

Ennakoivan kunnossapidon mahdollisuudet sahateollisuudessa

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK) Puutekniikka
2023
Aleksi Porkka

Tiivistelmä

Tekijä(t) Aleksi Porkka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 28	Valmistumisaika 2023
Työn nimi Ennakoivan kunnossapidon mahdollisuudet sahateollisuudessa		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), puutekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Jartek AI Oy		
Tiivistelmä <p>Työn aiheena oli selvittää toimeksiantajayrityksen asiakkaiden tarve automatisoidummalle kunnossapidolle. Opinnäytetyössä tehtiin tulevaisuutta varten alustava tutkimus, jotta yrityksen olisi helpompaa lähteä kehittämään automaatoratkaisuja yhdessä asiakkaiden kanssa. Työ on tehty Jartek AI Oy:lle tavoitteena helpottaa myyntiä ja laajentaa automaatiota.</p> <p>Työ toteutettiin haastattelemalla aihealueen kokeneita ammattilaisia. Haastateltavat olivat toimeksiantajayrityksen asiakkaiden henkilöstöä. Työn eri vaiheisiin kuului teoriaosuuden tutkiminen ja sen pohjalta haastattelukysymysten luominen, haastatteluajankohdan sopiminen sekä haastattelu, haastatteluaineiston analysointi ja tulosten kirjaaminen.</p> <p>Tämän opinnäytetyön kirjoittaminen kehitti omaa osaamistani mm. erilaisten aineistojen löytämisessä, sekä kirjoittamisessa. Aineisto sekä haastateltavien henkilöiden tieto ja kokemus avarsi myös omaa tietämystäni aiheesta. Haastattelut auttoivat ymmärtämään nykyaikaista kunnossapitoa ja sen kehittymisen tarvetta.</p> <p>Tutkimus auttoi ymmärtämään paremman kunnossapidon tarvetta ja toi hyötyä työelämään. Toimeksiantajayritystä kiinnosti asiakkaan kokema tarve, joka työssä selvitettiin. Työ on vähintäänkin hyvä pohja jatkotutkimuksille, jotka tulevat helpottamaan yrityksen myyntiä entisestään. Tutkimuksessa ei tutkittu, mitä IO-Link-antureita sahateollisuudessa on toimeksiantajayrityksen sekä asiakkaiden kannalta kannattavinta ja hyödyllisintä käyttää. Opinnäytetyössä ei myöskään tutkita, miten antureita on mahdollista käyttää tai ottaa käyttöön. Tutkimusaihe on rajattu asiakastarpeen kartoittamiseen.</p>		
Asiasanat IO-Link, Sahateollisuus, kunnonvalvonta		

Abstract

Author(s) Aleksi Porkka	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 28	
Title of Publication Possibilities of predictive maintenance in sawmill industry		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Wood Technology		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Jartek AI Oy		
Abstract <p>The topic of this thesis was to find out the customer's need for automated maintenance. In the thesis, preliminary research was done for the future, so that it would be easier for the company to start developing automation solutions together with customers. The work has been done for Jartek AI Oy with the aim of facilitating sales and expanding automation.</p> <p>The work was carried out by interviewing experienced professionals in the subject area. The interviewees were personnel of the clients of the commissioning company. The different stages of the work included researching the theory part and creating interview questions based on it, agreeing on the time and place to be interviewed and the interview, analyzing the interview material and recording the results.</p> <p>Writing this thesis developed my own skills, such as finding different credible sources, and writing. The material and the knowledge and experience of the interviewees also broadened my own knowledge of the subject. The interviews helped to understand modern maintenance and the need for its development.</p> <p>The research helped to understand the need for better maintenance and brought benefits to working life. The client company was interested in the customer's perceived need, which was clarified in the work. At the very least, the work is a good base for further studies, which will facilitate the sale of the company even more. The study did not investigate which IO-Link sensors in the saw industry are the most profitable and useful to use for the commissioning company and the customers. The thesis also did not investigate how sensors can be used or put into use. The research topic was limited to mapping customer needs.</p>		
Keywords IO-Link, Sawmill, maintenance		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Jartek Group Oy	2
2.1	Yritysesittely	2
2.2	Palvelut ja laitteet	2
3	Sahateollisuus Suomessa ja maailmalla	5
3.1	Katsaus Suomen sahateollisuuteen	5
3.2	Globaali näkymä.....	6
4	Sahateollisuuden prosessiketju.....	9
4.1	Tukkilajittelu.....	9
4.2	Sahausprosessi.....	9
4.3	Tuorelajittelu	10
4.4	Kuivalajittelu	10
5	Sahalaitoksen kunnonvalvonta	12
5.1	Kunnossapito yleisesti	12
5.1	Kunnossapitodata ja kunnonvalvonta.....	12
5.1	Datan hyödyntäminen ennakoivassa kunnossapidossa	13
6	IO-Link-teknologia.....	14
6.1	Perusteet ja toimintaperiaate	14
6.2	Ominaisuudet ja edut.....	14
6.3	IO-Link-antureiden tyypit.....	15
7	Tutkimuksen toteutus.....	18
7.1	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	18
7.2	Haastateltavien valinta ja haastatteluaineisto.....	18
7.3	Analyysi	19
8	Haastattelutulokset	20
8.1	Kunnossapidon nykytilanne	20
8.2	Kunnossapidon merkitys tulevaisuudessa	20
8.3	Automaatio ja IO-Link-anturit apuna	21
8.4	Hyödyllisyys.....	22
9	Yhteenveto	23
9.1	Tutkimuksen tulokset	23
9.2	Johtopäätökset	24
9.3	Jatkotutkimusaiheet.....	24
	Lähteet	25

Liite 1. Haastattelukysymykset

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö keskittyy sahateollisuuden ennakoivan kunnossapidon yleiseen tilanteen analysointiin ja tulevaisuuden mahdollisuuksiin älykkään IO-Link-anturoinnin avulla. Työssä tehdään katsaus sahateollisuuden tilanteeseen Suomessa ja maailmalla, sekä käydään läpi sahalaitosten prosessiketjua, kunnonvalvontaa ja IO-Link-tekniikan ominaisuuksia sekä sen tarjoamia etuja sahateollisuudessa ja yleisesti. Lisäksi työssä käsitellään erilaisia IO-Link-antureita.

Opinnäytetyössä myös haastatellaan Pölkky Oy:n henkilöstöä liittyen automaation älykkäämpään anturointiin ja ennakoivan kunnossapidon tulevaisuuden näkymiin sekä nykytilanteeseen. Tarkoituksena on kartoittaa asiakkaiden kokemaa tarvetta automatisoidulle kunnossapidolle ja tehdä Jartekin tulevaisuuden projektimyynneistä yksiselitteisempää ja helpompaa, sekä nopeuttaa ja lisätä yrityksen myyntiä tutkimalla eri mahdollisuuksia anturoinnille, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaille.

Tutkimuksessa ei tutkita, mitä IO-Link-antureita sahateollisuudessa on toimeksiantajayrityksen sekä asiakkaiden kannalta kannattavinta ja hyödyllisintä käyttää. Opinnäytetyössä ei myöskään tutkita, miten antureita on mahdollista käyttää tai ottaa käyttöön. Tutkimusaihe on rajattu asiakastarpeen kartoittamiseen.

2 Jartek Group Oy

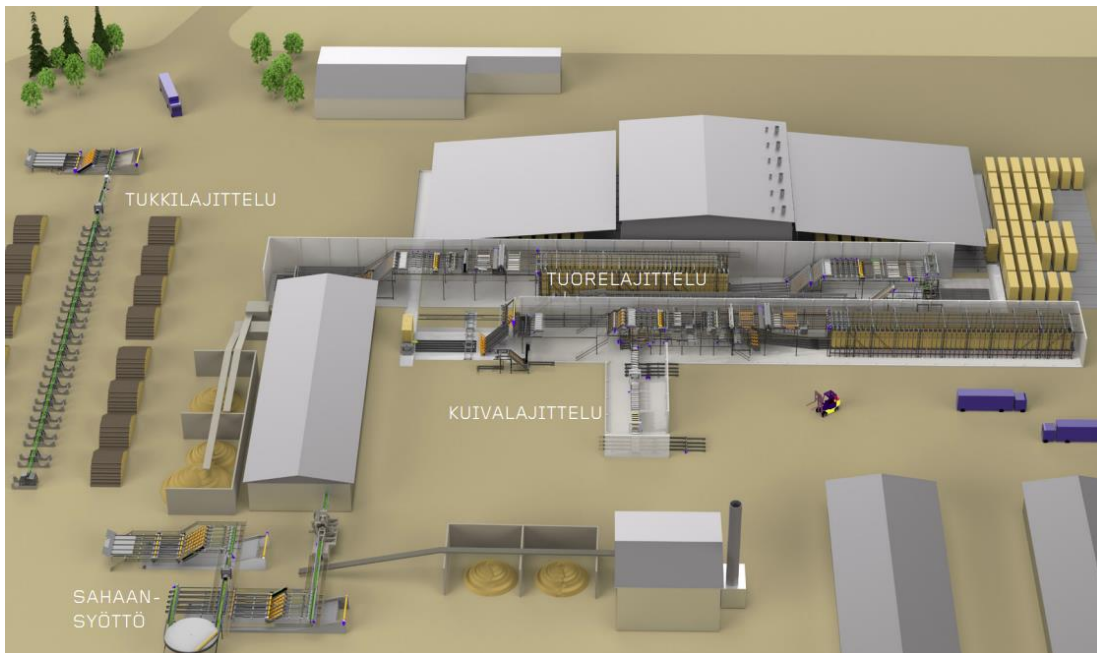
2.1 Yritysesittely

Jartek on suomalainen vuonna 1958 perustettu Lahdessa sijaitseva perheyritys, joka keskittyy puunjalostukseen. Yritys on erikoistunut jatkojalostusteknologiaan, sahojen lajittelu- ja paketointilaitoksiin sekä lämpökäsittelylaitoksiin. Jartek suunnittelee ja toimittaa luotettavia laitteistoratkaisuja sahoille ja jatkojalostuslaitoksille. Nämä voivat olla yksittäisiä laitteita tai kokonaisia sahalaitoksia. Talouspäällikkö Jukka Makkosen (2023) mukaan Jartekin liikevaihto oli vuonna 2022 46,4 miljoonaa euroa, ja yritys työllisti 60 henkilöä. Nykyään Jartek on Suomen suurimpia saha-teollisuuden teknologiatoimittajia. Yrityksen päämarkkina-alueina on toiminut Suomi ja Venäjä. (Jartek Invest Oy 2023.)

