus. Tämän vuoksi arvoperusteisessa hinnoittelussa on erityisen tärkeää myös onnistua. Jos näin ei käy, niin panostukset asiakkaan liiketoiminnan ja toimintojen ymmärtämiseen sekä sisäiseen muutokseen kohti arvoperäistä liiketoimintamallia ovat olleet turhia.

TUOTTEEN JA PALVELUN OSTOSYKLIT



TUOTTEEN MUUTTAMINEN PALVELUKSI:

- ⇒ Harvoin tapahtuva hankintatuotto muuttuu usein tapahtuvaksi palvelutuotoksi
- ⇒ Tulovirta tasaantuu

1.9. Miten palvelut voivat parantaa liiketoimintaa?

Miten palvelut voivat parantaa liiketoimintaa?
Tuote-/palveluvalikoiman laajentuminen => lisää liiketoimintaa
Erileistuminen => lisää kilpailuetuja
Katetuoton lisääntyminen => kannattavuuden parantuminen
Uudenlaista hinnoittelua => tasaisempi tulovirta
Parempi käyttäjäkokemus => tyytyväisempi asiakas => asiakasuskollisuus kasvaa => asiakkaat suosittelevat
Syvämpi asiakasyhteistyö => keskinäinen kumppanuus ja sitoutuminen

Oheisessa taulukossa on lueteltu joukko keskeisiä liiketoiminnan kehittämiskohteita, joita voidaan toteuttaa lisäämällä palveluliiketoimintaa tuoteliiiketoimintaan.

Palvelut laajentavat tuote-/palveluvalikoimaa, ja lisäävät siten liiketoiminnan volyyymia. Palvelut luovat erinomaisia mahdollisuuksia erilaistua markkinoilla, mikä luo uusia kilpailuetuja.

Palvelut ovat usein ei-materiaalisia. Kun palvelu on kehitetty, sen valmistukseen ei kulu materiaalia eikä synny logistisia kuluja. Näin etenkin kun palvelu on digitaalinen, esim. ohjelma-applikaatio, videosityys, suunnitteluohje, simulaatio jne. Tarvittava työmäärä vaihtelee nolasta ylöspäin. Jos palvelu on ihmisen toteuttama, silloin toki työkustannus voi olla merkittäväkin, joka täytyy ottaa huomioon arvonmuodostusta, katetuottoa ja hinnoittelua suunniteltaessa. Kun palvelu ei ole materiaallinen eikä fyysinen, mutta asiakkaalle lisäarvoa tuottava, joka voidaan huomioida hinnoittelussa, katetuotto voi kasvaa merkittävästi ja saavutetaan huomattavaa kannattavuuden parantumista.

Kun tuote-/palvelukokonaisuuden palveluosuus kasvaa, hinnoittelua voidaan muuttaa palveluhinnoittelun suuntaan, esim. kuukausihinnoitteluun. Tällöin päästään tasaisempaan tulovirtaan, mikä helpottaa kassavirran suunnittelua ja hallintaa. Normaalissa tuoteliiketoiminnassa tuotemaksut ovat suurempia, mutta tapahtuvat harvemmin. Jos menekissä on kausivaihtelua tai muita ulkoisia kysynnän vaihtelua aiheuttavia tekijöitä, niin tulovirta voi olla hyvinkin vaihtelevaa, ja joissakin tapauksissa vaikeasti ennakoitavaa.

Tuotetyytyväisyys on oleellinen tavoite tuoteliiketoiminnassa. Palveluilla voidaan edetä vielä pidemmälle eli erinomaiseen käyttäjäkokemukseen. Parempi käyttäjäkokemus tuottaa tyytyväisen, jopa innostuneen asiakkaan, joka toimii suosittelija tuleville uusille asiakkaille. Jos päästään erinomaiseen asiakaskokemukseen, asiakasuskollisuus kasvaa. Se luo mahdollisuuksia syvempään asiakasyhteistyöhön ja voidaan edetä kohti laajempaa yhteistä sitoutumista ja keskinäistä kumppanuutta.

2.TUOTE – PALVELU –YHDISTELMÄN SUUNNITTELU

Palvelutoiminnan kehittämisenä tähdätään lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle. Asiakasarvo on asiakkaan hyötyjen ja uhrauksien suhde. Toimittajan tulee ymmärtää, mitkä elementit muodostavat asiakkaalle asiakasarvon mukaisia hyötyjä ja mitkä tekijät aiheuttavat asiakkaalle uhrauksia. Lisäksi on oivallettava, että arvonluonti asiakkaalle ei tapahdu toimittajayrityksen sisällä vaan asiakassuhteissa. Toimittajayrityksen roolina on mahdollistaa omilla prosesseillaan arvontokemuksen syntymisen.