Jartek AI Oy on automaatioyritys, joka perustettiin vuonna 2020 tarkoituksenaan toimia yhtiötä tukevana toimijana. Yritys pystyy tarjoamaan asiakkailleen nykyaikaiset prosessinohjausjärjestelmät sahalaitosten ohjaukseen. Jartek AI Oy:n järjestelmät perustuvat pääosin Beckhoff-tuoteperheeseen. Nykyaikainen automaatiojärjestelmä voidaan asentaa vanhojen järjestelmien tilalle, tai liittää olemassa olevaan järjestelmään. Käytetty järjestelmä perustuu tunnettuihin standardeihin. (Jartek Invest Oy 2023.)

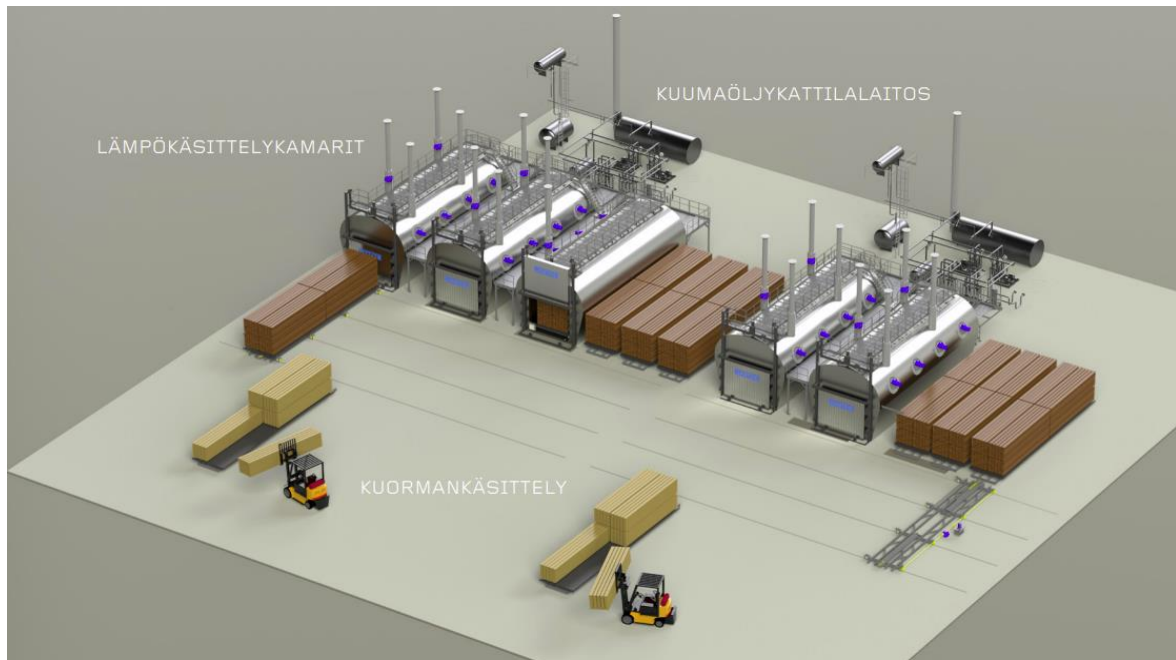
2.2 Palvelut ja laitteet

Jartek toimittaa sahalaitoksille esimerkiksi erilaisia tuorelajittelu- ja rimoituslaitoksia, kuivalajittelu- ja paketointilaitoksia, tukkilajittelulaitoksia sekä sahaan syöttöalueen laitteita. Kuvassa 1 on esitetty Jartekin toimittama sahalaitos, jossa nähdään osa edellä mainituista laitoksen osista.



Kuva 1. Jartekin toimittama sahalaitys (Jartek Invest Oy 2023, 8)

Näihin laitoksiin yhtiöllä on olemassa yksittäisiä laitteita ja erilaisia konenäköratkaisuja. Konenäköratkaisuihin kuuluvat rimaskanneri, tuplalaudan erotus, annostimen AI-pohjainen syöttö, paketoinnin pituusmittaus sekä purkureunan säätö. Konenäkölaitteet ovat osana suurempia prosessilaitteita, joita ovat esimerkiksi purkauslaite, annostin, trimmeri, lajittelukuljetin ja rimoituskone. (Jartek Invest Oy 2023, 6) Yksi suurimmista tuotteista on kuitenkin lämpökäsittelylaitokset, sillä Jartek on lämpökäsittelylaitteiden johtava toimittaja koko maailmassa, ja kysyntä kasvaa jatkuvasti. (Jartek Invest Oy 2023, 12) Kuvassa 2 näkyy Jartek Invest Oy:n toimittama lämpökäsittelylaitos.



Kuva 2. Jartekin toimittama lämpökäsittelylaitos (Jartek Invest Oy 2023, 9)

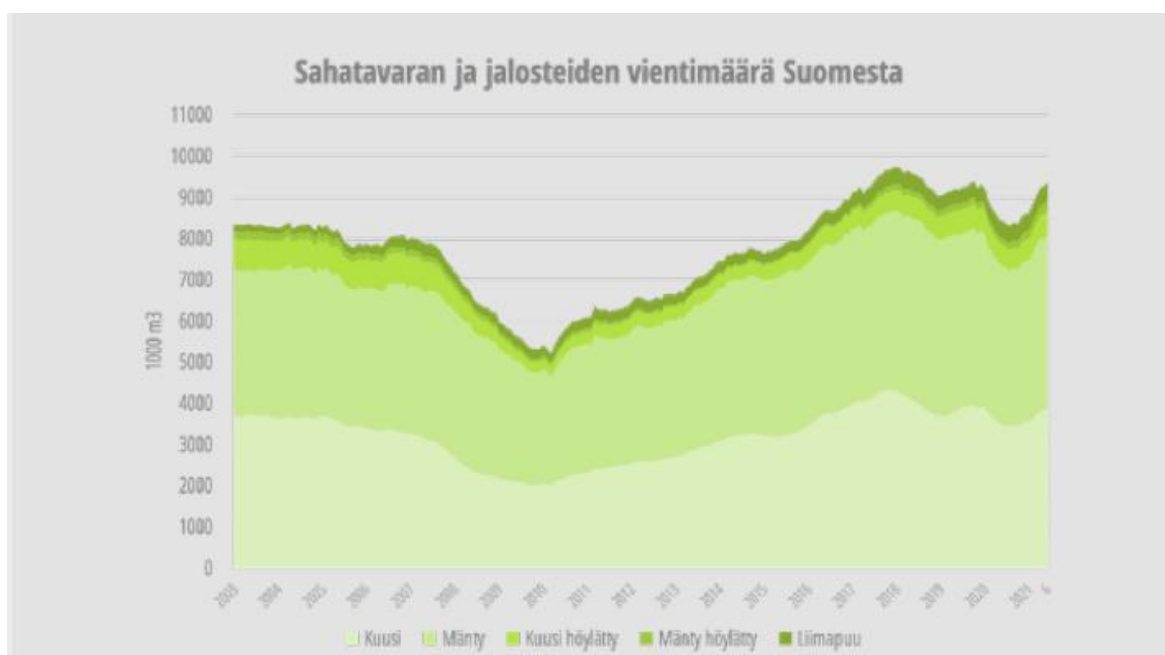
Laitteiden suunnittelu ja toteutus vaativat erittäin vahvaa osaamista prosessin eri vaiheista. Jartek toimittaa ThermoWood®-laitoksia, joissa tuotetaan lämpökäsiteltyä puuta. Yleisimpiä puulajeja ovat Pohjois-Eurooppalaiset mänty ja kuusi. Lämpökäsittelykamareissa on hyvin pieni ylipaine, sekä lämpöä, höyryä ja vettä. Tuoteluokitus tulee Lämpöpuuyhdistykseltä, jonka jäsenenä Jartek on ollut alusta alkaen. (Jartek Invest Oy 2023, 14)

3 Sahateollisuus Suomessa ja maailmalla

3.1 Katsaus Suomen sahateollisuuteen

Suomen sahateollisuudella on pitkä historia ja suuri merkitys niin taloudellisesti kuin kulttuuriperinnön vaalimisessa. Sahat ovat olleet keskeisessä asemassa monilla pienillä paikkakunnilla, ja niiden ympärille on kehittynyt infrastruktuuria, joka hyödyttää monia alueen ihmisiä. Puun käyttö rakentamisessa kasvaa ja on edelleen merkittävää Suomessa, ja noin 90 % pientaloista rakennetaan puusta. Myös puukerrostalorakentamisen näkymät ovat kasvavaan päin. Sahat tarjoavat vastuullisesti tuotettua sahatavaraa, joka on tärkeää jatkojalostuksen kehittymiselle Suomessa. Monilla itsenäisillä sahoilla on myös omaa jalostustoimintaa. (Sahateollisuus ry 2021, 59.)