Kun suunnitellaan palvelutoiminnan kehittämistä, oleellista on lisätä syväymmärrystä asiakkaan toiminnoista ja arvoista. Läheiset, luottamukselliset suhteet asiakasyrityksen johtoon ja henkilöstöön ovat oleellisia. Syväymmärryksen lisäämiseksi olisi tärkeää päästä vielä havainnoimaan yrityksen toimintaa. Tutkittaessa asiakasarvon muodostumista käyttökontekstissa saadaan enemmän tietoa asiakkaiden kulttuurista, arvoista, asenteista ja toimintatavoista, jotka muodostavat asiakasarvon perustan. Asiakasarvon muodostumisen tutkiminen käyttötilanteissa tuo usein esille selkeää tietoa, joka on palvelun kehittämisen kannalta oleellista mutta jota asiakkaat eivät itse välttämättä koe oleelliseksi. Usein käyttötilanteissa asiakkaat tuovat esille sellaisia asioita, joita he eivät olisi muistaneet esimerkiksi käyttötilanteen ulkopuolella suoritettavan kyselyn aikana.

2.1. Tuote-palvelu-yhdistelmän suunnittelun perusajatuksia

Kun aletaan suunnittelemaan tuotetta, palvelua tai niiden yhdistelmää, on syytä heti aluksi porautua niin syväälle tarpeeseen, että ymmärtää, mikä on se varsinainen asia, joka täytyy tulla tehdyksi (Job-to-be-done) ja joka tuottaa halutun hyödyn. Ihmiset eivät tarvitse hissiä, vaan he tarvitsevat siirtymistä paikasta toiseen. Ihmiset eivät tarvitse lamppeja, vaan valoa. Teräskappaleiden valmistukseen ei tarvita hitsauskoneita vaan hitsisaumaa.

Jos asiakkailta kysytään suoraan, mitä nykyisiä tuotteita käyttävissä liiketoiminnoissa voitaisiin tehdä paremmin, he eivät useimmiten pysty vastaamaan todella uutta luovalla tavalla, vaan he ovat rajoittuneita katsomaan nykyisen toiminnan näkökulmasta. Jos ennen auton keksimistä olisi kysytty hevostuotteita omistavilta asiakkailta, mitä he näkisivät, miten heidän liiketoimintansa pitäisi kehittää, he olisivat luultavasti sanoneet, että pitäisi saada nopeampia hevosia, keveämpiä karruja jne. Mutta Henry Ford ja muut auton kehittäjät miettivät, mitä asiakas todella tarvitsee, mikä on se asia, mikä tulee saada tehdyksi. Se oli kulkuneuvo, millä nopeasti, edullisesti ja miellyttävästi voidaan liikkua paikasta toiseen. Vastauksena siihen aikaan oli auto.

Edellä olevasta johtuen on syytä oppia ajattelemaan rajoitteista vapaana eli harjoittaa ideaalimalliajattelua. Ideaalimalliajattelussa lähdetään pureutumaan siihen, mikä on se varsinainen asia (job-to-be-done), mitä tuotteen / palvelun tulisi tehdä ja minkälainen toteutus voisi ideaalitapauksessa olla, jos se voitaisiin toteuttaa kaikista teknisistä ja taloudellisista rajoitteista vapaana. Kun ideaalitoteutus löytyy, niin sen jälkeen voidaan alkaa ideoimaan ja tutkimaan, kuinka lähelle ideaalimallia voidaan uusimmilla teknologioilla ja menetelmillä ja reaalisesti käytettävissä olevilla resursseilla päästä. Jos ei uskalleta heittäytyä ideaaliajatteluun ja ajatella riittävän radikaalisti, ei löydetä todella innovatiivisia ratkaisuja, joilla voitaisiin erottautua kilpailijoista. Tuloksena on liian tavallinen, liian rajoittunut ratkaisu.

Teollisen palvelutoiminnan kehittämisenä on perimmiltään kyse toimittajan ja asiakkaan yhteistyön syventämisestä. Toimittaja miettii, että jos tähän saakka on toimitettu asiakkaalle tuotetta, voisiko tuotteen tarjota palveluna tai tuote-palveluyhdistelmänä. Jos asiakas on teollisuusyritys,

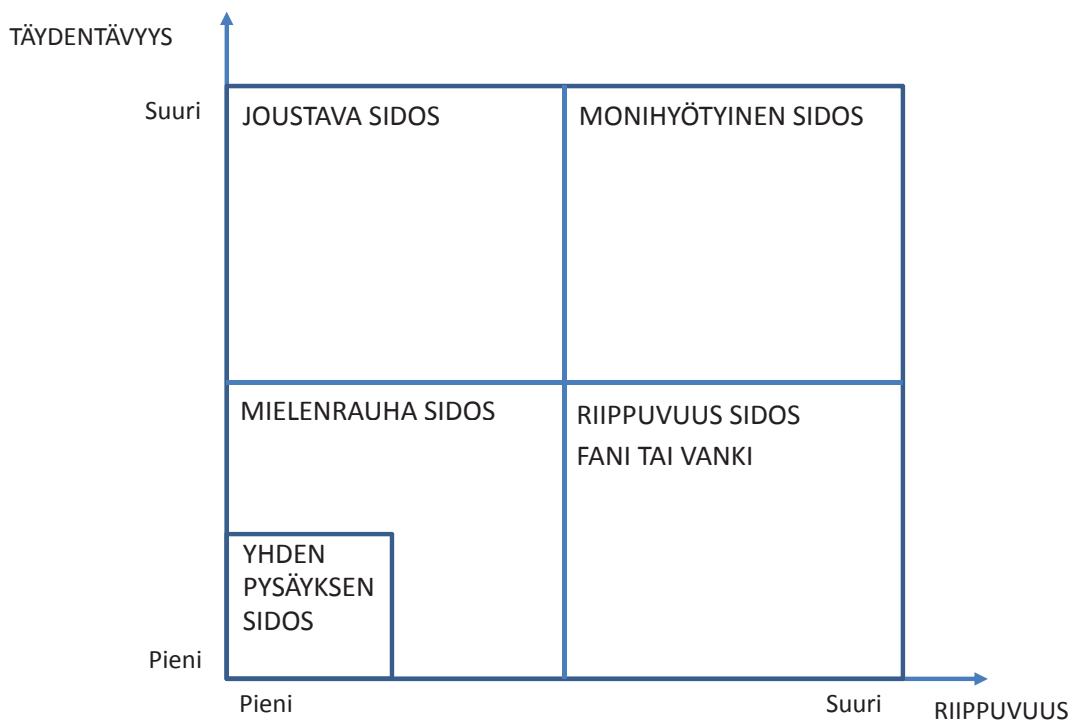
toimittaja miettii, olisiko asiakkaalla sellaisia toimintoja, jonka se pystyisi toteuttamaan paremmin kuin asiakas? Voisiko toimittaja tarjota asiakkaalle ko. toiminnon palveluna niin, että molemmat saavat osansa arvon lisäyksestä: toimittajalle uusi palvelu tuo lisää liiketoimintaa, asiakkaalle toiminnan tehostumista.

Palvelusuunnittelua voidaan lähestyä kysymysarjalla:

- Mihin asiakas tarvitsee meidän yritykseltä hankittavaa tuotetta? Miksi asiakas ostaa? Miksi asiakasyrityksen toiminto, johon he käyttävät tuotetta, on olemassa?
- Miksi asiakas tekee tai tekisi ko. toiminnon itse?
- Voisiko joku muu tehdä sen paremmin?
- Vapautuisiko asiakasyrityksen omia resursseja, jos joku toinen tekisi ko. toiminnon?
- Voisiko meidän yritys tuottaa tuotteen lisäksi koko toiminnon palveluna niin, että sekä asiakkaalle ja meidän yritykselle syntyisi uutta lisäarvoa?
- Minkälainen olisi täysin ideaalinen toteutus?

2.2. Tuote-palvelu –yhdistelmien suunnittelustrategioita

Kun tuotteeseen aletaan suunnittelemaan palvelukomponenttia, kaksi perusominaisuutta määrittävät kuinka asiakkaat arvostavat ja käyttävät tuote-palveluyhdistelmää: täydentävyys ja riippuvuus. Kun tuotteita ja palveluja tarkastellaan täydentävyyden ja riippuvuuden näkökulmista, saadaan seuraavat neljä tuote-palveluyhdistelmien sidostyyppiä.