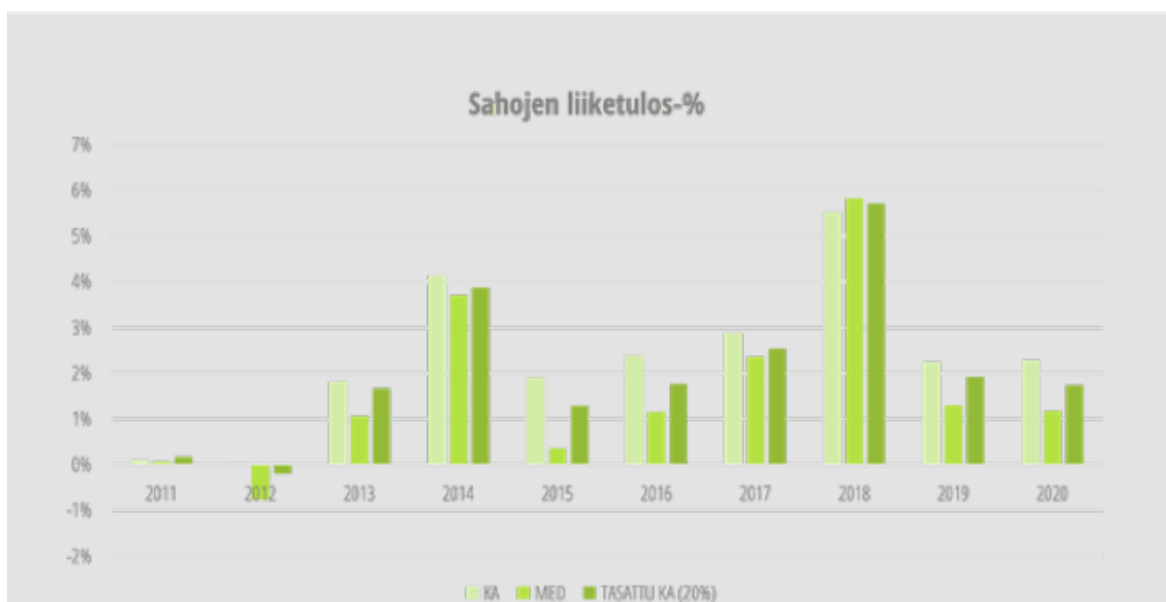
Suomessa sahateollisuus on yksi tärkeimmistä metsäteollisuuden osa-alueista. Sahateollisuus on suurimpia vientialoja maassa ja vuonna 2020 sahatavara oli Suomen kuudenneksi suurin vientituote. (Mäntyranta 2022.) Kuviossa 1 havainnollistetaan sahatavaran ja jalosteiden vientimäärää kuutioina Suomesta 2003–7/2021.



Kuvio 1. Sahatavaran ja jalosteiden vientimäärä Suomesta 2003–7/2021 (Sahateollisuus ry 2021, 54)

Sahatavaraa vietiin kokonaisuudessaan 1,6 miljardin euron edestä, mikä tarkoittaa 75 % sahojen tuotannosta. Sahateollisuuden liikevaihto oli kaikkiaan 3 miljardia euroa.

(Sahateollisuus ry 2021, 47.) Aikaisempina vuosina viennin bruttoarvo on ollut huomattavasti korkeampi, mutta vuoden 2020 alhaisempaan vientimäärään vaikuttivat alkuvuoden työtaistelut ja koronapandemia. (Sahateollisuus ry 2021, 53.) Kuviossa 2 havainnollistetaan sahojen liike-tulosprosentin kehittymistä vuosina 2011–2020.



Kuvio 2. Sahojen liike-tulosprosentin kehittyminen vuosina 2011–2020 (Sahateollisuus ry 2021, 48)

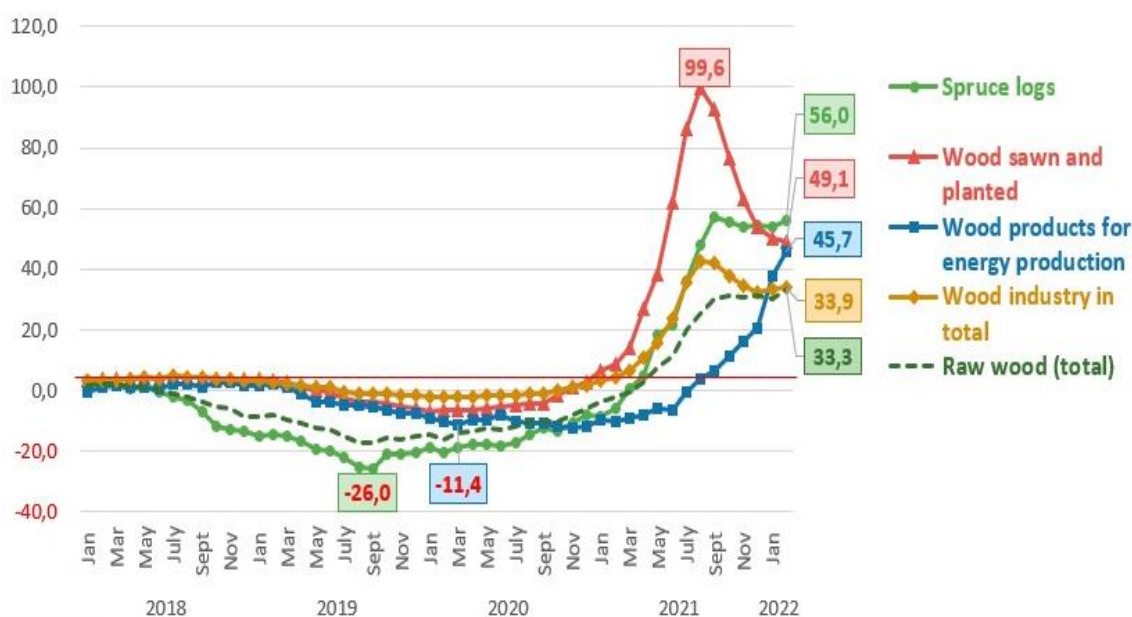
Sahateollisuus on luonut Suomeen kotimarkkinan, joka on ollut tärkeä tekijä johtavien sa-hateknologian vientiyriyten syntymiselle. Sahatavaran tuotanto ja vienti on kansantalou-delle hyödyllistä. Kyseessä on arvonlisäpohjainen vienti, mikä tarkoittaa sitä osuutta vien-nistä, mikä pohjautuu kotimaisiin panoksiin. (Mäntyranta 2022.) Sahateollisuudella on mer-kittävä taloudellinen vaikutus sekä paikallisesti että koko yhteiskunnassa. Sahat päätyvät maksamaan suuren osan metsänomistajien kantorahatuloja, palkat ja verot sekä tuovat Suomelle vientituloja. Alan vaikutukset paikallisella tasolla ovat merkittävät, sillä harva toi-miala pystyy vastaamaan sa-hateollisuuden tuomaan taloudelliseen hyötyyn. Lisäksi sa-hateollisuuden positiivinen vaikutus kotimaiseen kauppataseeseen on kookas, koska valtaosa tuotantopanoksista ovat kotimaasta. (Sahateollisuus ry 2021, 47.)

3.2 Globaali näkymä

Sahateollisuus on tärkeä osa maailman metsäteollisuutta ja globaaleja markkinoita. Val-mista sahatavaraa käytetään laajalti rakentamisessa, huonekalu- ja paperiteollisuudessa.

Keski-Euroopan raakapuutavaran markkinat ovat olleet jo jonkin aikaa eräänlaisessa käännekohdassa. Viimeisen neljän vuoden aikana alueen metsät ovat kärsineet mittavista vahingoista kuusenkuoriaisen aiheuttaman epidemian vuoksi, mikä on johtanut tilapäisiin kasviin hakkuissa, sahatavaran tuotannossa ja tukkien vientimäärissä.

Tšekin tasavallassa ja Saksassa esiintynyt tuholaitilanne on johtanut ennätyskorkeisiin puunkorjuumääriin viime vuosina. Sen seurauksena vuosittaiset raakapuutavaran korjuumäärät kasvoivat 15 % vuosien 2017–2021 välillä, mikä ei ole kestävä kehityksen kannalta positiivinen taso. Kuusenkuoriaisen aiheuttamien vahinkojen määrä oli huipussaan vuonna 2019, mutta laski 5 % vuonna 2020 ja 24 % vuonna 2021. Vahingoittuneiden puiden määrän odotetaan laskevan 10–20 % vuodessa, jolloin se palaa lähelle aiempaa keskiarvoa vuoteen 2025 mennessä. (Wood Resources International 2022a, 1.) Kuvio 3 näyttää prosentteina edelliseen vuoteen verrattuna, miten hakkuun ja teollisuuspuun tuottajahinnat ovat kehittyneet globaalisti vuosien 2018 ja 2022 välillä.



Kuvio 3. Hakkuun ja teollisuuspuun tuottajahintojen kehitys globaalisti 2018–2/2022 (The Institute of Economic Structures Research 2022)

Yhdysvalloissa puutavaran hinnat ovat nousseet ennennäkemättömän korkealle tasolle. Toukokuussa 2021 keskihinnat olivat yli kolminkertaiset, kun verrataan vuoden takaisin hintoihin. Korkeat hinnat ovat seurausta useista tekijöistä, kuten talonrakentamisen 40 % vuosikasvusta, jatkuvasta korkeasta puunkysynnästä korjaus- ja kunnostussektorilla, vähäisestä puutavaran varastoinnista koko toimitusketjussa, kuljetus- ja jalostussektorin

työvoimapulasta sekä rajoitetusta puutuotannon laajentumisesta vuoden 2021 ensimmäisellä kvartaalilla. Tämän vuoksi monet yritykset ovat ryhtyneet tilaamaan puutavaraa ennakoon varmistaakseen riittävän materiaalin saannin syksyä varten. Puutavaran kysyntä on jatkunut suurena myös siksi, että markkinoilla on epävarmuutta siitä, kuinka puutavaran hinta kehittyy Yhdysvalloissa vuoden toisella puoliskolla. (Wood Resources International 2022b, 1.)

Vuoden 2021 neljän ensimmäisen kuukauden aikana puutavaran tuonti Yhdysvaltoihin kasvoi 15 % edellisvuodesta. Kanada jatkoi suurimpana toimittajana, mutta menetti markkinaosuuksiaan. Yhdysvaltojen tuontipuutavaran kokonaismäärästä ennätysmäärä, eli 15 %, tuli alkuvuonna, erityisesti Saksasta, Itävallasta ja Romaniasta. Hieman yli vuosi sitten Euroopasta ja Latinalaisesta Amerikasta tuotiin vain 8 % koko tuontimäärästä. (Wood Resources International 2022b, 1.)

4 Sahateollisuuden prosessiketju

4.1 Tukkilajittelu

Metsästä tuodut tukkikuormat siirretään tukinlajittelulaitteelle, jossa tukkikuormat voidaan purkaa autosta suoraan vastaanottopöydälle. Tukkien vastaanoton yhteydessä tapahtuu tukkierien samanaikainen mittaus ja lajittelu, jotta voidaan vastata sekä tuotannon että puunmyyjien tarpeisiin. Lajittelussa mitataan tukkien latva- ja tyviläpimitta, pituus, kartiokkuus, lenkous, soikeus ja tilavuus, sekä suoritetaan visuaalista laatulajittelua. Tukit lajitellaan automaattisesti lajittelulinjalla eri tukkiluokille valittuihin lokeroihin, joiden määrä voi olla jopa yli 100. (Varis 2018, 64.) Mitä enemmän lokeroita on, sitä tarkemmalla jaolla tukit voidaan lajitella. Varsinkin pientukkien samanaikainen vastaanotto normaalitukkien rinnalla kasvattaa tarvetta suuremmille lokeromäärille. (Varis 2018, 65.)