TÄYDENTÄVYYS

Kuinka hyvin tuote ja palvelu täydentävät toisiaan eli kuinka paljon asiakkaan saama arvo kasvaa, kun tuotetta ja palvelua käytetään yhdessä

RIIPPUVUUS

Tuotteen ja palvelun keskinäinen riippuvuus toiminnallisesti eli kuinka välttämätön palvelu on, jotta tuotetta voi käyttää tehokkaasti tai päinvastoin: kuinka välttämätön tuote on, jotta palvelua voi hyödyntää täysimääräisesti.

JOUSTAVA SIDOS

Joustava sidos sopii kompleksisille tuotteille ja palveluille. Tässä sidostyyppissä tuotteet ja palvelut itsessään ovat hyvin riippumattomia (asiakas voisi helposti ostaa ne erikseen), mutta ne ovat hyvin toisiaan täydentäviä (niiden arvoa voidaan huomattavasti lisätä, kun ne yhdistetään joustavilla tavoilla). Joustavan sidoksen esimerkki on mm. Oracle on Demand –tietokantaohjelmisto. Ohjelmistopakettin lisäksi Oracle tarjoaa myös konsultointia ja hallintapalvelua tuotteen räätälöimiseksi asiakaskohtaiseksi, jolloin asiakas saa parhaan mahdollisen hyödyn Oracle-investointiinsa. Kun Oracle otti käyttöön tuote-palvelu –hybridin, palvelukomponentti kasvoi 75 %:lla kahdessa vuodessa, n. 20 %:iin koko liikevaihdosta.

MIELENRAUHA SIDOS

Mielenrauha -sidoksessa asiakas haluaa varmistaa, että se saa kokonaisuutena parhaan toteutuksen. Sidoksessa on pieni täydentävyys ja pieni riippuvuus. Tuote-palvelu –kokonaisuus ei ole erillinen, mutta vahva brändi saa asiakkaan luottamaan siihen. Esim. hissien toimituksessa asiakas voi ostaa huollon miltä tahansa huoltofirmalta. Huolto on kuitenkin turvallista ostaa hissien toimittajalta. Asiakas voi luottaa, että huoltofirma tuntee hissien tekniikan ja varaosa-palvelu toimii jne. Nykyisin hissitoimittaja voi lisäksi erottautua etäpalveluilla, joita tavallisen huoltofirman on vaikea toteuttaa. Etäpalveluilla huolto tulee nopeammaksi ja edullisemmäksi.

YHDEN PYSÄYKSEN SIDOS

Yhden pysäyksen sidoksessa on minimaalinen täydentävyys ja minimaalinen riippuvuus. Palvelun luotettavuus ja vaivattomuus ratkaisevat. Esimerkki on parturi-kampaamo, joka tarjoaa hiustenhoito- ja kauneustuotteita. Asiakas voi ostaa hiustenhoito- ja kauneustuotteita mistä vaan ja mahdollisesti halvemmalla, joten riippuvuus on minimaalinen. Hoitotuotteiden ostaminen ei sinällään tuota lisäarvoa kampauspalveluun ja sen lopputulokseen. Ostamisen helppous ja luottamus asiantuntijuuteen ratkaisee. Kun tuotteet ovat hyvin esillä kampaamossa, asiakkaan on helppo ostaa niitä parturi-kampaamo –käynnin yhteydessä ja hän luottaa häntä palvelleen, mahdollisesti hyvinkin tutun, henkilön asiantuntemukseen ja suosituksiin tuotevalinnassa.

MONIHYÖTYINEN SIDOS

Monihyötyisessä sidoksessa tuote ja palvelu ovat erottamattomat, niiden välillä on suuri täydentävyys ja suuri riippuvuus. Tuote ilman palvelua on hyödytön ja päinvastoin. Esimerkiksi joku musiikkilaitte tai –applikaatio ovat hyödyttömiä ilman musiikkia tarjoavia palveluja. Apple on hyvä esimerkki, miten se on ottanut johtavan aseman palvelukonseptilla, missä laitteet ja palvelut on kytketty toisiinsa. iPod ja iTunes mullistivat musiikkimarkkinat. iPod-laite vaati välttämättä iTunes-palvelun ollakseen hyödyllinen, täydentävyys oli suuri. Aluksi iTunes-palvelu vaati Applen laitteen toimiakseen, riippuvuus oli suuri. Kännykkä- ja tietokonepuolella on monia vastaavia laite-palvelu –sidoksia.

RIIPPUVUUS SIDOS

Riippuvuus-sidoksessa on suuri riippuvuus ja pieni täydentävyys. Tuotteeseen liitettäviä palveluja voi ostaa vain kyseisen tuotteen toimittajalta tai asiakas haluaa ostaa vain yhdeltä toimittajalta. Tällaisessa tapauksessa, jos palvelu on hyvin täydentävä ja tuottaa paljon lisäarvoa, on kyseessä monihyötyinen sidos. Mutta jos palvelu on vain vähän lisäarvoa tuottava, mahdollisesti paljon vähemmän kuin muilla markkinoilla olevilla palveluilla, asiakas on vanki. Jos taas asiakas haluaa ehdottomasti ostaa vain tietyltä toimittajalta, vaikka palvelun tuottama lisäarvo on heikko, on kyseessä fani. Esimerkkejä ovat urheilujoukkueiden fanituotteet ja –palvelut. Vastaavanlaisia hyvin vahvoja riippuvuuksia voi esiintyä automaailmassa.

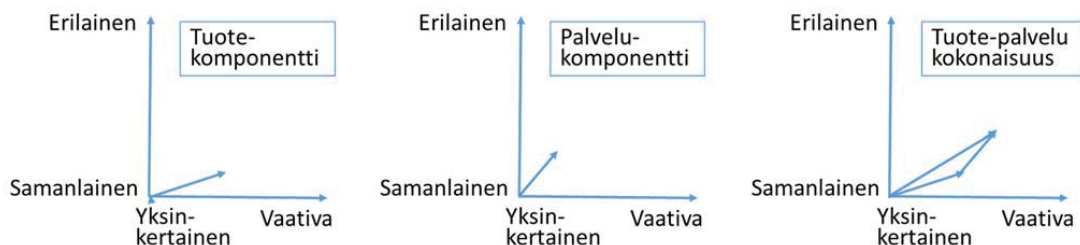
2.3. Tuote-palvelu-yhdistelmän suunnittelu

Edellisessä kappaleessa tuote-palvelu –suunnittelua tarkasteltiin tuotteen ja palvelun täydentävyyttä sekä niiden riippuvuutta toisiinsa ja kilpailijoihin nähden. Suunnittelussa kannattaa tarkastella myös tuotteen ja palvelun erilaisuutta ja toteutuksen vaativuutta sekä niiden synnyttämää kilpailuasemaa. Kun tuote on erilainen kuin kilpailijoilla, asema markkinoilla asiakkaaseen nähden on vahva. Jos tuote vaatii korkeaa osaamista ja on teknisesti haastava, asema kilpailijoihin nähden on vahva. Nykyisten kilpailijoiden on vaikea jäljitellä ja uusien kilpailijoiden markkinoille tulon kynnyks kasvaa.

Asiaa voidaan tarkastella erikseen kummankin komponentin, tuotteen ja palvelun, osalta ja tarkastella sitten niiden yhteisvaikutusta. Alla on malli, miten komponentteja kuvaavia vektoreita (nuolia) voi käyttää konkretisoimaan ja havainnollistamaan suunnittelua. Tuote- ja palvelukomponenttien käyttö suunnittelussa syventää markkina-aseman analyysia ja antaa eväitä miettiä, miten kilpailuasetaelmaa voi parantaa vaikuttavimmin ja kustannustehokkaimmin. Samalla komponenttikuvaus havainnollistaa kehittämistoimenpiteiden kokonaisvaikutusta.