Nykyään tukkien vastaanotto sekä samanaikainen mittaus ja lajittelu toteutetaan suurilla nopeuksilla ajettavilla lajittelulaitoksilla, joiden ketjunopeus on yli 200 metriä minuutissa ja kapasiteetti yli 15 000 tukkia työvuorossa. Nopeuden, tarkkuuden ja kapasiteetin kasvaessa on korostunut tarve laitteistojen elinkaaren hallintaan, mukaan lukien automaattiseen, ennakoiwaan kunnossapitoon ja käynnissäpito-ohjaukseen. Häiriöttömän tuotannon ja toimintavarmuuden lisäksi on tärkeää, että laitteistojen prosessin keskinopeus on tasainen. (Varis 2018, 65.)

Tulevaisuudessa haasteena on löytää entistä käyttökelpoisempia menetelmiä jalosteiden lopputuoteinformaation ja kriteerien soveltamisessa tukinlajitteluun. Optimalisemman tiedon saaminen tukista sen käytettävyydestä valmistettavaan tuotteeseen parantaa tukin antamaa raaka-ainesantoa. Tulevaisuudessa myös sivutuotteiden, kuten kuori, puru ja hake, määrä ohjaa entistä enemmän tukkilajittelua ja mittauksia. Mittausvaatimukset ja lokeromäärät lisääntyvät tukkilajittelussa, kun tukista pyritään hyödyntämään uusia ainesosia ja ominaisuuksia. (Varis 2018, 65.)

4.2 Sahausprosessi

Kun tukit on lajiteltu ja varastoitu, ne syötetään sahalle kuorinnan kautta. Sahalinja, jossa tukit sahataan sahatavaraksi, sijaitsee sahaushallissa. Saadut tuoreet sahatavarat menevät dimensiolajittelulaitokseen eli tuorelajittelulaitokselle, jossa ne lajitellaan ja rimoitetaan kuivaamokuormiksi. Kuivausprosessi tapahtuu kuivaamokamareissa ja -kanavissa, joista kuivatut kuormat lajitellaan tasaamalla eli kuivalajittelulaitoksella lopullisiin laatuihin. Sahatavarat pakataan paketoitilinjalla asiakkaille toimitettaviin paketteihin, jotka siirretään varastoon odottamaan lähetystä ja kuljetusta. Sahausten sivutuotteet siirretään hakkurilla

seulonnan kautta siloihin, ja sahan yhteydessä oleva lämpölaitos käyttää ne lopulta polttoaineenaan. (Varis 2018, 83.)

Sahaamisprosessin tarkoituksena on tuottaa mahdollisimman paljon korkealaatuista sahatavaraa, joka vastaa ostajan vaatimuksia. Tämä saavutetaan käyttämällä erilaisia laitteita ja tekniikoita, joilla sahausprosessia voidaan muokata. Monipuoliset sahausmenetelmät tuottavat erilaista saantoa samasta raaka-aineesta, ja lopputuotteiden työmäärät ja jalostusprosessit vaihtelevat suuresti riippuen käytetystä menetelmästä. Suomessa valmiiden sahatavarakappaleiden mitat ja kosteudet on määritelty Rakennustiedon RT-korteissa, jotka noudattavat eurooppalaista EN 336 -standardia ja sallivat tietyn mittapoikkeaman. (Varis 2018, 84–85.)

4.3 Tuorelajittelu

Suurin osa Suomen sahatavarakannasta myydään koneellisesti kuivattuna, erityisesti silloin kun tarkoituksena on myydä tuotteita vientimarkkinoille. Tuorelajittelussa kerätään yleensä samankokoisia ja samanlaatuisia sahatavarakappaleita, jotka asetellaan lajittelukeroihin tai -tasaille siten, että ne vastaavat yhtä tai useampaa kuivaamokuormaa. Kuormat pinotaan koneellisesti mahdollisimman tasaisesti. Jokaisen kerroksen väliin sijoitetaan rimoja, jotka takaavat kuivausilman vapaan kierron kuorman läpi. Tämä mahdollistaa kuivaamon tasaisen täytön ja ilmankierron, joka puolestaan antaa vaaditun kuivaustuloksen. (Varis 2018, 127.)

Rimoituskoneita on kahdenlaisia: kolavälikone ja mattokone. Koneiden eroavaisuuksia ovat esimerkiksi se, että kolavälikoneessa jakopöytä kuljettaa eroteltua sahatavaraa kolaväleissä ja syöttää ne päädytetyinä kokoojakuljettimelle. Ensimmäinen päädytysrullasto tasoi kaikkien sahatavarakappaleiden latvat samalle linjalle. Tämän jälkeen jälkimmäinen rullasto siirtää joka toisen kolavälin tyviliinjalle. Mattokoneessa sahatavarakappaleita ei jaeta kolaväleihin, sillä niiden on tarkoitus kulkea ketjukuljettimella toisissaan kiinni. Kappaleet jaetaan tällöin tasapäälinjaan vuorotellen vasemmalle ja oikealle niin, että työnnin siirtää joka toisen kappaleen irti tasapäästä oikealta. (Varis 2018, 127–128.) Ylivientirullasto vie tasapäästä irrotetut sahatavarat tasapäälinjaan vasemmalle. Oikealle reunalle jääneitä kappaleita pidätetään puristamalla, jotta ne eivät siirry rullastolla (Varis 2018, 127–128.)

4.4 Kuivalajittelu

Kuivan sahatavaran käsittely alkaa purkamalla kuivauskuormia lajittelulaitokselle, jossa sahatavara lajitellaan laadun mukaan, katkaistaan lopulliseen mittansa ja ohjataan pakettiin. Tasaamalla saheiden päät tasataan tyvi- ja latvapäästä joko vakio- tai asiakaspituuteen.

Prosessi alkaa siirtämällä kuiva, lajittelematon sahatavara rimoitettuna kuormina linjan alkupään kuljettimille, joista ne syötetään lajittelulinjalle. Kuormat voidaan tuoda varastokuljettimille automaattisesti, trukilla tai siirtovaunulla. Sahojen varastokuljettimien määrä ei ole vakio, mutta niitä on oltava riittävän paljon varmistamaan linjan jatkuva käynti. Varastoratoja voidaan syöttää useilla eri tavoilla joustavuuden ja uudelleenajojen helpottamiseksi. (Varis 2018, 148.)

Syöttö lajittelulinjalle alkaa purkuhissin avulla, joka on hydraulisesti toimiva ja pystyy nostamaan kokonaisia rimakuormia. Kannattimet ovat yleensä sorkkia ja hissiä voidaan käyttää myös koko kuivaamovaunun nostamiseen ylös. Lajittelulinjalla oleva purkuhissi nostaa kuorman ylös kerros kerrokselta, kunnes sahatavara putoaa syöttökuljettimille, jossa se jaetaan tasaisesti eteenpäin. Purkauksen jatkuvan toiminnan varmistamiseksi käytetään apupurkainta, joka auttaa sekä nostamaan, että pitämään kuormaa paikoillaan sillä välin, kun päätoiminen purkuhissi lähtee hakemaan seuraavaa kuormaa. Apupurkaimen sorkat vedetään pois, kun purkauslaite on noussut takaisin purkukorkeudelle, jotta purkauslaite voi jatkaa toimintaansa. Laudat kuljetetaan porrassannostimen ja kiramoiden avulla annostimelle. Kiramot ja porrassannostin erottelevat tässä tapauksessa kuivatun sahatavaran toisistaan yksittäisiksi kappaleiksi. Kuvassa 3 on Jartek Invest Oy:n toimittama porrassannostin ja kiramoyhdistelmä kuivalajittelulaitokselle. (Varis 2018, 148–149.)



Kuva 3. Jartek Invest Oy:n toimittamat porrassannostin ja kiramo kuivalajittelulaitokselle (Varis 2018, 149.)

5 Sahalaitoksen kunnonvalvonta

5.1 Kunnossapito yleisesti

Kunnossapito on yksinkertaisuudessaan käyttöomaisuudesta huolehtimista ja se monesti yhdistetään ajatuksen tasolla tekniikkaan, mutta sahoilla kunnossapitoon kuuluu teknisten asioiden lisäksi koko henkilöstöön, hallintoon ja talouteen liittyvät seikat. Kunnossapidon palveluita voidaan tuottaa joko omatoimisesti tai palvelut hankitaan kokonaisuutena palvelutoimittajilta alihankintapalveluina. Sahalaitokset kuitenkin pyrkivät maksimoimaan tuotantoon, joten kunnossapitopalveluita hankitaan paljon ulkopuolisilta yrityksiltä, joilla on erikoisosaamista halutuilta osa-alueilta. Näitä voivat olla esimerkiksi yksittäiseen laitteeseen tai tiettyyn prosessiosaan keskittynyt osaaminen. Yksittäisen palvelusuoritteen hankinnassa tilaajan on oltava tarpeeksi pätevä ja tietoinen hankittavasta palvelusta sekä materiaaleista, jotta ne voidaan määritellä asianmukaisesti ja tarkasti. Yrityksen ostaessa kunnossapitopalveluita pidemmän aikavälin huoltosopimuksilla, palveluntarjoaja ottaa vastuun suoritteesta, laitteesta tai tuotantoprosessin kokonaisuudesta. (Varis 2018, 207.)

5.1 Kunnossapitodata ja kunnonvalvonta

Kunnossapidon tärkeä osa-alue on dokumentointi, joka sisältää paljon tietoa vuosien takaa. Henkilöstön vaihtuessa on riski, että osa tästä tiedosta katoaa. Selkeää kunnossapito- ja dokumentointijärjestelmää käyttämällä on mahdollista ehkäistä vastaavia ongelmia. Kunnossapitojärjestelmät sisältävät monia eri osioita, kuten materiaalihallinnan, laitehierarkian, häiriöilmoitukset, työtilaukset, hankinnat, dokumentoinnin, toimittajakannan, tuntikirjaukset ja projektien hallinnan. Kunnossapitojärjestelmän tulee olla suunniteltu tukemaan päivittäistä kunnossapidon toimintaa ja edesauttamaan kunnossapidon sekä tuotannon toimintaa. Tämä auttaisi välttämään tilanteita, joissa työntekijät eivät kirjaa tarpeellisia havaintoja ylös, sillä he kokevat itse osaavansa suorittaa huolto- ja korjaustehtävät. Kunnossapitojärjestelmiä käytetään ja hyödynnetään usein liian vähän. (Varis 2018, 209.)

Sahalaitoksella tuotannon koneiden ja laitteiden kunnonvalvonta on tärkeää tuotantokustosten välttämiseksi. Kunnonvalvontaa voidaan toteuttaa esimerkiksi henkilöstön tekeminä rutiininomaisina tarkastuskierroksina, prosessilaitteiden lämpökuvauksina, värähtelymittauksina sekä öljyjä analysoimalla. Kunnonvalvonnalla tavoitellaan laitteiden kunnon hallitsemista ja pyritään havaitsemaan mahdolliset viat ja ongelmat ajoissa. (Varis 2018, 214.)

Kunnossapidossa tavoitellaan tietojärjestelmistä saatavilla olevien tietojen ja toimenpiteiden yhdistämistä niin, että saadaan kokonaisvaltainen kuva laitteiden käytettävyyden kehityksestä ja siten mahdollistetaan sahalaitoksen kunnossapidon parempi ohjaus.

Pitkäkestoiset ja ongelmalliset häiriöt kirjataan ja analysoidaan usein tarkasti, mutta tietoa voi joutua hakemaan useista tietolähteistä. Tämä voi vaikeuttaa sahalaitoksen kunnossapidon seuranta ja kehittämistä. Lisäksi osa korjauspyynnöistä tehdään pelkästään suullisesti suoraan kunnossapito-organisaatiolle tai tuotannon kunnossapitäjälle. (Varis 2018, 214.)

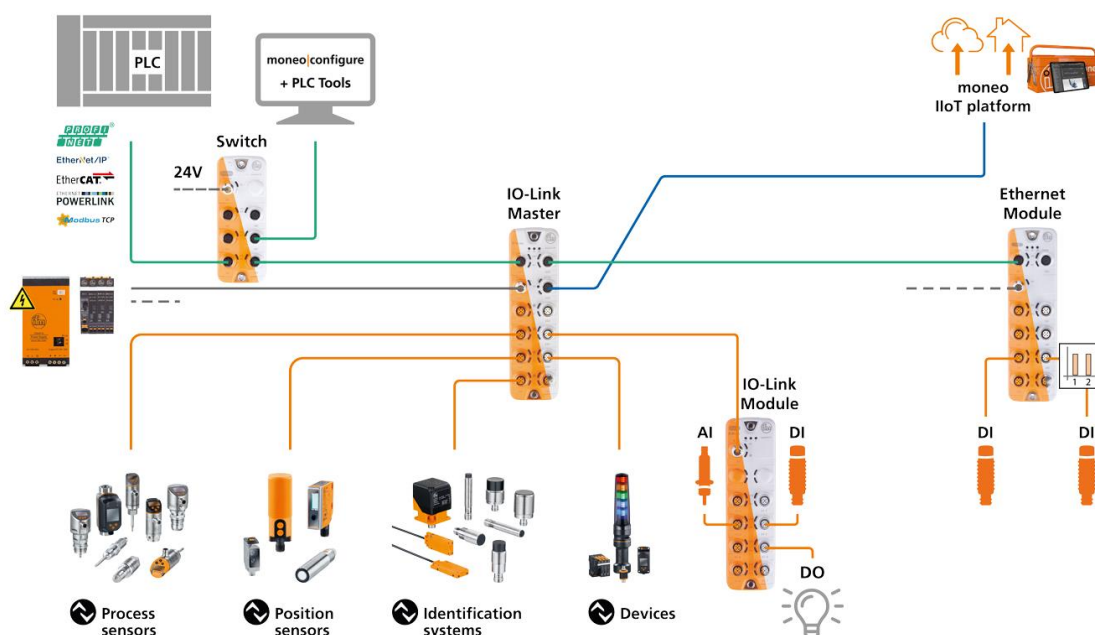
5.1 Datan hyödyntäminen ennakoivassa kunnossapidossa

Internet of Things (IoT) eli esineiden internet avaa uudenlaisia ovia kunnossapitotoimintojen kehittämiseksi. Tulevaisuudessa prosessiin liitetyt laitteet voidaan analysoida tarkemmin ja automaattisesti, mikä mahdollistaa ennakoivan kunnossapidon tehokkaammat toimenpiteet ja päätökset. Kunnossapidon toimintatavat tulevat muuttumaan, mutta se ei täysin poista yllättäviä laiterikkoja, jotka voivat johtua esimerkiksi ympäristöolosuhteista. Esineiden internet antaa kuitenkin yhden lisäavun laitteiden elinkaaren hallitsemiseen. Nykyään tuotantokoneiden häiriötietojen saaminen automaatiojärjestelmistä ja niiden analysointi on mahdollista toteuttaa reaaliajassa, mutta tämän edellytyksenä on kunnossapitojärjestelmän integroituminen laajempaan kokonaisuuteen. (Varis 2018, 214.)

6 IO-Link-teknologia

6.1 Perusteet ja toimintaperiaate

IO-Link on standardisoitu sekä kenttäväylistä riippumaton liitanta automaatioissa. Tämän ansiosta point-to-point-liitantojen toimivuus ilman osoitteenantoa on mahdollista. Sen on kehittänyt maailman johtavat anturi-, ohjaujärjestelmä- ja toimilaittevalmistajat. (ifm electronic gmbh 2023.) IO-Link-teknologia on IEC 61131-9-standardin mukainen, joka on maailman ensimmäinen standardoitu IO-tekniikka. Standardi määrittää yhtenäisen kommunikointiprotokollan, joka mahdollistaa antureiden ja ohjauksen välisen kommunikoinnin. Pääkomponentteihin kuuluu yksi IO-Link-masteri ja yksi IO-Link-laite, eli toimilaitte, anturi tai näiden kombinaatio. (Sick AG 2023.) Kuvassa 4 havainnollistettu IO-Link järjestelmää, jossa näkyy edellä mainitut komponentit.



Kuva 4. IO-Link järjestelmä (ifm electronic gmbh 2023)

6.2 Ominaisuudet ja edut

IO-Link on käyttäjäystävällistä tekniikkaa sen plug & play tyyllisen asennuksen vuoksi. Antureiden korvaaminen on vaivatonta ja toimii toimittaja- ja laitetunnisteisiin sisältyvän yksilöllisen laitetunnistuksen avulla. IO-Link liitanta auttaa tarkistamaan laitteet, ja varmistaa, ettei mitään laitetta korvattaisi vääränlaisella mallilla. Signaalin siirto ei myöskään välitä

ulkoisista häiriötekijöistä. IO-Link laitteiden liittäminen on helppoa käyttämällä esimerkiksi M12-pistokeliittimiä. Tämä estää mahdolliset virheet kaapeloinnissa, jotka voivat aiheuttaa virheitä toiminnassa. Tiedonsiirrossa voidaan käyttää normaaleja teollisuuskaapeleita, mikä vähentää tarvittavien erilaisten kaapeleiden määrää. Lisäksi laitteiden liittäminen ohjausjärjestelmään vaatii vain yhden kaapelin, ja IO-Link mastereita voidaan käyttää suoraan kenttäolosuhteissa IP69K-suojausluokan ansiosta. (ifm electronic gmbh 2023.)

Lähettiminä laitteet ilmoittavat virhe- ja häiriötilat itsenäisesti muulle ohjaukselle. Vastaanottimina ne ottavat vastaan kaikki takaisin tulevat signaalit sekä käsittelevät ne nopeasti. Tämä mahdollistaa kustannusten ja prosessien optimoinnin koko toimintoketjussa riippumatta siitä, millä alalla toimitaan. (Sick AG 2023.) IO-Linkin avulla maadoitusta tai suojattuja kaapeleita ei ole enää tarve käyttää, ja kaikki data on siirrettävissä perinteisten teollisuuskaapeleiden kautta. Erillisten kalliiden analogiatulokorttien käyttöäkään ei enää pidetä tarpeellisena. (ifm electronic gmbh 2023.)

IO-Link laitteita voidaan liittää IO-Link masterien avulla lähes jokaiseen ohjausjärjestelmästruktuuriin tai kenttäväylästruktuuriin, joissa on käytössä esimerkiksi EtherNet/IP, AS-liitäntä tai PROFINET. Myös muunlaisia toimilaitteita voidaan liittää IO-Link mastereihin, esimerkiksi venttiiliterminaaleja, jolloin laitosten infrastruktuuri pienenee. (ifm electronic gmbh 2023.)

6.3 IO-Link-antureiden tyypit

Teollisuudessa on käytössä monenlaisia IO-link antureita, jotka toimivat joko osana prosessin automatiikkaa, puhdistusjärjestelmää tai tukevat kunnossapidon valvontajärjestelmiä. Näitä anturityyppejä voivat olla esimerkiksi materiaalin tunnistimet, värinänmittauslaitteet, lämpötila-anturit, virtausanturit ja paineanturit. Kuvassa 5 on havainnollistettu useampaa eri IO-Link anturityyppiä, kuten materiaalin tunnistin ja lämpötila-anturi.



Kuva 5. Erilaisia IO-Link antureita (ifm electronic 2023)

IO-Link tunnistimet ovat erilaisia antureita, jotka havaitsevat kohteita ja lähettävät tietoja järjestelmään. Antureita on saatavilla useina eri versioina, kuten optisina tunnistimina sekä ultraäänitunnistimina, jotka mahdollistavat kosketuksettoman kohteiden tunnistuksen. Induktiotunnistimia puolestaan käytetään metallien tunnistamiseen. Muita antureita ovat esimerkiksi kapasitiiviset tunnistimet, jotka ovat hyödyllisiä paikannuksessa tai pinnankorkeuden valvonnassa, etäisyystunnistimet sekä magneettitunnistimet. (ifm electronic gmbh 2023.)