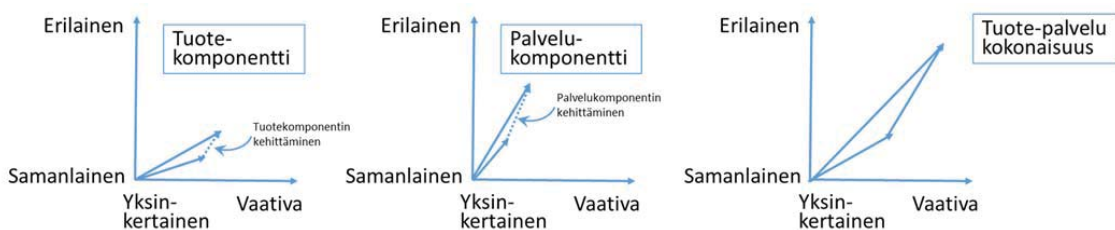
NYKYTILA

Aluksi mietitään omien tuotteiden osalta niiden nykytila. Mikä on kunkin tuotteen osalta tuotteen ja palvelun suhde kilpailijoihin. Graafisessa kuvauksessa ei tarvitse erilaisuus- ja vaativuusakselilla olla absoluuttisia arvoja, vaan suhteellisia arvoja suhteessa kilpailijoihin. Alla olevassa kuvassa tuote on melko vaativa toteuttaa, mutta eroaa kilpailevista tuotteista varsin vähän. Palvelu sen sijaan eroaa kilpailijoista kohtuullisesti, mutta toteutus ei ole kovin vaativa. Näistä syntyvä tuote-palvelu –kokonaisuus on sitten kuvattu oikeanpuolimmaisessa kuvassa.



TAVOITE

Kun tuote-palvelu –kokonaisuuden asemaa markkinoilla halutaan parantaa, aluksi tulee pohdittavaksi, saadaanko markkina-asemaa parannettua tehokkaimmin tuotetta vai palvelua vai molempia parantamalla. Sitten mietittäväksi tulee kummankin, sekä tuotteen että palvelun osalta, saadaanko tehokkain vaikutus erilaistumista vai toteutusvaativuutta vai molempia lisäämällä. Oheisessa kuvassa tuotteen osalta on suunniteltu lisättävän erilaistumista jonkin verran, mutta tuote-toteutuksen ominaisuuksia ja toteutusta vain vähän. Sen sijaan palvelukomponentin erilaistumista kilpailijoihin nähden on päätetty tehdä varsin voimakkaasti, toteutuksen vaativuutta varsin vähän. Kun nämä suunnitellut kehitysaskleet summataan tuote-palvelu –kokonaisuuden kuvaan, niin huomataan, että yhteisvaikutus onkin varsin suuri. Toteutuessaan nämä suunnitelmat parantavat tuote-palvelu –kokonaisuuden markkina-asemaa todella merkittävästi.



3. TEOLLISEN PALVELULIIKETOIMINNAN SUUNNITTELUN

TYÖKIRJA

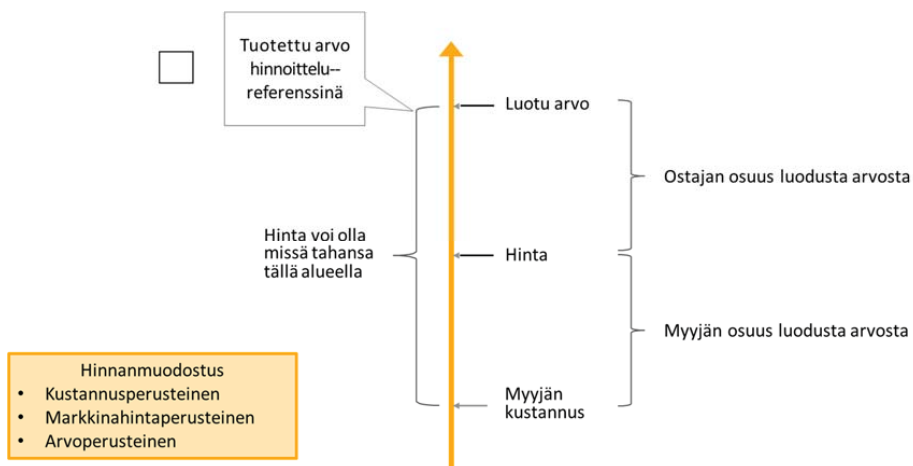
Teollinen palveluliiketoiminta on kombinaatio asiakkaina olevista ihmisistä, valtavasti kehittyvistä digitalisaation mahdollistamista uusista teknologioista ja menetelmistä sekä täysin uusista liiketointamalleista. Kun hahmottaa tämän kokonaiskuvan ja oivaltaa näiden osa-alueiden mahdollisuudet uudenlaisen palvelutoiminnan kehittämisessä, niin pohja uusille palveluinnovaatioille on luotu ja on aika tarttua toimeen.