IO-Link -järjestelmän värähdysmittauslaitteet ja värähdysvalvontajärjestelmät ovat tärkeitä koneiden ja laitteiden kunnossapidossa, sillä ne valvovat jatkuvasti koneiden värähtelyä ja ilmoittavat mahdollisista vaurioista tai epätasapainosta. Värähdysmittauslaitteita on erilaisia, kuten värähdyslähettäjiä, värähdysantureita, kiihtyvyyssantureita ja mittauselektroniikkaa. Värähdysvasteeseen vaikuttaa jopa pienimmätkin poikkeamat ideaalista kunnosta, mikä auttaa havaitsemaan konevauriot varhaisessa vaiheessa sekä vähentää korjauskustannuksia ja tuotantokatkoja. Tämä antaa käyttäjille mahdollisuuden ennakoita tarvittavat kunnossapitotarpeet, jotta kalliit tuotantoseisokit voidaan välttää. (ifm electronic gmbh 2023.)

Lämpötila on teollisuuden koneissa ja laitteissa useimmiten mitattu fyysikaalinen suure. (ifm electronic gmbh 2023.) Lämpötila-antureiden avulla voi seurata eri laitteiden lämpötiloja monenlaisissa prosesseissa. Mitattavina kohteina voivat toimia esimerkiksi erilaiset moottorit tai nesteet sekä kaasut. Prosessilämpötilat voidaan havaita jatkuvasti ja anturit

kykenevät reagoimaan lämpötilamuutoksiin nopeasti, mikä tekee niistä ihanteellisen lukuisiin tilanteisiin, esimerkiksi liikuteltavissa työkoneissa, pumpuissa, puristimissa tai hydraulikassa ja pneumatiikassa. Moni IO-Link lämpötila-anturi on varustettu digitaalisella näytöllä vaatimusten mukaan. (Balluff GmbH 2023.)

Monilla teollisuudenaloilla käytetään nestemäisiä tai kaasumaisia aineita, kuten koneiden ja aggregaattien jäähdytys- ja voiteluainejärjestelmissä tai laitosten ja erilaisten rakennusten ilmanvaihdossa. Virtauskatkokset voivat aiheuttaa vahinkoja ja seisokkeja, joten elektronisia virtausantureita käytetään niiden estämiseen. Teollisuudessa käytetään virtausantureita, joilla voidaan mitata erilaisia aineita ja niiden virtausta, kuten vettä, öljyä, jäähdytys- ja voiteluaineita, ilmaa, paineilmaa tai jopa syövyttäviä aineita. Virtausantureiden käyttöalueet vaihtelevat yksinkertaisesta valvonnasta tarkkaan virtausmäärän mittaukseen. (ifm electronic gmbh 2023.)

IO-Link paineanturit valvovat esimerkiksi koneiden ja laitteistojen pneumatiikka- ja paineilma-verkkojen järjestelmäpainetta. Antureita voidaan käyttää sekä suhteellisen paineen että eropaineen mittaukseen, jolloin ne ovat hyödyllisiä myös suodattimien likaisuustason tai tukosten valvonnassa. (ifm electronic gmbh 2023.)

7 Tutkimuksen toteutus

7.1 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää sahateollisuuden kunnonvalvonnan tilannetta ja toimenpiteitä vuosien takaa, nykypäivänä ja tulevaisuudessa. Avainasemassa oli toimeksiantajayritys Jartek AI Oy:n asiakastarpeen kartoitus nykyaikaisille anturoinneille, jotka automatisoivat ja helpottavat ennakoivaa kunnossapitoa. Haastatteluissa selvitettiin laitosten nykyisiä käytössä olevia menetelmiä ja työkaluja yrityksen kunnonvalvonnassa, anturidatankäsittelyssä, ja lopuksi tuli pohtia tulevaisuuden näkymiä ja mahdollisuuksia toimeksiantajayrityksen ja asiakkaan yhteistyöhön liittyen, sekä käydä läpi mahdollisia haasteita. Näihin asioihin pyrittiin saamaan vastauksia seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

1. Mitkä ovat tämänhetkiset ja yleisimmät toimenpiteet ennakoivassa kunnossapidossa, ja hyödynnetäänkö nykyistä saatavilla olevaa anturidataa ollenkaan?
2. Miten suuri tarve ja kysyntä automatisoidummalla ennakoivalla kunnossapidolla on tulevaisuudessa ja millaiseksi tulevaisuuden kunnonvalvonta voisi kehittyä, ja mitkä ovat tämän suurimmat haasteet?
3. Minkä asiakas kokee tärkeimmäksi kehityskohteeksi kunnonvalvonnassa ja anturoinnissa tänä päivänä?

Ensimmäiseen kysymykseen vastaamalla saadaan tietää kunnonvalvonnan nykytilanteesta ja miten nykyään toimitaan, sekä hyödynnetäänkö käytettävissä ja valmiiksi olemassa olevaa anturidataa kunnonvalvonnassa ollenkaan. Toisen kysymys antaa vastauksen siihen, koetaanko ennakoivan kunnossapidon rooli nykyistä tärkeämmäksi tulevaisuudessa muun automaation kehittyessä. Haastattelussa tämän aihealueen kysymysten on tarkoitus herättää mielenkiintoa ja keskustelua aihetta kohtaan. Kolmas tutkimuskysymys ja vastaus antaa toimeksiantajayritykselle paremmat tiedot kohti parempaa asiakaskokemuksen kehittämistä, sekä kehitysehdotuksia parempaan automaatioon.

7.2 Haastateltavien valinta ja haastatteluaineisto

Tätä opinnäytetyötä varten haastateltavien henkilöiden valinta perustui ammattinimikkeisiin, sekä kyseessä olevien henkilöiden pitkään kokemukseen alalta. Ennen haastateltavien valintaa oli pohdittava, minkälainen henkilö sopisi parhaiten vastaamaan kysymyksiin, jotka liittyivät suurimmilta osin automaatioon, antureihin ja kunnonvalvontaan. Haastateltavilla tuli olla vankka kokemus alalta, sekä tietoa automaatiosta ja kunnonvalvonnasta myös vuosien

takaa. Haastateltaviksi päätyivät Jartek AI Oy:n asiakkaan Pölkky Oy:n kunnossapitopäällikkö sekä automaatiopäällikkö.

Haastateltavien yhteystiedot saatiin työverkostosta, ja heitä lähestyttiin sekä puhelimitse että sähköpostitse, joiden kautta pyydettiin lupaa ja mielenkiintoa haastatteluun. Sähköpostissa kerrottiin tarkemmin, mikä on haastattelun ja tutkimuksen tarkoitus sekä annettiin puolistrukturoidun haastattelun kysymykset etukäteen luettavaksi, jotta haastateltavilla oli paremmat mahdollisuudet vastata kysymyksiin laajemmin sekä varautua tilanteeseen. Haastattelukysymyksiä muokattiin haastattelun yhteydessä riippuen siitä, miten ja mihin suuntaan keskustelu kehittyi, mutta kaikkiin ennalta asetettuihin kysymyksiin saatiin vastaukset. Lopulliset haastattelussa käytetyt kysymykset ovat esillä liitteessä 1.

7.3 Analyysi

Haastattelut nauhoitettiin haastateltavien suostumuksella ja jälkeinpäin litteroitiin Teamsin transkriptio -työkalulla, eli kirjoitettiin puhtaaksi. Teksti on kirjoitettu yleiskielellä vaivattomampaa analysointia varten, mutta litterointi ei kuitenkaan ole tehty sanatarkasti. Automaattinen transkriptio oli epäselvä ja virheellinen, joten nauhoitetta joutui kuuntelemaan uudelleen tarkemmin läpi ja epäselvyydet oli korjattava.

Aineistoa analysoimalla on mahdollista selvittää, onko tutkimusongelmiin saatu ollenkaan vastauksia ja millaisia vastauksia on saatu. Aivan aluksi tiedot on tarkistettava sekä täydennettävä, jotta itse aineiston järjestäminen analysointia varten voi alkaa. (Liikenteen tutkimuskeskus Verne 2023.)

Tämän opinnäytetyön haastattelumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu, joka on käsiteltävissä sekä määrällisesti, että laadullisesti. Analysointitapaa valittaessa on huomioitava, että tutkimusongelmiin ja -kysymyksiin saadaan vastauksia hyvissä määrin. Analysointia voi jo aloittaa hieman aineistoa keräillessä, jotta esimerkiksi haastattelukysymykset saadaan erinomaisiksi. (Liikenteen tutkimuskeskus Verne 2023.) Haastattelukysymyksiä tarkennettiin haastattelujen aikana ja osaan kysymyksistä tuli vastauksia jo ennen kuin niitä ehdittiin kysyä, mikä vahvisti käsitystä siitä, että haastatteluun valittiin oikeanlaisia kysymyksiä.

8 Haastattelutulokset

8.1 Kunnossapidon nykytilanne

Laajemmin ajatellen ennakoivan kunnossapidon painopisteet ovat muuttuneet paljon ja suunta on edelleen sama. Nykyään ei enää ole niin paljoa reagoivaa kunnossapitoa, vaan ennakoivaa ja suunnitelmallista kunnonvalvontaa. Aikaisemmin korjattiin olemassa olevia vikoja niiden sattuesssa, mutta murros on tapahtumassa. Tämän murroksen myötä kunnonvalvontaa ja tarkastuksia on pyritty kehittämään automatisoidumpaan suuntaan sekä tekemään kunnossapidosta entistä ennakoivampaa. Kokonaisvaltaisesti yritykset haluavat parantaa omaa toimintaansa tällä sektorilla. Maailma ja tekniikka muuttuu, työvoiman saanti vaikeutuu, ja kilpailukyky sekä tehokkuus vaativat entistä enemmän ennakoivaa ja automatisoitua kunnossapitoa. (Hanhela 2023.)

Erityisesti suuret yritykset sijoittavat mielellään ja paljon ennakoivaan kunnossapitoon ja sen kehittämiseen. Tämä kuitenkin vaatii räätälöidyn järjestelmän sekä osaavan henkilöstön operoimaan sitä. Yksi tärkeimpiä tekijöitä on ajatusmallimuutos, jotta voitaisiin saada täysi hyöty irti uusista teknisistä kehityksistä. Vanhoihin järjestelmiin on helppo ”kangistua”. Nykyiset ohjausjärjestelmät ovat hajautettuja, mutta uudenlainen prosessiseuranta voisi olla yksi yhtenäinen ohjaamonäyttö, josta saa kaiken tarvittavan diagnostiikan. Nykyisestä kunnossapitojärjestelmästä löytyy enemmänkin laitetietoja ja historiaa laitteista, joista selviää, miten laitteet ovat toimineet ja mitä niissä on tapahtunut ajan saatossa. Vikojen analysointi ja trendien piirto puuttuu näistä usein kokonaan. Visuaalisuus helpottaisi seurantaa. (Hanhela 2023.)

8.2 Kunnossapidon merkitys tulevaisuudessa

On jo olemassa paljon erilaista suunniteltua ja parantavaa kunnossapitoa, mutta 75 % päivittäisestä toiminnasta kunnossapidon tulisi olla ennakoivaa ja loput ajasta käytettäisiin muunlaiseen kunnossapitoon. Ennakoivan kunnossapidon osuuden tavoitteeksi voidaan kuitenkin laittaa 100 %, vaikka siihen ei koskaan päästäisikään. Automatisoitua mittausta halutaan, mutta on erityisen tärkeää miettiä, mitä halutaan mitata. Ei ole taloudellisesti kannattava investointi mitata jokaista laitetta, vaan on tutkittava tarkkaan, mitkä kohteet ovat tärkeimpiä. Automatiikassa on aina olemassa omat riskinsä, joten voi olla mahdollista, että luotetaan liikaa automaattisiin mittauksiin ja unohdetaan tehdä rutiininomaisia huoltotarkastuksia. Ihmistyöstä ei päästä täysin eroon, eikä kannatakaan, sillä tietyt kenttäkierrokset on oltava tulevaisuudessakin, mutta ei niin laajasti kuin nykypäivänä. (Hanhela 2023.)

Nykyisessä tilanteessa olemassa olevien laitosten kunnossapidossa ei voi olla joko pelkästään automatiikkaa tai pelkästään ihmisvoimaa. Koko organisaation on osallistuttava aktiivisesti parantamaan ja tutkimaan kunnossapitostrategiaa. Eräänlaiselle kriittisyysluokitukseen, tai sen päivitykselle voi olla tarve, kun mietitään, mitkä laitteet vaatisivat eniten tarkastelua ja hyötyisivät eniten älykkästä anturidatasta. Nykyisistä kunnossapitojärjestelmistä ei vielä saada riittävän kattavaa historiatietoa, josta saataisiin selville, missä todellisia vikoja tapahtuu. Näin voitaisiin kohdistaa oikeat toimenpiteet ja anturoinnit oikeisiin paikkoihin. (Hanhela 2023.)

Tulevaisuuden haasteita käsitellessä ilmeni, että kunnossapidon kehittämisessä haasteita on kovastikin. Esimerkiksi voi ottaa kaksi samanlaista pyörivää laakeria, joista toinen hajoaa nyt ja toinen 3 vuoden päästä. Mikään olemassa oleva automatiikka ei pysty ennustamaan näitä vaihtelevaisuuksia. Tiettyjä yllätyksiä tulee, ja kysymykseksi nousee se, miten ennakkokuulot lopulta oikein voidaan määritellä. On pohdittava, perustuvatko ne kokemukseen vai laitevalmistajan asettamaan ohjeistukseen. On löydettävä hyvä ja selkeä keskitie ilman, että tehdään alilaatuista kunnossapitoa. Myöskään ylilaatuista työtä ei kannata tehdä. Kunnossapidon on syytä välttää skenaarioita, joissa vuosihuolloissa tehdään vaihtoja laitteille, vaikka ne olisivat ehjiä. Turhat ennakoivat toimenpiteet maksavat paljon rahaa. (Hanhela 2023.)

8.3 Automaatio ja IO-Link-anturit apuna

IO-Link-antureita on jo käytössä nykyisissä laitoksissa, mutta niistä saatavaa dataa ei täysin hyödynnetä tai osata hyödyntää, jos hyödynnetään ollenkaan. Hyötyjä olisi paljon, kuten anturin kunnan tilan tieto, anturin likaisuus ja erilaiset vikatilat. Etenkin pölyisillä sahalaitoksilla nämä tulevat vahvemmin esiin. Erilaiset diagnostiikkadatat, mitä anturit antavat, hyödyntäisivät kunnossapitoa valtavasti tulevaisuudessa, etenkin ajallisesti. Normaaleihin antureihin verrattuna hintaerotkaan eivät ole suuria. (Kaivola 2023.)

Erilaisten antureiden, kuten värinä- ja lämpötila-antureiden hyödyllisyyttä on jo tutkittu ja mietitty, mutta ei ole päädytty tulokseen, jossa ne nähtäisiin erityisen hyödyllisiksi. Kunnossapitostrategiaa tulee kuitenkin miettiä, ja on myös otettava huomioon, mihin laitteisiin olisi parasta asentaa näitä antureita. Tämä vaatisi kattavaa ja pitkäjänteistä tutkimusta, joten muutosprosessi ei olisi kovinkaan helppo ja nopea. On myös mietittävä, onko järkevää investoida, jos antureista olisi hyötyä vain 10–15 vuoden välein esimerkiksi sähköjohtojen pettäessä ja lämmitessä. (Kaivola 2023.)

Yksi tapa olisi suorittaa pilotointijakso, jonka aikana selvitettäisiin, mitä dataa antureista on mahdollista saada irti ja miten sitä voitaisiin parhaiten hyödyntää. Jaksoon sisältyisi myös

uudenlaisen kunnossapitojärjestelmän päivitys tai diagnostiikkatyökalujen lisäys. Aluksi voisi käyttää yksinkertaisempia IO-Link-antureita, jotta testauksen jälkeen olisi helpompaa lähteä kehittämään datankeräystä ja -käsittelyä. Testaus sitoisi paljon asiaan kuuluvaa henkilöstöä. Tulevaisuudessa yrityksissä tullaan enemmän ja enemmän hyödyntämään järjestelmiä ja automatiikkaa. (Kaivola 2023.)

8.4 Hyödyllisyys

Automatisoitu kunnossapito koetaan erittäin hyödylliseksi ja yhdeksi tulevaisuuden tärkeimmäksi investoinniksi. Suurimmiksi ja selvimmiksi hyödyiksi koetaan noussut tuottavuus sekä parempi kilpailukyky. Ennakoimalla estetään mahdolliset laiterikot, jotka maksavat paljon enemmän kuin pienet huollot. Täydellisessä skenaariossa ei enää tarvitsisi ostaa kokonaisia uusia laitteita rikkoutumisien vuoksi. Rikkoutunut laite tarkoittaa myös pysäytettyä tuotantoa, joka tarkoittaa menetettyä rahaa. Sahalaitosten kaltaisissa yrityksissä kustannuskysymykset ovat suuresti esillä, ja raha on aina taustalla päätöksenteoissa. Varautuminen huoltoihin ja ennakointiin mahdollistaa suunnitellun tuotantobudjetin tavoittamisen. Ennakoimalla päästään paljon pienemmällä työmäärällä lopputulokseen kuin korjaamalla jo rikki menneet laitteet. (Hanhela 2023.)

Vallitsevassa markkinataloudessa on erityisen suuri merkitys pitää laitteet ja tuotanto kunnossa, etenkin globaalisti toimivalle yritykselle. Kaikkia ylimääräisiä kuluja on karsittava mahdollisimman paljon. Prosessien jatkuva kehitys vaatii myös enemmän kunnossapitoa, oli se ennakoivaa tai reagoivaa. Sahateollisuuden on mentävä suuntaan, jossa mittausdataa hyödynnetään nykyistä enemmän. Prosessin tehokkuuden parantamiseksi on keskeistä, että osataan mitata oikeaa ja hyödyllistä dataa. (Hanhela 2023.)

9 Yhteenveto

9.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksessa pyrittiin saamaan vastauksia kolmeen keskeiseen tutkimuskysymykseen, joista jokaiseen tuli selkeät vastaukset haastatteluaineistoa tutkiessa. Tutkimuskysymykset olivat seuraavanlaiset:

1. Mitkä ovat tämänhetkiset ja yleisimmät toimenpiteet ennakoivassa kunnossapidossa, ja hyödynnetäänkö nykyistä saatavilla olevaa anturidataa ollenkaan?
2. Miten suuri tarve ja kysyntä automatisoidummalla ennakoivalla kunnossapidolla on tulevaisuudessa ja millaiseksi tulevaisuuden kunnonvalvonta voisi kehittyä, ja mitkä ovat tämän suurimmat haasteet?
3. Minkä asiakas kokee tärkeimmäksi kehityskohteeksi kunnonvalvonnassa ja anturoinnissa tänä päivänä?

Tutkimuksen mukaan asiakasyrityksessä on jo havaittavissa murrosta automatisoidumpaa kunnossapitoa kohti. Nykyään automatisoituun ennakoivaan kunnossapitoon painotetaan entistä enemmän unohtamatta kuitenkin tarpeellisia ihmisen tekemiä toimenpiteitä. Älykästä anturointiakin on jo käytössä, mutta siitä saatavaa dataa ei ole hyödynnetty juuri ollenkaan, vaikka se olisi mahdollista. Kiinnostus datan hyödyntämiselle on kuitenkin suuri ja mielenkiinto älykästä kunnossapitoa kohti kasvaa jatkuvasti.

Tulevaisuuden näkymät sahateollisuuden kunnonvalvonnassa ovat lupaavat. Teknologian kehitys tarjoaa monia uusia mahdollisuuksia valvontajärjestelmien sekä anturiteknologian hyödyntämiseen. Etävalvonta ja tiedonkeruu reaaliajassa mahdollistaisivat jatkuvan seurannan ja nopean, ellei välittömän toiminnan tilanteen vaatiessa. Tulevaisuuden näkymässä on myös korostettava tiedonhallinnan kehittämisen tarvetta, jotta kaikki kerätty data olisi mahdollista hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti eri prosessien optimoinnissa sekä päätöksenteossa.