Seuraavilla sivuilla on teollisen palveluliiketoiminnan suunnitteluun tarkoitettu työkirja. Kullakin sivulla on aikaisemmin tässä ohjekirjassa esitetty ja selitetty kuva jostakin palveluliiketoiminnan osa-alueesta. Kuvat ovat muutoin samat kuin aikaisemmassa tekstissä, paitsi kuhunkin kuvaan on lisätty pieniä neliön muotoisia laatikoita. Näiden pikkuneliöiden tarkoitus on se, että niihin merkitään ruksilla sellaiset toiminnot, jotka voisivat olla kiinnostavia oman yrityksen tai organisaation palvelutoiminnan kehittämiseksi. Kuvan alla on muistiinpanotilaa, jossa voi ideoida ja suunnitella ruksaamalla valittujen toimintojen sisältöä, tavoitteita ja kehittämistoimenpiteitä.

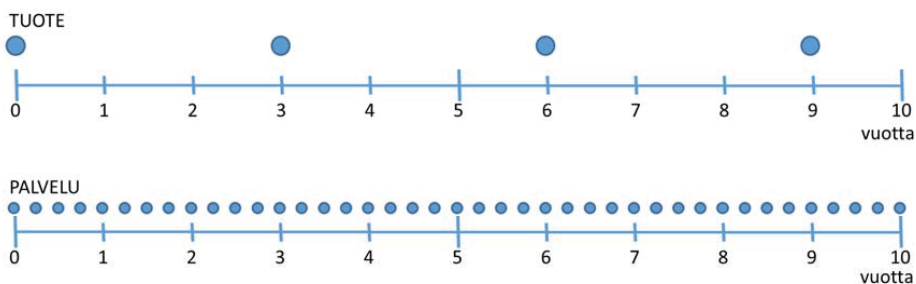
Työkirjan on tarkoitus antaa virikkeitä teollisten palvelujen innovoinnille. Kun työkirjaa työstäessä syntyy oivalluksia, löytää ratkaisuideoita ja keksii keinoja toteuttaa ne, niin innovaatioprosessi on lähtenyt liikkeelle. Toivotan innostavia innovoinnin hetkiä ja tuloksellisia uusia palveluja.

3.5. Palvelujen tuomat mahdollisuudet hinnoittelun ja kassavirran tasaisuuden kehittämiseksi

ARVOPERUSTAINEN HINNOITTELU



TUOTTEEN JA PALVELUN OSTOSYKLIT



TUOTTEEN MUUTTAMINEN PALVELUKSI:

- ⇒ Harvoin tapahtuva hankintatuotto muuttuu usein tapahtuvaksi palvelutuotoksi
- ⇒ Tulovirta tasaantuu

IDEOITA JA TOIMENPITEITÄ OMAN YRITYKSEN HINNOITTELUN JA KASSAVIRRAN TASAISUUDEN KEHITTÄMISEKSI:

DATA SORVIN ÄÄREEN

– TILT-projektin loppuraportti

Teollinen internet liiketoiminnan tukena (TILT) -projekti on tiukasti sidoksissa aikamme keskeiseen megatrendiin. Uusiutuva Internet, tekoäly ja sen mahdollistamat uudet teknologiat ovat tehneet projektin tutkimusalueesta vielä keskeisemmän kuin ehkä osattiin ajatella projektihakemusta kirjoitettaessa. Nämä teemat ovat nousseet nyt kaikkien huulille, ja edelläkävijyys niissä on nostettu kansankunnan keskeiseksi menestysreseptiksi eurooppalaisella tasolla. Tässä projektiraportissa rajataan aluksi TILT-projektin tutkimusalue lyhyesti, jonka jälkeen esitellään projektissa saavutettuja tuloksia. Loppuosaa raportissa keskittyy pohdintaan tulosten vaikuttavuudesta ja jatkokehitystarpeista.

TILT-projekti toteutettiin vuosina 2015-2018. Tutkimusosapuolina hankkeessa olivat Oulun yliopiston alainen Kerttu Saalasti -instituutti (KSI) sekä Centria tutkimus ja kehitys, joka myös toimi hankkeen koordinaattorina. Painopisteeksi muodostuivat toisaalta sensoriratkaisut sekä tiedonsiirron teknologia ja turvallisuus, toisaalta datan käsittely ja tietoon liittyvät turvallisuusriskit. Näiden kautta pyrittiin tuottamaan tietoa, miten yritykset pystyvät hyödyntämään teollista internetiä toiminnassaan sekä luoda edellytykset uusille liiketoimintaprosesseille ja -mahdollisuuksille. (TILT-projektisuunnitelma 2014, 5-6)

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 35

ISBN 978-952-7173-38-1 (PDF)

ISSN 2342-933X