Haastateltavat kokivat suurta tarvetta automatisoidun kunnossapidon kehittämiseksi. Tehokkaamman kunnossapidon avulla voidaan vähentää ennakoimattomia laitevikoja ja seisakkeja, mikä puolestaan parantaisi kustannustehokkuutta sekä tuottavuutta. Myös riskit ja turvallisuus nousi esiin, sillä haastateltavat kokivat paremman kunnonvalvonnan vaikuttavan mahdollisten riskien havaitsemiseen ja ehkäisemiseen positiivisesti. Yksi tärkeimmistä kehityskohteista, joka mahdollistaisi myös analyttisemmän ja paremman kunnonvalvonnan, oli uuden ja yksinkertaisemman järjestelmän laatiminen. Tämä vaatisi suuren määrän resursseja ja aikaa, mutta maksaisi itsensä takaisin tulevaisuudessa.

9.2 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että sahateollisuuden kunnonvalvonnan tilanne, joka voi toki vaihdella yrityksittäin, on siinä pisteessä, että tarve kehitykselle on merkittävä. Kehitys myös koetaan hyödylliseksi. Asiakkaiden tarpeet keskittyvät talouden, tehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseen.

Tulevaisuuden näkymät ovat lupaavat teknologian kehittyessä ja tarjotessa uusia mahdollisuuksia kunnossapidon tehostamiseen. Tutkimustulokset tarjoavat arvokasta pohjatietoa toimeksiantajayritykselle sekä hyvää pohdintaa asiakasyritykselle tulevaisuuden projekteja varten. Tulokset voivat olla apuna yritysten suunnitellessa ja toteuttaessa parannuksia kunnossapidon käytäntöihin ja järjestelmiin, mikä voi puolestaan johtaa entistä tehokkaampaan toimintaan koko alalla.

9.3 Jatkotutkimusaiheet

Tämä työ keskittyi enimmäkseen nykytilanteen ja tarpeen kartoittamiseen. Tulevaisuudessa aihetta voi tutkia enemmän selvittämällä esimerkiksi, mitkä IO-Link-anturit olisivat hyödyllisimpiä sahateollisuudessa yleisesti sekä selvittää räätälöityjä ratkaisuja asiakkaille. Tutkimus keskittyisi tunnistamaan ja arvioimaan erityisen hyödylliset anturit. Tämä voisi sisältää asiakaskyselyitä, käyttäjätestauksia ja haastatteluja. Näin saataisiin tietoa asiakkaiden tarpeista, odotuksista ja vaatimuksista anturointeja kohtaan. Tämän tutkimuksen tuloksena olisi mahdollista luoda jonkin asteen luokitusjärjestelmä tai lista IO-Link-antureista eri sovelluksiin, mikä auttaisi valitsemaan parhaiten sopivat anturit eri tarpeisiin.

Toinen jatkotutkimusaihe voisi olla esimerkiksi hyväksi todettujen antureiden käyttöönotto, sen haasteet ja toteutussuunnitelma. Tarkoitus olisi selvittää, mitkä olisivat yleisimmät haasteet näiden IO-Link-antureiden integroinnissa ohjelmaan ja olemassa oleviin järjestelmiin sekä prosesseihin. Tämä voisi sisältää tutkimusta käyttöönoton teknisyydestä, kuten laitteistojen yhteensopivuudesta ja konfiguroinnista. Tutkimuksen tuloksena voitaisiin esimerkiksi kehittää suosituksia ja parhaiksi todettuja käytäntöjä IO-Link-antureiden sujuvampaa käyttöönottoa sekä mahdollisten haasteiden ratkaisemista varten. Tulevaisuudessa voisi myös tarkastella uutta teknologiaa ja ratkaisuja, jotka voisivat helpottaa antureiden integrointia ja käyttöönottoa.

Lähteet

Balluff GmbH. 2023. Temperature sensors. Viitattu 6.4.2023. Saatavissa:

<https://www.balluff.com/en-de/products/areas/A0001/groups/G0114/products/F01407?availableFirst=true&page=1&perPage=10>

Balluff GmbH. 2023. Media-contacting temperature sensors. Viitattu 6.4.2023. Saatavissa:

<https://www.balluff.com/en-de/products/areas/A0001/groups/G0114/products/F01407?page=1&perPage=10&availableFirst=true>

Hanhela, O. 2023. Kunnossapitopäällikkö. Pölkky Oy. Haastattelu 13.4.2023.

ifm electronic. 2023. IO-Link: maailmanlaajuinen avoin tiedonsiirto-standardi. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/technologien/io-link/io-link-maailmanlaajuinen-avoin-tiedonsiirto-standardi>

ifm electronic. 2023. IO-link – paikannusanturit. Viitattu 3.4.2023. Saatavissa:

https://www.ifm.com/fi/fi/category/245_020_010

ifm electronic. 2023. Tärinäanturit IO-Link-tekniikalla. Viitattu 3.4.2023. Saatavissa:

<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/tuotteet/vvb/tarinaanturit-io-link--tekniikalla>

ifm electronic. 2023. Virtausanturit. Viitattu 6.4.2023. Saatavissa:

https://www.ifm.com/fi/fi/category/200_020_030#:~:text=Virtausanturit%20Melkein%20kai-killalla%20prosessi-%2C%20k%C3%A4sittely-%20ja%20laitteistotekniikan%20alueilla,j%C3%A4hdytys-%20ja%20voiteluainej%C3%A4rjestelmis%C3%A4%20tai%20laitosten%20ja%20rakennusten%20tuuletuksessa.

ifm electronic. 2023. IO-Link – Kompaktit paineanturit paineilmasovellutuksiin. Viitattu 6.4.2023. Saatavissa:

https://www.ifm.com/fi/fi/category/245_020_020_010_060#/best/1/100

ifm electronic. 2023. Short overview of the most important ideas and advantages of IO-Link. Viitattu 11.4.2023. Saatavissa:

<https://www.ifm.com/us/en/shared/productnews/industrial-communication/2016/short-overview-of-the-most-important-ideas-and-advantages-of-io-link>

Jartek Invest Oy. 2023. Jartek Puunjalostustekniikan asiantuntija. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.jartek.fi/application/files/4116/4743/5537/17855Jartekweb.pdf>

Jartek Invest Oy. 2022. Yritys. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.jartek.fi/yritys>

Jartek Invest Oy. 2023. Automaatio. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.jartek.fi/ratkaisut/automaatio>

Kaivola, M. 2023. Automaatiopäällikkö. Pölkky Oy. Haastattelu 13.4.2023.

Liikenteen tutkimuskeskus Verne, 2023. Haastattelumenetelmät. Viitattu 22.4.2023. Saatavissa:

<https://research.tuni.fi/verne/tutkimus/tutkimusmenetelmat/haastattelumenetelmat/>

Mäntyranta, H. 2022. Saha on metsäbiotalouden sydän – uusi raportti kertoo Suomen sahatteollisuuden huimasta liidosta koronavuorissa. Viitattu 11.4.2023. Saatavissa:

<https://forest.fi/fi/artikkeli/saha-on-metsabiotalouden-sydan-korona-toi-sille-lisaa-vauh-tia/#f7b58d50>

Sahateollisuus ry. 2021. Itsenäisen sahatteollisuuden sosiaaliset ja taloudelliset vaikutukset. Viitattu 11.4.2023. Saatavissa:

https://sahateollisuus.com/wp-content/uploads/2021/12/st_vaikuttavuus_151221.pdf

Sick AG. 2023. IO-link – perusteet ja tekniikka. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.sick.com/fi/fi/io-link-perusteet-ja-tekniikka/w/io-link-basics-and-technology/>

Sick AG. 2023. IO-link – uutta tiedonsiirtoa anturitasolla. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.sick.com/fi/fi/io-link-uusi-tiedonsiirto-anturitasolla/w/io-link/>

Sick AG. 2023. IO-link – vakioimintojen edut. Viitattu 28.3.2023. Saatavissa:

<https://www.sick.com/fi/fi/io-link-vakioimintojen-edut/w/io-link-advantages/>

The Institute of Economic Structures Research. 28.04.2022. Forestry and sawmills benefit. Viitattu ja mukautettu 11.4.2023. Saatavissa:

<https://www.gws-os.com/en/the-gws/news/detail/our-figure-of-the-month-05-2022-strong-increase-in-timber-prices>

Varis, R. 2018. Sahateollisuus. 3. p. Keuruu: Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry. Viitattu 20.4.2023.

Wood Resources International a. 2022. European Log and Lumber Markets. Viitattu ja mukautettu 11.4.2023. Saatavissa:

<https://mb.cision.com/Main/1902/3529460/1551643.pdf>

Wood Resources International b. 2022. Global Lumber Markets. Viitattu ja mukautettu 11.4.2023. Saatavissa:

<https://mb.cision.com/Main/1902/3385258/1445122.pdf>

Liite 1. Haastattelukysymykset

Miten kuvailisitte ennakoivaa kunnossapitoa? Mitkä ovat sen tärkeimmät hyödyt?

Miten tärkeä ennakoiva kunnossapito on tulevaisuudessa muun automaation kehittyessä?

Millaisia haasteita ennakoiva kunnossapito yleensä tuo mukanaan, ja miten niitä voidaan ratkaista? Voiko olla, että luotetaan liikaa automaattiseen valvontaan ja unohdetaan rutii- nitarkastukset?

Mitä hyötyjä IO-Link-antureiden käyttö tuo sahateollisuuden ennakoivaan kunnossapitoon?

Miten IO-Link-anturien käyttöönotto ennakoivassa kunnossapidossa voi parantaa sahateol- lisuuden prosessien tehokkuutta ja vähentää kustannuksia?

Mitkä ovat IO-Link-antureiden tärkeimmät ominaisuudet, joita hyödynnetään ennakoivassa kunnossapidossa?

Kuinka IO-Link-anturien avulla kerätty data voidaan analysoida ja hyödyntää ennakoivassa kunnossapidossa ja minkälainen data koettaisiin hyödylliseksi?

Miten arvelette ennakoivan kunnossapidon ja IO-Link-anturien käyttöönoton vaikuttaneen teollisuusyritysten toimintaan ja tuottavuuteen?

Mihin suuntaan kunnossapito ja antureiden käyttö kehittyvät tulevaisuudessa?